

Федеральное агентство по образованию
Российская академия транспорта
государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЕГАЗОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Материалы Международной научно-технической конференции
8 апреля 2009 года

Тюмень 2009

УДК 629.113.004: 656.56: 658.286

Проблемы эксплуатации и обслуживания транспортно-технологических машин: материалы Международной научно-технической конференции. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2009. – 420 с.

Отражены результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по широкому кругу вопросов, связанных с эксплуатацией автомобилей и специальных транспортно-технологических машин. Приведены доклады, подготовленные учеными и специалистами высших учебных заведений, научно-исследовательских учреждений и промышленных предприятий.

Ответственный редактор – д-р техн. наук, профессор Захаров Н.С.

Члены редакционной коллегии:

канд. техн. наук, доцент Тюлькин В.А.;

канд. техн. наук, доцент Сергиенко Е.В.;

инженер Шевелев Е.С.;

инженер Яблочкин И.В.

© Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тюменский государственный нефтегазовый
университет», 2009

УЛУЧШЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ С УЧЕТОМ СОЛНЕЧНОГО ОСЛЕПЛЕНИЯ ВОДИТЕЛЯ

Абакумов Г. В., Кожемяко Ю. А.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Процесс воздействия погодно-климатических факторов на надежность работы дороги, удобство и безопасность движения автотранспортных средств (АТС) подробно исследовал проф. А.П. Васильев [1]. Результаты его работ использованы в нормативных документах и легли в основу совершенствования методов и норм проектирования дорог. Васильев А.П. выделил основные метеорологические явления, отрицательно воздействующие на потребительские свойства автомобильной дороги (гололед, метель, ветер, туман, осадки в виде дождя и снега). Чем выше категория дороги, интенсивность и скорость, тем ощутимее влияние погодно-климатических факторов на режим движения. Исследования комплексной системы водитель-автомобиль-дорога-среда (ВАДС) показывают, что воздействие солнечной радиации на водителя АТС не рассмотрено ни в одном научном и нормативном документе, как в России, так и за рубежом.

Солнечное ослепление отрицательно влияет на восприятие дорожных условий, способствуя более быстрому переутомлению и снижению работоспособности водителя [2,3]. Из-за фронтального солнечного ослепления происходит искажение дорожной обстановки, а в некоторых случаях водитель настолько ослеплен солнечным светом, что вообще не воспринимает дорожную обстановку [6]. В результате такого воздействия водитель не успевает адекватно учесть все дорожные факторы. Это зачастую приводит к возникновению аварийных ситуаций, вплоть до дорожно-транспортного происшествия (ДТП) [4,5].

Целями данной работы являются.

1. Выявление отрицательного воздействия яркого солнечного излучения на один из важнейших транспортно-эксплуатационных показателей автомобильной дороги – расчетную скорость;
2. Составление зависимости между коэффициентом обеспеченности расчетной скорости по заданной схеме торможения и метеорологическим расстоянием видимости;
3. Снижение отрицательного воздействия яркого солнечного излучения на потребительские свойства автомобильной дороги, посредством внедрения ряда мероприятий.

Безопасность дорожного движения при солнечном ослеплении водителей можно обеспечить с помощью: конструкционного, архитектурного и эксплуатационного способов. Первый необходимо учитывать при проектировании автомобильной дороги, а именно при расчете продольного ук-

лона дороги и выбора направления движения. Архитектурный и эксплуатационный способ предназначены для внедрения в уже существующую систему ВАДС, в процессе содержания и обслуживания автомобильной дороги. В основу архитектурного способа лежит применение малых архитектурных форм и озеленения с целью солнцезащиты. Эксплуатационный же способ заключается в установке временных дорожных знаков.

Таким образом, учет возможности солнечного ослепления водителей, с целью его предотвращения, в процессе функционирования ВАДС при проектировании и эксплуатации автомобильной дороги позволит улучшить восприятие – дорожно-транспортной ситуации (ДТС) участниками движения и снизить аварийность на данных участках дорожной сети.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев А.П., Сиденко В.М. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения: Учеб. для вузов. – М.: Транспорт, 1990. – 301 с.
2. Городецкий О.А., Гуральник И.И., Ларин В.В. Метеорология, методы и технические средства наблюдения: Учебник, издание второе, переработанное и дополненное – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 336с
3. Ковалев В.А. Видимость в атмосфере и ее определение: Учеб. для вузов – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 215с.
4. Коноплянко В.И. Организация и безопасность дорожного движения: Учеб. для вузов. – М.: Транспорт, 1991. – 183 с.
5. Пугачев И.Н. Организация и безопасность движения: Учеб. пособие. для вузов – Хабаровск: Изд-во гос. техн. ун-та, 2004. – 232 с.
6. Семенченко Б.А. Физическая метеорология: Учеб. для вузов – М.: Аспект Пресс, 2002. – 416 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ БОРЬБЫ С ЗИМНЕЙ СКОЛЬЗКОСТЬЮ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ ШИН

Абакумов Г. В., Сабиров Т. С.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Рост автомобильного парка в количественном и качественном отношении, увеличение средних скоростей и интенсивности движения, а также динамика роста дорожно-транспортных происшествий приводят к тому, что все более актуальной становится проблема обеспечения безопасности движения на дорогах. Постоянно ведутся разработки по совершенствованию конструкции автомобиля для улучшения показателей конструктивной безопасности, но они могут оказаться недостаточно эффективны, если не будет обеспечена надежная связь шины с дорогой, обусловленная сцепными свойствами шин. Особое значение приобретает про-

блема сцепления шин с дорожной поверхностью в связи с ростом скоростей движения автомобилей [1].

При повышении скорости движения резко снижается сцепление шин с поверхностью дороги, при этом увеличивается тормозной путь автомобиля, ухудшаются параметры устойчивости и управляемости. Дорожно-транспортные происшествия (ДТП) в основном являются следствием комплекса причин, связанных друг с другом [4]. При анализе и определении причин возникновения ДТП часто указывают только на технические неисправности автомобиля, нарушение правил дорожного движения, квалификацию и состояние водителя, в то же время причиной наезда или опрокидывания автомобиля могут являться низкие сцепные свойства шин [2,3]. Такой подход при фактическом отсутствии требований к сцепным свойствам шин с дорожным покрытием не способствует повышению безопасности дорожного движения. Поэтому измерение, оценка, а в конечном итоге стандартизация такого показателя, как продольный коэффициент сцепления шин, имеют весьма большое значение для предотвращения дорожно-транспортных происшествий и повышения безопасности дорожного движения.

Целью работы является повышение показателей активной безопасности автомобиля путем разработки и внедрения в практику усовершенствованного метода оценки сцепных свойств шин с дорожной поверхностью.

Объектом и предметом исследования являются сцепные свойства шин с дорожной поверхностью и их влияние на активную безопасность транспортных средств.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи.

- разработка метода оценки сцепных свойств шин автомобиля;
- разработка математической модели сцепления шин автомобиля с дорожным покрытием;
- сравнение результатов испытаний с допустимыми значениями;
- разработка рекомендаций по скоростному режиму для автомобилей при различных погодных условиях;
- разработка рекомендаций по выбору способа борьбы с зимней скользкостью;
- определение экономической эффективности от использования результатов исследований.

Для решения этих задач проведены теоретические и экспериментальные исследования.

В теоретических исследованиях разработаны гипотезы о виде математических моделей.

При экспериментальных исследованиях проводились измерения коэффициента сцепления пневматической шины с поверхностью дорожного покрытия ПОКС. Прибор ПОКС для определения коэффициента сцепления пневматической шины с поверхностью дорожного покрытия соответ-

ствуется техническим условиям и признан годным к эксплуатации в качестве экспресс-метода.

Затем результаты эксперимента сравниваются с допустимыми значениями коэффициента сцепления [5] и делаются выводы с рекомендациями скоростного режима, вида обработки дорожного полотна против скользкости и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.В.Сильянов, Э.Р. Домке, - М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 352 с.
2. Клинковштейн Г. И. Организация дорожного движения: учебник для вузов / Г. И. Клинковштейн, М. Б.Афанасьев. — 5-е изд., пераб. и доп. —М. : Транспорт, 2001. — 231 с.
3. Краткий справочник техника-дорожника / А.П.Васильев, В. К. Анестин, Ю. Н. Розов и др.; под ред. А. П. Васильева. — М. : Транспорт, 1992. - 176 с.
4. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения: учебник для вузов/ Ю.А. Кременец, М. П. Печерский, М.Б.Афанасьев. — М.: Академ-книга, 2005. — 279 с.
5. Мытько Я. Р. Оценка транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильных дорог / Я. Р. Мытько. — Минск: ВУЗ—ЮНИТИ, 2001.-250 с.

СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ, НАПЛАВЛЕННЫХ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ НА ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Аблаев А.А

Владимирский государственный университет, г. Владимир

Особенность нынешнего периода в развитии предприятий России заключается в том, что до 75-85% парка транспортно-технологических машин и оборудования отслужило свой амортизационный срок, а поступление новой техники в кризисный период осуществляется медленно. В данных условиях, кроме экономии материальных средств, важнейшее значение приобретает поддержание техники в работоспособном состоянии. Выходом из создавшейся ситуации видится в разработке и внедрении в производство новых импортозамещающих энерго- и ресурсосберегающих технологий ремонта. Технологию наплавки с использованием энергии СО₂-лазера применяют в промышленности для восстановления размеров изношенных деталей машин и оборудования или придания поверхности определенных физико-механических характеристик. Однако, учитывая высокую стоимость оборудования и, следовательно, себестоимость процесса, для более глубокой оценки целесообразности использования технологии в

той или иной области необходимо более полно исследовать характеристики структуры и свойства получаемых покрытий.

В работе приведены основные результаты, полученные на образцах с покрытием на основе материалов-порошков различного химического состава системы Ni–Cr B–Si при непосредственной подаче их и зону наплавки дозатором-питателем, и их сравнение с методом наплавки в шликерных обмазках.

Испытания на коррозионную стойкость покрытия продолжительностью 3 мес. проводили при полном и неполном погружении образцов в спокойную коррозионную среду (3 %-ный раствор NaCl). Для сравнения использовали образцы из стали 38ХМЮА с гальваническим покрытием хрома и без него. Образцы на задиростойкость исследовали на плоских парах трения по типовой методике при нормальной и повышенной температурах. Критерием оценки работоспособности являлся задир величиной 10 мкм/м, при этом измеряли коэффициент трения.

При исследовании влияния химического состава порошка на структуру и свойства в основном использовали материалы, значительно отличающиеся по содержанию основных карбидо- и боридообразующих элементов (ПГ-ЮН-01; ПГ-ЮН-04).

При наплавке покрытия на образцы использовали сталь 45 в состоянии поставки.

Испытания на контактную выносливость и износостойкость направленного покрытия проводили на машине трения СМЦ-2 по схеме ролик–ролик и ролик–колодка. Контртела изготавливали из стали 45 с термической обработкой твердостью 51–53 HRC. Сопротивление усталости биметаллического соединения подложка – наплавка оценивали в области ограниченной долговечности на электромагнитных резонансных машинах при изгибе в одной плоскости с частотой 100 и 50 Гц на образцах с диаметром шейки 7 и 16 мм. Толщина направленного слоя во всех образцах после механической обработки составляла 0,7–0,9 мм.

В отличие от метода наплавки в шликерных обмазках с предварительным нанесением порошка на подложку, при нанесении покрытий с непосредственной подачей наплавочного материала аналогичного состава в зону действия лазерного излучения приводит к формированию в структуре повышенного количества карбидных и боридных соединений. При этом в структуре наблюдаются оксидные (шлаковые) включения при существенной неоднородности химического состава по слою. Это влияет на физико-механические характеристики покрытий, хотя в целом по свойствам они достаточно близки и сравнимы с покрытиями, полученными на основе обмазок при использовании аналогичных материалов.

В настоящее время наиболее полно процессы наплавки разработаны с использованием самофлюсующихся порошков на никелевой основе, поэтому вполне естественно, что покрытие обладает достаточно высокой

стойкостью к воздействию коррозионной среды, превышающей стойкость легированной стали с покрытием из хрома и без покрытия. Усредненные массовые потери контрольных образцов составили при лазерной наплавке 0,4 г (100%), образцов с покрытием хромом — 0,45 г (112%) и из стали 38ХМЮА — 0,538 г (134%). При лазерной наплавке также ниже средняя скорость коррозии и скорость проникновения коррозии.

Результаты испытаний на контактную выносливость покрытия, наплавленного с использованием порошка ПГ-ЮН-01, который имеет максимальную твердость и склонность к образованию трещин, показали достаточно высокую работоспособность. При значительных удельных нагрузках (1500—3000 Н) и контактных напряжениях образцы выдержали от 1,5 до 10 млн. циклов, что не подтверждает возможности экстремального разрушения покрытия при наличии в слое трещин (табл. 1). Кроме того, такое покрытие показало более высокую работоспособность, чем покрытие, полученное наплавкой в шликерных обмазках порошком близкого химического состава (ПР-Н73Х16СЗРЗ).

Возможно, более высокая стойкость покрытия на основе порошка ПГ-ЮН-01 обусловлена технологией наплавки с непосредственной подачей порошка в зону действия лазерного излучения, при которой в структуре фиксируются оксидные (шлаковые) включения, имеющие меньшую плотность и позволяющие демпфировать (релаксировать) напряжения, возникающие при столь высоких контактных нагрузках без разрушения поверхности.

Таблица 1

Результаты испытаний на контактную выносливость

Материал	Количество циклов нагружения до прогрессирующего выкрашивания, $\times 10^6$		Контактное напряжение сжатия, МПа
	Образец	Контртело	
ПР-Н73Х1СЗРЗ (наплавка в обмазках)	3,9	7,7	790
	0,33	0,42	1000
	0,12	0,13	1120
ПГ-10Н-01 (наплавка с дозатором)	10	Нарушений	1060
	4,4	нет	1120
	1,4		1680

Наплавка покрытия лазерным излучением не снижает прочности изделия, если не происходит перегрева материала подложки и не отмечается межкристаллитного течения металла. Полученные результаты свидетельствуют о том, что наплавка с подачей порошка в зону лазерного луча или предварительным его нанесением на подложку мало различается.

Оценка стойкости образцов показала, что более значительное влияние на конечный результат оказывает не наличие развитых трещин или их местоположение на образце и ориентация к плоскости нагрузки, а чистота

и качество поверхности. При равных характеристиках наплавки и использовании одного типа наплавочного материала в результате механической обработки (шлифования) удается повысить прочность до уровня материала подложки, а при использовании последующей операции (полировки) – и превысить усталостную прочность материала подложки.

Химический состав порошков, а именно содержание карбидо- и боридообразующих элементов также влияет на прочность биметаллической композиции. Наплавка покрытия с использованием порошка ПГ-10Н-04 меньше влияет на прочность, чем наплавка с использованием порошка ПГ-10Н-01 (рис. 1). По-видимому, это связано как с повышенной твердостью слоя на основе порошка ПГ-10Н-01 (8500 МПа) и склонностью его к трещино-образованию, так и с наличием в структуре многочисленных и крупных соединений карбидного и боридного типа. Наплавка покрытия на основе порошка ПГ-10Н-01 с использованием в качестве подслоя порошков ПГ-19М-01, ПТ-НА-01 и ПГ-10Н-04 в целом позволила улучшить прочность биметаллической композиции. Это безусловно связано с созданием более пластичной переходной зоны от наплавленного слоя к подложке и снижением склонности покрытия к трещинообразованию.

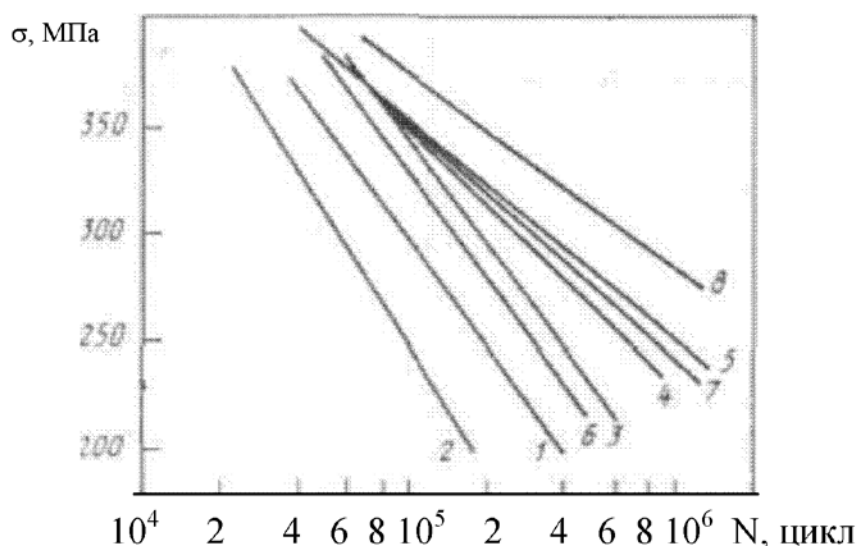


Рис. 1. Кривые усталости образцов с покрытиями на основе порошков: ПГ-ЮН-04 (6); ПГ-ЮН-01 (1), а также с подслоем ПГ-С27 (3); ПГ-19М-01 (4); ПТ-НА-01 (5); ПГ-10Н-04 (7); ПГ-10Н-01 (2) и исходного материала — стали 45 (8)

Как правило, износостойкость поверхности связывают с ее твердостью, хотя строгой корреляции такой зависимости не существует. Процесс износа достаточно сложен и в основном его характер обусловлен энергетическим состоянием сопряженных поверхностей (работа выхода электрона, энергия активации и т. д.). Наплавленные покрытия формируются из жидкого состояния и имеют неравновесный химический состав и неоднородность по фазовым и структурным составляющим, следовательно, и высокий уровень микро- и макронапряжений, что должно обуславливать их

высокую износостойкость при прочих равных условиях. Проведенные исследования на образцах с наплавленным покрытием показали их высокую износостойкость по сравнению со сталью 45 с термической обработкой на твердость 50–52 HRC. Причем более мягкое покрытие на основе порошка ПГ-10Н-04 (5400 МПа) по износостойкости значительно превосходило покрытие на основе ПГ-10Н-01 с твердостью 8500 МПа, особенно в области высоких нагрузок (рис. 2). Покрытие на основе порошка ПГ-10Н-04 не только меньше изнашивается, но и также лучше работает в паре с контртелом (табл.2).

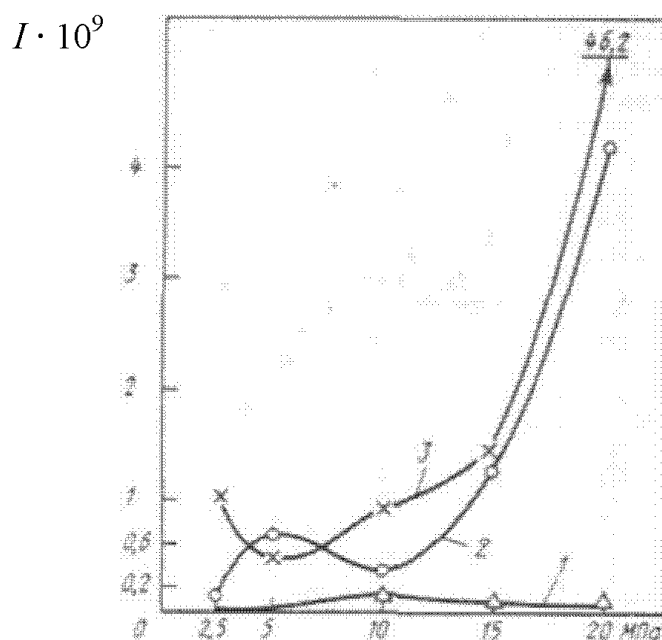


Рис.2. Зависимость интенсивности линейного изнашивания от прикладываемой нагрузки для покрытий на основе порошка ПГ-ЮН-04 (1) ПГ-ЮН-01 (2) и стали 45 (3)

Предельно допустимым давлением для пар из стали 45, закаленных до 49–52 HRC, при данных условиях испытаний было 15 МПа. Пары с дисками, имеющими лазерную наплавку, проработали до давления 20 МПа при низкой интенсивности изнашивания. Износостойкость образцов с наплавкой порошком ПГ-ЮН-04 на порядок выше износостойкости образцов с наплавкой порошком ПГ-10Н-01 и закаленной стали 45. Износостойкость колодок, работающих в паре с дисками, наплавленными порошком ПГ-10Н-04, выше износостойкости колодок в паре с покрытием ПГ-10Н-01 в 1,5 раза, а в паре с дисками из закаленной стали 45 — в 3,3 раза.

Покрытие, наплавленное лазерным излучением, показало более высокую задиростойкость по сравнению с полученным газопорошковой наплавкой при использовании порошка одного состава на ограниченном интервале испытаний (100 циклов), температуре 200 °С и давлении 20 МПа.

Аналогичные результаты по задиростойкости для образцов с лазерной наплавкой получены при давлении 10 и 30 МПа и температуре 20 °С, а также более длительном цикле испытаний (1500 циклов). Как показали ре-

зультаты, коэффициент трения зависит от состава наплавляемого материала и достаточно стабилен при длительном цикле испытаний. Для пар трения с покрытием на основе порошков ПР-Н68Х21С5Р и ПР-Н73Х16С3Р3 коэффициент трения имеет более низкое значение, чем для пар трения с наплавкой бронзой Пр-БрКМцЗ-1, а также бронзой с легированной сталью 20Х13 при аналогичных параметрах испытаний.

Таблица 2

Результаты испытаний на износостойкость

Нагрузка, МПа	Интенсивность линейного изнашивания 1х10 ⁹ пары покрытие - контртело		
	ПГ-ЮН-01	ПГ-ЮН-04	Сталь 45
2,5	0,150	0,143	0,357
5	0,136	0,119	0,208
10	0,121	0,055	0,491
15	0,229	0,060	0,365
20	0,349	0,173	4,426

Наплавку покрытий проводили с использованием дозатора-питателя собственной конструкции, позволяющего в результате плавной регулировки подачи порошка повысить коэффициент его использования до 50 % и выше. Это обеспечивает получение слоев до 1,5 мм за один проход с производительностью процесса до 25 см²/мин при мощности излучения СО2 лазера 2,2–2,5 кВт.

Выводы.

1. Покрытия на основе самофлюсующихся порошков не уступают по коррозионной стойкости полученным гальваническим хромированием или легированной стали.

2. Лазерная наплавка с подачей порошка в зону наплавки практически не влияет на прочностные характеристики подложки и биметаллическую композицию в целом.

3. Покрытия, полученные лазерной наплавкой, по износостойкости на порядок выше стали 45 с термической обработкой, обладают высокой задиростойкостью при 18–20 °С и выше.

4. Наиболее целесообразно для лазерной наплавки использовать порошок с пониженным содержанием карбидо- и боридообразующих элементов (например ПГ-10Н-04), придающий поверхности высокую износостойкость и пониженную склонность к образованию трещин.

5. Для деталей, работающих при циклических нагрузках, целесообразно использовать полировку, что повышает ее работоспособность.

ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ НАПЛАВКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЦИЛИНДРО-ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДВИГАТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Аблаев А.А., Ратников А.С.

Владимирский государственный университет, г. Владимир

Статистический анализ ресурсных отказов двигателей показывает, что 50% двигателей, поступающих на капитальный ремонт, не имеет предельных износов цилиндропоршневой группы (ЦПГ). У таких двигателей линейный износ гильз цилиндров составляет не более 0,85 мм с вероятностью 0,8. Для снятия конусности и эллипсности необходим припуск на обработку 0,035 мм. После нанесения покрытия электроискровым методом проводится чистовое хонингование, для чего необходим еще припуск на обработку 0,01мм..

В основном производстве используются гильзы не прошедшие объемной или поверхностной закалки. Это связано с тем, что имеются определенные преимущества в использовании незакаленных гильз, которое заключается:

1) резкое снижение технологического брака; 2) малой погрешности изготовления; 3) отсутствии закалочных напряжений и меньшей склонности к деформации при механической обработке; 4) удешевлении производства. Но, незакаленные гильзы обладают повышенной склонностью к задирам при обкатке и повышенному износу сопряжения "кольцо-гильза".

Одним из методов, улучшающих триботехнические характеристики деталей ЦПГ, является нанесение антифрикционных покрытий. В ряду различных способов их получения - фрикционное латунирование и электроискровое наплавки (ЭИН) - выделяются своей технологичностью. Поэтому сравнение триботехнических свойств сопряжений «кольцо-гильза» с закаленными, незакаленными с покрытиями гильзами является необходимой частью работ, направленных на повышение надежности ЦПГ двигателей. Современные модернизированные установки для ЭИЛ "Элетрон 22", "Вестрон-006 " и "Элитрон-52 Б" позволяет наносить на внутренние поверхности чугунных цилиндров покрытия различных толщин. Следовательно, методом ЭИЛ можно восстановить 60% гильз двигателей. В настоящее время накоплен значительный теоретический и экспериментальный опыт восстановления и упрочнения деталей электроискровым методом.

Данная технология, в зависимости от режима нанесения покрытия, материала электродов, метода нанесения, оборудования и требований к качеству поверхности позволяет получать покрытия толщиной до 0,8 мм.

При оптимальном выборе режимов и материалов электродов ЭИН обеспечивает: высокую степень адгезии формируемого покрытия с осно-

вой; возможность локальной обработки изношенной поверхности любой кривизны с размерами от 0,3 мм; повышение твердости и износостойкости обрабатываемой поверхности; улучшение ее коррозионной стойкости. Метод отличается простотой и мобильностью применяемого оборудования, стабильностью воспроизведения технологических параметров процесса.

На большинстве ремонтных предприятий практически единственным методом восстановления геометрических размеров деталей является различные наплавки. Как показывают испытания, надежность деталей, восстановленных наплавками, не отвечает нормативным требованиям.

Результаты сравнительных ускоренных испытаний двигателей марки Д-144 на износостойкость, проведенных в ОАО «Владимирремтехпред», позволяют установить, что износостойкость упрочненных ЭИН поверхностей цилиндров возросла в 2,1 раза в сравнении с обычными.

Поиск технологий восстановления гильз цилиндра со следами задиров (глубина борозд до 1,2 мм.) на рабочей поверхности привели к электроискровому методу нанесения покрытий. На поверхность зеркала цилиндров чугуновой гильзы с микротвердостью 4200 МПа электроискровым способом (установка "Весирон-006") было нанесено покрытие из электрода Э4/11 (исходная микротвердость 580 МПа) толщиной 60 мкм, микротвердостью 4380 МПа и шероховатостью по Rz от 2,5 до 0,9 мкм (микротвердостью зоны термического влияния 3270-3730 МПа). Затем легированная поверхность подвергалась ручной шлифовке и чистовому хонингованию; на обработанную поверхность методом ЭИН нанесено антифрикционное и антикоррозионное покрытие из специального компактного электрода Э4/11. Микротвердость восстановленного и упрочненного слоя 4850-5280 МПа. Заключительные операции технологии было нанесение на поверхность трения консистентной смазки, содержащей дисульфид молибдена и графит.

В табл. 1. приведены результаты испытание пар трения "кольцо-гильза" с различными гильзами. Испытания проводились по методике (А.с. № 1608474) на стенде ХОБАТ-2 (А.с. № 1649378).

Таблица 1

Результаты испытания пар трения «кольцо-гильза»

№ со- пря- жения	Время до появления заедания, мин. (τ, σ)	Изменение массы, мг (m, σ_m)	R_a, σ_R в очагах схватывание, мкм
1	56,6±10,7	4.8±2.3	1.56±1.34
2	65,5±34.6	6.9±2.8	0.42±0.18
3	48.8±15.2	2.3±1.4	0.48±0.19
4	72.7±9.3	3.5±3.1	0.32±0.12
5	80±9.9	3.4±21.4	0.43±0.18

1-закаленная; 2-закаленная с латунированием; 3-незакаленная; 4-незакаленная с латунированием; 5-незакаленная + ЭИН.

Анализ проведенных данных показывает, что использованные методы обработки поверхности гильзы существенно меняют свойства сопряжения. Действительно, среднее время работы сопряжения до появления заедания меняется до двух раз.

Испытания на износостойкость пар трения: "каленная гильза-хромированное кольцо" показали, что коэффициент трения равен 0,106 при интенсивности изнашивания гильзы $2,09 \cdot 10^{-12}$, для пары трения с восстановленной гильзой коэффициент трения равен 0,092, а интенсивность изнашивания гильзы $1,79 \cdot 10^{-12}$. Компрессия в цилиндре с восстановленной гильзой оказалась выше на 12%.

Следовательно, электроискровая наплавка является технически эффективной технологией восстановления гильз цилиндров с задирами на поверхности зеркала.

Работа трения поршневых колец по зеркалу гильзы составляет от 30% до 50% всей работы трения в двигателе. Материалами для поршневых колец служат чугуны СЧ28-48, СЧ24-44, СЧНХ, ЧН20М2Ш, стали марок 65Г, 50НМ, спеченные сплавы на железной основе и др.

Как, правило рабочую поверхность первого уплотнительного (компрессионного) кольца, которое отводит наибольшее количество теплоты от поршня и больше всего изнашивается, модифицирует путем фосфатирования, нанесения олова, кадмия, свинца, меди, хрома, молибдена, меди+олова, меди+дисульфида молибдена, хрома+олова, хрома+меди, хрома+меди+олова, хрома+меди+дисульфида молибдена или нанесением композиционных материалов, содержащих молибден, хром, никель, вольфрам и т.д.

Наиболее распространенными способами нанесения износостойких и антифрикционных покрытий являются гальванические, диффузионные, плазменные и газопламенные методы. Среди гальванических покрытий широкое применение нашли хромовые покрытия - пористые и гладкие. Высокую износостойкость и задиростойкость хромовых покрытий используют нанеся на него приработочное покрытие.

Так, например, осаждение меди, а затем олова на поверхность хромового покрытия позволяет снизить: период приработки в 1,64 раза; скорость изнашивания 2,32 раза и увеличить несущую способность пары трения "кольцо-гильза" в 1,43 раза.

Электролитическое осаждение комбинированных покрытий технологически сложный процесс, поэтому имеет слабую перспективу применения.

Из газо-термических покрытий колец хорошими эксплуатационными свойствами обладают покрытия молибдена (температура плавления 2625 °С; теплопроводность 137 Вт/м*К; коэффициент линейного расширения

4,9*10⁻⁶ 1/0С), высокотемпературные окислы которого обеспечивают высокую сопротивляемость схватыванию в окислительной атмосфере. Твердость молибденовых газо-термических покрытий до 1000 HV, которая только с температуры 300 0 С до 800 0 С снижается на 10-20 %. Прочность сцепления покрытия с основой 15-30 МПа, а пористость 10-20% основными недостатками молибденовых покрытий являются: 1) под действием повышенных температур и коррозионной среды прочность сцепления покрытия снижается и покрытие отслаивается; 2) оксид молибдена обладает малой стойкостью при температурах выше 500 0 С начинает улетучиваться.

Цель работы заключается в нанесении молибдена на поверхность кольца электроискровым методом и плакирование покрытия металлом.

Решение поставленной задачи было осуществлено следующим образом: электроискровым способом для улучшения прирабатываемости узла трения на поверхность не хромированного кольца (модернизированная установка "Элитрон-21") было нанесено покрытие из молибдена толщиной 30 мкм., микротвердостью 6400 МПа и шероховатостью Rz от 1,5 до 1,1 мкм. (микротвердость зоны термического влияния 4100-4900 МПа). Легированная поверхность подвергалась ручной шлифовки наждачной бумагой и на неё было нанесено покрытие из меди, которое обработано поверхностным пластическим деформированием, а затем нанесена консистентная смазка, содержащая дисульфид молибдена и графит для улучшения прирабатываемости узла трения.

Чугунное не хромированное кольцо легированное молибденом+медью, по сравнению с кольцом без покрытия, увеличило время приработки пары трения на 23%, снизило коэффициент трения исследуемого сопряжения на 31% (средний коэффициент трения сопряжения с не упрочненным кольцом равен 0,146 при коэффициенте вариации 0,415), повысило нагрузку вызывающую наволакивание материала гильзы на кольцо в 1,48 раза. Следы молибдена на поверхности гильзы сохранились до 400 часов лабораторных испытаний. Недостатком технологии нанесения на поверхность кольца молибдена является сложность нанесения покрытий толщиной более 60 мкм. сплошностью более 80 %. Аналогичные испытания чугунного не хромированного кольца легированного молибденом + (олово + свинец) показали, что такие покрытия по триботехническим показателям не уступают покрытиям молибден + медь.

Электроискровое легирование молибденом + медью цилиндрической наружной поверхности кольца снижает коэффициент трения пары гильза - кольцо, повышает несущую способность и износостойкость сопряжения.

Оборудование для реализации технологии ЭИН представлено установками типа «Элитрон» и «Вестрон», которые универсальны, экономичны и относительно просты по конструкции.

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗНАШИВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ХОЛОДНОМ ПУСКЕ ДВИГАТЕЛЯ

Альмеев Р.И., Денисов А.С.

Саратовский государственный технический университет, г. Саратов

Пусковые износы деталей двигателя являются актуальной проблемой низкотемпературной эксплуатации транспортных машин. Одним из основных факторов, определяющих величину пусковых износов, является время задержки поступления масла к рабочим поверхностям [8].

На рис. 1 представлена кривая, характеризующая зависимость коэффициента трения от основных параметров работы сопряжения (кривая Штрибека) [3, 7]. В начальный период работы двигателя масло не поступает к деталям (область 3). В этом случае интенсивность изнашивания поверхностей определяется адгезионными качествами масла, т. е. его способностью образовывать граничные плёнки, состоящие из полярно-активных молекул смазочного материала.

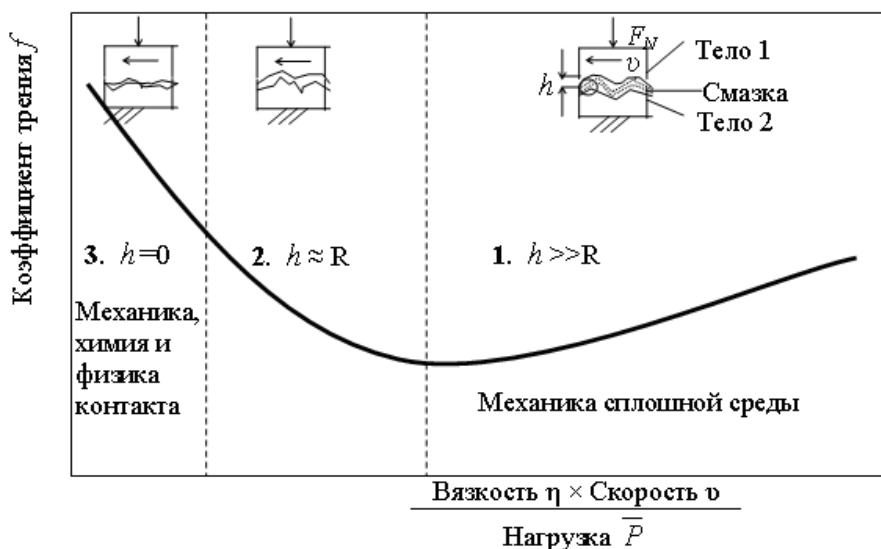


Рис. 1. Кривая Штрибека и режимы смазки [3]

Процесс взаимодействия поверхностей при граничной смазке характеризуется наличием площадок местного контактирования. В пределах таких площадок развиваются большие контактные напряжения. В результате происходит образование адгезионных связей и последующее их разрушение. Для оценки интенсивности адгезионного изнашивания можно использовать формулу, предложенную Роувом [7]:

$$V = Kl \sqrt{1 + 3f^2} \frac{\bar{P}}{\nu p_T} \frac{d_A}{t_O} e^{-\frac{Q}{RT}}. \quad (1)$$

Параметры, входящие в данное выражение, можно разделить на следующие группы:

1) Параметры, характеризующие режим работы сопряжения: нагрузка \bar{P} , скорость v , путь скольжения l , температура поверхности трения T .

2) Свойства материалов: давление текучести более мягкого металла p_T , теплота адсорбции Q , молярная газовая постоянная R .

3) Характеристики взаимодействия: диаметр площади влияния адсорбированной молекулы d_A , период основной формы колебаний адсорбированной молекулы t_O , коэффициент трения f , коэффициент износа скользящих поверхностей K , объёмный износ системы с граничной смазкой V .

Коэффициент трения при граничной смазке [6]:

$$f = \alpha_M f_M + (1 - \alpha_M) f_\Gamma, \quad (2)$$

где α_M – доля металлического контакта, которая увеличивается с ростом температуры; f_M и f_Γ – коэффициенты трения соответственно при чисто металлическом контакте и контакте через неповреждённую граничную плёнку.

Несмотря на увеличение доли металлического контакта, коэффициент трения в определённом диапазоне температур изменяется незначительно [6, 7]. Это связано в первую очередь с особенностями трибохимических процессов, протекающих в слое смазочного материала. Свойства граничных плёнок можно описать качественной диаграммой, представленной на рис. 3 [7].

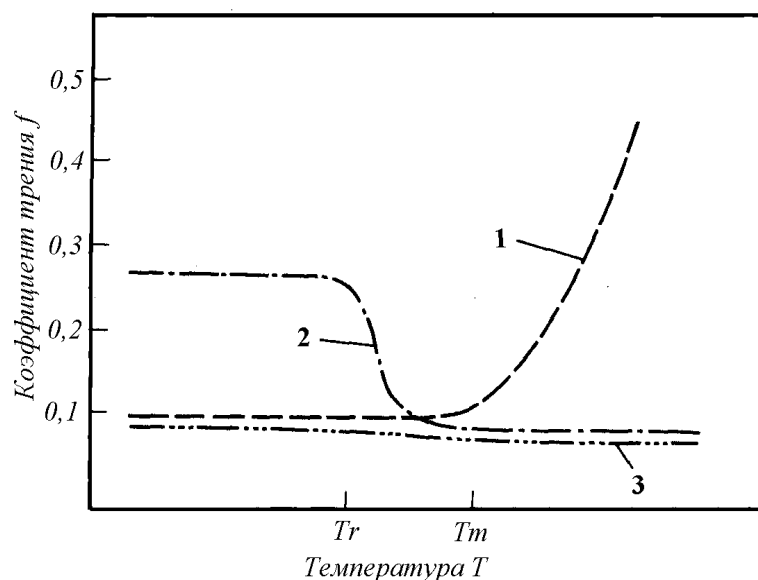


Рис. 3. Трение системы с граничной смазкой в зависимости от температуры [7]

Кривая 1 на данной диаграмме относится к мылам (металлические соли жирных кислот). Работа такой граничной плёнки характеризуется постоянством коэффициента трения до температуры плавления металлического мыла T_m . При достижении данной температуры трение значительно

возрастает. Кривая 2 характеризует противозадирную присадку, которая начинает действовать на поверхностные слои материала при достижении определённой температуры T_r . Кривая 3 характеризует эффективное сочетание рассмотренных компонентов масла.

Подставляя выражение (2) в зависимость для объёмного износа (1) с учётом того, что путь скольжения l представляет собой произведение скорости v на время работы сопряжения без смазочного материала t_3 , получим:

$$V = K t_3 \sqrt{1 + 3(\alpha_M f_M + (1 - \alpha_M) f_r)^2} \frac{\bar{P}}{p_T} \frac{d_A}{t_O} e^{-\frac{Q}{RT}}, \quad (3)$$

где t_3 – время запаздывания поступления масла к деталям при пуске.

При анализе времени поступления масла к подшипникам учитывались особенности смазочной системы двигателей КамАЗ EURO.

Если рассматривать низкую скорость фильтрации в качестве основного фактора увеличения времени поступления масла к деталям при холодном пуске, то время задержки будет определяться следующим выражением:

$$t_3 = \frac{V_{CM} - V_{OCT}}{Q_{ПФ} + \eta Q_{КФ}}, \quad (4)$$

где V_{CM} – объём смазочной системы; V_{OCT} – объём масла, который остаётся в смазочной системе после предыдущей работы; η – коэффициент, учитывающий колебания клапана фильтра; $Q_{ПФ}$ – расход масла через полнопоточный фильтр; $Q_{КФ}$ – расход масла через перепускной клапан фильтра.

С учётом основного закона фильтрации (закон Дарси) [3] и выражений расхода для конических клапанов [2], получим:

$$t_3 = \frac{\eta}{\Delta P} \frac{V_{CM} - V_{OCT}}{\frac{Z_{ПФ}}{\delta} + 4k_{Re} \pi d_{КФ} h^2 \sin \beta}, \quad (5)$$

где ΔP – перепад давления на фильтре;

η – динамическая вязкость масла;

$Z_{ПФ}$ – проницаемость пористого материала фильтра;

δ – толщина фильтрующей перегородки;

k_{Re} – экспериментальный коэффициент, характеризующий зависимость расхода клапана от числа Re ;

$d_{КФ}$ – диаметр отверстия клапана;

h – высота поднятия клапана;

β – угол конуса клапана.

Таким образом, время запаздывания прямо пропорционально вязкости масла и обратно пропорционально перепаду давления на фильтре. Пе-

репад давления сначала растёт до определённой величины, а затем, по мере заполнения системы маслом, начинает снижаться. Вязкость масла снижается по мере его прогрева, что также способствует снижению перепада давления. Изменение величины $\Delta P/\eta$ за время t_3 можно учесть введением в исходную формулу коэффициента k_Δ , который в общем случае зависит от интенсивности прогрева масла и конструктивных особенностей системы смазки.

При значительном времени запаздывания поступления масла, температуры поверхностей трения могут достигать критических значений ТКР. Это приводит к нарушению равновесия между адсорбцией и десорбцией молекул граничных слоёв. В результате граничная смазочная плёнка разрушается. Происходит рост доли металлического контакта, схватывание обнажившихся участков металла, ведущее к резкому увеличению коэффициента трения и интенсивному адгезионному изнашиванию [6]. Критическая температура ТКР определяется режимом работы конкретного сопряжения двигателя и свойствами граничных плёнок смазочного материала.

Исходя из сказанного выше, надёжная работа сопряжения будет обеспечена при выполнении следующего условия:

$$T_{KP} - T_0 > t_3 \frac{\Delta T}{\Delta t}, \quad (6)$$

где T_0 – начальная температура поверхности; $\Delta T/\Delta t$ – увеличение температуры поверхности за единицу времени.

Изменение температуры поверхности прямо пропорционально изменению количества теплоты Δq при трении в единицу времени и обратно пропорционально теплоёмкости трущихся тел СТР [4, 5]:

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{\Delta q}{C_{TP}}. \quad (7)$$

Количество теплоты, выделяющееся при трении прямо пропорционально мощности трения N_{TP} , обусловленной давлением \bar{P} , скоростью скольжения v и коэффициентом трения f [4]:

$$q = C' N_{TP} = C' \bar{P} v f, \quad (8)$$

где C' – коэффициент пропорциональности, характеризующий степень перехода механической работы в теплоту.

Теплоотвод от поверхности трения в окружающую среду определяется выражением:

$$q_F = \alpha (T - T_c), \quad (9)$$

где α – коэффициент теплоотдачи; T – температура поверхности трения; T_C – температура окружающей среды.

С учетом того, что $\Delta q = q - q_F$, получим:

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{C\bar{P}vf - \alpha(T - T_C)}{C_{TP}}. \quad (10)$$

Тогда условие надёжной работы сопряжения запишется в следующем виде:

$$T_{KP} - T_0 > t_3(C_1\bar{P}vf - C_2(T - T_C)), \quad (11)$$

где $C_1 = C'/C_{TP}$ и $C_2 = \alpha/C_{TP}$ – постоянные коэффициенты, характеризующие свойства материалов поверхностей и особенности работы сопряжения.

После преобразования условия (11), получим:

$$t_3 < \frac{T_{KP} - T_0}{(C_1\bar{P}vf - C_2(T - T_C))}. \quad (12)$$

Рассмотренные аналитические и эмпирические зависимости позволяют сделать вывод о том, что основными факторами, определяющими возможность надёжной работы сопряжений двигателя при холодном пуске являются:

1) Свойства моторного масла и в первую очередь его способность образовывать прочные адсорбционные и химически модифицированные смазочные слои, обеспечивающие снижение коэффициента трения и доли металлического контакта в широком диапазоне температур.

2) Время поступления масла к рабочим поверхностям при пуске, определяемое конструктивными особенностями смазочной системы и вязкостно-температурными свойствами масла.

3) Режим работы двигателя и его сопряжений при пуске-прогреве, основными параметрами которого являются нагрузка и частота вращения коленчатого вала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаркунов, Д.Н. Триботехника: Износ и безызносность / Д.Н. Гаркунов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МСХА, 2001. – 616 с. : ил.
2. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы / Т.М. Башта [и др.]. – 2-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1982. – 423 с. : ил.
3. Денисов, А.С. Обеспечение надежности автотракторных двигателей / А.С. Денисов, А.Т. Кулаков. – Саратов: СГТУ, 2007. – 422 с. : ил.
4. Денисов, А.С. Основы формирования эксплуатационно-ремонтного цикла автомобилей / А.С. Денисов. – Саратов: СГТУ, 1999. – 352 с. : ил.
5. Куранов, В.Г. Износ и безызносность / В.Г. Куранов, А.Н. Виноградов, А.С.

Денисов. – Саратов: СГТУ, 2000. – 136 с. : ил.

6. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника) / А.В. Чичинадзе, Э.М. Берлинер, Э.Д. Браун и др.; Под общ. ред. А.В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 2003. – 576 с. : ил.

7. Чихос, Х. Системный анализ в трибонике / Х. Чихос. – М.: Мир, 1982. – 351 с. : ил.

8. Якунин, Н.Н. Методологические основы контроля и управления техническим состоянием автомобилей в эксплуатации / Н.Н. Якунин. – М.: Машиностроение-1, 2003. – 178 с. : ил.

ОЦЕНКА ПРИСПОСОБЛЕННОСТИ ГАЗОБАЛЛОННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ К НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫМ УСЛОВИЯМ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПО ТОКСИЧНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ

Анисимов И.А., Иванов А.С., Чикишев Е.М.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Приспособленность – это свойство автомобиля сохранять значения эксплуатационных свойств на номинальном уровне при отклонении условий эксплуатации от стандартных [1]. Примерами стандартных условий является: температура воздуха – 293 К (20 °С); барометрическое давление – 101,3 кПа (760 мм рт. ст.); относительная влажность воздуха – 50 % (давление водяных паров 1,2 кПа); скорость ветра – безверие, штиль; температура топлива – 293 К (20 °С); плотность топлива – 0,830 т/м³; дорога с ровным асфальтобетонным покрытием.

Оценить приспособленность автомобиля к низкотемпературным условиям эксплуатации по токсичности отработавших газов (ОГ), значит определить его способность обеспечивать величину выброса загрязняющих веществ в пределах нормативного значения [2].

В соответствии с разработками Е.Р. Магарил суммарная токсичность M , приведенная к токсичности окиси углерода, определяется по формуле [3]:

$$M = M_{CO} + 3 \cdot M_{CH} + 59 \cdot M_{NO}, \quad (1)$$

где M_{CO}, M_{CH}, M_{NO} – массовое содержание соответственно CO, C_nH_m, NO_x в отработавших газах автомобиля.

Но предложенный показатель отражает отношение фактической суммарной токсичности к нормативной только при стандартных условиях.

А.Г. Соповым предложено определять коэффициент приспособленности автомобилей к фактической температуре воздуха t в данных условиях эксплуатации по суммарной токсичности вредных веществ [4]:

$$K_{тМ} = \frac{M_H}{M_t}, \quad (2)$$

где M_H – суммарная токсичность, соответствующая нормативному содержанию вредных веществ;

M_t – суммарная токсичность, соответствующая фактическому содержанию вредных веществ при температуре окружающего воздуха t .

Суммарная токсичность M_t , соответствующая фактическому содержанию вредных веществ при температуре окружающего воздуха t представлена следующим образом:

$$M_t = M_{st} + \Delta M_e + \Delta M_f, \quad (3)$$

где M_{st} – суммарная токсичность, соответствующая фактическому содержанию вредных веществ при стандартных условиях (температура воздуха – 20°C, атмосферное давление – 760 мм рт. ст.);

ΔM_e – суммарная токсичность, вызванная изменением в двигателе процессов смесеобразования и горения при температуре окружающего воздуха t ;

ΔM_f – суммарная токсичность, вызванная изменением эксплуатационного расхода топлива при температуре окружающего воздуха t .

В зависимости от значения коэффициента приспособленности выделяются три уровня приспособленности: высокий ($0,67 < K_{тМ} < 1$), средний ($0,34 < K_{тМ} < 0,66$) и низкий ($K_{тМ} < 0,33$).

Значения предложенного коэффициента теоретически изменяется от 0 до 1. Предложенное значение соответствует случаю, когда в данном интервале суровости условий эксплуатации содержание вредных веществ равно нормативному. В некоторых случаях значение коэффициента приспособленности может быть больше 1, т.е. когда содержание вредных веществ в данном интервале суровости меньше нормативного. Эти случаи могут свидетельствовать об относительном совершенстве конструкции автомобиля или низком уровне требований к нормативной токсичности.

Однако при этом не оценивается приспособленность к интервалам низких температур, характеризующих действительный температурный режим воздуха в том или ином пункте эксплуатации автомобилей в течение зимнего периода.

О.А. Новосёловым был предложен показатель приспособленности, выраженный отношением нормативной токсичности выброса к выбросу загрязняющих веществ в определённом интервале суровости определённом на основе средневзвешенных значений среднесуточных температур окружающего воздуха для зимнего периода определённого представительного пункта [5].

$$A_i = \frac{M_H}{M_i}, \quad (4)$$

где M_i – среднеинтегральное значение суммарной токсичности отработавших газов на интервале суровости низкотемпературных условий эксплуатации привед. кг/ч.

И.А. Анисимов предлагает для оценки приспособленности автомобилей с дизельными двигателями к низкотемпературным условиям эксплуатации применять коэффициент приспособленности A , представляющий собой среднее арифметическое между коэффициентом приспособленности по выбросам оксидов азота $ANOX$ и по дымности отработавших газов AN [6]:

$$A_{NOX} = \frac{M_H}{M_{NOX}^{y\partial}}, \quad (5)$$

где M_H – нормативный массовый удельный выброс;
 $M_{NOX}^{y\partial}$ – фактический массовый удельный выброс.

$$A_N = \frac{N_H}{N_\phi}. \quad (6)$$

где N_H – нормативная дымность на режиме максимальной частоты вращения коленчатого вала;

N_ϕ – фактическая дымность на режиме максимальной частоты вращения коленчатого вала.

На рис.1 представлена зависимость коэффициента приспособленности дизельного двигателя Д-245.12 от температуры окружающего воздуха.

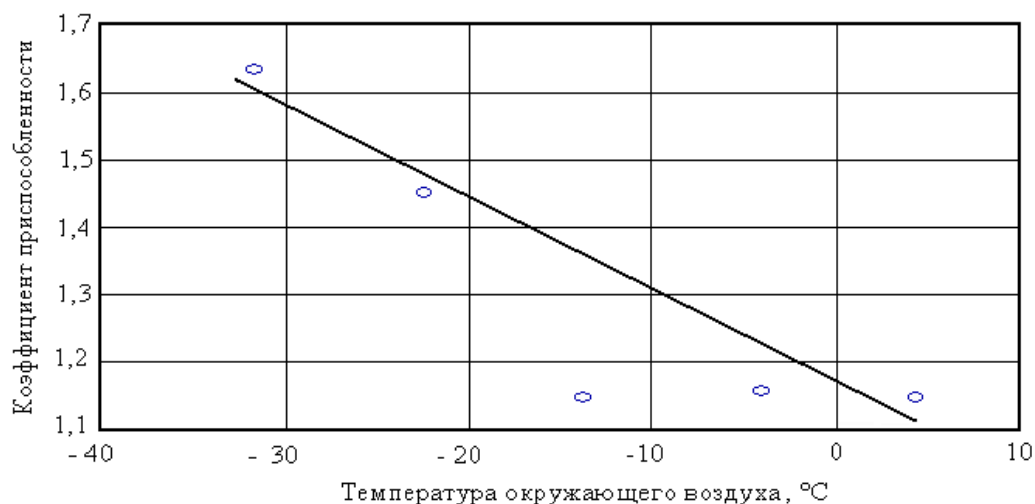


Рис. 1 – Зависимость коэффициента приспособленности дизельного двигателя Д-245.12 от температуры окружающего воздуха

Из графика на рис.1 видно, что значение коэффициента приспособленности может быть равно нулю при повышении температуры окружающего воздуха, но практически это значение не достижимо, так как температура окружающего воздуха, которая могла бы обеспечить значение коэффициента приспособленности равное нулю составляет $79,7^{\circ}\text{C}$, в то время как наибольшая зафиксированная температура воздуха за всю историю наблюдений составляет $58,0^{\circ}\text{C}$.

Все вышеперечисленные коэффициенты приспособленности не обеспечивают возможность сравнивать по показателю токсичности автомобили, оснащенные двигателями разных моделей, поскольку, в этом случае значения показателя токсичности, как фактического, так и нормативного будут различными.

В связи с этим, Я.Э. Богайчук предложил использовать параметр приспособленности к низкотемпературным условиям эксплуатации автомобилей по суммарной токсичности отработавших газов (a), определяемый для двух режимов работы двигателя – минимальной и повышенной частоте вращения коленчатого вала на холостом ходу [2]:

$$a = e^{-\frac{(S_M^{\text{мин}} + S_M^{\text{пов}})}{2}}, \quad (7)$$

где $S_M^{\text{мин}}, S_M^{\text{пов}}$ – параметры чувствительности для режимов минимальной и повышенной частот вращения коленчатого вала соответственно.

Численное значение параметра приспособленности теоретически изменяется от 0 до 1. При $a = 0$ автомобиль полностью не приспособлен к фактическим условиям эксплуатации, суммарная токсичность отработавших газов стремится к бесконечности. При $a = 1$ имеет место полная приспособленность, то есть суммарная токсичность отработавших газов не зависит от суровости условий эксплуатации.

На рис.2 представлены данные работы А.С. Гаваева о зависимости коэффициента приспособленности по токсичности ОГ от температуры воздуха на входе в двигатель для газобаллонных автомобилей, работающих на сжиженном нефтяном газе [7].

В заключении можно сказать, что приспособленность является важным, если не главным, фактором эксплуатации автомобилей в условиях отрицательных температур, так как эти температуры в значительной степени приводят к изменению расхода топлива и токсичности отработавших газов.

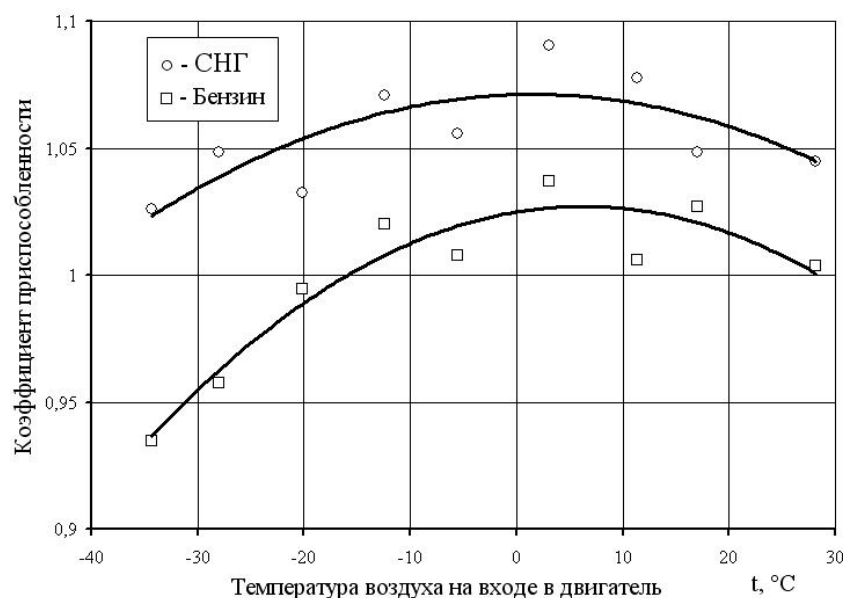


Рис. 2 – Зависимость изменения коэффициента приспособленности по токсичности ОГ от температуры воздуха на входе в двигатель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Резник Л.Г., Ромалис Г.М., Чарков С.Т. Приспособленность автомобилей к низким температурам воздуха. – Учебное пособие: Тюмень, ТГУ. – 1985. – 105 с.
2. Богайчук Я.Э. Влияние низкотемпературных условий эксплуатации на экологичность автомобилей // Автореф. дисс. на соиск. уч. степени канд. техн. наук. – Тюмень, ТюмГНГУ, 2004. – 19 с.
3. Магарил Е.Р. Проблемы токсичности моторных топлив и пути их решения в России // Автореф. дисс. на соиск. уч. степени докт. техн. наук. – Тюмень, ТюмГНГУ, 2002 – 48 с.
4. Сопов А.Г. Влияние низкотемпературных условий эксплуатации автомобилей на содержание вредных веществ в отработавших газах // Автореф. дисс. на соиск. уч. степени канд. техн. наук. – Тюмень, ТюмГНГУ, 2001. – 17 с.
5. Новосёлов О.А. Оценка приспособленности автомобилей к низкотемпературным условиям эксплуатации по токсичности отработавших газов // Автореф. дисс. на соиск. уч. степени канд. техн. наук. – Тюмень, ТюмГНГУ, 2002 – 20 с.
6. Анисимов И.А. Приспособленность автомобилей с дизельными двигателями к низкотемпературным условиям эксплуатации по токсичности отработавших газов // Автореф. дисс. на соиск. уч. степени канд. техн. наук. – Тюмень, ТюмГНГУ, 2003. – 19 с.
7. Гаваев А.С. Приспособленность газобаллонных автомобилей к низкотемпературным условиям эксплуатации по токсичности отработавших газов и расходу топлива // Автореф. дисс. на соиск. уч. степени канд. техн. наук. – Тюмень, ТюмГНГУ, 2007. – 21 с.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА РАСХОД ТОПЛИВА АВТОМОБИЛЕМ ПРИ ПРОГРЕВЕ ХОЛОДНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Анисимов И.А., Черменина Е.А., Буторин В.Ф.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Низкие температуры воздуха и связанное с ними охлаждение агрегатов и эксплуатационных материалов затрудняют пуск двигателей и ухудшают их экономичность. Эксплуатация автомобилей в условиях низких температур сопряжена с увеличением расхода топлива. При температуре воздуха 0 °С на пусковых оборотах коленчатого вала в цилиндры двигателя поступает в парообразном состоянии лишь 4 ... 10 % топлива, а 90 ... 96 % топлива скапливается в трубопроводах в виде жидкой фазы. Все это ведет к повышенному расходу топлива и токсичности отработавших газов.

В неблагоприятных погодных условиях при открытом хранении автомобиля суммарные потери топлива на пуск и прогрев двигателя доходят до 3 % общего его расхода.

Увеличение расхода топлива объясняется неполнотой сгорания, связанной с ухудшением испарения и распыления топлива, повышением сопротивления в агрегатах трансмиссии из-за ухудшения смазки, необходимостью дополнительных затрат топлива на прогревы двигателя, более длительной работой двигателя на пониженных и неустановившихся режимах (температурах), повышением аэродинамического сопротивления, обусловленного повышенной плотностью воздуха.

Надежный пуск холодного двигателя возможен при обогащении горючей смеси. Это объясняется тем, что ухудшается качество смеси из-за низких температур деталей двигателя, топлива и воздуха, низкой скорости воздуха проходящего через карбюратор.

Для каждого типа двигателя при прочих равных условиях количество загрязняющих веществ, выделяемых в атмосферу, пропорционально расходу топлива. Поэтому экономия топлива одновременно по существу означает сокращение выброса токсичных веществ в атмосферу.

Особенно значительные расходы топлива связаны с прогревом двигателя, а также агрегатов трансмиссии и шин после длительной стоянки на открытой площадке при низкой температуре воздуха в процессе движения.

Увеличение расхода топлива двигателем объясняется ухудшением рабочих процессов, вызванным пониженным тепловым режимом. Холодный воздух имеет повышенную плотность, поэтому возрастает масса засасываемого воздуха. Плотность холодного топлива также выше, но выше его вязкость и ниже испаряемость, поэтому в целом горючая смесь оказывается обедненной. Холодная обедненная смесь горит недостаточно интенсивно, топливо сгорает неполно, и, как следствие этого, увеличивается расход топлива.

В холодном коллекторе топливо плохо испаряется и около 40 % его (некоторые утверждают, что 90 %), поступая в камеру сгорания в виде пленки, практически не сгорает. При низких температурах воздуха возможно обледенение карбюратора (диффузора), что в свою очередь вызывает резкий перерасход топлива.

Повышение теплового состояния двигателя в процессе прогрева приводит к уменьшению механических потерь, и, как результат этого, расход топлива постепенно снижается. При стабилизации теплового состояния двигателя стабилизируется и расход топлива. Поэтому процесс изменения расхода топлива при прогреве описывается также экспоненциальной зависимостью

Начальное тепловое состояние двигателя и температура окружающего воздуха влияет на расход топлива при прогреве на холостом ходу. Тепловое состояние двигателя, в свою очередь, зависит от температуры воздуха, отсюда следует, что роль последнего довольно велика.

Наиболее благоприятными условиями для приготовления горючей смеси являются температуры воздуха на входе в двигатель 35 ... 40 °С и топлива в карбюраторе 15 ... 20 °С. Кроме того, температура стенок впускного трубопровода должна быть 110 ... 120 °С, а температура горючей смеси на 25 ... 30 °С меньше температуры стенок. В этом случае при температуре в системе охлаждения 80 ... 90 °С и частичных открытиях дросселя (75 ... 80 %) обеспечиваются наилучшие условия смесеобразования. При полном открытии дросселя температура горючей смеси может быть снижена на 20...25 °С. Это обеспечивает лучшее наполнение цилиндров и увеличивает мощность двигателя.

Теплоиспользование в ДВС зависит не только от характера рабочего цикла, но и от состава смеси и степени сжатия. Уменьшить потери мощности двигателя с отводом теплоты можно лишь увеличив степень сжатия или уменьшив отношение количества топлива к воздуху в топливной смеси, тем самым повысив термический КПД цикла.

Температура воздуха в подкапотном пространстве двигателя в зависимости от климатических условий изменяется в относительно широких пределах. В реальных условиях эксплуатации температура воздуха на входе в двигатель должна соответствовать 35...40 °С. Снижение ее на каждые 10 °С ниже упомянутой ухудшает топливную экономичность на 2 % [1].

При изучении влияния температуры воздуха и охлаждающей жидкости на входе в двигатель на топливную экономичность и состав отработавших газов нужно учитывать изменение режима работы двигателя, так как при изменении режима работы изменяется частота вращения коленчатого вала n , эффективный крутящий момент M_e и эффективная мощность N_e .

При изменении температуры воздуха на входе в двигатель ГАЗ-21 на 10 °С от 20 до 100 °С, эффективная мощность падает на 2,25 %, удельный расход топлива возрастает на 3,5 %. При изменении влажности воздуха на каждые 10 г/кг мощность уменьшается примерно на 2 %, а удельный расход топлива возрастает на 2,7 %. Понижение температуры воздуха на входе в указанных пределах на каждые 10 оС улучшало топливную экономичность двигателя ЗИЛ-130 в среднем на 0,5 % (при понижении температуры на входе от 62 до 20 оС) [2].

Иванов В.Н. и Ерохов В.И. [1] установили, что повышение температуры воздуха на входе в карбюратор увеличивает пределы устойчивой работы двигателя на бедных и обедненных смесях, наиболее характерных для режимов частичных нагрузок. Повышение температуры воздуха перед карбюратором с 20 до 40 °С уменьшает во впускном трубопроводе жидкую фазу (топливную пленку) с 35 до 25 % и улучшает однородность (однородность) горючей смеси, что благоприятно сказывается на протекании рабочего процесса, а в дальнейшем на мощности и экономичности двигателя.

Подогрев воздуха перед карбюратором исключает явление пленкообразования (образование жидкой фазы топлива на стенках коллектора) во впускном трубопроводе и способствует испарению капель в потоке, но при этом происходит заметное снижение коэффициента наполнения. Отсюда следует, что подогрев стенок впускного трубопровода предпочтительнее повышения температуры воздуха перед карбюратором [1, с. 165]. Таким образом, проведенные исследования показывают различное влияние низкой температуры воздуха на показатели работы двигателей.

Температурный режим двигателя обуславливает величины выходных характеристик двигателя: мощность, крутящий момент, удельный расход топлива. Нормальному тепловому режиму двигателей соответствуют температуры охлаждающей жидкости 80 ... 100 оС [1, с. 28].

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов В.Н., Ерохов В.И. Экономия топлива на автомобильном транспорте. - М: Транспорт, 1984. – 152 с.
2. Покровский А.В. Эксплуатация автомобилей с карбюраторными двигателями в условиях низких температур. – М.: Транспорт, 1961. – 77 с.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЫБРОС ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ С ОТРАБОТАВШИМИ ГАЗАМИ ГАЗОБАЛОННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Анисимов И.А., Чикишев Е.М., Иванов А.С.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Проблема загрязнения атмосферы в России, как и во всём мире, стоит очень остро. Негативнее всего на окружающую среду влияют автотранспортные средства. По данным Министерства здравоохранения РФ на долю автомобильного парка во многих регионах нашей страны приходится более 70 % от общего объёма выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Усугубляет обстановку и то, что значительная часть автомобилей находится в неудовлетворительном состоянии, из-за длительной эксплуатации, а следовательно и выброс вредных веществ с отработавшими газами (ОГ) возрастает.

Одним из основных факторов, характеризующим количество выбросов вредных веществ автомобильным транспортом, является вид применяемого топлива. При сжигании различных видов топлив в двигателях внутреннего сгорания (ДВС) в атмосферу выбрасываются такие вредные вещества, как оксид углерода, оксид серы, азота, сажа, углеводороды, соединения свинца, несгоревшие частицы топлива и т. д. Токсическими выбросами транспортных средств являются отработавшие и картерные газы, пары топлива из карбюратора и топливного бака. Основная доля токсических примесей поступает в атмосферу с отработавшими газами ДВС. С картерными газами и парами топлива в атмосферу поступает около 45% C_nH_m от их общего выброса.

Анализ данных показывает, что наибольшей токсичностью обладает выхлоп карбюраторных двигателей, из-за большего выброса CO , NO_x , C_nH_m и других веществ (Таблица 1). Дизельные ДВС выбрасывают в больших количествах сажу, которая в чистом виде не токсична. Однако частицы сажи несут на своей поверхности частицы токсичных веществ, в том числе и канцерогенных.

По данным лаборатории перспективных разработок МГТУ-МАМИ основной состав отработавших газов ДВС, в зависимости от различных условий эксплуатации, состоит из .

Таблица 1

Компоненты	Бензиновый двигатель, %	Дизельный двигатель, %
Азот	74 – 77	76 – 78
Кислород	0,3 – 5	2 – 8
Двуокись углерода	5 – 12	1 – 10
Оксид углерода	1 – 10	0,01 – 0,5
Пары воды	3 – 3,5	0,5 – 4
Окислы азота	0,01 – 0,8	0,001 – 0,4
Углеводороды	0,2 – 3	0,01 – 0,1
Альдегиды	0 – 0,2	0 – 0,002

Одной из мер по снижению выбросов вредных веществ с ОГ является применение альтернативных видов топлива. Наиболее перспективный альтернативный вид топлива в России - это природный газ.

Применение природного газа (КПГ) в качестве моторного топлива значительно уменьшает загрязнение окружающей среды. При прочих равных условиях в отработавших газах автомобилей, работающих на природном газе по сравнению с бензиновыми ДВС, более чем втрое уменьшается количество токсичной окиси углерода CO (угарный газ), в 1,4 раза – содержание канцерогенных углеводородов C_nH_m , состоящих из частиц не сгоревшего топлива, концентрация окиси NO и двуокиси азота NO₂, образующихся в процессе горения смеси кислорода и азота снижается в 1,2 – 2,0 раза [2, с 19]. А соединения свинца и различные ароматические полимеры, содержащиеся в бензине и также являющиеся опасными канцерогенами, в газовом топливе совершенно отсутствуют. Дымность выхлопа уменьшается в 3 раза. Все вышеперечисленные преимущества достигаются за счёт того, что природный газ, по сравнению с бензином, обладает следующими основными свойствами [2, с 29]:

- хорошо смешивается с воздухом и образует однородную горючую смесь;
- содержит минимальное количество смолистых веществ и механических примесей, способствующих нагарообразованию системы питания ДВС;
- содержит минимальное количество веществ, вызывающих коррозию поверхностей деталей, окисление и разжижение масла в картере ДВС;

Необходимым условием снижения токсичности ОГ газовых двигателей являются правильная регулировка и нормальное функционирование системы подачи газового топлива.

Другая мера по снижению токсичных веществ в отработавших газах – это применение газодизельных автомобилей с двухтопливной системой. В качестве горючего на этих ДВС используются дизельное топливо и природный газ. Сгорание топлива в цилиндрах такого двигателя происходит более активно, уменьшая дымность отработавших газов почти на 50%.

Однако вид применяемого топлива – это не единственный фактор, который влияет на выбросы вредных веществ. На токсичность также влияют следующие факторы:

1. Режим работы ДВС: нагрузочный, температурный, скоростной.
2. Факторы, зависящие от конструктивных особенностей автомобилей (тип и модель автомобиля, масса и грузоподъёмность, характеристики ходовой части, тип трансмиссии).
3. Факторы, зависящие от технического состояния транспортного средства (износы деталей цилиндропоршневой группы, газораспределительного механизма, топливной аппаратуры, загрязнение воздушных фильтров и т. д.).

4. Факторы, характеризующие условия движения автомобиля в транспортном потоке (интенсивность движения и состав транспортного потока).

5. Качество топлива;

6. Условия эксплуатации автомобилей (дорожные, транспортные, природно-климатические).

Из вышеперечисленных факторов основное влияние на выбросы вредных веществ с ОГ оказывают нагрузочные и скоростные режимы работы ДВС, а также природно-климатические условия эксплуатации. По результатам исследований [1, с 147] полученных при определении концентрации токсичных веществ с ОГ автомобилей ЗИЛ-441810 и ГАЗ-33076 при работе на бензине и природном газе видно, что содержание вредных веществ меньше в ОГ двигателя, работающего на КПП (табл. 2).

Таблица 2

Содержание вредных веществ в ОГ

Марка двигателя	Режим работы двигателя на холостом ходу, мин ⁻¹	Требования ГОСТ 17.2.2.03-87		Показатели токсичности по видам топлива			
				бензин		КПП	
		CO, %	C _n H _m	CO, %	C _n H _m	CO, %	C _n H _m
ЗИЛ-508.10	600	1,5	3000	1,1	2400	0,4	800
	1200	2,0	1000	0,8	600	0,2	400
ЗМЗ-5327	600	1,5	3000	1,2	2500	0,4	800
	1200	2,0	1000	0,9	650	0,2	400

Изменение расхода топлива и соответственно количества выбросов вредных веществ с ОГ, в зависимости от изменения скорости движения автомобиля по данным [1, с 147] приведено в таблице 3.

Следует также отметить, что по данным [1, с 147], при прочих равных условиях эксплуатации автомобилей, 1000м³ КПП эквивалентно 1070 литрам бензина или 790 кг бензина. Соответственно для замены 1 тонны бензина потребуется 1265 м³ природного газа [1, с 147].

Таблица 3

Изменение расхода топлива в зависимости от скорости.

Модель автомобиля	Расходы топлива при различных скоростях движения, км/ч							
	20	30	40	50	60	70	80	V, км/ч
ЗИЛ-431610 (бензин)	26,1	25,2	24,1	26,8	28,9	31,1	34,9	л/100км
ЗИЛ-431610 (КПП)	27,9	26,9	25,8	28,6	30,9	33,2	37,2	м ³ /100 км
ГАЗ-33076 (бензин)	19,9	18,1	18,6	20,4	23,3	26,2	29,9	л/100 км
ГАЗ-33076 (КПП)	21,1	19,4	19,3	21,8	24,9	28,1	31,9	м ³ /100 км

Влияние природно-климатических условий эксплуатации автомобилей на выбросы вредных веществ с ОГ в нашей стране играет важную роль. Это связано с тем, что значительная часть автомобильного транспорта эксплуатируется на территории с низкотемпературными условиями [3, с

5], при которых значительно изменяется расход топлива а, следовательно, и выброс вредных веществ с ОГ.

Однако каким образом низкие температуры воздуха влияют на расход автомобилей, работающих на КПП, и на выброс вредных веществ с ОГ изучено недостаточно. Для того чтобы изучить влияние низких температур воздуха на экологические свойства газобаллонных автомобилей (ГБА), необходимо установить закономерности изменения температурного режима агрегатов зимой, а затем установить влияние этих изменений на топливную экономичность и экологичность ГБА.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ерохов В.И., Бондаренко Е.В. Статья: Экспериментальные исследования режимов работы автотранспортных средств в городских условиях эксплуатации. – Вестник ОГУ, 9^е 2004.
2. А.И. Морев, В.И. Ерохов. Эксплуатация и техническое обслуживание газобаллонных автомобилей. – М.: Транспорт, 1988. – 184 с.
3. Л.Г. Резник, Г.М. Ромалис, С.Т. Чарков. Приспособленность автомобилей к низким температурам воздуха. – М.: Тюмень ТГУ, 1985. – 104 с.

МЕТОД ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОЕЧНО-ОЧИСТНЫХ ПРОЦЕССОВ ЗАКРЫТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ

***Апсин В.П., Бондаренко Е.В., Пославский А.П., Зацепин П.П.,
Сорокин В.В.***

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Мойка и очистка автомобилей и их составных частей от загрязнений являются, трудоемкими, энерго-ресурсозатратными, и экологически небезопасными процессами ремонтного производства. Результативность проведения этих работ влияет на культуру производства, производительность труда, эффективность использования материальных и энергетических ресурсов, технологического оборудования и, в конечном итоге, на долговечность отремонтированных изделий. Процессы мойки и очистки объектов ремонта должны отвечать определенным требованиям:

- высокой производительности;
- эффективности удаления всех видов загрязнений;
- экологической безопасности;
- экономичности и др.

Специфика операций мойки и очистки состоит в большом разнообразии загрязнений, различающихся по природе их возникновения, составу, количественным характеристикам, труднодоступности для удаления и пр.

Повышение эффективности моечно-очистных работ по критерию качества приводит к усложнению организационных форм и методов мойки и очистки, повышению себестоимости процесса ремонта. Организация технологического процесса с ориентацией на экономический критерий может привести к снижению качества очистки поверхностей и, как следствие, к снижению работоспособности изделий.

Оценку качества моечно-очистных работ можно проводить визуально, методом протирания, флуоресцентным методом, проверкой на смачивание, взвешиванием и т.д.

Однако известные методы не охватывают весь круг практических задач, связанных с контролем и оценкой качества процесса очистки. Их применение невозможно для закрытых и труднодоступных поверхностей некоторых узлов и деталей, например, блока цилиндров, коленчатого вала, радиатора и других, контроль степени загрязненности которых, необходим для обеспечения потенциала работоспособности отремонтированных изделий.

Поэтому существует необходимость в разработке новых методов контроля и оценки качества моечно-очистных работ, которые позволили бы определить оптимальные режимы очистных процессов и состав моющих растворов.

Одним из вариантов в решении этой проблемы является использование метода оценки степени загрязненности внутренних и закрытых поверхностей, основанного на определении дополнительного термического сопротивления, создаваемого загрязнениями на рабочей поверхности [1], например радиаторов охлаждения ДВС.

Сущность метода сводится к созданию контролируемого температурного напора на внутренней и наружной поверхности рабочей стенки и измерению теплового потока в условиях стационарной теплопередачи.

Общее количество теплоты, переданное через поверхность F , можно определить, используя выражение:

$$Q = \int_0^F k_i \Delta t_i dF_i = k \Delta t F \quad (1)$$

Из выражения (1) видно, что количество передаваемой теплоты при неизменной поверхности охлаждения и контролируемом интервале значений температурного напора зависит от коэффициента теплопередачи k , определяемого как:

$$k = 1 / [1/\alpha_w + \delta/\lambda + 1/\alpha_L], \quad (2)$$

где: α_w , α_L – коэффициенты теплоотдачи со стороны жидкости и воздуха, соответственно,

Вт/м²·°С; δ – толщина стенки элемента охлаждения (трубки), м;

λ – коэффициент теплопроводности стенки, Вт/(м·°С).

Например, загрязнения в виде отложений, образующихся на поверхностях радиаторов, имеют, как правило, низкую теплопроводность, а, следовательно, и высокое термическое сопротивление [2]. Это приводит к снижению коэффициента теплопередачи из-за изменения первоначального коэффициента теплопроводности для незагрязненной стенки λ_0 до текущего значения $\lambda_{общ.}$ и, соответственно, к изменению теплоотдачи.

Это изменение может быть определено экспериментально при наблюдении идентичности условий теплопередачи.

На рисунке 1 представлена схема экспериментальной установки для определения степени загрязненности рабочих поверхностей. Здесь испытуемый радиатор 3, как элемент тепловой нагрузки, включен в термосифонный контур, образуемый парогенератором 1, расширительной емкостью 5 и соединительными трубопроводами. Контур заполняется технической водой с известной электропроводимостью до полного вытеснения воздуха. При подаче напряжения на электродный узел 2 парогенератора происходит нагрев воды в контуре и ее парообразование (электродная система проектируется с запасом по тепловой мощности). Избыток объема нагретой и вытесненной паром воды поглощается расширительным баком 5. Для получения точного значения теплоотдачи загрязненного радиатора система выдерживается до установления баланса тепломассообменного процесса при соответствующих принятых условиях проведения испытания. Температурный напор, как разница между известной температурой насыщенного пара при атмосферном давлении и температурой наружного воздуха, контролируется датчиком температуры 6. Изменение массового расхода охлаждающего воздуха осуществляется вентилятором 4. Полученное значение теплоотдачи сравнивается с величиной теплоотдачи для эталонной, чистой поверхности радиатора данной конструкции, полученного при равных условиях эксперимента. Регистрация значения теплоотдачи с измененными параметрами производится при достижении нового состояния баланса.

Процесс теплопередачи регистрируется специализированным аппаратно-программным, измерительно-вычислительным комплексом (ИВК) с выводом основных параметров процесса на дисплей ПК. Принцип действия измерительного преобразователя активной мощности W основан на перемножении мгновенных значений напряжения и тока с последующим усреднением.

Значение активной мощности фазы P_i получается путем ее интегрирования) на интервале периода T или путем подавления (фильтрации) второй гармоники:

$$P_i = 0,5 \cdot U_m \cdot I_m \cdot \cos \varphi . \quad (3)$$

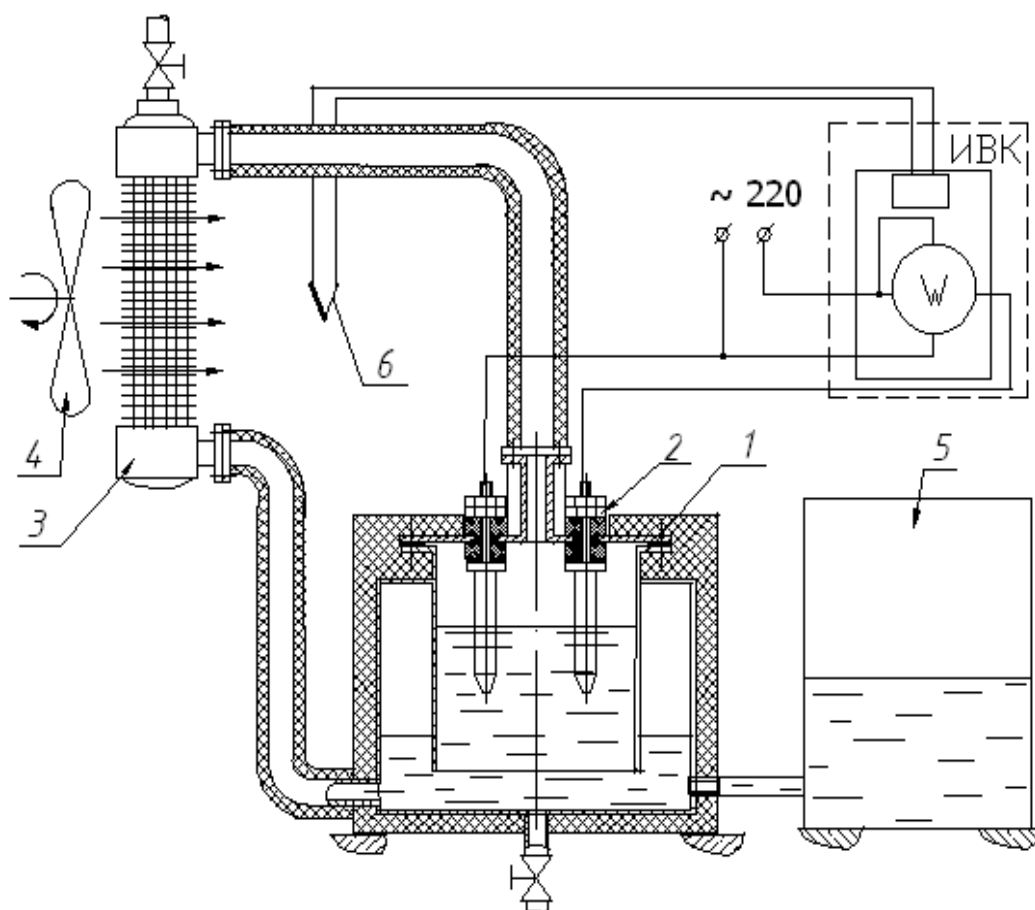


Рис. 1 – Схема экспериментальной установки
 1 – корпус электродного парогенератора, 2 – электродный блок,
 3 – радиатор, 4 – вентилятор, 5 – расширительный бак,
 6 – датчик температуры

Значение теплового потока Q при подключении тепловой нагрузки к 3х- фазной сети можно вычислить по формуле:

$$Q = P_{\Sigma} = P_A + P_B + P_C . \quad (4)$$

Текущие значения активной мощности P (теплового потока), суммарной энергии E и температуры t отображаются на дисплее ПК. Таким образом, изменение значений теплового потока на временном интервале регистрации реализуются закономерностью:

(5)

При $\Delta t = const$ устанавливается состояние баланса тепломассообменного процесса при неизменных условиях движения охлаждающей среды. Используя формулу (1) можно определить значение коэффициента теплоотдачи k :

$$k = \frac{Q}{F \Delta t} = \frac{1}{R}, \quad (6)$$

и дополнительного термического сопротивления ΔR , вызванного загрязнениями:

$$\Delta R = R_{\text{общ}} - R_0, \quad (7)$$

где - термическое сопротивление исходной (чистой) и загрязненной поверхности.

Реализация предлагаемого метода может стать важным технологическим элементом оценки состояния закрытых и труднодоступных поверхностей, повышения информативности о реальных процессах изменения качественного состояния этих поверхностей при выполнении моечно-очистных операций. Предлагаемый метод позволяет упростить решение задач оптимизации состава моющих растворов и параметров процесса очистки, а при проведении непосредственно процесса - сокращению трудоемкости, экономии материальных и энергетических ресурсов, повышению их результативности.

Другим важным преимуществом метода оценки состояния поверхностей является возможность прогнозирования предельного состояния для теплопередающих поверхностей (радиаторов, отопителей и др.) на основе анализа предыдущего этапа эксплуатации в конкретных климатических условиях. Это позволит своевременно и планомерно производить профилактические работы по восстановлению (очистке) необходимого качественного состояния рабочих поверхностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент РФ № 2279605, БИ №19, 10.07.2006.
2. Автотракторные радиаторы / В.В. Бурков, А.И. Индейкин. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1978. – 216 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ГИБРИДНЫХ МОТОРНО- ТРАНСМИССИОННЫХ УСТАНОВОК ПРИМЕНЕНИЕМ МИКРОГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ-ГЕНЕРАТОРОВ

Арав Б.Л.

Ассоциация «Ученые Юга», Израиль

Хаим М.Б., Бранд М

Ариельский Университетский Центр, Израиль

Кукис В.С., Александров Н.Е., Келлер А.В.

*Челябинское высшее военное автомобильное командно-инженерное
училище, г. Челябинск*

В условиях экономического кризиса существенно возросла актуальность рационального использования невозобновляемых энергоресурсов (углеводородное топливо), дальнейшего снижения парникового эффекта и повышения экологической безопасности автомобилей. Поэтому всеми ведущими автопроизводителями ускорены работы по созданию эффективных гибридных моторно-трансмиссионных установок (ГМТУ) различного назначения [1,2,4,5]. Особенно актуально их применение в легковых автомобилях, в том числе особо малого класса [1,2].

Традиционные моторно-трансмиссионные установки (МТУ) выполнены на базе тепловых двигателей по схеме последовательного энергопреобразования в соответствии с текущей потребностью для преодоления дорожных сопротивлений. Потенциальная энергия топлива, в конечном счете, преобразуется в кинетическую энергию, необходимую для движения транспортного средства. В этом случае мощность двигателя существенно выше требуемой средней величины для преодоления основных сопротивлений движению. Она соответствует требуемой для преодоления максимальных дорожных сопротивлений и кратковременных разгонов в условиях малой интенсивности движения. Для современных легковых автомобилей характерна номинальная мощность двигателя порядка 75-100 кВт, при средней потребляемой не более 15-25 кВт, т. е. в 3-4 раза меньшей [1,2,3]. Поэтому двигатели таких автомобилей преимущественно работают на нерациональных частичных режимах.

Эти недостатки исключаются при применении в автомобилях гибридных моторно-трансмиссионных установок (ГМТУ).

При этом достигается уменьшение мощности теплового двигателя (на 25-30% меньше чем в автомобилях-аналогах), повышение топливной экономичности в среднем на 30-40% при снижении токсичности отработавших газов на 40-60% [1,2,3,4,5].

Современные ГМТУ включают: первичный тепловой двигатель (ПТД), электрогенератор (ЭГ), электрохимический аккумулятор (ЭАК), вторичный тяговый электродвигатель (ВТД) с различными вариантами трансмиссий и систему управления. Наиболее простой и в целом удовлетворяющей предъявляемым требованиям является последовательная схема ГМТУ. Она предпочтительна для городского легкового автомобиля и специализированных транспортных средств (рис.1) [1,2,3].



Рис. 1. Схема процессов энергопреобразований в ГМТУ (последовательная схема)

Очевидным преимуществом такой схемы ГМТУ является возможность работы ПТД на наиболее рациональном стационарном режиме с наилучшими показателями и относительная простота конструкции. Эти преимущества компенсируют недостатки, связанные с определенными потерями энергии при многократных преобразованиях.

Для данного варианта последовательной схемы ГМТУ мощность развиваемая ПТД не связана с потребляемой для преодоления дорожного сопротивления в конкретный момент времени, поэтому время его работы в течение суток может быть в 3-4 раза больше времени работы автомобиля в целом. В этом случае необходимая эффективная мощность ПТД определяется из баланса выработанной и используемой энергий в форме работы с учетом возможной рекуперации [1,2]. Например, для легкового автомобиля с полной массой порядка 1000 кг и полезной нагрузкой 300 кг при умеренно интенсивной эксплуатации в городском цикле в течение 4-6 часов с пробегом до 100 км с характерной средней скоростью движения до 20 км/час и времени работы ПТД в течение 10-12 часов, его мощность составит не более 15 кВт.

В большинстве ГМТУ в качестве ПТД применяются двигатели с принудительным воспламенением или дизели [2,3,4,5], однако в ряде публикаций отмечается перспективность применения газотурбинных двигателей, а точнее современных микрогазотурбинных двигателей-электрогенераторов (МГТДГ) [2,4,5].

За последнее десятилетие наибольший прогресс достигнут в совершенствовании газотурбинных двигателей (фирма «Capstone Turbine Corporation» (США) и др.) [2,4,5], в частности разработаны и внедрены в массовое производство современные микрогазотурбинные двигатели-

электрогенераторы (МГТДГ), мощностью до 100 и более кВт. Накоплен положительный опыт их промышленной эксплуатации в различных условиях и выявлены следующие основные преимущества: высокая топливная экономичность, незначительный парниковый эффект и в несколько раз меньшая токсичность отработавших газов по сравнению с другими типами двигателей; возможность существенного снижения энергетических потерь применением систем теплоутилизации (дву- и трикогенерация); ресурс до 70000 часов, ресурс между плановыми техническими обслуживания 4000-8000 часов; многотопливность; высокие пусковые свойства; низкий уровень шума и вибрации; малые массо-габаритные показатели, блочное исполнение, удобство компоновки; простота реализации различных алгоритмов управления.

В результате, за счет низких эксплуатационных расходов, цена потребления, получаемая при применении МГТДГ, компенсирует их высокую первоначальную стоимость и приближается к таковой для миниэлектростанций на основе дизелей.

Миниэлектростанции на основе дизелей превосходят таковые с МГТДГ по экономичности, однако существенно уступают по массогабаритным показателям, ресурсу, токсичности, пусковым свойствам, многотопливности, уровням шума и вибрации, табл.1.

Таблица 1.

Основные сравнительные характеристики миниэлектростанций с двигателям различных типов

Основные параметры миниэлектростанций							
тип двигателя	тип генератора	удельн. мощн., кВт/кг	габарит. мощн., кВт/м ³	част. вращ., мин ⁻¹	η_e , г/кВт *ч	элект. р. КПД	ресурс, час
с принуд. восплам.	перемен. тока, 3-фазный, синхрон.	0,055- 0,06	20-22	до 3500- 5000	230- 260	0,26- 0,29	не бо- лее 5000
дизель	перемен. тока, 3-фазный, синхрон.	0,035- 0,04	10-12	1500- 3500	210- 230	0,3- 0,34	не бо- лее 40000
МГТДГ	перемен. тока, 3-фазный, на пост. магнитах	0,2- 0,25	60-70	до 100000	250- 260	0,27- 0,29	70000

Технико-экономический анализ показывает, что цена миниэлектростанций с двигателями принудительного воспламенения составляет порядка 600-650 \$/кВт (цены России, 2008 г) что, на примерно 30% ниже цен миниэлектростанций на основе дизелей и существенно, в 3-4 раза ниже таковых с МГТДГ. Однако цена потребления, включающая цену покупки, существенно зависит от топливной экономичности, ресурса и других эксплуатационных расходов. Вследствие отмеченных преимуществ цена по-

требления, получаемая при применении МГТДГ, компенсирует их высокую первоначальную стоимость.

При сравнении изменения характеристик автомобиля в функции массогабаритных показателей ГМТУ, возможны следующие варианты, (табл. 2).

Таблица 2

Основные исходные параметры сравниваемых автомобилей с различными вариантами ГМТУ

Основные параметры автомобилей			
Тип ПТД ГМТУ	Масса ГМТУ, кг	Вар. 1. Полная масса автомобиля = var; полезная нагрузка = idem	Вар. 2. Полная масса автомобиля = idem; полезная нагрузка = var
		полная масса автомобиля, кг	полезная нагрузка, кг
с принуд. восплам.	170	1100+50	380+50
дизель	250	1000+50	300+50
МГТДГ	50	850+50	500+50

- уменьшение полной массы автомобиля при переходе от использовании дизеля к двигателю с принудительным воспламенением и МГТДГ с учетом изменения вместимости топливных баков для обеспечения требуемого запаса хода;

- увеличение полезной нагрузки в условиях неизменности полной массы автомобиля при различных ГМТУ;

- увеличение запаса хода за счет применения аккумуляторов большей емкости в условиях неизменности полной массы автомобиля при различных ГМТУ.

Для решения поставленной задачи использовался метод энергетического баланса [3,4], в следующей последовательности:

- определение мощности, необходимой для движения автомобиля с заданными режимами;

- определение экономичности автомобиля при характеристиках двигателя, обеспечивающих эту мощность.

При этом режимы движения автомобиля соответствовали городскому, загородному и смешанному циклам (правила ЕЭК ООН).

Энергетический баланс имеет вид несколько отличный от общепринятого, в силу разделения процессов производства и потребления энергии в ГМТУ [2].

Сравнение результатов полученных предложенными и известными программными средствами показало их качественную и достаточную количественную сходимость в пределах 4-6%.

Результаты исследования топливной экономичности автомобилей с ГМТУ на основе различных типов тепловых двигателей (смешанный цикл движения) представлены на рис. 2.

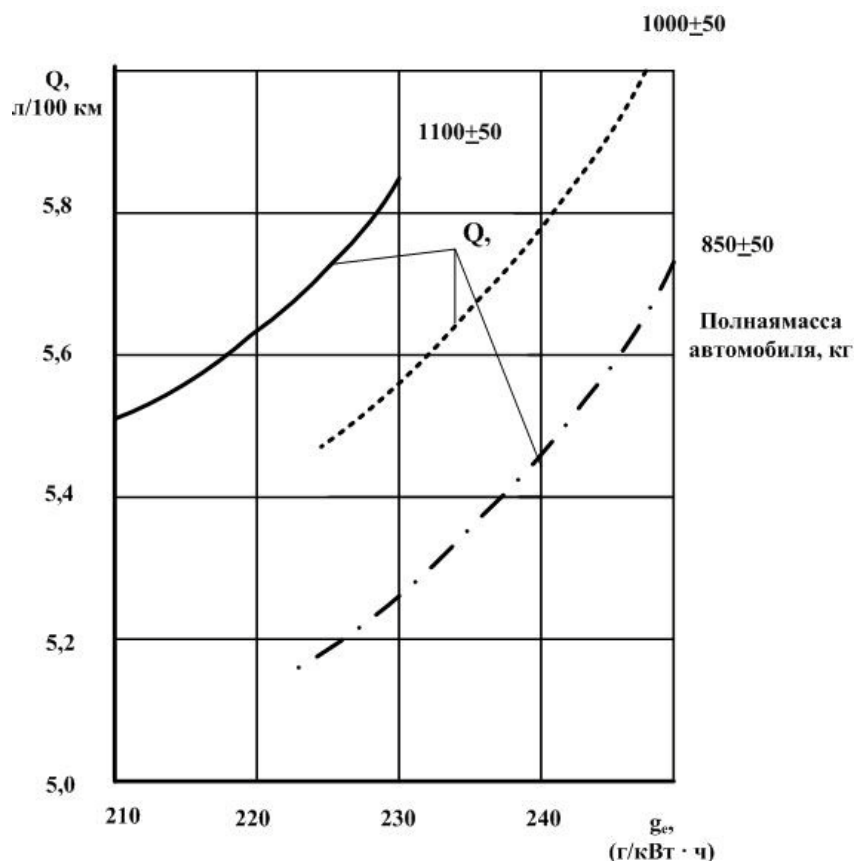


Рис. 2. Топливная экономичность автомобилей ГМТУ на основе различных типов тепловых двигателей: — дизель; двигатель принудительного воспламенения; — · — · МГТДГ

Анализ полученных результатов устанавливает следующее:

- топливная экономичность автомобиля с ГМТУ вследствие уменьшения его полной массы или увеличения полезной нагрузки при применении менее экономичных, но более легких двигателей сравнимы;
- этот эффект возрастает пропорционально снижению полной массы автомобиля и при увеличении его полезной нагрузки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арав Б.Л., Костров В.Ю. Развитие концепции легковых автомобилей особо малого класса, методов и средств её реализации //Транспорт Урала – 2007-№2.-с.11-15.
- 2.Златин П.А. Электромобили и гибридные автомобили. / П.А. Златин, В.А. Кеменов, И.П. Ксенович. – М. : Агроконсалт, 2004. – 416с.
- 3.Умняшкин В.А. Филькина А.Н. и др. Автомобили особо малого класса (квадрициклы) с гибридной энергосиловой установкой. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика, 2004.-138с.
- 4.Granovskii M., Dincer I., Rosen M.A. Economic and environmental comparison of conventional, hybrid, electric and hydrogen fuel cell vehicles // Journal of Power Sources.- Vol. 159 – Is. 2 - 2006 - P. 1186-1193.
- 5.Sjöblom B., Rehn J. The gasoline Volvo high speed generation hybrid drive and associated combustion system // Energy Conversion and Management.- Vol. 38.- Is. 10-13.- 1997.- P. 1225-1235.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ СЕРТИФИКАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ АВТОСЕРВИСА

Архирейский А.А., Баловнев С.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Сертификация обеспечивает предприятия автосервиса необходимой информацией с позиций современных требований к техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств в эксплуатации. Соответствие требованиям подтверждается специальным документом - сертификатом соответствия. Решение о выдаче сертификата принимается руководителем органа сертификации по результатам обследования предприятия комиссией аттестованных экспертов. Результаты обследования могут быть использованы для определения направлений работы по устранению недостатков в работе предприятия, а также повышения качества предоставляемых услуг. Главной задачей исследования являлось разработка методик информационной поддержки, которые позволят полнее использовать результаты обследований для принятия решения о выдаче сертификата.

К основным элементам предприятий автосервиса, оцениваемым комиссией экспертов, можно отнести:

- организационно-техническое обеспечение (K1);
- состояние зданий сооружений (K2);
- состояние технологического оборудования и оснастки (K3);
- кадровое обеспечение (K4);
- состояние контрольно-диагностического, испытательного оборудования и средств измерений (K5);
- обеспеченность нормативной и технологической документацией (K6).

При обследовании, каждому элементу комиссия присваивает оценку каждому элементу в баллах.

При проведении процедуры сертификации часто используют комплексный метод оценки уровня качества услуг основанный на использовании средневзвешенного показателя. По величине показателя руководитель органа сертификации принимает решение о выдаче сертификата соответствия. Коэффициенты весомости оценок каждого элемента определяется опросом экспертов. Данный подход широко используется на практике, однако подвергается справедливой критике.

В работе Н.В. Игнатовой [1] предложено решение выдаче сертификата принимать на основании граничных значений оценок каждого элемента определенных методами теории распознавания образов. Однако данный подход также как и предыдущий предполагает, что балльные оценки элементов измерены в количественной шкале. Данное предположение

представляется слишком сильным и может привести к ошибочным выводам.

В качестве информационной базы для поддержки принятия решения о выдаче сертификата соответствия предлагается использовать информацию, накопленную за время работы органа по сертификации при АНО «Технопарк ОГУ».

Ситуация принятия решения о выдаче сертификата относится к многокритериальным задачам. Существует большое число методов решения таких задач. Ключевым понятием, используемым в таких методах, является понятие относительной важности критериев, информация о которой может быть получена путем анализа предпочтений экспертов. Критерии K1...K6 эксперты оценивали в баллах, вследствие этого считаем их однородными. Для отнесения предприятия к сертифицированным предлагается использовать принцип Парето. Согласно данному принципу, доминируемые наборы оценок критериев не могут быть отнесены к оптимальным - сертифицируемым. Для осуществления процедуры поиска оптимальных наборов оценок критериев необходимо оценить качественную важность каждого критерия.

Результаты сертификационных проверок органа по сертификации услуг на автомобильном транспорте в составе АНО «Технопарк» Оренбургского государственного университета в периоды с 1996 по 1999 годы (1 этап) и 2001 – 2008 годы (2 этап) с использованием приведенной методики позволили оценить наборы оценок критериев. Проверки проводились на одних и тех же предприятиях, что позволяет проследить тенденцию их развития. Предприятия были стратифицированы на две группы: выполняющие работы по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей преимущественно на сторону – «Сервис»; выполняющие работы преимущественно для себя – «АТП». Объем этих данных достаточно велик и возможности экспертов уже не хватает, это вызывает необходимость использования специальных методов исследования данных.

Анализ полученных данных проводился с помощью метода ориентированного на выработку решающих правил – «дерева решений». Данный метод отличается способностью последовательно изучать важность отдельных критериев. Указанная особенность делает этот метод приемлемым для поиска недоминируемых наборов оценок критериев. Это метод, позволяет предсказывать принадлежность наблюдений или объектов к тому или иному классу категориальной зависимой переменной (т.е. принадлежность предприятия к типу «АТП» или «Сервис») в соответствии со значениями нескольких предикторных переменных (т.е. набором оценок критериев K1...K6).

На рисунке 1 представлено «дерево решений» для второго этапа исследований.

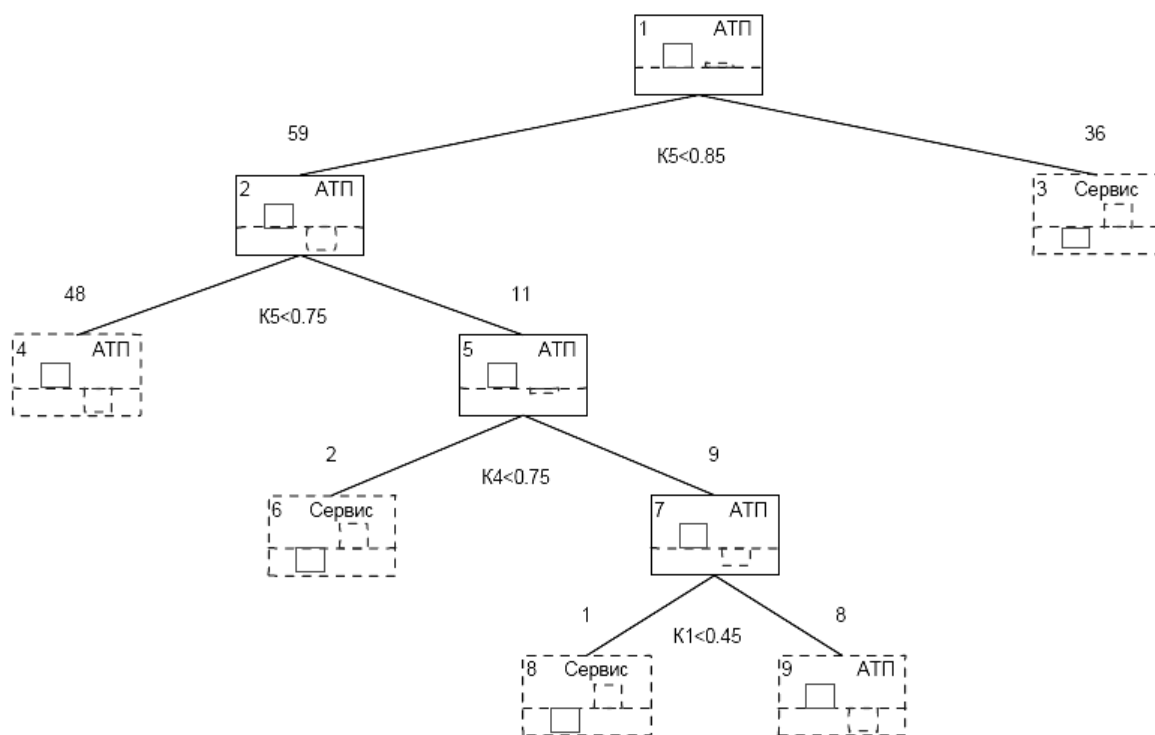


Рис. 1 – «Дерево решений» для второго этапа исследований

Структура дерева определялась полным перебором деревьев с одномерным ветвлением по методу CART.

Первоначально все предприятия классифицируются как «АТП». Класс «АТП» был выбран для начальной классификации потому, что число предприятий типа «АТП» больше, чем «Сервис». В этой корневой вершине происходит разделение по коэффициенту K_5 , оценивающему состояние контрольно-диагностического, испытательного оборудования и средств измерений. Если значение $K_5 \geq 0,85$, то вероятнее всего, что предприятие относится типу «Сервис». На следующем уровне из 48 предприятий отнесенных к типу «АТП» были еще раз выделены объекты, наверняка относящиеся к «АТП», если значению коэффициента $K_5 < 0,75$ и 11 предприятий разделили по коэффициенту K_4 , оценивающему кадровое обеспечение. При $K_4 < 0,75$ предприятие скорее всего будет относиться к типу «Сервис». Последняя группа из 9 предприятий были разделены по значению коэффициента K_1 , оценивающему организационно-техническое обеспечение, если $K_1 < 0,45$, то предприятие относится к типу «Сервис».

Таким образом, сертифицированным предприятиям типа «Сервис», по результатам второго этапа исследования, можно дать следующую характеристику - это хозяйствующие субъекты с хорошим состоянием контрольно-диагностического оборудования и средств измерений, с хорошими кадрами, и удовлетворительным организационно-техническим обеспечением. Важность критериев будет выглядеть следующим образом: K_5 важнее K_4 ; K_4 важнее K_1 ; K_2 , K_3 , K_6 равноважны и менее важны чем K_4 .

Используя информацию о качественной важности критериев можно не только более обоснованно принимать решение о выдаче сертификата, но и сравнивать сертифицированные предприятия между собой. Таким образом, данный подход может помочь не только руководителю органа по сертификации услуг, но и рядовому потребителю в ситуации выбора предприятия для обслуживания автомобиля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Якунин, Н.Н. Параметрическая оценка состояния услуг по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей с позиции требований системы сертификации ГОСТ Р [Текст] / Н.Н. Якунин, Н.В. Игнатова // Вестник ОГУ. -2000. -№2. -С. 92-100. – Библиогр.: с. 100.

К ВОПРОСУ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАБОТ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ МЕЖДУ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ И СЕРВИСНЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

Асеев С.А.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

В настоящее время остро назрела проблема обновления и реформирования нормативной базы предприятий автомобильного и технологического транспорта. Связано это с тем, что переход на сервисные принципы выполнения работ по техническому обслуживанию (ТО) и текущему ремонту (ТР) техники в условиях нормальной (нереволюционной) трансформации существующих комплексных предприятий в эксплуатационные заставляет решать вопросы разделения перечней работ.

Практика показывает, что целесообразно постепенно вынести часть работ на сервисные предприятия. Оставшийся перечень операций выполнять на эксплуатационных предприятиях, сохранивших отдельные элементы производственной структуры комплексного предприятия автомобильного (технологического) транспорта.

Простое распределение трудоемкостей между эксплуатационным и сервисными предприятиями не позволяет однозначно определить как структуру производственного комплекса предприятий различной мощности, так и распределение видов воздействий по техническому обслуживанию. При этом, как показывают расчеты, выполненные на кафедре «Эксплуатация и обслуживание транспортно-технологических машин» ТюмГНГУ структура производственного комплекса сервисного и эксплуатационного предприятия зависит как от мощности предприятий, так и от ряда организационных причин.

Факторы, определяющие разделение работ по текущему ремонту между эксплуатационным и сервисными предприятиями проработаны давно. На сервисные предприятия рекомендуется переносить наиболее трудоемкие работы, требующие высокой квалификации исполнителей, дорогостоящего технологического оборудования и т.п.

Несколько сложнее обстоят дела с работами по техническому обслуживанию. Существующие рекомендации однозначно относят работы по ТО-2 на сервисные предприятия. Комплекс работ по ТО-1 допускается выполнять на эксплуатационном предприятии. С другой стороны в перечень работ ТО-1 включены работы по узлам и системам, обеспечивающим безопасность движения, которые должны быть выполнены на соответствующем уровне. В то же время, ряд операций ТО-1 повторяется при выполнении ежедневного обслуживания. Указанные диспропорции и ряд других факторов заставляют пересмотреть подходы к формированию перечня операций технического обслуживания автомобилей и транспортно-технологических машин.

В рамках существующей системы ТО и ремонта, указанное перераспределение работ и формирование перечней операций ТО, выполняемых, соответственно, на сервисном предприятии и на эксплуатационном, выполнить сложно.

Это может быть объяснено следующими причинами.

1. Конструкция машин претерпела значительные изменения, большее распространение получили электронные блоки управления двигателем, характеристиками подвесок, систем безопасности. Ремонт и обслуживание этих систем однозначно должен выполняться на специализированных предприятиях, причем не обязательно связанных с автомобилями.

2. Возросла надежность конструкции транспорта, что повлекло за собой увеличение межсервисных пробегов. Здесь стоит отметить, что в некоторых случаях производители определяют периодичность технического обслуживания не только по пробегу, но и по наработанным мото-часам или литрам израсходованного с начала эксплуатации топлива. Такие подходы несколько меняют привычную у нас ступенчатость системы ТО. Кроме того, увеличение межсервисных пробегов, сокращение трудоемкости выполнения отдельных операций снижает программу по техническому обслуживанию, что приводит к падению объемов работ по зонам ТО и бригадам на комплексных предприятиях.

3. Технические характеристики оборудования, механизмов и инструмента, необходимых для проведения ТО улучшились в несколько раз. Параллельно с этим значительно усложнилась их конструкция, что привело к увеличению цены, а это отразилось на доступности технологического оборудования автотранспортным предприятиям.

Ситуация усугубляется тем, что ухудшилось экономическое положение комплексных предприятий и поэтому часто финансирование технической службы проходит по остаточному принципу.

В этом случае существенно сокращается возможность комплексного предприятия решать следующие задачи, обеспечивающие выполнение существующего перечня операций ТО.

1. Приобретение современных образцов технологического оборудования и его обслуживание.

2. Привлечение к работе высококвалифицированных специалистов способных работать с современным оборудованием и соответствующая оплата их работы.

3. Оплата работ по плановой, а не фактической трудоемкости работ, что связано с наличием ряда операций, которые переписываются из устаревших перечней и никогда на предприятиях не выполнялись.

Все вышесказанное указывает на актуальность изменения подходов к определению перечня операций по ТО и разделения его на две (три) группы.

1. Первая группа. Наиболее ответственные и сложные операции (включая работы по узлам и системам, обеспечивающим безопасность движения), требующие исполнителей высокой квалификации, сложного (дорогостоящего) оборудования, либо специального разрешения на проведение таких работ. Выполняются на сервисных предприятиях, в идеале специализированных по маркам техники. Проводя аналогию с действующим делением – это работы по ТО-2 и ТО-3.

2. Вторая группа. Операции, которые не требуют сложного оборудования и могут быть выполнены без нарушения технологии на местах хранения техники либо на универсальных постах. Выполняются силами одного - двух ремонтных рабочих – универсалов и водителями предприятия. Эти операции можно отнести к работам по ТО-1. К этой же группе могут быть отнесена часть операций по узлам и системам, обеспечивающим безопасность движения, которые выполняются контролером технического состояния при приеме и выпуске техники на линию.

3. Третья группа. Операции, требования о которых дошли к нам еще из перечней для первых образцов техники, и выполнение которых для современных моделей автомобилей и транспортно-технологических машин необязательно и порой бессмысленно. Например, зачем проверять при ТО-1 действие стеклоподъемника или стеклоочистителя, которые могут выйти из строя сразу после выезда машины с зоны ТО-1. Подобные неисправности последние десятилетия устранялись в заявочном порядке при их возникновении.

Перераспределение работ по техническому обслуживанию с учетом вышеперечисленных факторов, на наш взгляд, позволит гибко подойти в рамках существующей системы ТО и ремонта техники к распределению

работ между сервисными предприятиями и комплексными, переходящими в эксплуатационные. При этом можно будет на переходном этапе, во-первых, использовать затаухающий потенциал технической службы комплексного предприятия и трансформацию его производственно-технической базы в эксплуатационное. Во-вторых, подготовить предпосылки к переходу к системе единого ТО с нарастающим перечнем операций по сервисной книжке, которое как показывает мировая практика, больше соответствует уровню современной техники.

В результате решения поставленных задач можно получить более сбалансированный перечень работ по техническому обслуживанию техники с нормируемыми значениями трудоемкостей, которые соответствуют фактическим объемам выполняемых (а не приписанных) работ.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ СЕРВИСНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Асеев С.А., Поляков В.М.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Изменение состояния производственно-технической базы (ПТБ) автотранспортных предприятий (АТП) и управлений технологического транспорта и специальной техники (УТТ) в настоящее время характеризуется переходом к сервисным принципам процессов поддержания работоспособности техники.

Усложнение конструкции техники, рост межсервисных пробегов и наработок, вариации в системе ТО и ремонта техники, диктуемые заводами-изготовителями и ряд других факторов, определяют необходимость перехода к обслуживанию и ремонту машин на специализированных сервисных предприятиях.

Вместе с тем, существующая мощная производственная база крупных предприятий автомобильного и технологического транспорта, в особенности в нефтегазодобывающей отрасли, несколько сглаживает остроту проблемы перехода на сервисные принципы, продолжая развивать комплексные предприятия.

Зарубежный опыт, практика трансформации небольших автотранспортных предприятий показывает, что переход на сервисные принципы затронет и крупные предприятия при условии благоприятного сочетания параметров «цена – качество - гарантии» по выполняемым работам ТО и ремонта.

Однако, существующий уровень специальной автотракторной техники и оснащенность производственно-технической базы предприятий раз-

личной мощности позволяет искать компромисс при переходе на сервисные принципы. Речь идет о разделении работ, выполняемых на сервисных предприятиях и эксплуатационных.

Указанная проблема решалась ранее в работах Карташова В.П., Кузнецова Е.С., Напольского Г.М. и других в плане разделения работ между головным предприятием и филиалами, а также передачи части трудоемкости на базы централизованного технического обслуживания (БЦТО) и производственно-технические комбинаты (ПТК). Но при этом подразумевалось сохранение полного перечня зон и участков комплексного предприятия, которое пользовалось услугами специализированных предприятий.

При данных подходах в настоящее время сложно минимизировать затраты на формирование и содержание производственно-технической базы как сервисных, так и эксплуатационных предприятий. Усложняется в этом случае и проблема обеспечения загрузки ремонтного персонала.

В качестве альтернативы предлагается изменить подходы при расчете потребности в персонале и производственных площадях для ремонтных участков. Во-первых, изменить подходы к совмещению разнородных работ, чтобы обеспечить загрузку ремонтного персонала. Для этого, в качестве основы можно использовать рекомендации по распределению работ между эксплуатационным и сервисными предприятиями, представленные в работе /1/.

В процессе определения потребного количества ремонтного персонала, целесообразно формировать структуру производственного комплекса в двух вариантах - «по помещениям» и «по персоналу». Данный подход позволит обеспечить рациональную загрузку ремонтных рабочих при условии одновременного распределения работ как между эксплуатационным и сервисными предприятиями, так и внутри рассматриваемого эксплуатационного предприятия.

Задача повышения производительности труда ремонтных рабочих в эксплуатационном предприятии будет решена лишь при увеличении объемов совмещаемых работ. При этом, на сохранившихся ремонтных участках эксплуатационного предприятия должно использоваться недорогое и простое технологическое оборудование, а оставшуюся (от сервисного) долю трудоемкости следует переместить на посты текущего ремонта. В этом случае можно будет существенно сократить затраты на технологическое оборудование и производственные площади объединенных участков. Правда потребуются несколько более высокая квалификация универсальных ремонтных рабочих, которые кроме работы на участках будут привлекаться и к выполнению операций на постах ТР по снятию-установке узлов и агрегатов различных систем.

Приблизительные расчеты, выполненные на кафедре «Эксплуатация и обслуживание транспортно-технологических машин» ТюмГНГУ показали, что при условии создания участка, трудоемкости работ которого доста-

точно для загрузки одного ремонтного рабочего и более, структуры производственных комплексов для эксплуатационного и сервисного предприятия различаются существенно.

Понятно, что полученные структуры производственных комплексов эксплуатационных предприятий целесообразно рассматривать как переходный вариант использования существующей производственной базы, оставшейся от трансформируемых комплексных предприятий. В идеале эксплуатационное предприятие должно иметь лишь подразделения обеспечивающие хранение техники и выход машин на линию.

В тоже время, выполненные расчеты показывают, что для предприятий мощностью до 70 единиц техники нецелесообразно иметь мойку и выполнять работы в объеме ТО-1 /2/. На предприятии мощностью до 150 единиц техники может быть организована зона ТО-1 с минимальным набором оборудования для выполнения смазочных и осмотровых работ.

Перечень сохраняемых участков (включая их совмещение) в каждом конкретном случае следует формировать с учетом состояния существующей производственной базы и результатов анализа видов работ, выполняемых сервисными предприятиями в рассматриваемом регионе.

Процесс определения рациональной структуры сервисного предприятия (ПТК, БЦТО и Р, СТО) также может идти по двум направлениям. Для регионов с низкой концентрацией техники могут использоваться подходы к формированию структуры производственного комплекса аналогичные эксплуатационным предприятиям, т.е. допускать совмещение отдельных видов работ, правда, с ориентированием на совпадение структуры «по помещениям» со структурой «по персоналу».

Для регионов с высокой концентрацией техники на сервисных предприятиях нужно полностью отказаться от практики совмещения. Это позволит использовать узкоспециализированный персонал более высокой квалификации и оснастить соответствующие участки высокопроизводительным оборудованием.

Определение структур производственных комплексов сервисных предприятий различной мощности были основаны на увязке трудоемкости работ, выполняемых на ремонтных участках с количеством постов ТО и ТР на рассматриваемой станции. В основу математической модели формирования структур производственных комплексов были положены типовые формулы определения трудоемкости текущего ремонта и количества постов ТР /3/.

На основании этого, были определены структуры производственного комплекса сервисных предприятий различной мощности, основные параметры которых представлены в таблице.

Из представленных материалов видно, что минимальная структура для 5-и постовой станции технического обслуживания предусматривает 3 поста ТР, 2 поста ТО-2, мойку и агрегатный участок. С ростом мощности

станции к агрегатному участку добавляется слесарно-механический и моторный (7-и постовая станция), электротехнический (8 – 9 постов ТО и ТР). При наличии 12-и постов добавляется ещё три участка: малярный, по ремонту приборов системы питания и арматурно-кузовной/сварочный. И практически полный перечень участков мы имеем для 25-постовой станции.

Таблица

Кол-во постов ТО	Кол-во постов ТР	Рекомендуемый перечень ремонтных участков
2	3	Агрегатный.
2 - 3	4	Агрегатный, слесарно-механический, моторный.
3 - 4	5	Агрегатный, слесарно-механический, моторный, электротехнический.
5	7	Агрегатный, слесарно-механический, моторный, электротехнический, ремонт приборов системы питания, арматурно-кузовной/ сварочный, малярный.
5 - 6	8	Агрегатный, слесарно-механический, моторный, электротехнический, ремонт приборов системы питания, сварочный, арматурно-кузовной, малярный, медницкий, жестяницкий.
9 – 11	14	Агрегатный, слесарно-механический, моторный, электротехнический, ремонт приборов системы питания, сварочный, арматурно-кузовной, малярный, медницкий, жестяницкий, кузнечно-рессорный.

Анализ рекомендуемых структур станций технического обслуживания показывает, что СТО мощностью 13 постов ТР и 10 постов ТО-2 уже имеет полный набор подразделений для выполнения участковых работ. Отсутствуют только участки шиномонтажный, вулканизационный и аккумуляторный. Однако накладывать ограничения на формирование указанных подразделений нет смысла, так как они не являются узкоспециализированными, могут выполнять работы и для других марок автомобилей и технологических машин и поэтому, могут быть организованы как на СТО меньшей мощности, так и вообще индивидуально.

Следует обратить внимание, что приведенные рекомендации не требуют неукоснительного исполнения, так как структура производственного комплекса конкретной СТО должна формироваться с учетом региональных условий – концентрации техники в регионе, состава регионального парка и рынка услуг предприятий сервиса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асеев С.А., Асеева К.С., Джанбровский Д.С. Формирование структур производственных комплексов эксплуатационных предприятий различной мощности// Эксплуатация и обслуживание транспортно-технологических машин: Межвузовский сборник научных трудов. Выпуск 2.-Тюмень: Издатель Пашкин, 2005.- С.8-12.
2. Галлямов Р.З., Куцев А.В., Асеев С.А. Определение параметров моечных ком-

плексов с учетом сезонной неравномерности поступления автомобилей // Геотехнические и эксплуатационные проблемы нефтегазовой отрасли: Материалы Международной научно-технической конференции. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2007. - С.319 – 322.

3. Напольский Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания: Учебное пособие для ВУЗов. – М.: Транспорт. 1993. – 311 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА «СМЕНЫ ПОЛОСЫ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕМ»

Балин А.А.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Автомобиль, движущийся по участку дороги, вынужден применять маневр «смена полосы движения». Рассмотрим факторы, влияющие на успешность маневра.

Первый фактор – это наличие на дороге других автомобилей и информация о скорости их движения, а также информация о решении совершить маневр. Данный фактор определяет возможность смены полосы.

Второй фактор – это совокупность скорости движения автомобиля и геометрических параметров участка дороги (количество и ширина полос, длина участка).

В общем случае схема маневра «смена полосы движения» показана на рисунке 1. Маневр заключается в повороте рулевого колеса на некоторый угол φ с угловой скоростью ω до момента достижения автомобилем точки М1, и поворота рулевого колеса в обратном направлении при достижении точки М2.

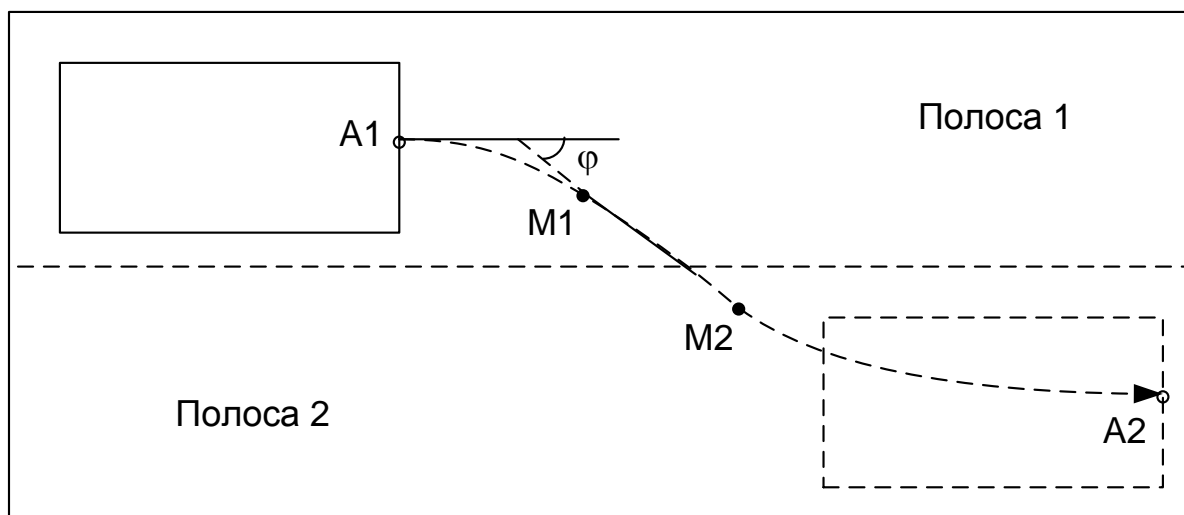


Рис. 1. Смена полосы движения автомобилем

Положение точек М1 и М2 относительно проезжей части может быть различным.

При моделировании движения автомобиля его координаты меняются по формулам:

$$X = X_0 + (Vdt + a \cdot dt^2/2) \cdot \cos\varphi; \quad (1)$$

$$Y = Y_0 - (Vdt + a \cdot dt^2/2) \cdot \sin\varphi, \quad (2)$$

а направление движения по формуле:

$$\varphi = \varphi \pm \omega \cdot dt. \quad (3)$$

Расстояние $A1A2$, пройденное автомобилем за время совершения маневра, зависит от φ , ω и V .

Для совершения маневра «смена полосы движения» водителю автомобиля требуется совершить четыре движения рулевого колеса (рис. 2).

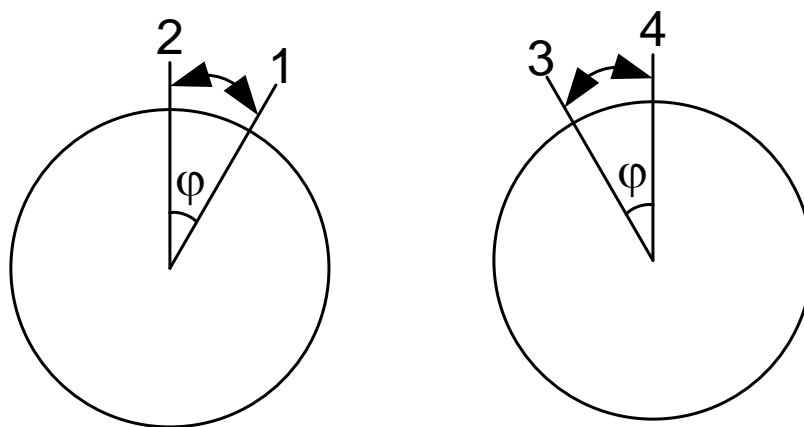


Рис. 2. Схема поворота рулевого колеса автомобиля при совершении маневра «смена полосы движения»: 1 – начало изменения направления движения автомобиля; 2 – автомобиль изменил направление движения, рулевое колесо вернулось в нейтральное положение; 3 – изменение направления движения автомобиля к нейтральному положению; 4 – автомобиль вернулся в нейтральное положение, рулевое колесо вернулось в нейтральное положение

Движение рулевого колеса 1 и 2 соответствуют движению автомобиля на участке $A1M1$, а 3 и 4 – движению автомобиля на участке $M2A2$ (рис.1). Время, затрачиваемое водителем на смену направления движения рулевого колеса, зависит от психомоторных особенностей водителя. Угловая скорость ω зависит как от психомоторных особенностей водителя, так и от технических особенностей автомобиля.

Диапазоны числовых значений угловой скорости ω и времени, затрачиваемого водителем на смену направления движения рулевого колеса, определяются в результате проведения натурного эксперимента. Знание этих значений позволяет моделировать процесс «смены полосы движения автомобилем», что в свою очередь позволяет определять путь $A1A2$, пройденный автомобилем при совершении маневра, в зависимости от скорости движения V .

МОТИВЫ КАК ОБЪЕКТЫ В МОДЕЛИРОВАНИИ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Балин А.А.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

При моделировании транспортных систем часто приходится использовать объекты, которые взаимодействуют между собой. Например, для моделирования потока автомобилей на участке дороги достаточно собрать статистические данные об изменении интенсивности движения автомобилей, а потом смоделировать поток на основе полученного закона распределения. В результате получится взаимодействие нескольких потоков, с определенной вероятностью отображающее взаимодействие объектов, за которыми велось наблюдение.

Для моделирования движения одиночного автомобиля достаточно использовать функцию:

$$\text{Move}(x, y, v, a, f, dt), \quad (1)$$

где x, y – координаты автомобиля;
 v – текущая скорость;
 a – ускорение;
 f – направление движения;
 dt – временной шаг моделирования.

Если систему «Человек-автомобиль» рассматривать в виде объекта, то функция Move – это способность двигаться. При моделировании не достаточно дать команду автомобилю двигаться или стоять, т.к. это будет только следствием. Для выполнения, какого либо действия объекту нужна причина, по которой он должен совершать это действие.

Мотив (фр. *motif*, от лат. *moveo* - двигаю) - побудительная причина для чего-либо, повод к какому-либо действию [0]. Аналогом мотива является «заявка» в теории массового обслуживания. Как отдельный объект, мотив обладает рядом свойств:

- время начала действия мотива;
- флаг выполнения (мотив в данный момент выполняется или не выполняется);
- тело мотива (набор команд, которые должен выполнить объект).

Таким образом, при моделировании сложной системы каждый объект системы должен руководствоваться своим мотивом, который в свою очередь определяет последовательность действий для его удовлетворения. В качестве одного из действий мотив может содержать другой мотив. Например, имеется заявка: доставить груз из точки А в точку Б – это один мотив. Тогда заявка: доставить груз из точки А в точку Б 10 раз – это другой мотив, который содержит в себе предыдущий.

В реальности, при условии классификации автомобилей по назначению: автобусы, грузовые автомобили, маршрутные такси, частные легковые автомобили – у каждого автотранспортного средства свой мотив поведения в УДС, что отражено в таблице.

Таблица

Мотивы различных автомобилей на УДС

Вид автомобилей	Мотив
Автобус	Получение наибольшей прибыли на маршруте движения
Грузовой автомобиль	Доставить груз из точки А в точку Б с максимальной сохранностью груза и минимальными затратами
Специальный автомобиль по уборке городских улиц	Привести в надлежащий вид проезжую часть

Реализация мотивов. У каждого объекта должен быть список мотивов.

В каждую итерацию системы осуществляется проход по этому списку. Если время реализации мотива подошло, то запускается мотив на выполнение. В теле мотива выполняются команды, которые должен выполнить объект. Затем постоянно проверяется: привело ли выполнение команд к нужному результату. Если привело, то мотив считается выполненным.

В самом простом случае мотив можно описать в виде функции:

$$F(X_{\text{begin}}, X_{\text{cur}}, X_{\text{end}}, n), \quad (2)$$

где X_{begin} – начальное значение параметра;

X_{cur} – текущее значение параметра;

X_{end} – конечное значение параметра;

n – номер элементарной функции.

В качестве начальных и конечных параметров могут выступать различные соизмеримые величины: координаты, время, скорость.

Текущий параметр должен обязательно изменяться.

В качестве элементарных функций можно использовать функции: прямолинейного движения, смены направления движения, изменение скорости.

Блок-схема реализации функции представлена на рисунке.

Вследствие выполнения мотивов различных объектов возникают конфликтные ситуации (пересечение интересов), которые необходимо учитывать как при проектировании УДС, так и в процессе эксплуатации. Частично эти ситуации решают правила дорожного движения, но немаловажную роль в этом играет планировка УДС и города в целом.

В моделировании практическая ценность мотивов заключается в том, что оператор может задавать поведение каждого объекта готовым набором

последовательных команд, без детализации каждой из них. При этом не нужно изменять внутреннюю структуру модели.

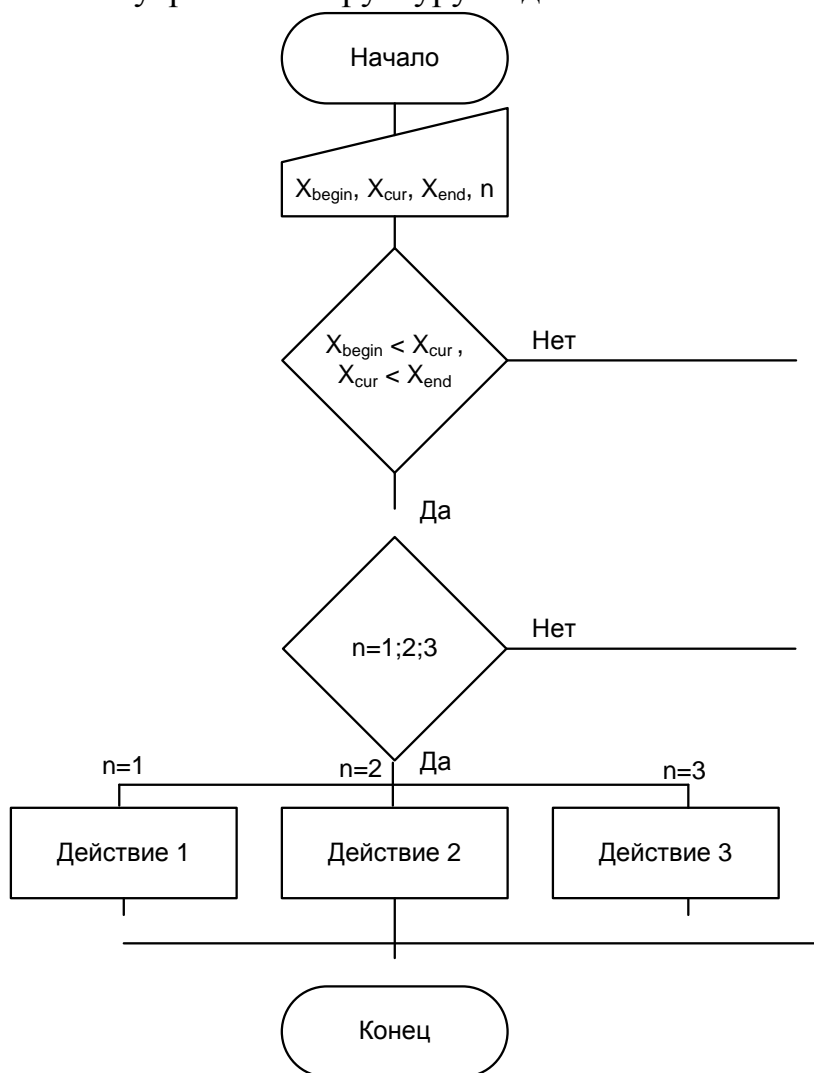


Рис.1. Блок-схема реализации функции мотива

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://ru.wikipedia.org/wiki/>

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РАСХОД ТОПЛИВА АВТОМОБИЛЯМИ

Белослудцев М.С., Нургалеев А.В.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

В условиях Сибири и Крайнего Севера преобладающее влияние на расход топлива оказывают природно-климатические факторы. Это вызвано

тем, что зимний период на территории России, как правило, гораздо продолжительнее летнего.

В настоящее время для учета влияния климатических особенностей на нормативы эксплуатации автомобилей применяется климатическое районирование, установленное ГОСТ 16350-80 «Климат СССР. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей».

В зависимости от климатических характеристик в России выделены следующие климатические районы: очень холодный, холодный, арктический приполюсный, арктический восточный, арктический западный, умеренно холодный, умеренный, умеренно влажный, умеренно теплый, умеренно теплый с мягкой зимой.

Для всех климатических районов нашей страны характерна среднемесячная температура воздуха января месяца ниже 0 °С. Это значит, что эксплуатация автомобилей на территории нашей страны в зимний период осуществляется в условиях отличных от стандартных. Соответственно чтобы определить степень отличия условий эксплуатации от стандартных нужно дать оценку переменным климатическим факторам.

Для оценки переменных климатических факторов применяются соответствующие параметры. Для температуры окружающего воздуха – это средняя суточная температура воздуха, средняя годовая температура воздуха, ее стандартное отклонение, коэффициенты асимметрии и эксцесса, абсолютные минимум и максимум температуры воздуха, абсолютный максимум температуры поверхности почвы, предельное значение температуры воздуха (годовые минимум и максимум) при определенной вероятности, суточные перепады температуры воздуха и их распределение и др. Многие показатели климатических факторов взаимосвязаны друг с другом. Например, количество дней со снежным покровом D_C зависит от среднегодовой температуры воздуха t_v :

$$D_C = 263 - 10 \cdot \bar{t}_g. \quad (1)$$

В связи с наличием корреляционных связей между климатическими факторами, при решении инженерных задач возможно ограничиться рассмотрением основных независимых друг от друга факторов, оказывающих на режимы работы автомобиля решающее значение.

Природно-климатические условия эксплуатации автомобилей характеризуются температурным режимом окружающего воздуха, атмосферным давлением, скоростью ветра, количеством атмосферных осадков, продолжительностью зимнего периода и некоторыми другими факторами. К таким основным климатическим факторам относятся температура воздуха, относительная влажность воздуха и скорость ветра.

Ряд исследователей отмечают, что основной из характеристик природно-климатических условий эксплуатации, влияющих на эксплуатаци-

онные свойства автомобилей, является температура окружающего воздуха. Такие факторы, как ветер, влажность, осадки, лишь усугубляют негативное влияние температуры воздуха на автомобиль.

Для нашей страны характерны изменения температуры воздуха в пределах от $-71\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+43\text{ }^{\circ}\text{C}$, согласно ГОСТ 16350-80. На большей части территории РФ средняя месячная температура воздуха в январе месяца колеблется в пределах от 0 до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, что существенно сказывается на работе автомобильного транспорта. Характерной особенностью является то, что период с отрицательными температурами воздуха для всех климатических районов нашей страны составляет от 140 до 220 дней, то есть порядка 6 – 8 месяцев. Таким образом, большую часть года автомобили эксплуатируются при отрицательных температурах воздуха.

Проблеме оценки и снижения расхода топлива при эксплуатации автомобилей в суровых зимних условиях посвящено большое количество работ.

Так В.И. Ерохов в одной из своих работ [2] отмечает, что зимой автомобили расходуют около 50 % топлива при неоптимальных режимах двигателя, а для коробки передач, заднего моста и шин эти режимы вообще не достигают оптимальных значений. Эксплуатация автомобилей с пониженной температурой охлаждающей жидкости всегда связана с увеличением расхода топлива, что у непрогретого двигателя приводит к обогащению горючей смеси. Понижение температуры воздуха до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ вызывает увеличение эксплуатационного расхода топлива до 30% по сравнению с летней нормой.

В работе [1] указано: «Изменение температуры окружающей среды на $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ приводит к тому, что суммарное сопротивление движению изменяется примерно на 8 – 10 %, расход топлива на 6 – 7 %. При снижении температуры окружающего воздуха на $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ расход топлива может возрасти до 25 %».

В ТюмГНГУ в результате исследований влияния низких температур воздуха на топливную экономичность автомобилей было выявлено, что зависимость расхода топлива от температуры воздуха является квадратичной математической моделью и имеет вид [3]:

$$q = q_0 + S \cdot (t - t_0)^2, \quad (2)$$

где q фактический расход топлива, л/100 км;
 q_0 оптимальный расход топлива, л/100 км;
 S параметр чувствительности к изменению температуры воздуха по расходу топлива, (л/100 км)/ $(^{\circ}\text{C})^2$;
 t температура окружающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$;
 t_0 оптимальная температура окружающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

В работе [5] исследовалось влияние неравномерности движения автомобилей при низких температурах окружающего воздуха на расход топлива. В ходе исследований было доказано, что расход топлива автомобиля в зависимости от неравномерности движения и суровости низких температур окружающего воздуха описывается уравнением:

$$q = q_n + S_u \cdot h_u + S_t \cdot h_t^2 + \Delta Q_{ut}, \quad (3)$$

где q_n – номинальный расход топлива, л/100 км;

S_u – параметр чувствительности к неравномерности движения по расходу топлива, л/100 кмR;

h_u – индекс неравномерности движения, R;

S_t – параметр чувствительности автомобилей к низкой температуре окружающего воздуха по расходу топлива, л/100 кмR²;

h_t – индекс суровости низкой температуры окружающего воздуха, R;

ΔQ_{ut} – дополнительный расход топлива, обусловленный взаимодействием факторов низкой температуры окружающего воздуха и неравномерности движения.

Работа [4] посвящена исследованию совместного влияния повышенных скоростей движения и низких температур окружающего воздуха на расход топлива автомобилей. В результате проведенных исследований было выявлено, что закономерность совместного влияния повышенных скоростей движения и температуры окружающего воздуха на расход топлива автомобилей может быть описана двухфакторной аддитивной моделью приспособленности:

$$, \quad (4)$$

где q_0 – номинальный расход топлива, л/100 км;

S_u – параметр чувствительности к неравномерности движения по расходу топлива, л/100 кмR;

h_u – индекс неравномерности движения, R;

S_t – параметр чувствительности автомобилей к низкой температуре окружающего воздуха по расходу топлива, л/100 кмR²;

h_t – индекс суровости низкой температуры окружающего воздуха, R;

ΔQ_u – дополнительный расход топлива, обусловленный взаимодействием факторов низкой температуры окружающего воздуха и неравномерности движения.

Данные работы касаются исследования влияния низких температур воздуха на расход топлива автомобилей применительно к отдельным режимам работы автомобилей. Однако эксплуатационный расход топлива автомобиля формируется не только в процессе движения автомобиля, но и

во время остановок, стоянок, выполнения погрузочно-разгрузочных работ и прогрева двигателя перед началом работы. Таким образом, возникает необходимость комплексного изучения влияния низких температур воздуха на эксплуатационный расход топлива автомобилей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богородич А.М. Низкие температуры и топливная экономичность автомобиля // Автомобильная промышленность. – 1988. – №10. – С. 21 – 22.
2. Ерохов В.И. Экономичная эксплуатация автомобиля. – М.: ДОСААФ, 1986. – 128 с.
3. Резник Л.Г., Ромалис Г.М., Чарков С.Т. Эффективность использования автомобилей в различных условиях эксплуатации. – М.: Транспорт, 1989. – 128 с.
4. Федорова Г.С. Приспособленность автомобилей по расходу топлива к повышенным скоростям движения при низких температурах окружающего воздуха. – Автореферат дис. ... канд. техн. наук. – Тюмень, 2006. – 24 с.
5. Чистяков А.Н. Влияние неравномерности движения автомобилей на расход топлива. – Автореферат дис. ... канд. техн. наук. – Тюмень, 2006. – 24 с.

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Беспалова Ю.Э., Захаров Д.А.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Российский рынок легковых автомобилей – один из наиболее динамично развивающихся секторов потребительского рынка, демонстрирующий устойчивый рост. Рост доходов населения обеспечивает увеличение спроса, как на импортные, так и на российские автомобили. Российский легковой автопарк характеризуется высокой долей машин с большим сроком эксплуатации. По данным консалтинговой компании «Pricewaterhouse Coopers», в настоящее время началось постепенное уменьшение доли импортных подержанных автомобилей в пользу новых – как иностранных, так и отечественных. По данным ГИБДД, в прошедшие годы более 550 тысяч автомобилей было снято с учета, что связано с установлением нового порядка уплаты налога на транспортные средства и введением обязательной страховки, что заставляет владельцев избавляться от своих старых автомобилей. В последнее время происходит увеличение доли новых импортных автомобилей, а также импортных автомобилей промышленной сборки в структуре рынка легковых автомобилей РФ (по данным Минпромэнерго РФ).

Рост числа новых иномарок затрагивает, в основном, ценовой сегмент 15 и более тыс. долл. и лишь небольшая часть новых автомобилей включается в сегмент от 7 до 8 тыс. долл. Между тем, массовый спрос рос-

сийских потребителей сосредоточен в диапазоне между 6 и 10 тыс. долл. за автомобиль. Именно этот ценовой сегмент является полем наиболее острой конкуренции производителей на автомобильном рынке России. Необходимо отметить, что в настоящее время покупатели имеют возможность, используя систему автокредитования, приобретать более качественную импортную продукцию, игнорируя отечественную, тем более, что отпускные цены на отечественные легковые автомобили растут и стремятся сравняться с ценами на импортные, а качество российских автомобилей улучшается незначительно. Через введение технических регламентов (разработанных и разрабатываемых) государство повышает требования к продукции и заставляет автопроизводителей повышать качество своей продукции. Правительство РФ одним из первых утвердило технический регламент "О требованиях к выбросам автомобильной техники, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации, вредных (загрязняющих) веществ". Этот документ уточняет требования к выбросам от автотранспортных средств и определяет переход на более жесткие уровни требований. В скором будущем, Россия планирует вступить в ВТО, это значит, что российский «автопром» должен интегрироваться в мировое автомобилестроение, заняв определенную нишу самых дешевых автомобилей. Однако при этом должна быть решена проблема повышения их качества. Необходимо отметить, что ежегодное увеличение импорта легковых автомобилей является серьезной угрозой отечественному производителю. Среди отечественных производителей легковых автомобилей наибольшей популярностью у российского покупателя пользуются ОАО "АВТОВАЗ", ОАО "ГАЗ".

По данным Федеральной службы государственной статистики (Росстат), производство легковых автомобилей в России в первом полугодии 2008 г. снизилось на 6,5% по сравнению с аналогичным периодом 2007 года - до 500,4 тыс. шт. Основной причиной снижения объемов производства Министерство экономики развития России называет существенный спрос на продукцию иностранных производителей в условиях повышения цен на отечественные автомобили и гибкой ценовой и сбытовой политики дилеров иностранных компаний.

Со своей стороны, дилеры главной причиной роста спроса на иномарки считают увеличение доходов граждан России. В числе факторов, способствующих росту продаж иномарок - развитие продаж в кредит, лизинга и продаж по системе trade-in, развитие дилерской сети, обновление модельного ряда, увеличение гарантийного срока на автомобили ряда зарубежных производителей. Кроме того, существенным моментом для покупателей являются различные специальные предложения иностранных производителей, программы скидок, техобслуживания, льготное страхование и подарки. Однако кредитование, лизинг и «trade-in» не всегда доступны покупателям в регионах. В основном причина этого в том, что не все

банки, с которыми работают продавцы автомобилей, имеют развитую сеть филиалов в регионах.

При выборе автомобиля покупатели учитывают стоимость нового ТС при покупке, стоимость технического обслуживания и ремонта, стоимость владения транспортным средством, стоимость 1 км пробега, технические и эксплуатационные характеристики ТС. В конкурентной борьбе среди автомобилей одного класса и ценовой группы транспортное средство, у которого будут наименьшие затраты на эксплуатацию, имеет определенное преимущество. Опыт эксплуатации легковых автомобилей показывает, что изменение стоимости автомобиля и затрат на ТО и ремонт в течение срока службы (или пробега с начала эксплуатации) происходит в разной степени для ТС разных марок и моделей.

При определении оптимального срока замены подвижного состава необходимо выбрать критерий оптимальности (например, эксплуатационные затраты, себестоимость перевозок, срок окупаемости и др.). В ситуации мирового экономического и финансового кризиса наблюдается тенденция увеличения срока эксплуатации автомобилей. Поэтому при выборе автомобиля в дальнейшем больше внимания будет уделяться динамике изменения эксплуатационных затрат и остаточной стоимости автомобиля. На рис. 1 представлены графики зависимости стоимости автомобиля Honda Civic (S , тыс. руб.) и эксплуатационных затрат (C , тыс. руб.) от наработки (по данным журнала «За рулем» при среднегодовом пробеге 25 тыс. км).

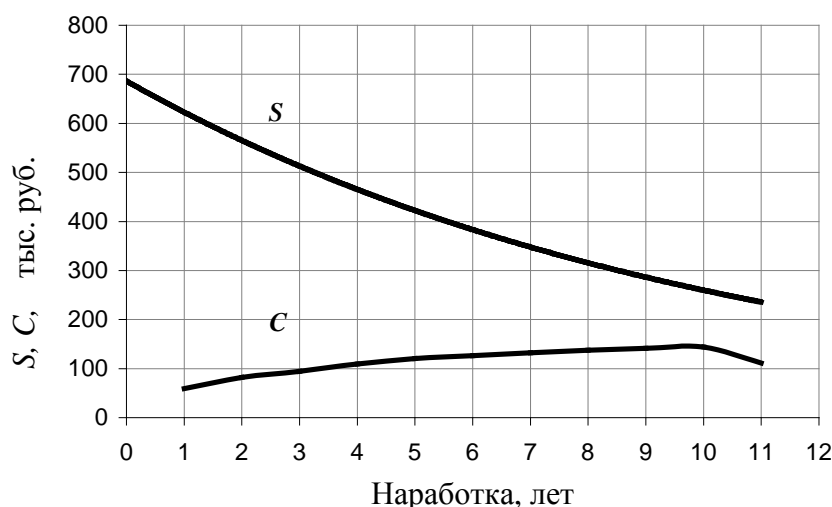


Рис.1. Изменение стоимости и эксплуатационных затрат автомобиля Honda Civic

Как видно из графика, за 10 лет эксплуатации автомобиля его стоимость снижается с 650 до 250 тыс. руб. (в 2,6 раза). Среднегодовые эксплуатационные затраты за 10 лет работы автомобиля увеличиваются в 3 раза (с 50 до 150 тыс. руб. в год). Угол уклона и положение графиков зависимости эксплуатационных затрат и стоимости автомобиля от срока службы ($S \sim f(T)$, $C \sim f(T)$) автомобиля может изменяться для разных марок и моделей. При сильном снижении стоимости автомобиля и увеличении затрат

на эксплуатацию оптимальный срок эксплуатации Топт автомобилей уменьшается.

На рис.2 представлены изменения стоимости автомобиля и эксплуатационных затрат для автомобиля ВАЗ-2107. Как видно из графика, за 10 лет эксплуатации автомобиля ВАЗ-2107 его стоимость снижается со 160 до 45 тыс. руб. (в 3,6 раза). Среднегодовые эксплуатационные затраты за 10 лет работы автомобиля увеличиваются в 9,5 раз (с 10 до 95 тыс. руб. в год). Это позволяет сделать вывод о том, что у автомобилей ВАЗ-2107 оптимальный для автовладельца срок замены ТС меньше чем у автомобилей Honda Civic. Чем дольше автовладелец эксплуатирует ВАЗ-2107, тем меньше остаточная стоимость ТС, и больше среднегодовые эксплуатационные затраты и доля потерь относительно первоначальной стоимости ТС. Для автомобилей Honda эти изменения относительно первоначальной стоимости не такие сильные. Это позволяет сделать вывод о некотором преимуществе автомобилей Honda в данном аспекте.



Рис.2. Изменение стоимости и эксплуатационных затрат автомобиля ВАЗ-2107

Экономический эффект от использования результатов исследования образуется за счет снижения затрат на эксплуатацию путем выбора марки и модели автомобиля с оптимальным сроком службы и соотношением «цена/качество».

Результаты исследований могут быть использованы при проектировании и создании новых моделей автомобилей, адаптированных к суровым условиям эксплуатации и определении оптимального складского запаса предприятиями системы автосервиса с целью повышения качества проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАНЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ ПТБ ДЛЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Болистянский А.П., Нестеренко И.С., Нестеренко Г.А.

Омский государственный технический университет, г. Омск

Согласно государственному образовательному стандарту для подготовки специалистов в области сервиса транспортных и технологических машин и оборудования (автомобильный транспорт) помимо лекционных занятий необходимо проведение лабораторных и практических работ по профильным дисциплинам. Кроме того, после изучения специальных дисциплин студенты закрепляют знания на практике путем приобретения навыков, необходимых как для соответствия процесса обучения стандарту, так и в дальнейшем в их производственной деятельности.

В соответствии с учебным планом в ОмГТУ студенты, обучаемые по специальности 190603 «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования (автомобильный транспорт)», проходят следующие виды практик: на первом курсе – учебную, на четвертом – производственную и на пятом – преддипломную практику. Для этого составляются программы практик для выполнения необходимого объема работ на предприятии.

Однако в связи со спецификой отрасли автомобильного сервиса при реализации этой части учебного плана возникают многочисленные проблемы, некоторые из которых перечислены ниже:

- незначительное количество СТОА, отвечающих современному уровню развития автомобильного сервиса (отсутствие диагностических стендов для автомобилей, оборудованных электронными системами управления, стендов для диагностики тормозных систем и т.д.);
- недостаточная квалификация персонала станций;
- на подавляющем большинстве СТОА отсутствует технологическая документация по обслуживанию и ремонту автомобилей;
- многие предприятия требуют высокой платы за допуск студентов на свою производственную базу;
- затруднен подбор материалов для дипломного проектирования в связи с наличием понятия - «коммерческая тайна предприятия».

Обычно практикующийся подход вузов к преодолению подобных затруднений состоит в организации на собственных площадях учебно-лабораторной базы, соответствующей современному состоянию отрасли. Однако в современных условиях, когда вузы все больше и больше вынуждены включаться в рыночный процесс, основой которого является минимизация затрат (в данном случае – затрат на осуществление учебного процесса) при установленной рынком стоимости продукции (в данном случае

– цене образования на коммерческой основе), такой подход, основывающийся на противоположном направлении (увеличение затрат) совершенно неприемлем.

Одним из возможных путей решения выше обозначенной проблемы является организация на базе вуза учебно-производственного подразделения в виде самоокупаемой СТОА, обладающей коммерческой привлекательностью, производственный процесс которой тесно увязан с учебным планом и лабораторной базой вуза.

В ОмГТУ в рамках дипломного проектирования проведен анализ образовательного стандарта, учебных планов и рабочих программ по специальным дисциплинам, а также организационной и финансовой деятельности вуза, в результате которого сформирован проект СТОА, имеющей статус учебно-производственных мастерских (УПМ-СТОА).

В проект УПМ-СТОА входит планировка станции с привязкой к корпусам ОмГТУ, технологически и методически обоснованный перечень постов и оборудования, три варианта структуры управления (один из них изображен на рис. 1) и взаимодействия производственного и учебного процессов.

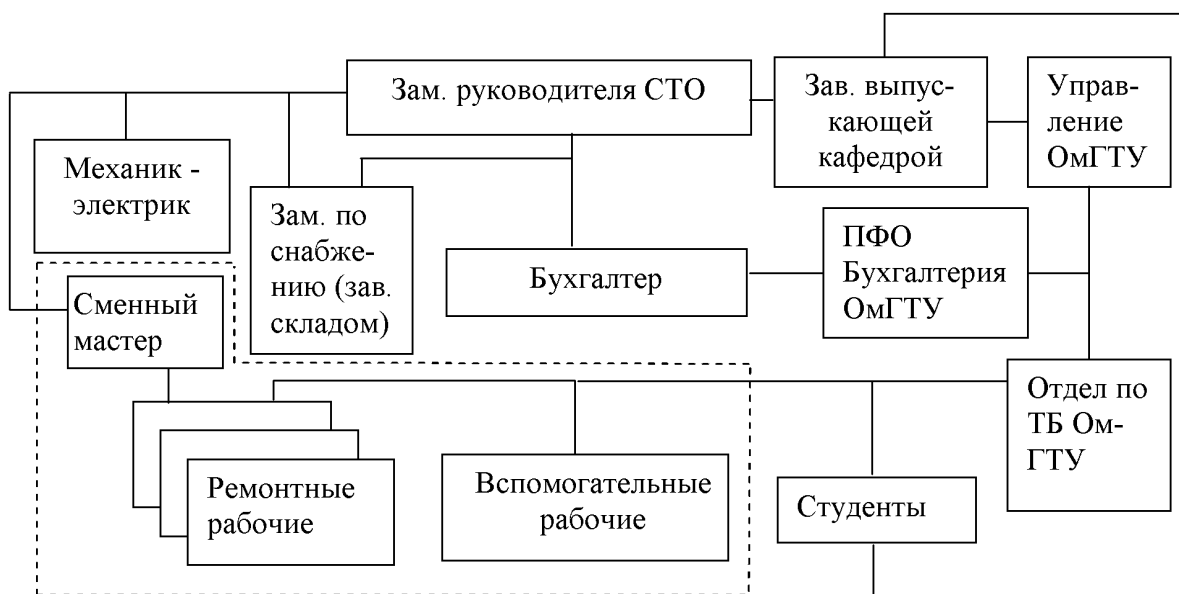


Рис. 1. Организационная структура управления УПМ-СТОА

В стандартной ситуации перед прохождением практики будет проводиться ознакомление студентов с работой УПМ-СТОА на практических и лабораторных работах в рамках курсов специальных дисциплин. При этом также будут использоваться аналоги оборудования станции, установленные в лабораториях вуза. Указанные виды работ позволят изучить оборудование и стенды, а также состав производственно-технической базы станции под руководством квалифицированных специалистов и преподавателей кафедры.

Планируется, что проектируемая станция будет выполнять наиболее часто встречающиеся на практике виды работ:

- УМР (мойка кузова, двигателя, днища, чистка (химчистка) салона);
- проведение ТО-1, ТО-2, ТР и КР узлов и агрегатов;
- ремонт дисков, покрышек и камер, балансировка колес;
- полная диагностика всех типов ДВС и его систем;
- регулировка углов установки управляемых колес;
- мелкие слесарные работы;
- замена эксплуатационных жидкостей с промывкой систем.

Планируется осуществлять УМР перед проведением ТО и ТР, а также как отдельный вид услуг. Участок мойки содержит два поста: первый - непосредственно мойка кузова, моторного отсека, днища и второй - сушка автомобиля с помощью воздушной установки большой мощности. Здесь же, при необходимости, возможна чистка салона.

Диагностика ДВС производится при помощи компьютеризированного комплекса, состоящего из мотор-тестера, сканера и газоанализатора, и включает в себя следующие процедуры.

1. Сканирование электронных систем управления автомобиля;
2. Измерение компрессии в цилиндрах двигателя;
3. Измерение давления в системе подачи топлива;
4. Проверку элементов электронной системы зажигания;
5. Проверку АКБ и состояния электрической проводки и разъемов;
6. Проверку состояния вакуумной системы;
7. Контроль состояния приводных ремней;
8. Измерение содержания токсичных компонентов в отработавших газах;
9. Регулировку оборотов холостого хода и угла опережения зажигания.

На посту по ремонту электрооборудования производится зарядка АКБ, ремонт стартеров, генераторов, реле.

На слесарно-агрегатный посту производятся такие работы, как ремонт элементов ходовой части, тормозной системы и системы отвода и глушения выхлопных газов, работы по ремонту сцепления и коробки передач, в кооперации с другими СТОА и АТП – капитальный ремонт ДВС и т.д.

На посту замены эксплуатационных жидкостей производится замена масла в двигателе, механической и автоматической коробках передач, в гидроусилителе руля, в тормозной системе и системе охлаждения с проверкой состояния жидкостей и герметичности системы. Перед заменой возможна промывка систем.

Для качественного выполнения шиноремонтных работ на проектируемой станции предусмотрен отдельный шиномонтажный уча-

сток с набором всего необходимого оборудования, к которому потребители услуг имеют отдельный доступ.

В проекте рассмотрены также возможности использования в качестве постоянных ремонтных рабочих студентов вечерней или заочной платной (коммерческой) формы обучения.

Предполагается, что проектируемая УПМ-СТОА сможет служить не только частью лабораторной базы, но и источником дополнительного финансирования развития вуза.

ОЦЕНКА ЗАТРАТ НА СОЗДАНИЕ ПЕРЕДВИЖНЫХ СТОА

Болищянский А.П., Щерба В.Е., Нестеренко И.С., Нестеренко Г.А.

Омский государственный технический университет, г. Омск

Расширение номенклатуры автотранспорта в России за последние десятилетия, резкое увеличение доли зарубежных моделей, в том числе оборудованных электронными системами, привело к существенному затруднению технической эксплуатации современных автомобилей в сельской местности. Это явление связано, прежде всего, с двумя факторами.

Первый – необходимость вложения значительных средств в оборудование диагностических постов. Второй – нехватка обученного персонала и широкой номенклатуры запасных частей для восстановления новейших информационных систем, систем подачи топлива и управления автомобилем.

Совмещение перечисленных факторов в условиях сравнительно небольшого населенного пункта с населением 2-3 тыс. человек маловероятно, т.к. выполнение обоих условий становится экономически целесообразным только при наличии значительного количества обслуживаемых автомобилей. В связи с этим более или менее полно оснащенные станции технического обслуживания автомобилей (СТОА) размещаются в сельской местности, как правило, в непосредственной близости от сравнительно оживленных магистралей. Они не в состоянии обслуживать автомобили из населенных пунктов, удаленных от этих дорог на 15-20 км и более, особенно в том случае, если транспортное средство имеет неисправности, не позволяющие ему самостоятельно перемещаться.

Указанные обстоятельства приводят к тому, что в сельской местности основным личным транспортом продолжают оставаться простые в обслуживании малоэкономичные и неэкологичные автомобили с карбюраторным ДВС, и перспективы появления там заметного количества современных автотранспортных средств в обозримом будущем весьма сомнительны.

Еще одной проблемой технической эксплуатации индивидуального автотранспорта в удаленных сельских районах является сложность объективной аттестации автомобилей при проведении технического осмотра из-за отсутствия там предназначенных для этих целей сертифицированных подразделений, оборудованных необходимыми техническими средствами.

Одним из путей решения указанных проблем является создание мобильных передвижных СТОА (ПСТОА), сертифицированных для обслуживания, ремонта и проведения технического осмотра транспортных средств. Маловероятно, что организацию и особенно финансирование таких учреждений может взять на себя государство, в связи с чем ПСТОА должны работать в условиях рынка и самофинансирования.

На первый взгляд нет видимых причин, которые могли бы препятствовать появлению ПСТОА, тем более что на рынке имеются предложения сравнительно легко транспортируемых боксов вместимостью в одну транспортную единицу, стоимость которых в зависимости от комплектации колеблется в пределах 7-10 млн. рублей.

Однако попытки построить систему реального функционирования подобных СТОА сталкиваются с необходимостью решения как организационных, так и экономических задач. Кроме того, при создании подобных структур необходимо учитывать еще и климатические условия России, особенно в ее северных и восточных регионах.

С точки зрения технологической организации ПСТОА возможно использование нескольких вариантов:

1. Универсальный передвижной пост, оборудованный для проведения технического осмотра, регулировочных работ и мелкого ремонта. Имеет транспортное средство и сборный контейнер, выполняющий функции временного производственного помещения. Может размещаться в обычном гараже или на открытой стоянке. Ориентировочно плечо действия до 50 км, наиболее целесообразно базирование в небольших районных центрах с населением около 10-15 тыс. человек. Основное время деятельности - теплый период года с плюсовыми среднесуточными температурами (ориентировочно – с мая по октябрь).

2. Несколько (более двух) передвижных специализированных постов (диагностический, для ремонта электрооборудования и электронных систем, для регулировочных работ и мелкого ремонта). Может содержать передвижной склад запасных частей, энергоустановку и мобильное помещение для отдыха персонала. В качестве места для дислокации должен иметь обособленную территорию и специализированное помещение с минимальным набором оборудования для восстановления производственной базы. Ориентировочно плечо действия до 150-200 км, может базироваться в крупных районных центрах и небольших городах. В зависимости от комплектации может работать круглый год.

3. Несколько (более двух) передвижных специализированных постов (см. п. 2), базирующихся в отведенном помещении (или на территории) материнской СТОА (МСТОА) средней или большой мощности (не менее 8-10 постов), выполняющей практически все виды работ. Имеет в своем составе трейлер для доставки автомобилей из удаленных районов на МСТОА. Радиус действия практически не ограничен (скорее всего, работает в границах края, области), может функционировать круглогодично.

4. Средняя или крупная МСТОА (см. п. 3), имеющая филиалы в удаленных населенных пунктах. Типичный состав филиала – магазин (он же – консультационный пункт) с ограниченной номенклатурой запчастей, определяемой фактическим парком местного автотранспорта, и минимально оборудованный утепленный бокс с канавным постом. Бокс служит для самостоятельного выполнения владельцем автомобиля простых работ по установке приобретенных в магазине запасных частей и заправочных работ, а также для проведения более сложных работ специалистами ПСТОА, которые могут прибыть на место в плановом (например – очередном) порядке. МСТОА имеет несколько ПСТОА и трейлеры для транспортировки автомобилей.

Безусловно, возможны и другие варианты комплектования ПСТОА – как оригинальные, так и комбинации вышеперечисленных.

Наименее рискованным с экономической точки зрения предприятием являются третий и четвертый варианты. Это предположение основывается на ситуации, сложившейся на рынке услуг в сфере автосервиса за последние 10 – 15 лет.

Дело в том, что в начале-середине 70-х годов вдобавок к уже имеющимся крупным автотранспортным предприятиям (АТП) стали появляться фирменные СТОА, организованные немногочисленными производителями легковых автомобилей для населения (УАЗ, ГАЗ, ВАЗ, АЗЛК, ЗАЗ). У них не было (и не могло быть) настоящих конкурентов, т.к. длительное время запасные части и расходные материалы поставлялись в основном на эти станции. В конце 80-х – начале 90-х годов начавшееся кооперативное движение поставило конец монополии заводов-изготовителей на запасные части, что дало толчок к появлению многочисленных мелких кустарных мастерских по ремонту легковых автомобилей. В связи с одновременно начавшимся резким увеличением в стране парка легкового автотранспорта за счет повышения выпуска моделей ВАЗ и импорта автомобилей из-за рубежа эти мастерские довольно долго не составляли конкуренции фирменным СТОА, которые были достаточно полно загружены.

Однако постоянно расширяющийся спрос на услуги автосервиса нарушил это равновесие. В городах и районных центрах стали появляться довольно крупные (5 -6 постов и более) частные авторемонтные мастерские, многие из которых в состоянии выполнять полный спектр сервисных работ. Этому обстоятельству способствовало и разорение некоторых круп-

ных АТП, производственная база которых перешла в частные владения. В связи с этим фирменные СТОА оказались в условиях жесткой конкуренции, которая вынуждает их сокращать основную сферу деятельности (собственно техническое обслуживание и ремонт) и организовывать смежный бизнес (торговля, дилерские услуги и т.д.). В то же время, именно эти СТОА обладают традициями, навыками и технологиями, обеспечивающими сравнительно высокое качество выполняемых услуг в отличие от «новообразовавшихся», персонал которых, как правило, профессионально не подготовлен и состоит в основном из бывших автолюбителей, имеющих определенные рабочие навыки.

Необходимо также отметить, что фирменные СТОА, деятельность которых лицензирована, имеют, как правило, достаточно высокую деловую репутацию (т. н. «гудвилл»). Это позволит им, выполняя функции МСТОА, конкурировать на рынке услуг с несколько более высокой ценой, которая может в значительной мере компенсировать затраты на организацию и деятельность входящих в их состав ПСТОА. Важным преимуществом МСТОА является возможность самостоятельного производства практически всего перечня услуг, необходимость которых возникает при технической эксплуатации автомобиля.

Кроме этого, МСТОА в состоянии обоснованно организовать экспансию продукции своего головного завода-производителя автомобилей на территорию, охваченную принадлежащей этим станциям ПСТОА, получая от этого дополнительную прибыль, как от дилерской деятельности, так и увеличивая рынок собственных предложений по обслуживанию и ремонту автотранспорта. Последние обстоятельства позволяют страховать деятельность ПСТОА от временных неудач, возможных на начальном освоении рынка.

Однако, однозначно ответить на вопрос о выборе организационной структуры СТОА можно только проведя экономическую оценку затрат на создание и эксплуатацию станции.

Укрупнено затраты можно оценить используя выражение:

$$C = C_{np} + C_{об} + C_{тс} + C_{тр} + C_{ж} + C_{з} + C_{к} + Z,$$

где C_{np} – стоимость подготовительных работ (получение лицензий, реклама и прочие организационные расходы);

$C_{об}$ – стоимость оборудования и инструментов;

$C_{тс}$ – стоимость транспортирующих средств (транспортные автомашины, эвакуаторы, автокраны и пр.);

$C_{тр}$ – транспортные расходы;

$C_{ж}$ – стоимость жизнеобеспечения деятельности СТОА (расходы на аренду жилья персонала станции, суточные и командировочные расходы, медицинское страхование, расходы на энергоносители и т.д.);

C_3 – стоимость поверочных работ и экспертизы оборудования;
 C_k – стоимость комплектующих, запасных частей и технологических сред;

Z – заработная плата персонала станции.

Таким образом, проведя экономический анализ обслуживания автотранспорта в регионе и пригороде можно определить возможную экономическую целесообразность и плечо удаления ПСТОА от материнской СТОА, при которых становится рентабельным создание и эксплуатация станции.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ И РЕГУЛИРОВОЧНЫХ РАБОТ ПО СИСТЕМЕ ПИТАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

Борщенко Я.А.

Курганский государственный университет, г. Курган

Среди основных факторов, определяющих эффективность эксплуатации автомобилей, ведущее место принадлежит системе технического обслуживания и ремонта, ее научной обоснованности и совершенству. Огромное значение в развитии системы ТО и Р имеет техническая диагностика.

Важным элементом мероприятий по поддержанию в исправном состоянии дизеля в целом и системы питания в частности является не только своевременное выявление неисправности, но и быстрое, качественное ее устранение. Среди мер по устранению неисправности наиболее часто применяется регулировка систем и агрегатов. Исследования показали, что, применяя метод диагностирования по параметрам неравномерности вращения коленчатого вала, можно с достаточно высокой точностью ставить диагноз о техническом состоянии дизеля [1, 2], причем локализовать неисправности в рамках отдельного цилиндра, а затем и системы. Однако для устранения выявленных неисправностей, в частности, по системе питания, используются распространенные в настоящее время средства, которые требуют снятия топливного насоса высокого давления (ТНВД) с автомобиля и выполнения регулировки его на стенде. Данные регулировочные операции трудоемки и требуют использования дорогих стендов. Трудоемкость таких регулировок во многом определяется трудоемкостью снятия и установки ТНВД на автомобиль. С другой стороны, в случае работы автомобиля в отрыве от производственных баз, наиболее часто в условиях северных регионов, а также в условиях автотранспортных предприятий малой и средней мощности, применение дорогих стендов неэффективно, а иногда и недоступно. Все это говорит о необходимости разработки методов регули-

ровки основных показателей ТНВД, таких, как величины цикловой подачи и угла опережения впрыска, без его снятия с автомобиля.

Решение данной задачи с учетом параметров неравномерности складывается из нескольких этапов: выбор параметров неравномерности; оценка максимальной точности регулировки; разработка методики регулировки.

Выбор параметров неравномерности осуществляется на основании чувствительности параметра неравномерности к изменению цикловой подачи и угла опережения впрыска топлива, направления изменения параметров и точности регрессионной математической модели. С этой целью рассматривалось влияние выбранных регулировок ТНВД на параметры неравномерности, участвующие в постановке диагноза.

Цикловая подача оценивалась на режиме холостого хода, так как именно на этом режиме можно наиболее точно определить ее величину.

Угол опережения впрыска оценивался на двух режимах, поэтому анализ чувствительности параметров к нему также производится для двух групп параметров.

На рисунках 1 и 2 показано влияние цикловой подачи и угла опережения впрыска на диагностические параметры.

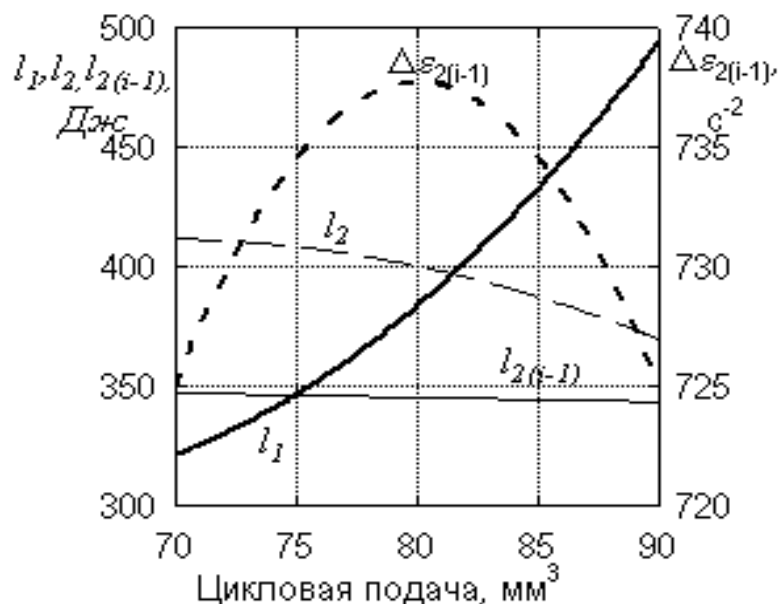


Рис.1. Влияние цикловой подачи на параметры диагностирования

$l1i$ – работа, приходящаяся на интервал увеличения частоты вращения от $\omega_{\min i}$ до $\omega_{\max i}$; $l2i$ – работа, приходящаяся на интервал уменьшения частоты вращения от $\omega_{\max i}$ до $\omega_{\min(i+1)}$; $\Delta \varepsilon 1i$ – приращение ускорения от $\omega_{\min i}$ до $\omega_{\max i}$; $\Delta \varepsilon 2i$ – уменьшение ускорения от $\omega_{\max i}$ до $\omega_{\min(i+1)}$

Анализ полученных результатов показывает, что к изменению цикловой подачи наиболее чувствительны два диагностических параметра, которые вместе могут однозначно оценить цикловую подачу: $l1$, $l2$.

Анализ влияния регулировки угла опережения впрыска показывает большую чувствительность к нему двигателя на режиме свободного ускорения, что было отмечено и ранее, однако отбрасывать режим минимальных оборотов холостого хода нецелесообразно, так как еще не оценены погрешности оценки. Поэтому на режиме холостого хода выбираются два наиболее чувствительных параметра регулировки: l_2 , $\Delta \varepsilon_{2(i-1)}$.

На режиме свободного ускорения при максимальной подаче топлива все выбранные параметры диагностирования обладают высокой чувствительностью, причем три из них изменяются нелинейно, а один имеет линейную зависимость, рисунок 2 б. Поэтому для оценки можно взять любое сочетание линейного и нелинейного параметров, вследствие чего окончательный выбор производится после оценки погрешности измерения по каждому показателю.

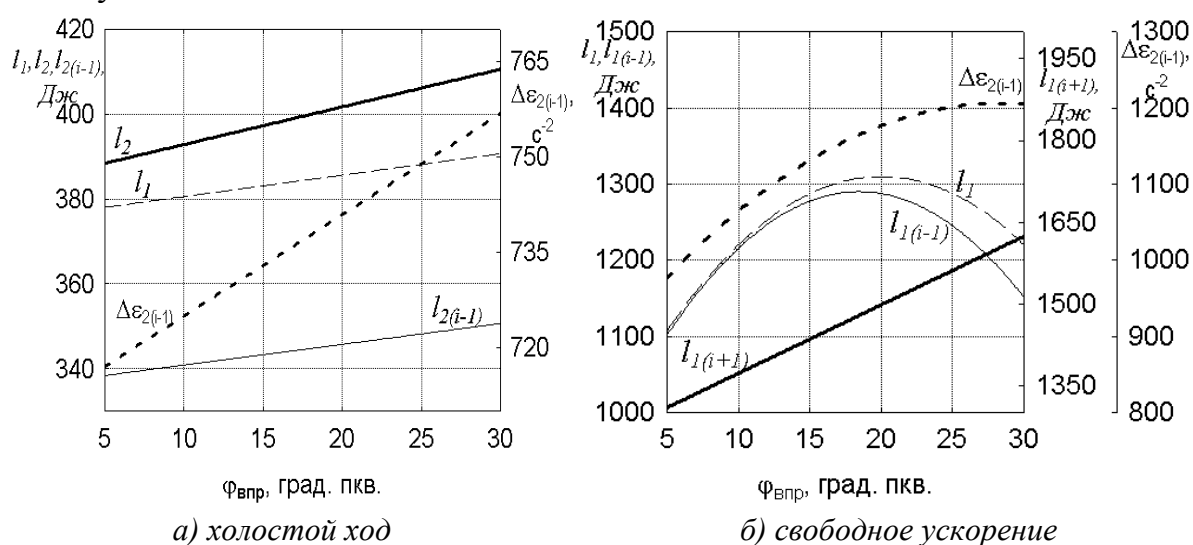


Рис. 2. Влияние угла опережения впрыска топлива на параметры диагностирования на различных режимах

Износ цилиндропоршневой группы (ЦПГ) – процесс длительный, на протяжении которого показатель износа – утечки сжатого воздуха из цилиндра – меняется постепенно и, в свою очередь, оказывает значимое влияние на показатели неравномерности. Крайне важно и то обстоятельство, что данный вид неисправности не может быть устранен регулировками, поэтому для корректной оценки параметров регулировки ТНВД по параметрам неравномерности, которые зависят от величины утечки сжатого воздуха из цилиндра, требуется знать их величины. Необходимо отметить, что износ ЦПГ достаточно сильно влияет на экономические и экологические показатели дизеля.

Анализ влияния утечек на диагностические параметры показывает, что на режиме холостого хода лишь один параметр незначительно изменяется - l_2 .

На режиме свободного ускорения почти не зависит от величины утечек параметр l_{i+1} , остальные имеют сильную зависимость от степени износа цилиндропоршневой группы.

Следующим важным и во многом определяющим этапом анализа пригодности параметров для регулировки является определение точности оценки.

Оценка точности регулировки основывалась на том, что, во-первых, требуется знать величину стандартного отклонения параметра, которая есть мера разброса значений около среднего, во-вторых, определяется, какому диапазону оцениваемого показателя соответствует данная величина разброса. Полученный диапазон показателя и будет являться максимальной точностью оценки, которая сравнивается с требуемой.

Учитывая, что, согласно техническим требованиям на ТО и Р дизеля КамАЗ-740, требуемая точность регулировки составляет не более 1 мм³, определяется величина изменения параметров неравномерности при изменении цикловой подачи на величину максимальной погрешности измерения от номинальной величины подачи. Согласно техническим условиям на ТО и Р дизеля оценка угла опережения впрыска должна производиться с погрешностью не более 1 град. пкв. Определяется величина изменения параметров неравномерности при изменении угла опережения впрыска на значение максимальной погрешности измерения от номинального угла впрыска.

Результаты проведенных исследований подтвердили гипотезу о возможности измерения показателей системы питания дизеля: величину цикловой подачи для каждого цилиндра и начального угла опережения впрыска. Для этого требуется знать величину утечек сжатого воздуха из цилиндра. На режиме минимальных оборотов холостого хода $n=600\pm 50$ мин-1 по параметру неравномерности l_1 технически возможно оценить цикловую подачу с точностью до 1мм³. Режим свободного ускорения при максимальной подаче топлива позволяет измерять начальный угол опережения впрыска через параметр неравномерности l_{i+1} с точностью 1 град. пкв.

Регулировочные характеристики по цикловой подаче и углу опережения впрыска представлены на рисунке 3.

Аналитически регулировочные характеристики можно представить в виде следующих зависимостей:

$$l_{i1} = 0,179 q_{\text{цик}}^2 + 21,463 q_{\text{цик}} - 6,279 Q_{\text{воз}} + 0,093 Q_{\text{воз}} q_{\text{цик}} + 1493,825;$$

$$l_{i(i+1)} = 5,141 \varphi_{\text{впр}} - 5,685 Q_{\text{воз}} + 0,470 Q_{\text{воз}} \varphi_{\text{впр}} + 1346,679,$$

где $q_{\text{цик}}$ – величина цикловой подачи, мм³;

$Q_{\text{воз}}$ – величина утечек сжатого воздуха из цилиндра, %;

i – номер цилиндра, в котором требуется регулировка.

Последний этап – разработка практических рекомендаций для оценки выбранных показателей ТНВД по параметрам неравномерности вращения коленвала. Методика измерения цикловой подачи и угла опережения впрыска выражается в виде последовательности правил. Прежде всего, производится диагностирование дизеля по параметрам неравномерности вращения коленвала на режиме минимальных оборотов холостого хода и свободного ускорения.

После получения информации о неисправности ТНВД (несоответствие цикловой подачи или угла опережения впрыска нормативным значениям) принимается решение о необходимости регулировки параметра топливной аппаратуры. Она производится по рекомендациям, изложенным в руководстве по ТО и ремонту автомобиля, после чего осуществляется повторная оценка показателей ТНВД. Следует отметить, что данный алгоритм оценки реализуется на ЭВМ, поэтому трудоемкость определения величин показателей ТНВД невелика.

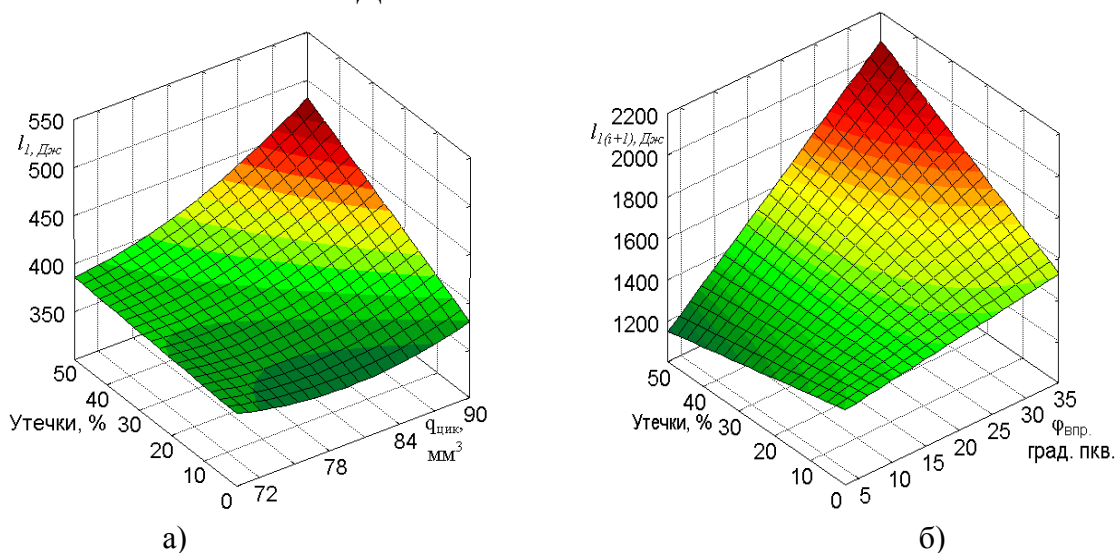


Рис. 3. Регулировочные характеристики цикловой подачи и начального угла опережения впрыска топлива

ЛИТЕРАТУРА

1. Борщенко Я. А., Васильев В. И. Методика синтеза алгоритма постановки диагнозов и определения диагностических нормативов на основе обучаемых деревьев решений // Механика и процессы управления моторно-трансмиссионных систем: Краткие науч. сообщ. всеросс. науч.-технич. конф., Курган, 22-23 мая 2003 г. – Курган, 2003. – С. 218-220.
2. Борщенко Я.А. Разработка метода диагностирования автомобильных дизелей по неравномерности вращения коленчатого вала: Дис. ...канд. техн. наук. – Тюмень, 2003. – 174 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДАННЫХ О РЕЖИМАХ РАБОТЫ АВТОМОБИЛЯ

Бояркин А.В., Яблочкин И.В.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Возможность оперативно получать информацию о местонахождении автомобиля, скорости и режимах движения, параметрах работы двигателя (расходе топлива, температуре охлаждающей жидкости, давлении и уровне масла и т.д.) способствует увеличению эффективности работы транспортного предприятия. Существуют проблемы, связанные с перерасходом горюче-смазочных материалов, несоответствием фактического маршрута плановому, уменьшением ресурса работы двигателя.

Для контроля режимов работы автомобиля целесообразно использовать навигационные системы мониторинга транспорта. Типичная GPS система мониторинга транспорта состоит из трех элементов: бортового контроллера, устанавливаемого на автомобиль, сервера и клиентских рабочих мест. Контроллер представляет собой устройство, содержащие GPS-модуль, модуль сотовой связи, память для хранения информации, а также входы для подключения различных датчиков и выходы для управления внешними устройствами.

Современные системы мониторинга транспорта позволяют:

- отслеживать текущие координаты, направление и скорость движения;
- подключать различные датчики (расхода топлива, открытия дверей и т.д.);
- управлять внешними цепями и устройствами с помощью дискретных выходов;
- передавать полученные данные на сервер посредством GSM канала связи;
- обращаться к данным через Web-страницу с любого компьютера, подключенного к сети Интернет.

Так, для контроля расхода топлива автомобилем необходимо выбрать тип датчика, который наиболее соответствует предъявляемым требованиям (точности измерения, цене, сложности установки и т.д.). В GPS системах мониторинга можно использовать: встроенный датчик расхода топлива, датчик проточного типа, датчик емкостного типа, ультразвуковой датчик, снятие кода с электронного блока управления. После установки датчик расхода топлива подключается к соответствующему входу контроллера (дискретному, цифровому, аналоговому). После тарировки датчика и настройки программного обеспечения система контроля расхода топлива готова к работе.

Аналогично контролю расхода топлива можно отслеживать и режимы работы автомобиля, что позволит в дальнейшем сократить затраты на ТО, увеличить ресурс двигателя и, тем самым, уменьшить расходы на ТР. Для этого необходимо к системе мониторинга подключить ряд датчиков, таких как: датчик нагрузки двигателя, датчики температуры охлаждающей жидкости и масла и т.д.

На основании полученных данных можно выявить влияние режимов эксплуатации двигателей на ресурс моторных масел и более точно скорректировать периодичность замены масла для данного региона.

На рис. 1 приведен пример отображения полученных данных с системы мониторинга транспорта «АвтоГРАФ-GSM» и проточного датчика расхода топлива «VZO-4», установленных на автобусе ПАЗ 32053.

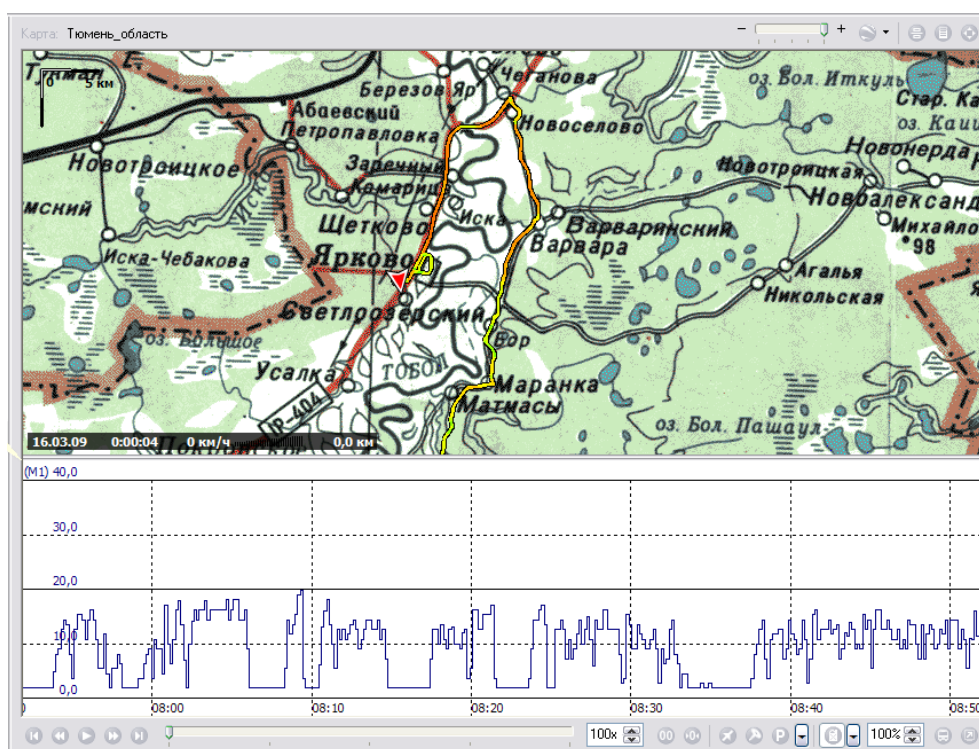


Рис.1. Маршрут движения на карте Тюменской области, график расхода топлива

Данные, полученные с навигационных систем мониторинга транспорта, могут использоваться для изучения режимов работы автомобиля в целом.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

Быков Д.С.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Функционирование транспортной системы неизбежно приводит к потреблению ресурсов из внешней среды. Для эксплуатации автомобиля необходимо иметь достаточный запас топлива, но этим потребление ресурсов не ограничивается. Рано или поздно, наступает момент, когда любое изделие требует технического обслуживания, ремонта или утилизации. Для осуществления технологических процессов ТО и Р автомобилей, в свою очередь, также необходимы ресурсы: смазочные материалы и специальные жидкости, запасные части, расходные материалы, производственные площади, технологическое оборудование, электричество, теплоносители и пр. Их объём зависит от надежности автомобилей, интенсивности и условий эксплуатации.

Поток требований на технические воздействия и ресурсы – последовательность во времени событий, заключающихся в необходимости проведения технических воздействий определенного вида над определенными автомобилями или снабжения транспортной системы ресурсами определенного вида и в определенном количестве.

При отсутствии компенсации или недостаточном ее уровне система регрессирует и переходит в состояние отказа. При избыточном восстановлении увеличивается себестоимость транспортной работы. Для того, чтобы компенсирующее воздействие соответствовало реакции системы, необходимо знать закономерность ее изменения во времени T [1].

$$R = f(T). \quad (1)$$

Закономерности формирования данных потоков относятся к закономерностям типа 6 и их можно описать моделями типа 6 [1].

На реальном предприятии функции компенсирования выполняют такие отделы как: отдел материально-технического снабжения (ОМТС), производственно-технический отдел (ПТО), ремонтно-механическая мастерская (РММ), служба эксплуатации (диспетчерская), отдел главного механика и энергетика (ОГМ и Э), склад, контрольно-технический пункт (КТП) и др. Рассмотрим основные отделы как подсистемы транспортной системы.

Служба эксплуатации. Входящим потоком в данную подсистему является поток заявок на автомобили. Внутри системы формируется поток обслуженных заявок – $\Omega BЗ(t)$, поток сорванных заявок – $\Omega CЗ(t)$, поток отклоненных заявок – $\Omega OЗ(t)$, поток автомобилей в эксплуатации — $\Omega ЭАВТ(t)$.

Производственно-технический отдел. Входящим потоком является поток эксплуатируемых автомобилей. Для эффективного функционирования транспортной системы необходимо своевременно удовлетворять потребность в ресурсах, поэтому на выходе формируются потоки требований на: исправные автомобили – $\Omega_{ПИСП}(t)$, водителей – $\Omega_{ПВ}(t)$, дизельное топливо – $\Omega_{ПДТ}(t)$, бензин – $\Omega_{ПБ}(t)$.

Контрольно-технический пункт. Входящим потоком является поток эксплуатируемых автомобилей, на выходе поток исправных автомобилей и поток автомобилей, требующих проведения технических воздействий i -того вида – $\Omega_{РММi}(t)$.

Ремонтно-механическая мастерская. Поток требований на технические воздействия i -того вида поступает в ремонтно-механическую мастерскую (РММ) и является входящим потоком для данной подсистемы. Внутри системы формируется поток исправных автомобилей, поток обслуживаемых автомобилей – $\Omega_{ОЖi}(t)$ и потоки заявок на некоторые виды материальных ресурсов: новые автомобили – $\Omega_{ПАВТ}(t)$, новые агрегаты – $\Omega_{ПНА}(t)$, запасные части – $\Omega_{ПЗЧ}(t)$, ремонтные материалы – $\Omega_{ПРМ}(t)$, новое технологическое оборудование для ТО и Р – $\Omega_{ПТОБ}(t)$, смазочные материалы – $\Omega_{ПСМ}(t)$, специальные жидкости – $\Omega_{ПСЖ}(t)$, шины – $\Omega_{ПШ}(t)$, аккумуляторы – $\Omega_{ПАКК}(t)$. Также формируются потоки требований на людские ресурсы: ремонтные рабочие k -той квалификации – $\Omega_{Лk}(t)$, подсобно-вспомогательные работники – $\Omega_{ЛПВ}(t)$.

Склад. Для эффективного функционирования технической службы как подсистемы необходимо своевременно удовлетворять потребность в ресурсах. Склад является вспомогательным звеном в технологических процессах транспортной системы. Если рассмотреть склад как подсистему, то на входе в данную подсистему поступает поток заявок на вышеперечисленные ресурсы от различных элементов транспортной системы и поток новых ресурсов – $\Omega_{НОВi}(t)$. На выходе поток неудовлетворенных заявок и текущий запас i -того ресурса на складе – $З_i(t)$, то есть исходный поток уменьшается на величину запаса и увеличивается на величину поступления. Поток неудовлетворенных заявок на i -тый ресурс:

$$\Omega_i^{H3}(t) = \Omega_i^{\Pi}(t) - З_i(t). \quad (2)$$

Запас i -того ресурса на складе:

$$З_i(t) = \Omega_i^{HOB}(t) + З_i(t). \quad (3)$$

ной системы. На входе в данную подсистему поступает поток неудовлетворенных заявок на i -тый ресурс, а на выходе поток поступивших ресурсов, которые направляются на склад или иные подразделения.

Для моделирования каждого потока составляется отдельный алгоритм (подпрограмма) на основе моделей типа 6 [1]. Примерный алгоритм обслуживания заявок транспортной системой представлен на рисунке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Захаров Н.С. Моделирование процессов изменения качества автомобилей. – Тюмень: ТюмГНГУ, 1999. - 127 с.

ДЕРИВАТОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПЛЕНОК ИЗ ТРИАЦЕТАТА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Быкова С.П., Полищук Б.О., Шевелева Н.П.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Частично омыленной триацетатцеллюлозе (ТАЦ) являющейся полимерной основой для производства волокон, пленок, этролов (пластических масс), как известно, свойственна невысокая термостабильность. Это вызывает их ускоренное старение.

Одним из перспективных способов защиты изделий из этого сложного эфира целлюлозы от действия повышенных температур в присутствии кислорода воздуха является введение в тонкую структуру ТАЦ по типу соединений включения специальных веществ, которые способны существенно снизить скорости химических процессов ответственных за деструкцию полимера.

В наших предыдущих публикациях в качестве ингибитора ТАЦ пленок при изотермическом нагреве служил 2-гидрази-3-меркаптохиноксолин (ГМХ). В настоящем сообщении представлена математическая обработка кинетической информации, по которой можно судить о поведении ТАЦ пленок, содержащих ГМХ в условиях дериватографического анализа.

Неизотермическое нагревание модифицированных ТАЦ (МТАЦ) пленок осуществляли на дериватографе Паулик-Паулик-Эрдей (ВНР). Скорость подъема температуры составляла 2; 2,5 и 5 град/мин, чувствительность гальванометров ДТГ=1/10, ДТА=1/5, навеска образца 20-21 мг.

В табл. 1 обобщены основные результаты кинетической оценки термоустойчивости МТАЦ пленок в неизотермических условиях.

Поскольку порядки реакций отличаются друг от друга, следовательно, константы скорости таких реакций имеют разные размерности и поэтому мы их не сравниваем.

Таблица 1

*Результаты расчета кинетических параметров термоокислительной
деструкции МТАЦ пленок*

№ пленки	С _{ГМХ} в пленке, ммоль/кг ТАЦ	Скорость подъема температуры нагрева пленки, град/мин	Температурный интервал, К	Энергия активации E _a термодеструкции пленки, кДж/моль	Порядок реакции n
1	6,45	2	613-636	215,5	0,95
2		5	614-638	268,3	0,97
3	16,44	2	613-636	209,2	0,96
4		5	613-633	219,8	0,96
5	32,67	2,5	613-636	229,3	0,98
6		5	612-636	253,0	0,97

Термогравиметрические зависимости МТАЦ пленок полученные в температурном интервале 273-673 К приведены на рисунке. Из рисунка следует, что минимальная потеря массы МТАЦ пленок имеет место при С_{ГМХ}=6,45 ммоль/кг при скорости подъема температуры равной 5 град/мин.

В нижеследующих табл. 2 и 3 приведены аппроксимирующие соотношения убыли массы в зависимости от температуры и продолжительности неизотермического нагрева соответственно.

Действие 2-гидразил-3-меркаптохиноксолина как термостабилизатора ТАЦ пленок, по-видимому, обусловлено наличием в его химической структуре подвижных атомов водорода гидразильной группы -NH-NH₂, которые способны дезактивировать высокоактивные перекисные макрорадикалы, образующиеся в процессе термоокисления. Это, в свою, очередь предотвращает отрыв водородных атомов от молекулы полимера. Указанный защитный эффект ГМХ усиливается антиоксидантным механизмом торможения термоокислительных реакций, который, как известно, характерен для соединений содержащих меркаптогруппу -SH.

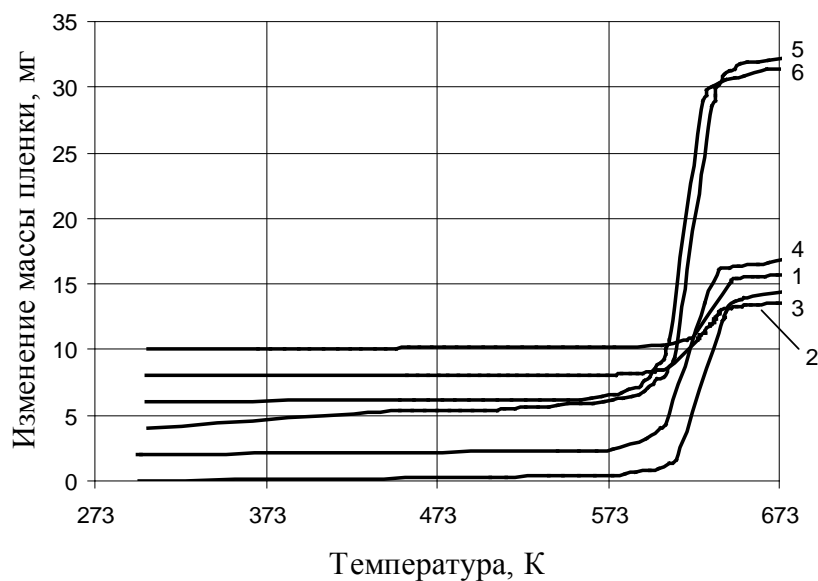


Рис. Влияние ГМХ на изменение массы МТАЦ пленок, подвергнутых неізотермическому нагреву:
 1,2 - пленки, содержащие 6,45 ммоль/кг ТАЦ; 3,4 - пленки, содержащие 16,44 ммоль/кг ТАЦ; 5,6 - пленки, содержащие 32,67 ммоль/кг ТАЦ

Таблица 2
 Влияние температуры неізотермического нагрева на убыль массы МТАЦ пленок

№ пленки	С _{ГМХ} в пленке, ммоль/кг ТАЦ	Температурный интервал t, °С	Аппроксимирующая зависимость $\Delta m = f(t)$	R ²
1	6,45	30-400	$\Delta m = - \frac{0,12}{46,67^{-1} + 0,03 \cdot 0,91^{t-350,62}}$	0,98
2		30-400	$\Delta m = - \frac{0,13}{46,71^{-1} + 0,09 \cdot 0,92^{t-350,31}}$	0,94
3	16,44	25-400	$\Delta m = - \frac{0,33}{46,89^{-1} + 0,05 \cdot 0,91^{t-350,84}}$	0,98
4		25-400	$\Delta m = - \frac{0,32}{46,86^{-1} + 0,02 \cdot 0,92^{t-350,69}}$	0,95
5	32,67	30-400	$\Delta m = - \frac{0,6}{47,44^{-1} + 0,02 \cdot 0,90^{t-350,56}}$	0,97
6		30-400	$\Delta m = - \frac{0,55}{47,44^{-1} + 0,02 \cdot 0,90^{t-350,56}}$	0,97

Таблица 3

Изменение массы МТАЦ пленок от времени неизотермического нагрева

№ образца	С _{ГМХ} в пленке, ммоль/кг ТАЦ	Временной интервал τ , мин	Аппроксимирующая зависимость $\Delta m=f(\tau)$	R ²
1	6,45	15-204	$\Delta m = - \frac{0,23}{24,56^{-1} + 0,02 \cdot 0,82^{\tau-180,73}}$	0,98
2		6-82	$\Delta m = - \frac{0,6}{10,29^{-1} + 0,34 \cdot 0,67^{\tau-70,57}}$	0,94
3	16,44	13-208	$\Delta m = - \frac{0,92}{16,61^{-1} + 0,0005 \cdot 0,83^{\tau-206,02}}$	0,98
4		5-84	$\Delta m = - \frac{1,40}{11,46^{-1} + 0,05 \cdot 0,69^{\tau-72,78}}$	0,92
5	32,67	12-160	$\Delta m = - \frac{0,96}{36,06^{-1} + 0,005 \cdot 0,79^{\tau-156,71}}$	0,97
6		6-85	$\Delta m = - \frac{3,16}{8,32^{-1} + 0,001 \cdot 0,59^{\tau-78,17}}$	0,97

СИСТЕМА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН В УСЛОВИЯХ РАЗРЕЗА «ШЕСТАКИ»

Власов Ю.А., Пономарева О.В., Саркисов Ю.С., Тищенко Н.Т.

*Томский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Томск*

Тузовский А.И.

ОАО «Разрез Шестаки», г. Гурьевск

Эксплуатация транспортно-технологических машин, работающих в карьерах на открытых разработках полезных ископаемых, сопряжена с высокой концентрацией пыли в окружающем воздухе. Попадание частиц пыли в работающее масло приводит к повышенному абразивному изнашиванию деталей трибосопряжений, и, как следствие, к снижению долговечности двигателей внутреннего сгорания (ДВС) или агрегатов с замкнутой системой смазки. К числу основных факторов, влияющих на износ деталей, можно отнести: холодный запуск двигателей и несоблюдение оптимального температурного режима; неисправности систем очистки воздуха и масла; применение несоответствующих горючесмазочных материалов; несвоевременное техническое обслуживание систем питания; неквалифицированное управление машиной; использование машины не по назначению [1, 2]. Анализ работы различных транспортно-технологических машин позволяет сделать вывод о том, что большую часть времени силовые

установки работают с повышенной нагрузкой. Процент работы под нагрузкой от общего времени работы для двигателя бульдозера составляет 65...75, фронтального погрузчика – 70...80, автогрейдера – 55...65 [1].

Заводы-изготовители ведут непрерывное совершенствование силовых установок, предназначенных для обеспечения высокой эффективности очистки воздуха, обеспечения оптимального температурного режима, использования высокопрочных и износостойких материалов, совершенствования технологии их производства и т.д. Однако использование современных конструкций и высоких технологических показателей невозможно без грамотно поставленной технической эксплуатации машин.

Важным направлением по существенному повышению производительности труда, сокращению затрат на содержание и эксплуатацию транспортно-технологических машин в условиях ресурсных ограничений, является совершенствование технологических процессов, в том числе процесса диагностирования.

В настоящее время известен ряд методов диагностики агрегатов, имеющих свои преимущества и недостатки. Одним из таких методов является диагностика по анализу работающего масла. Эта диагностика не является универсальной и не заменяет полностью другие виды диагностики. Однако главным преимуществом этой диагностики является то, что она позволяет оценить качество работающего масла с точки зрения влияния его на долговечность работы агрегата. Таким образом, с внедрением современных методов диагностирования силовых агрегатов транспортно-технологических машин по анализу масла решаются в определенной степени два важных вопроса – своевременное устранение ряда технических неисправностей диагностируемых агрегатов и своевременная замена работающего масла, отрицательно влияющего на долговечность.

На разрезе «Шестаки» Кемеровской области в эксплуатации находится парк машин большой грузоподъемности с гидромеханической трансмиссией Белорусского автозавода, тракторно-бульдозерная техника и технологический транспорт. В частности – самосвалы БелАЗ-7547, БелАЗ-7548, БелАЗ-7555В, а также землеройные машины: бульдозеры марок Т-130, Т-170, Т-25, Komatsu D-355, автогрейдеры ДЗ-98 и другие машины.

Проведенные исследования статистики отказов за последние три года выявили процентное содержание отказов агрегатов транспортно-технологических машин. Отказы можно распределить по группам, основную долю которых составляют агрегаты с замкнутой системой смазки: двигатели внутреннего сгорания – 40%; трансмиссия – 25%; тормозная система – 7%; рулевое управление – 4%; гидравлическая система – 2%; электрооборудование – 5%; шасси – 17%.

На основе комплексного характера информации работающего масла появилась возможность создавать высокоэффективные системы эксплуатационного контроля и управления надежностью и экономичностью ма-

шин и механизмов в условиях разреза «Шестаки». Известно [2...5], что при применении таких систем долговечность двигателей увеличивается на 30-40%, ресурс механических передач возрастает до 50%, экономия топлива достигает порядка 4..5%, а масла до 30%, что в свою очередь благоприятно сказывается на решении экологических проблем.

Информация, полученная при помощи параметров работающего масла, позволяет с высокой достоверностью оценить техническое состояние узла или группы деталей в целом, но не может дать конкретной информации о месте нарушения неисправности. Эту задачу можно решить с применением методов инструментальной диагностики, что нарушает в определенной степени принцип безразборного подхода к оценке работоспособности.

В настоящее время инструментальная диагностика на разрезе включает набор приборов и специального оборудования: профессиональный инструмент фирмы STAHLWILLE (Германия), тестер тормозной жидкости, рефрактометр, мультиметр, компрессометр, неконтактный инфракрасный термометр (пирометр), дымомер ИНФРАКАР-Д, эндоскоп, включающий осветитель, стробоскоп дизельный, гидротестер и другое оборудование.

Данные приборы значительно улучшили работу службы диагностики разреза «Шестаки». Однако, как отмечалось выше, инструментальный контроль дополняет информацию о состоянии машины, а наибольшая эффективность диагностирования достигается внедрением системы контроля и управления надежностью агрегатов машин по параметрам масла (СКУНА ПМ).

Материально-технической базой СКУНА ПМ на ОАО «Разрез Шестаки» является лаборатория физико-химических и спектральных методов анализа. Лаборатория осуществляет комплексное решение вопросов диагностики агрегатов машин, определение пригодности работающего масла к дальнейшей эксплуатации, нахождение и устранение причин, приводящих к снижению долговечности силовых агрегатов и увеличению расхода топлива и смазочного материала. Кроме того, лаборатория осуществляет контроль и несет ответственность за качество поступающих свежих нефтепродуктов (моторные и трансмиссионные масла, смазочные материалы, а также топливо и рабочие жидкости), поступающих на предприятие.

Для организации контроля пригодности работающего масла к дальнейшей эксплуатации, а также для диагностики двигателей и агрегатов трансмиссии выбраны следующие параметры, по которым определяют качество работающего масла: негорючие механические примеси в масле; температура вспышки масла; наличие воды в масле; наличие водорастворимых кислот; водородный показатель; щелочное число.

Для определения качества топлива определяют фактическое содержание смол в топливе и его фракционный состав.

Диагностика технического состояния силовых агрегатов методом спектрального анализа масла на фотоэлектрической установке МФС-7 производится на основе определения концентрации характерных химических элементов износа в работающем масле.

Общая схема диагностики силового агрегата и контроля качества работающего масла в предприятии выглядит следующим образом. Каждая партия поступающего в предприятие масла подвергается анализу, на основе которого выдается заключение о пригодности его в эксплуатации.

На каждый силовой агрегат (двигатель внутреннего сгорания, гидромеханическая передача, редуктор заднего моста, бортовой редуктор, гидросистема) заведена учетная карточка, в которой отмечаются результаты анализа работающего масла, даты смен масла и пробег при каждой смене масла и его техническое состояние.

Результаты анализа работающего масла с рекомендациями по техническому обслуживанию и списком устраненных неисправностей ежедневно регистрируются в специальном журнале. Результаты анализа свежего масла и топлива регистрируются по мере поступления их на предприятие.

На предприятии составляется карта диагностики на каждое землеройно-транспортное средство, в которой фиксируются все диагностические параметры машины, также ведется учет расхода горюче-смазочных материалов. Ведется документация по контролю состояния спидометров (мотосчетчиков), журнал дымности, талон токсичности, справка о работе службы диагностики, составляется отчет лаборатории и технологическая карта ремонтных работ.

Системный контроль работающего масла отобранного из двигателей, гидромеханических передач, редукторов заднего моста автосамосвалов БелАЗ, от количества выполненных анализов проб в лабораториях физико-химического и спектрального анализа, позволяет выявлять не менее 15% неисправностей, не прибегая к разбору агрегата. По тракторно-бульдозерному парку машин процент выявленных неисправностей от количества выполненных анализов составил 19%.

Очевидно, что совершенствование организации службы инструментального диагностирования машин, а также внедрение системы контроля и управления надежности по параметрам работающего масла на разрезе «Шестаки» позволяет на ранних стадиях предупреждать возникновения неисправностей и предотвращать дорогостоящий ремонт силовых агрегатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Двигатели внутреннего сгорания. Конструирование и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей / Под ред. А.С. Орлина и М.Г. Круглова. М.: Машиностроение, 1984. – 383 с.
2. Соколов А.И., Тищенко Н.Т., Аметов В.А. Оценка работоспособности машин

по параметрам работающего масла: Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1991. – 200 с.

3. Соколов А.И., Тищенко Н.Т. Применение эмиссионного спектрального анализа масла для оценки износа и свойств работающего масла. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та, 1979. – 208 с.

4. Концепция обеспечения эффективности использования трибосистем при эксплуатации транспортных машин / В.А. Аметов, Ю.С. Саркисов, М.К. Беляев. Материалы региональной научной конференции. Томск: Изд-во Томск. гос. архит. строит. ун-та, 2004, с. 92-94.

5. Физико-химическая механика и процессы управления трибосистемами транспортных машин / Ю.С. Саркисов, В.А. Аметов, Н.С. Елугачева, Е.Н. Спирин // Вестник машиностроения, №1, 2004, с. 25-29.

МЕТОД ОЦЕНКИ РАБОТАЮЩЕГО МАСЛА ПО ИНТЕНСИВНОСТИ СВЕЧЕНИЯ В ВЫСОКОВОЛЬТНОМ ТЛЕЮЩЕМ РАЗРЯДЕ

Власов Ю.А., Саркисов Ю.С., Гильц В.О., Пономарева О.В.

*Томский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Томск*

Тузовский А.И.

ОАО «Разрез Шестаки», г. Гурьевск

Долговечность машин и механизмов в значительной степени зависит от качества смазочного материала, обеспечивающего снижение нагрузки на трущиеся поверхности и отводящего избыточное тепло. В процессе работы смазочный материал испытывает изменения, которые могут оказывать существенное влияние на долговечность и надежность механизма. По мере выработки ресурса в смазочном материале накапливаются продукты износа механизма в виде механических и химических примесей, а также продукты, связанные с деградацией самого смазочного материала (полимеризация, расщепление, окисление и т.п.). Контроль степени выработки смазочного материала позволяет производить его замену в оптимальные сроки, что позволяет заметно снизить эксплуатационные расходы. В связи с этим повышение эффективности соответствующих способов контроля является актуальной задачей.

Известен ряд способов оценки степени ресурса работающего масла, который можно разделить на группы: физико-химические, спектрального анализа, радиоактивных изотопов и феррографии.

Наиболее известный способ оценки смазочного материала – метод спектрального анализа [1]. Согласно этому способу в качестве источника возбуждения используется индуктивно связанная плазма. Данный метод

обладает низкой производительностью и длительностью времени на приготовление проб масла.

Эмиссионный спектральный анализ масла по технической сущности близок к спектральному анализу [2]. Данный метод включает помещение пробы исследуемого масла в область электрического разряда с дальнейшей аппаратной регистрацией свечения разряда и алгоритмической обработкой информации. Этот метод имеет ряд недостатков: низкая производительность при наличии большого парка подконтрольных транспортно-технологических машин, воздействие вредных факторов (генерация озона, ультрафиолетовое излучение, выброс продуктов сгорания) при оценке степени выработки ресурса смазочного материала.

Оценка работающего масла по интенсивности свечения, предлагаемая к рассмотрению в данной работе, технически близка способам контроля, выполняемым методом спектрального анализа масла.

Основная задача исследуемого метода оценки смазочного материала в высоковольтном тлеющем разряде [3] – повышение производительности и эффективности контроля степени выработки ресурса этого материала. Повышение экспрессности диагностирования сопровождается со снижением интенсивности воздействия вредных факторов.

Технический результат диагностирования качественных характеристик работающего масла достигается тем, что при осуществлении способа оценки ресурса смазочного материала, пробу материала помещают в область высоковольтного тлеющего разряда, регистрируют свечение разряда и обрабатывают зарегистрированную информацию. Для осуществления данного способа контроля, смазочным материалом пропитывается капиллярно-пористый носитель (например, бумажный фильтроэлемент), причем, алгоритмическая обработка информации основана на одновременной сравнительной интенсивности свечения диагностируемого и эталонного масла, свечение проб масла регистрируется путем цифрового фотографирования, и, полученные изображения заносятся в базу данных компьютера в виде цифрового файла. Возможность такого технического решения подтверждается следующими сведениями.

Помещение пробы смазочного материала в область поверхностного тлеющего высоковольтного разряда обеспечивает его взаимодействие с электрическим полем. Взаимодействие происходит в области воздушной границы исследуемого смазочного материала в присутствии его паров, при этом характер ионизации определяется наличием в парах, как исходных компонентов смазочного материала, так и комплекса компонентов, накопившихся в процессе работы. Концентрация накопившихся компонентов монотонно зависит от степени выработки ресурса смазочного материала. Базовую составляющую регистрации способа определяет экспериментально установленная зависимость, связывающая пространственное распреде-

ление интенсивности свечения разряда и его усредненную спектральную характеристику от концентрации накопившихся компонентов.

Внедрение исследуемого смазочного материала в слой капиллярно-пористого материала предотвращает его вытеснение из области разряда ионным ветром, обеспечивая возможность фотографической регистрации свечения разряда в присутствии исследуемого смазочного материала.

Фотографирование области разряда и запись изображения в виде цифрового файла обеспечивают регистрацию двумерной картины распределения интенсивности свечения (рис. 1), используемой для последующей алгоритмической обработки. Цифровое фотографирование выполняет также функцию усреднения спектральной характеристики свечения по трем основным составляющим видимого спектра: красной, синей и зеленой. Выбор для дальнейшей алгоритмической обработки зеленой составляющей сделан на основании экспериментальных наблюдений. Распределение яркости зеленой составляющей наиболее чувствительно к присутствию в области разряда компонентов исследуемого смазочного материала. Распределение яркости красной и синей составляющих в основном определяется присутствием атмосферных газов и слабо зависит от присутствия исследуемого смазочного материала.

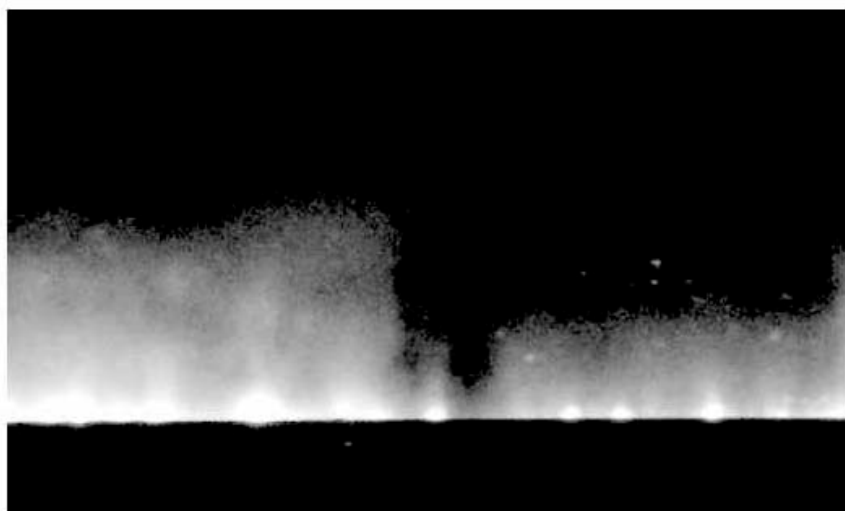


Рис. 1. Пример фотографической регистрации свечения тлеющего разряда для двух образцов смазочного материала

Выбор закона спада интенсивности свечения по мере увеличения расстояния от кромки электрода в качестве критерия степени выработки ресурса смазочного материала также обоснован экспериментальными наблюдениями. Установлено, что крутизна спада интенсивности свечения монотонно связана с концентрацией накопившихся в процессе работы компонентов. В целом закон спада интенсивности имеет сложный характер, обусловленный уменьшением напряженности электрического поля, а также зависящих от этого факторов: интенсивности инжекции молекул ис-

следуемого материала в область разряда, степени их ионизации, баланса излучения и поглощения света и т.п. При всей указанной сложности достаточно приемлемой для практики аппроксимацией является линейный закон спада интенсивности.

Помещение в область разряда наряду с пробой исследуемого смазочного материала пробы чистого смазочного материала идентичной марки обеспечивает однозначность получаемых результатов, поскольку оценки для двух проб одинаково подвержены влиянию внешних дестабилизирующих факторов: температуры, влажности, напряжения питания и т.п. При одновременной аппаратной регистрации и сравнительной алгоритмической обработке зарегистрированной информации результаты влияния дестабилизирующих факторов взаимно компенсируются. Таким образом, различие в законах спада интенсивности свечения служит такой мерой степени выработки ресурса, которая не зависит от внешних условий. Кроме того, выбор указанного различия в качестве меры обеспечивает проведение измерений в относительных единицах и исключает необходимость абсолютной калибровки при осуществлении предлагаемого способа, что повышает производительность.

Повышение контрастности визуализированного изображения свечения двух проб смазочного материала обеспечивает получение дискретных границ в градациях яркости, причем координаты указанных границ связаны с численными характеристиками законов спада интенсивности свечения. Отношение расстояний между указанными границами и кромкой пластинчатого электрода равно отношению численных коэффициентов, характеризующих законы спада интенсивности. В связи с этим данное отношение принимают за меру степени выработки ресурса смазочного материала, определяемую, как указано выше, по концентрации накопившихся компонентов.

Подготовка одной пробы, аппаратная регистрация и алгоритмическая обработка по предлагаемому способу занимают не более 3...5 минут, а низкая интенсивность генерации озона и ультрафиолетового излучения наряду с полным отсутствием выброса продуктов горения уменьшают воздействие вредных факторов, что обеспечивает высокую производительность и экологическую безопасность персонала.

Предлагаемая оценка контроля работающего смазочного материала агрегатов транспортно-технологических машин в настоящее время находится на стадии апробации. Однако есть предположение, что возможности данного метода соответствуют всем концептуальным признакам средств экспресс-диагностики [4], его универсальности и по возможности обеспечивать оценку двух-трех показателей при проведении одного анализа.

Критерием выбора метода оценки работающего масла в высоковольтном тлеющем разряде являются физико-химические методы контроля, положенные в основу проверки конкретных свойств масла.

Обеспечение однозначного и достоверного распознавания фактического состояния масла должно выявлять такие отклонения как наличие воды, топлива, абразивных и металлических частиц, а также окисление масла.

Для решения этой задачи по заказу ОАО «Разрез Шестаки» в настоящее время проводится комплекс исследований, который позволит установить количественные диагностические показатели свойств работающего масла. Ниже, в качестве примера приведены результаты некоторых лабораторных исследований оценки масла в тлеющем разряде.

Для отработки возможностей данного метода моторное масло М-8В искусственно загрязнялось водой и бензином разным процентным соотношением (таблицы 1 и 2).

Таблица 1

Зависимость интенсивности свечения масла М-8В от содержания воды

Содержание H ₂ O, %	R (красный)	G (зеленый)	B (синий)
1	0,65	0,527	0,76
2	0,767	0,727	0,869
2,5	1,254	1,164	1,053

Таблица 2

Зависимость интенсивности свечения масла М-8В от содержания бензина

Содержание бензина А-80, %	R (красный)	G (зеленый)	B (синий)
1	0,917	1,044	1,259
4	1,074	1,107	1,279
5	1,27	1,052	1,402

Алгоритмическая обработка одной пробы масла проводит не менее пяти измерений с выводом среднего значения в качестве результирующего. Из таблиц 1 и 2 видно, что с ростом загрязнителей в масле М-8В интенсивность свечения изменяется.

Аналитические зависимости между работоспособным и предельным состоянием смазочного материала и состоянием диагностируемого агрегата позволят расширить возможности данного метода оценки из принципа «проверяю, что могу» в принцип «выявляю, что надо», и, соответственно, изменения такого принципа позволят создать приборы экспресс-диагностики нового поколения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов А.И., Тищенко Н.Т., Аметов В.А. Оценка работоспособности машин по параметрам работающего масла: Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томск. ун-та,

1991. – 200 с.

2. Соколов А.И., Тищенко Н.Т. Применение эмиссионного спектрального анализа масла для оценки износа и свойств работающего масла. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1979. – 208 с.

3. Патент РФ №2305274 от 27.08.2007 г. Способ оценки степени выработки ресурса смазочного материала.

4. Гурьянов Ю.А. Концепция разработки портативных средств экспресс-диагностики двигателя по состоянию моторного масла. – Химия и технология топлив и масел, №6, 2007, с. 23 – 27.

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ГИДРОСИСТЕМ ПО ПАРАМЕТРАМ РАБОТАЮЩЕГО МАСЛА

Власов Ю.А., Саркисов Ю.С., Тищенко Н.Т., Пономарева О.В.

*Томский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Томск*

Тузовский А.И.

ОАО «Разрез Шестаки», г. Гурьевск

Работа узлов и агрегатов гидравлических систем транспортно-технологических машин в идеальных условиях представляет собой согласованный процесс взаимодействия узлов и механизмов без каких-либо серьёзных нарушений и незапланированных отказов. На практике такие идеальные условия достижимы только в стерильных лабораториях. Переменные нагрузки, сильная запылённость окружающей среды, широкий диапазон изменения температуры, непредвиденные ситуации, возникающие из-за неопытности начинающего машиниста, – это далеко не полный перечень ситуаций, в которые попадают при работе транспортно-технологических машины.

Эффективная эксплуатация гидрофицированной техники, имеет свои особенности. Необходимо учитывать, что надёжность и стабильность работ гидроаппаратуры находится в прямой зависимости от вязкости рабочей жидкости. В зимнее время года, когда температура окружающего воздуха может опускаться до -30°C , ситуация усугубляется повышением вязкости масла, затвердеванием и увеличением хрупкости резиновых пыльников, манжет и уплотнений. Из-за значительного повышения вязкости масла может происходить разрыв жидкостного потока, возникать явление кавитации и др. Значительно ухудшается всасывающая способность насосов. Также возрастает сопротивление в трубопроводах, что ведёт к снижению КПД. При длительных остановках машины в зимний период происходит конденсирование влаги в баке, уже один процент содержания которой ускоряет образование пены.

Анализ работы [6] различных транспортно-технологических машин позволяет сделать вывод о том, что большую часть времени силовые установки работают с повышенной нагрузкой. При этом основное время производственного процесса занимают наиболее энергоемкие операции. Например, резание и перемещение грунта бульдозером занимают 60...70% всего времени работы, а набор грунта и передвижение с груженым ковшом фронтального погрузчика – 45...50%. Напряженность работы гидравлической системы характеризуется: продолжительностью работы под нагрузкой, распределением времени по операциям технологического цикла, числом включений основных механизмов машины. Кроме того, за время выполнения технологической операции характер нагрузки непостоянен. Это обусловлено тем, что энергозатраты, необходимые для преодоления сопротивления перемещению рабочего органа изменяются во времени. Это приводит к динамическому возрастанию удельных нагрузок в трибосопряжениях. На этот процесс также оказывает влияние неоднородность разрабатываемых грунтов и материалов, изменение рельефа рабочего участка, субъективные качества машиниста, техническое состояние машины, погодные условия и т.д. Влияние этих факторов носит случайный характер. Изменение нагрузки вызывает изменение в работе всех элементов гидросистемы.

По существующим ремонтным нормативам все элементы машины, и гидрооборудования в том числе, имеют гарантированный срок службы. Тем не менее, во время эксплуатации гидрофицированной машины регулярно происходят случаи преждевременного выхода из строя каких-либо деталей гидравлического привода. Основные виды отказов по частоте появления можно выстроить в следующий ряд: выход из строя насосов из-за разрушения внутренних элементов конструкции и нарушения герметичности уплотнений по валу; нарушение герметичности уплотнений по штокам цилиндров или поломка проушины цилиндра; отказ переключающих клапанов (заклинивание золотников, поломка возвратных пружин, разрушение элементов корпуса, отказ привода управления); прекращение нормальной работы гидродвигателей (недопустимое снижение производительности, утечки масла по уплотнениям валов); утечки из шлангов силовых и вспомогательных магистралей и другие виды неисправностей.

В таблице 1 приведена статистика отказов по автоколонне №1 в ОАО «Разрез Шестаки», на примере автосамосвалов БелАЗ-7548 и БелАЗ-7555.

Важным направлением по сокращению затрат на содержание и эксплуатацию транспортно-технологических машин в условиях ресурсных ограничений, имеющихся на транспорте, является совершенствование технологических процессов обслуживания и ремонта, в том числе процесса диагностирования.

Диагностика по параметрам работающего масла (ПРМ) позволяет своевременно обнаруживать неисправность тех узлов силового агрегата, от

технического состояния которых зависит не только долговечность последнего, но и расход горюче-смазочных материалов.

Таблица 1

Статистика отказов автосамосвалов

Наименование агрегата	Количество отказов, %	
	БелАЗ-7555	БелАЗ-7548
Двигатели внутреннего сгорания	10,5	26,3
Электрооборудование	3	6,6
Гидромеханические передачи	24	12,4
Редуктор заднего моста	6,7	2,6
Шины и их элементы	13,5	12,4
Гидросистема	15,9	8,5
Элементы ходовой части трансмиссии	18	17,5
Прочие	8,4	13,7
Всего	100	100

Комплексный характер информации работающего масла позволяет создавать высокоэффективные системы эксплуатационного контроля и управления надежностью и экономичностью машин и механизмов.

Информация, полученная при помощи параметров работающего масла, позволяет с высокой достоверностью оценить техническое состояние узла или группы деталей в целом, но не может дать конкретной информации о месте нарушения неисправности. Эту задачу можно решить с применением методов инструментальной диагностики, что нарушает в определенной степени принцип безразборного подхода к оценке работоспособности и усложняет исследования по параметрам работающего масла.

Однако применение инструментальных методов (например, использование гидротестера) позволяет значительно повысить эффективность метода ПРМ, поскольку в любых случаях устранение неисправности связано с разборкой соответствующего узла или группы деталей. Именно в этом случае может помочь инструментальная диагностика, она значительно облегчает поиск места неисправности, что соответственно сокращает время на ремонт.

Применение методов эмиссионного спектрального анализа масла и физико-химических показателей свойств и состояний масла, с целью выявления комплексной информации о состоянии агрегатов с замкнутой системой смазки, в настоящее время достаточно хорошо освещено в ряде работ [1, 2]. В связи с этим целесообразно такие методы использовать для определения технического состояния гидравлических систем самосвалов БелАЗ в условиях ОАО «Разрез Шестаки», входящего в группу предприятий ЗАО «Стройсервис» Кемеровской области.

Возможности применения эмиссионного спектрального анализа масла для диагностики гидравлических систем автосамосвалов БелАЗ-7555 - 7547 грузоподъемностью 55 и 45 тонн в настоящее время мало исследованы. Это объясняется сложностью постановки диагноза конкретным «по-

дозрительным» узлам в связи с многообразием и однотипностью их и наличием сложной разветвлённой сети гидравлических магистралей.

Однако разработка данного вопроса может опираться на имеющуюся базу, работы, посвященные в той или иной мере теоретическим предположкам по этому вопросу, рассмотрены в литературе [1...5].

Величина диагностического параметра с целью диагностики гидросистем методом ЭСАМ устанавливалась по результатам спектрального анализа массового отбора масла гидросистем исправных и неисправных двигателей. Было отобрано 84 пробы гидравлического масла ВМГЗ от автосамосвалов БелАЗ и других транспортно-технологических машин.

По элементам-индикаторам износа (Fe, Pb, Cu, Al, Sn) определялось техническое состояние деталей и узлов гидросистемы без его разборки, Si – индикатор атмосферной пыли.

Оперативный контроль системы «гидроагрегат – масло» с использованием фотоэлектрической установки типа МФС, предлагается реализовать в ОАО «Разрез Шестаки» совместно с кафедрой «Автомобили и тракторы» Томского государственного архитектурно-строительного университета. Для более эффективного контроля системы и сокращения времени расчета на корректировку результатов была разработана математическая программа, которая позволила в автоматическом режиме корректировать основные диагностические параметры, в зависимости от последующих анализов проб масла. Результаты автоматизированного расчета номинальных и предельно-допустимых значений диагностических показателей масла представлены в таблице 2.

Таблица 2

Диагностические параметры гидросистемы

Диагностические параметры	Концентрация, г/г	
	номинальные значения	предельные значения
Fe	13	84
Pb	8	37
Cu	42	225
Sn	4	8
Al	24	131
Si,	21	125

Оценка пригодности масла осуществлялась путем диагностики его состояния по так называемым предельным или браковочным показателям.

Анализ масел, как правило, выполняется по стандартным методикам и предусматривает определение следующих количественных характеристик. Исследования [6] физико-химических свойств рабочей жидкости показали, что значительного изменения в структуре масла не происходит. Выход из строя основных агрегатов гидравлических приводов происходит по причине абразивного износа сопряженных деталей. Основными критериями предельного состояния рабочих жидкостей, являются содержание механических примесей и воды.

Требования для рабочих жидкостей гидравлических систем особенно высоки по содержанию механических примесей. Они не должны превышать 14 кл. по ГОСТ 17216-2001 или 0,063% по массе. Содержание воды в рабочих жидкостях не должно превышать 0,1%. Как правило, другие показатели этих смазочных материалов, в том числе и вязкость, практически не меняются.

При удалении механических примесей и воды гидравлические масла восстанавливают свои противоизносные свойства, что делает возможным их повторное использование.

В соответствии с работой [7] достоверность постановки диагноза технического состояния силовых агрегатов зависит от ошибок 1-го и 2-го рода. Ошибки 1-го рода задаются лабораторным оборудованием и, поэтому, являются несущественными. Ошибки 2-го рода обусловлены качеством отбора пробы масла, осадков и, поэтому, являются определяющими. Внедрение диагностики агрегатов гидравлических систем самосвалов БелАЗ большой грузоподъемности и других транспортно-технологических машин по параметрам работающего масла позволит сократить затраты на ремонт и содержание гидросистем парка машин, улучшит ремонтную технологичность, сократит время внепланового простоя. В свою очередь, достоверность диагностирования составляет не ниже 85% в среднем по парку, что соответствует II категории точности и удовлетворяет работе диагностической службы для транспортных средств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов А.И., Тищенко Н.Т., Аметов В.А. Оценка работоспособности машин по параметрам работающего масла: Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1991. – 200 с.
2. Венцель С.В. Смазка и долговечность двигателей внутреннего сгорания. – Киев: Техніка, 1977. – 207 с.
3. Соколов А.И., Тищенко Н.Т. Применение эмиссионного спектрального анализа масла для оценки износа и свойств работающего масла. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1979. – 208 с.
4. Методика комплексной оценки эксплуатационных свойств моторных масел с присадками, улучшающими их триботехнические характеристики / В.А. Аметов, С.А. Ларионов, Ю.С. Саркисов и др. // Сб. науч. трудов лесотехнич. ин-та ТГАСУ. – Томск: Изд-во ТГАСУ, 2000, с. 56-62.
5. Физико-химическая механика и процессы управления трибосистемами транспортных машин / Ю.С. Саркисов, В.А. Аметов, Н.С. Елугачева, Е.Н. Спирин // Вестник машиностроения, №1, 2004, с. 25-29.
6. Розентуль А.П. Совершенствование системы технического обслуживания гидравлических буровых станков при низких температурах. Дис. ...канд. техн. наук. – Нерюнгри: Технический институт (филиал) Якутского государственного университета, 2004. – 169 с.
7. Сергеев А.Г. Точность и достоверность диагностики автомобилей. – М.: Транспорт, 1980. – 188 с.

О НЕОБХОДИМОСТИ УЧЕТА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ТРУДОЕМКОСТИ ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА

Григорьян Е.А., Евтина Г.С., Кунгурова А.П.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

В условиях конкуренции транспортного предприятия эффективная и качественная деятельность зависит не только от результатов перевозочной работы, но и от организации технического обслуживания и ремонта автомобилей.

На автотранспортных предприятиях Западно-Сибирского нефтегазового комплекса часто на первый план ставится вопрос о бесперебойной работе автомобилей, так как потери от простоев основного производства из-за отсутствия автомобильной техники достаточно высокие. Для сокращения этих простоев необходимо не только своевременное и качественное проведение ТО, но и быстрое и качественное выполнение работ по текущему ремонту автомобиля.

Текущий ремонт предназначен для устранения отказов и неисправностей, возникающих в процессе его эксплуатации до капитального ремонта. Целями текущего ремонта автомобиля являются обеспечение его надежности, безопасность использования подвижного состава и снижение себестоимости единицы транспортной работы АТП благодаря уменьшению той части себестоимости, которая образуется за счет затрат на текущий ремонт, а также расходов связанных с простоем автомобиля в ТР и с вынужденным возвращением его с линии [1].

На автотранспортных предприятиях материальные затраты и расход трудовых ресурсов на текущий ремонт достаточно велики. Поэтому сравнительно небольшое в процентном соотношении снижение издержек на текущий ремонт в итоге может дать значительный эффект снижения трудоемкости, выражающийся не только в снижении себестоимости работы автотранспорта, но и в уменьшении числа рабочих, занятых в этом виде ремонта.

Определение потребности в трудовых ресурсах – одно из важнейших направлений планирования, позволяющее установить на заданный период времени качественный и количественный состав персонала. Рациональное планирование потребности в них ведет к повышению эффективности использования трудовых ресурсов.

На потребность в трудовых ресурсах существенно влияют условия, в которых эксплуатируется подвижной состав. Так наиболее значимым фактором является температура окружающего воздуха нужно отметить необходимость учета этого фактора при планировании.

Условия, при которых эксплуатируется автомобиль, влияют на режимы работы агрегатов и деталей, ускоряя или замедляя изменение пара-

метров их технического состояния. При эксплуатации автомобилей различают: дорожные условия, условия движения, природно-климатические и сезонные условия, условия перевозки.

Значительная часть территории России находится в зонах умеренного, холодного и очень холодного климата. Поэтому наиболее важным фактором являются природно-климатические условия эксплуатации, а именно температура окружающего воздуха. Ее необходимо учитывать при планировании трудоемкости текущего ремонта автомобилей и потребности в трудовых ресурсах.

Интенсивность изнашивания агрегатов автомобиля и, как следствие, общее количество отказов, отнесенных к пробегу, в зависимости от средней температуры окружающего воздуха изменяются по кривой, имеющей минимум, соответствующий оптимальной температуре окружающего воздуха. Соответственно и для каждого агрегата существует оптимальный тепловой режим. Например, минимальный износ двигателя соответствует температуре охлаждающей жидкости 70 – 90 °С. При низких температурах окружающего воздуха тепловой режим нарушается, возрастают пусковые износы, являющиеся следствием неудовлетворительной смазки поверхностей трения [1].

Таким образом, неизбежным и актуальным в условиях Западно-Сибирского региона является изучение влияния низкотемпературных условий эксплуатации на трудоемкость текущего ремонта автомобилей. Следовательно, необходимо повышать эффективность эксплуатации автомобилей путем выявления и практического использования закономерности влияния низких температур окружающего воздуха на трудоемкость текущего ремонта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов/Под ред. Г.В. Крамаренко, - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1983. – 488 с.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ДВИЖЕНИЯ НА НАРАБОТКУ АВТОМОБИЛЕЙ ДО ОТКАЗА

Данильченко М.С.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Долговечность автомобиля и его элементов существенно зависит от условий эксплуатации. Для учета этого влияния разработаны и используются различные методики корректирования нормативов технической эксплуатации. Но переменный характер условий эксплуатации учитывается в этих методиках недостаточно. В то же время трудно найти автомобиль, ра-

ботающий в постоянных условиях. Например, нет автомобилей, эксплуатируемых исключительно в первой категории условий эксплуатации. Кроме того, ряд факторов трудно оценить количественно. Например, наличие прицепа (два варианта: «с прицепом»; «без прицепа»), условия движения (три варианта: «в городе»; «в пригороде»; «за городом»). Такие факторы можно назвать качественными и оценить только долю наработки, реализованной в тех или иных условиях. Результаты выполненных ранее исследований не позволяют разработать методику корректирования нормативов ресурса автомобилей, учитывающую вариацию факторов, оцениваемых качественными признаками.

Для решения задачи корректирования нормативов в зависимости от факторов, оцениваемых качественными признаками, представим i -ю реализацию ресурса в виде суммы

$$L_i = L_1 d_{1,i} + L_2 d_{2,i} + \dots + L_m d_{m,i}$$

или

$$L_i = \sum_{j=1}^m L_j d_{j,i},$$

где L_j – ресурс элемента автомобиля в j -х условиях эксплуатации;
 $d_{j,i}$ – доля наработки i -го элемента в j -х условиях эксплуатации.

Задача сводится к определению численных значений L_1, L_2, \dots, L_m . Для ее решения предложено использовать метод наименьших квадратов. В соответствие с ним составляется система уравнений и решается относительно искомых параметров.

Для экспериментальной проверки предложенной методики были собраны статистические данные о наработках автомобилей КамАЗ, эксплуатируемых в различных условиях, характеризующихся разными долями использования в городе, в пригороде и за городом. Результаты представлены в графическом виде на рис. 1 ... 3.

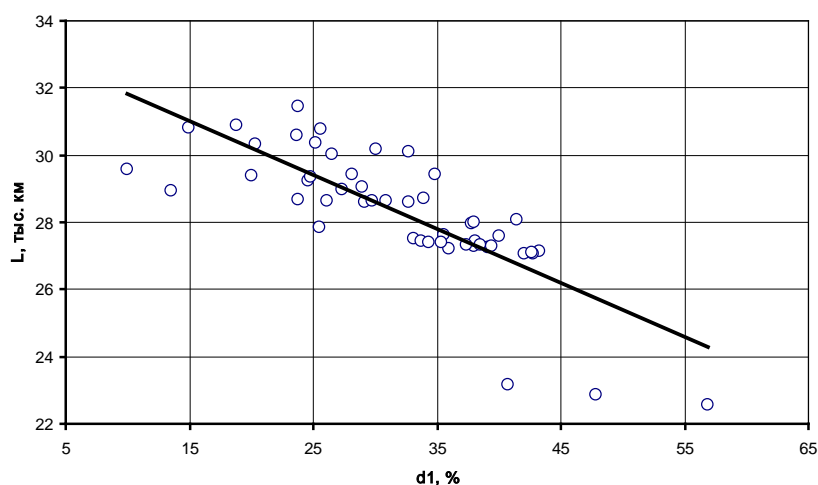


Рис. 1. Влияние доли пробега автомобилей в городе на наработку до отказа

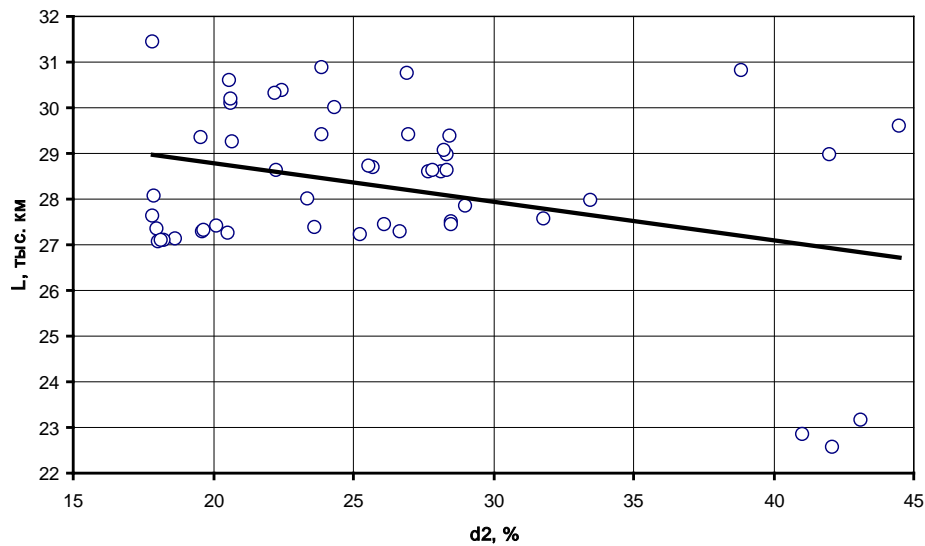


Рис. 2. Влияние доли пробега автомобилей в пригороде на наработку до отказа

Влияние доли пробега автомобилей в городе d_1 и пригороде d_2 на наработку до отказа описывается моделью:

$$L = 36,7 - 0,17 \cdot d_1 - 0,11 \cdot d_2, \text{ тыс. км.}$$

Из последнего уравнения определены значения средней наработки на отказ в городе

$$L_1 = 36,7 - 0,17 \cdot 100 - 0,11 \cdot 0 = 19,7 \text{ тыс. км}$$

и в пригороде

$$L_2 = 36,7 - 0,17 \cdot 0 - 0,11 \cdot 100 = 25,7 \text{ тыс. км.}$$

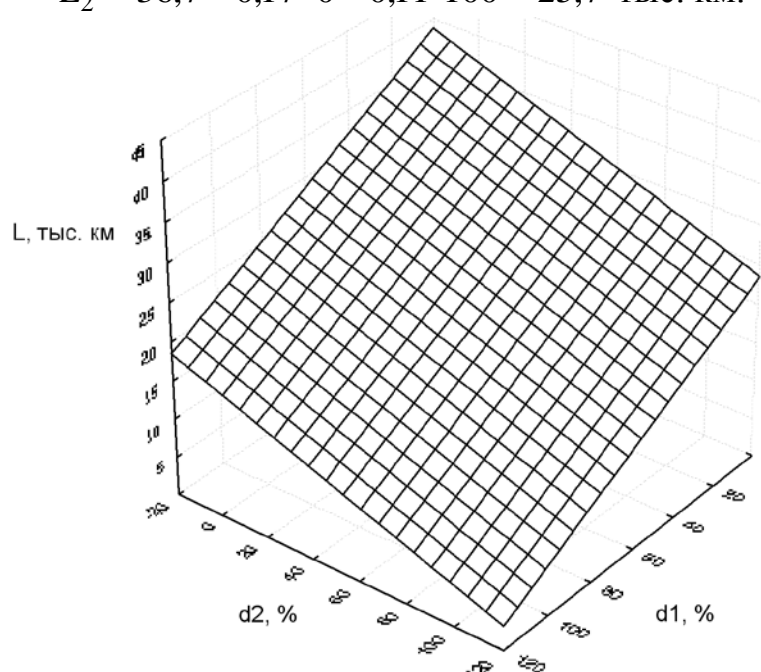


Рис. 3. Влияние доли пробега автомобилей в городе d_1 и доли пробега в пригороде d_2 наработку до отказа

Анализ полученных результатов показал, что в большей степени на снижение наработки на отказ влияет доля пробега в городских условиях. Это связано с высокой неравномерностью движения и увеличения нагрузок на агрегаты из-за частых разгонов и торможений.

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЯ, ВЛИЯЮЩИХ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

Денисов Ив.В., Баженов Ю.В.

Владимирский государственный университет, г. Владимир

Одними из важнейших критериев оценки работоспособности автомобиля являются устойчивость и управляемость. Согласно ОСТ 37.001.051-86, управляемость и устойчивость – это свойства автомобиля подчиняться траекторному и курсовому управлению, а так же сохранять в заданных во времени или пути пределах направление движения и ориентацию продольной и вертикальной осей независимо от действия внешних и инерционных сил.

Из анализа дорожно-транспортной аварийности в РФ (рис.1) видно, что наиболее существенными причинами, приводящими к возникновению ДТП являются технические неисправности тормозного и рулевого управлений, элементов ходовой части и т.д.

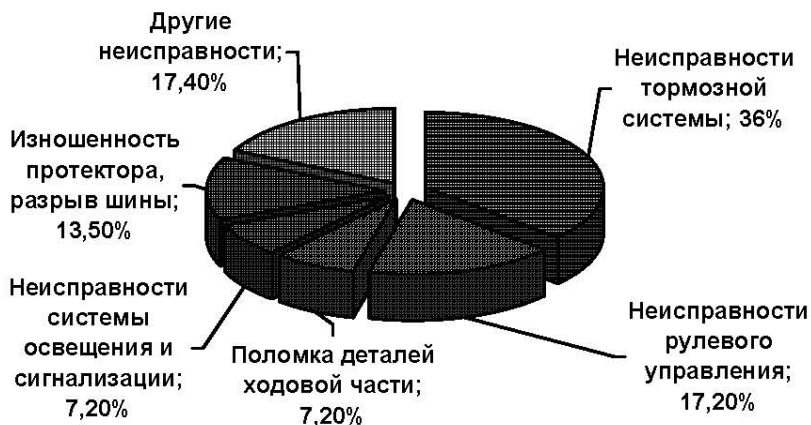


Рис.1. Распределение ДТП по причинам технической неисправности автотранспортного средства

Таким образом, для того чтобы повысить устойчивость и управляемость транспортных средств требуется провести анализ влияния каждой из систем автомобиля на безопасность движения, выделить наименее надежные из них, для дальнейшего совершенствования их конструкции и разработать эффективную систему обеспечения их работоспособности в эксплуатации.

Мониторинг технического состояния рулевого управления переднеприводных автомобилей ВАЗ показал, что около 5% транспортных средств, прошедших диагностирование, имеют технические неисправности. Более того, у 15% автомобилей, суммарный люфт которых не превышает предельного значения, так же присутствуют технические неисправности в системе. Использование в качестве параметра работоспособности величину суммарного люфта, не позволяет в полной мере выявить истинную картину технического состояния элементов рулевого управления, в результате автомобиль, имеющий параметрический отказ допускается к эксплуатации.

Проводимые исследования в работе [1] позволили выявить закономерность изменения величины суммарного люфта от наработки. Как видно из полученной зависимости на рис.2, суммарный люфт в рулевом управлении автомобилей монотонно возрастает по мере эксплуатации автомобиля, однако на пробегах 28-34 тыс.км. и 80-90 тыс.км. интенсивность его изменения увеличивается. На этих наработках наблюдается нарушение курсовой устойчивости автомобиля вследствие повышенного увода транспортного средства от прямолинейной траектории, а так же управляемости. При этом величина суммарного люфта находится в пределах 10 градусов согласно ПДД.

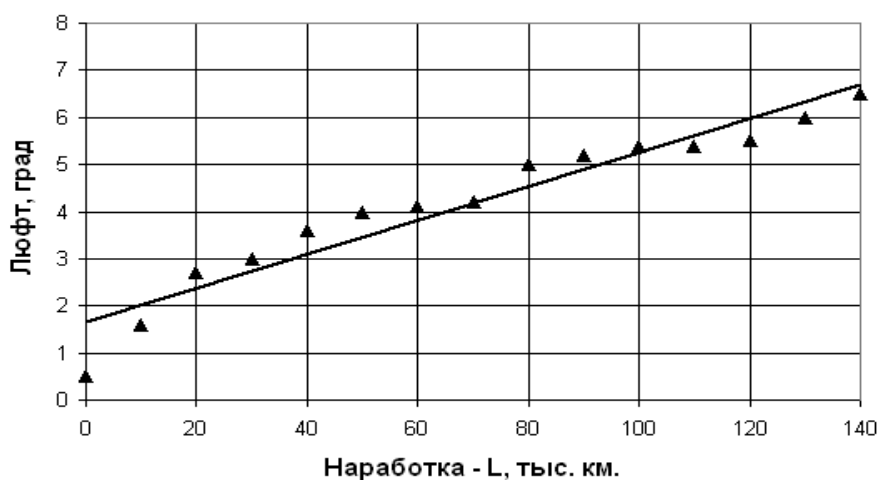


Рис. 2. Формирование суммарного люфта в рулевом управлении автомобиля в условиях эксплуатации

Эксплуатационные испытания показали, что наименее надежным элементом рулевого управления является шаровой шарнир рулевой тяги, средняя наработка до отказа которого составляет $\bar{X} = 28,51$ тыс.км. Это обусловлено тяжелыми условиями работы данного элемента, поскольку шарнир соединяет поддрессоренные массы автомобиля с неподдрессоренными. Основными причинами появления зазоров в шаровых шарнирах являются: механический износ поверхности пальца и вкладыша, ослабление усилия или поломка пружины, нарушение герметичности.

В рулевых механизмах были выявлены следующие причины нарушения работоспособности: износ шестеренчатой пары и опорной втулки рейки, потеря упругих свойств пружины упора рейки, зазоры в подшипниках вала шестерни. Предотказное состояние рулевого управления транспортного средства при суммарном люфте, не превышающем предельного значения, позволяет нам сделать выводы о не информативности выбранного диагностического параметра. Вместе с тем все перечисленные неисправности оказывают существенное влияние на функционирование смежных систем: передней подвески и тормозного управления.

В качестве критериев оценки работоспособности передней подвески транспортного средства используют углы установки управляемых колес. Анализ надежности элементов передней подвески и рулевого привода переднеприводных автомобилей ВАЗ, выполненный в работе [2] показал, что на углы установки управляемых колес в первую очередь влияют неисправности шарового шарнира рулевой тяги и шарового шарнира рычага подвески с подшипником верхней опоры телескопической стойки.

Согласно проведенному экспертному опросу основное влияние на устойчивость и управляемость автомобиля оказывают углы продольного наклона оси поворота колеса, развала и схождения [2]. При рассмотрении динамики изменения угла продольного наклона оси поворота колеса в процессе эксплуатации на пробегах от 0,2 до 30000 км виден переход значений угла в отрицательный диапазон (рис.3). На наработке 15000 км угол продольного наклона оси поворота становится резко отрицательным, в результате чего устойчивость автомобиля ухудшается.

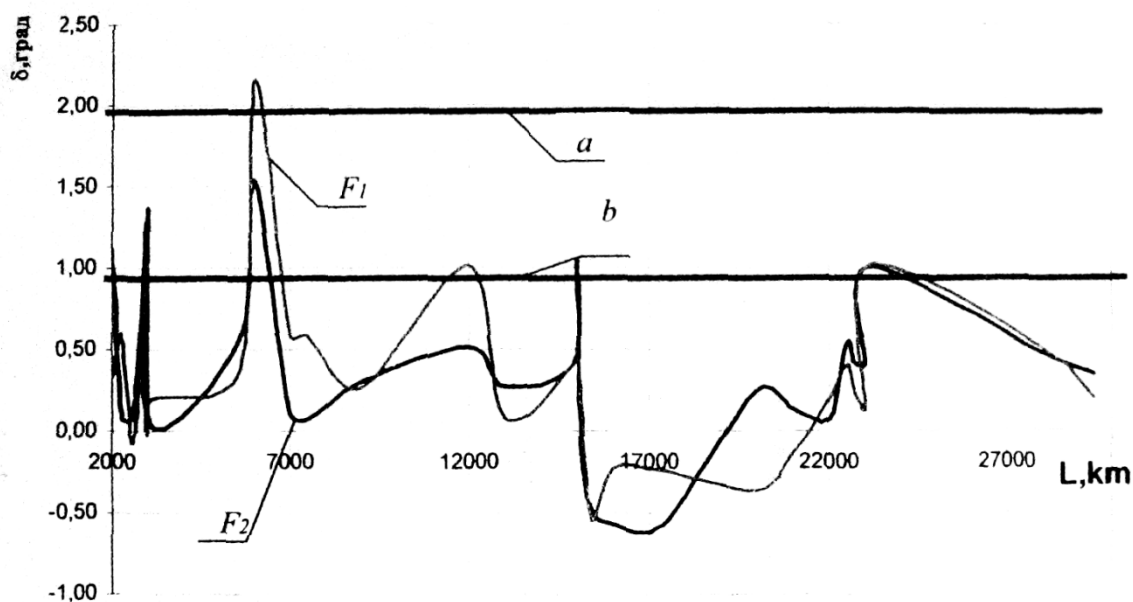


Рис.3. Динамика изменения углов продольного наклона оси поворота колес по пробегу автомобиля: F_1 и F_2 – динамика изменения левого и правого колеса соответственно, $\{a, b\}$ – область рекомендуемых значений углов

Так же на рис.3 можно заметить существенное различие углов наклона правого и левого колес, что оказывает влияние на поведение автомобиля на дороге, появляется характерный увод при торможении и ускорении.

Рулевое управление и подвеска транспортного средства постоянно задействованы в процессе движения в отличие от тормозной системы, но все же, работа последней играет решающую роль в предотвращении ДТП.

Коэффициент неравномерности тормозных сил колес оси является одним из нормативов эффективности торможения и устойчивости АТС по ГОСТ Р 51709 – 2001. Для легковых автомобилей он должен быть не более 20%. Проводимые статистические исследования в работе [3], дали следующие результаты: 46% автомобилей отечественного и 54% зарубежного производства проверенные на линии СГТО не соответствуют требованиям ГОСТ по коэффициенту неравномерности тормозных сил колес оси.

Общая удельная тормозная сила, так же является важным показателем работоспособности тормозной системы. Ее величина нормируется ГОСТ Р 51709 – 2001 и составляет не менее 0,59 для легковых автомобилей. Однако статистические данные говорят о том, что более 50% исследуемых автомобилей имеют недопустимо низкое значение общей удельной тормозной силы. Динамика изменения общей удельной тормозной силы в процессе эксплуатации показана на рис.4.

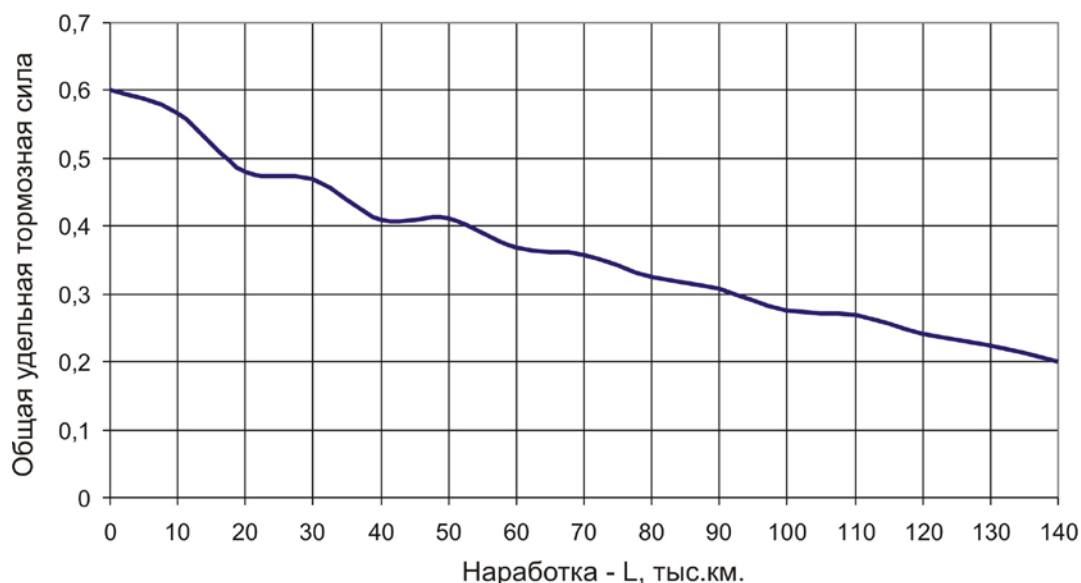


Рис.4. Изменение общей удельной тормозной силы от наработки

Значительное уменьшение значения общей удельной тормозной силы, согласно рис.4 происходит на пробегах 20 – 25 тыс.км и 35 – 45 тыс.км, что связано с износом фрикционных накладок и отказами регуляторов тормозных сил (РТС). В эксплуатации наряду с отказами функционирования РТС, часто возникают параметрические отказы, в виде изменения их характеристик и, в частности, коэффициентов преобразования. Причинами

этого является увеличение статического прогиба подвески и ухудшение следящего действия, вследствие нарушения герметичности уплотнительных элементов[3]. Последующее увеличение величины диагностического параметра, происходит, в результате выполненных работ связанных с ремонтом или заменой РТС.

Монотонный спад связан с постепенным отказом элементов тормозной системы: нарушение герметичности мембраны вакуумного усилителя, износ фрикционных накладок и тормозных дисков, заклинивание поршней в колесных цилиндрах, потеря герметичности контуров. Перечисленные неисправности приводят к малой эффективности торможения, уходу в процессе движения и полной потере управляемости транспортным средством в момент замедления.

Таким образом, проведенные исследования показали недопустимо высокий уровень неисправных транспортных средств в эксплуатации. Снижение количества автомобилей эксплуатируемых в предотказном состоянии является приоритетным направлением в решении актуальной проблемы высокой дорожно-транспортной аварийности на дорогах России. Разработка эффективной системы оценки работоспособности транспортных средств, базирующейся на комплексном подходе к диагностированию систем безопасности автомобиля, позволит в полной мере контролировать их фактическое техническое состояние и прогнозировать оставшуюся безопасную наработку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Денисов, Илья Владимирович Разработка методики управления техническим состоянием рулевого управления переднеприводных автомобилей ВАЗ в условиях эксплуатации: Дис. ... канд. техн. наук : 05.22.10 Владимир, 2007
2. Разговоров, Константин Игоревич Разработка оптимальной системы поддержания автомобилей в работоспособном состоянии : На примере передней подвески и рулевого привода переднеприводных автомобилей семейства ВАЗ: Дис. ... канд. техн. наук : 05.22.10 Владимир, 2003
3. Мимбви, Катиет Оценка технического состояния и прогнозирование эффективности запасных тормозных систем автотранспортных средств, находящихся в эксплуатации: Дис. ... канд. техн. наук : 05.22.10 Владимир, 2006

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Денисов Ил.В.

Владимирский государственный университет, г. Владимир

Многочисленные исследования в области технической эксплуатации автотранспортных средств показали, что в настоящее время развитие про-

изводственно-технической базы (ПТБ) отстает от темпов роста парка автомобильной техники. Опережающий рост численности парка автомобилей привёл к тому, что в среднем по стране обеспеченность АТП производственными площадями составляет 50-65%, постами ТО и ТР на 60-70% от норматива, а уровень оснащения производства средствами механизации процессов ТО и ТР не превышает 30%. Такое положение приводит к значительным простоям техники в ожидании технических воздействий и, как следствие, к увеличению затрат на поддержание их в исправном состоянии.

Предприятия, имеющие ПТБ, в состоянии самостоятельно выполнить весь комплекс работ по ТО и ремонту техники. Однако современный автомобиль, отличается сложной конструкцией, что требует дооснащения собственной базы АТП современным дорогостоящим технологическим оборудованием. Создание развитой ПТБ требует привлечения больших капиталовложений на основе всестороннего технико-экономического обоснования.

Поскольку большинство современных автотранспортных предприятий имеют небольшой парк, то создать развитую ПТБ для них крайне сложно. Еще сложнее дела обстоят у предприятий малого бизнеса, поскольку зачастую они вообще не имеют ПТБ для выполнения ТО и ремонта техники. Такие предприятия вынуждены обращаться на СТОА или БЦТО для выполнения всего комплекса работ по ТО и ремонту техники.

В этой связи приобретает актуальность проблема оценки инвестиционных возможностей автотранспортных предприятий.

Затраты на создание или расширение ПТБ, связанные с приобретением новой техники для ТО и ремонта можно оценить по величине инвестиций на приобретение нового технологического оборудования. Определить мощность автотранспортного предприятия, которое сможет вложить материальные средства в создание или реконструкцию ПТБ, позволит следующая расчетная формула:

$$P_{уд}N = C, \quad (1)$$

где N – количество единиц подвижного состава в парке предприятия;

C – затраты (инвестиции) на приобретение технологического оборудования, руб.;

$P_{уд}$ – удельная чистая прибыль, приносимая одним автомобилем предприятию.

Используя формулу (1) можно найти количественный состав парка автомобилей предприятия. Полученное значение требуется сравнить с количеством транспортных средств, фактически эксплуатирующихся на конкретном предприятии, и сделать заключение о финансовой состоятельности реконструкции и дооснащения ПТБ АТП.

Нормативную величину удельной чистой прибыли – Пуд находят из анализа бизнес-плана АТП. В рамках настоящей работы с использованием методики [1] был выполнен расчет бизнес-плана для ПАТП различной мощности. Исходные данные к расчету представлены в табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные к расчету бизнес-плана ПАТП

Параметр	Значение параметра
1. Дни работы АТП, дней	365
2. Население города, тыс. чел.	50...300
3. Подвижность населения города, поездок в год	260
4. Общий объем перевозки грузов, тыс. пасс.	2600... 300000
5. Структура перевозок	
5.1. Городские -	50
Расстояние перевозки, км	3
5.2. Пригородные -	30
Расстояние перевозки, км	15
5.3. Международные -	20
Расстояние перевозки, км	60
6. Категория условий эксплуатации	2
7. Марки подвижного состава	
7.1. Городские маршруты	ПА3-3205/ЛиА3-5256
7.2. Пригородные маршруты	ЛиА3-5267
7.3. Международные маршруты	ГолА3-5291

Результаты моделирования бизнес-плана ПАТП различной мощности представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты моделирования бизнес-плана ПАТП различной мощности

Параметр	Значение параметра					
Численность населения, тыс.чел.	50	100	150	200	250	300
Необходимое количество автобусов, сп.ед.	53	104	156	207	259	310
Общее число постов ТО и ТР, ед.	10	18	28	36	46	54
Общая сумма затрат на эксплуатацию, тыс. руб.	127138,8	249366,6	373803	496300,5	620729,2	743138,2
Общая сумма выручки, тыс. руб.	146250	286923	430209	571116	713602,5	855270
Прибыль балансовая, тыс.руб.	19111,2	37556,4	56406,4	74815,5	92843,3	112131,8
Чистая прибыль, тыс.руб.	12720,5	25001,5	37555,1	49809,5	61738	74660
Удельная чистая прибыль, тыс.руб./авт.	240,1	240,4	240,7	240,6	238,4	240,8

Согласно полученным расчетным данным норматив удельной чистой прибыли составляет 240 тыс.руб. на один автобус. Согласно методике [1] бизнес-планирования 60% указанного норматива ПАТП вправе израсходовать на собственные нужды, оставшиеся средства идут в резервный фонд и фонд накопления.

Таким образом, величина удельной чистой прибыли, направленной на создание, модернизацию или расширение ПТБ ПАТП, составит 144 тыс. руб. на один автобус.

Используя предложенную методику, рассчитаем мощность ПАТП, которое способно самостоятельно инвестировать средства в модернизацию ПТБ.

Предположим, что для обслуживания современной автобусной техники необходимо дооснащение ПТБ диагностическим оборудованием общей стоимостью около 2,0 млн. руб. Следовательно, ПАТП может осуществить инвестирование собственных средств, если эксплуатирует парк автобусов численностью

$$N = C / \text{Пуд} = 2000 / 144 = 13,8 \approx 14 \text{ автобусов.}$$

Автотранспортные предприятия, имеющие в эксплуатации меньшее количество автобусов, не смогут в необходимом объеме инвестировать денежные средства в модернизацию ПТБ в течение года.

На рис. 1 представлена графическая интерпретация полученной математической зависимости.

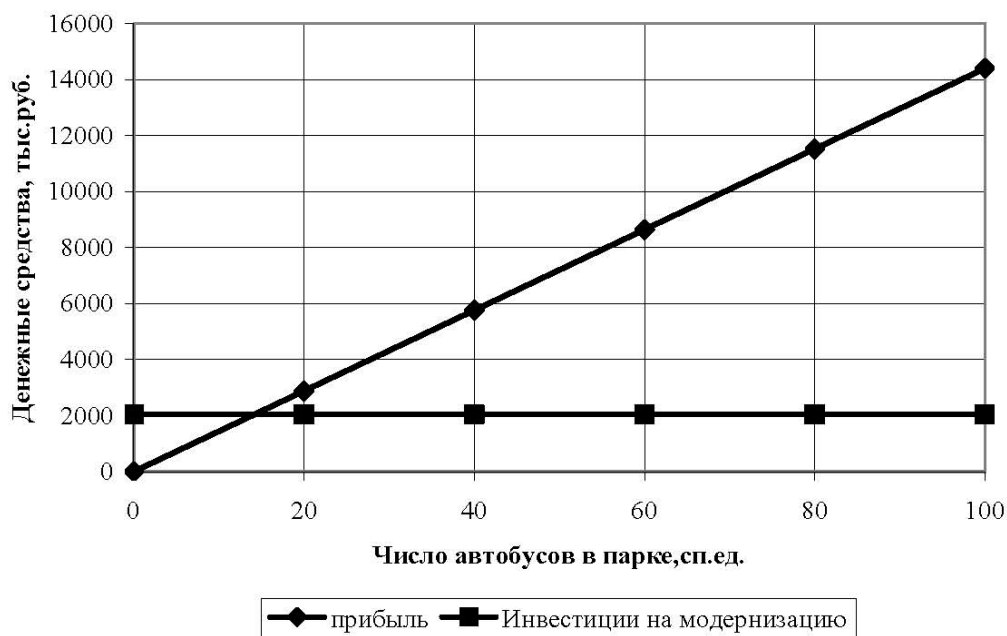


Рис.1. График расчета безубыточности инвестиций в дооснащение ПТБ ПАТП диагностическим оборудованием

Моделирование производственно-хозяйственной деятельности современного ПАТП показали, что норматив удельной чистой прибыли от-

носителем стабилен. Основные факторы, оказывающие влияние на его величину, являются уровень эксплуатационных затрат на эксплуатацию автобусов (ГСМ, шины и т.д.), затраты на заработную плату персонала, заложенная рентабельность перевозок и ставки налоговых отчислений.

Так уменьшение ставки налога с прибыли на 50% увеличивает Пуд на 19%, а увеличение закладываемой рентабельности с 15 до 20% приводит к росту Пуд со 144 до 196 тыс.руб. на один автобус.

Марочный состав парка автотранспортного предприятия (класс автобусов), характер пассажирских перевозок (городские, пригородные, междугородные), эксплуатационные характеристики маршрутов и другие факторы вызывают колебания величины удельной чистой прибыли на 5-10% от базового значения.

Предложенная методика позволяет так же установить период окупаемости проектируемой или реконструируемой ПТБ ПАТП. В таком случае расчетная формула примет вид:

$$ТП_{уд}N = C, \quad (2)$$

где N – количество единиц подвижного состава в парке предприятия;

C – затраты (инвестиции) на приобретение технологического оборудования, руб.;

Пуд – удельная чистая прибыль, приносимая одним автомобилем предприятию; T – продолжительность окупаемости инвестиций.

Анализ периода окупаемости инвестиций позволит сделать вывод о состоятельности вновь создаваемых транспортных компаний образовывать ПТБ на предприятии для поддержания автомобильной техники в технически исправном состоянии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Матвеев, А.Н. Бизнес-планирование на автомобильном транспорте: учеб. Пособие/ А.Н. Матвеев; Владим.гос.ун-т.-Владимир: Изд-во Владим.гос.ун-т, 2007. – 224 с.

К ВОПРОСУ О СВЯЗИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЯ С ВЕРОЯТНОСТЬЮ ИХ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ

Денисов Ил.В., Денисов Ив.В.

Владимирский государственный университет, г. Владимир

Рост средних эксплуатационных скоростей и увеличение интенсивности эксплуатации автотранспортных средств вызывают необходимость ужесточения требований к их техническому состоянию. Нахождение сис-

тем автомобиля, влияющих на безопасность движения, в предотказном состоянии, характеризуемом граничными значениями диагностических параметров, способствует возрастанию вероятности потери устойчивости и управляемости. Эксплуатация таких автомобилей сопряжена с высоким риском возникновения ДТП.

В работе [1] для исключения случаев эксплуатации транспортных средств с техническими неисправностями, способствующими возникновению предотказного состояния его систем, предлагалось ввести комплексный показатель надежности автомобиля:

$$K = P_{p-y} P_{тор-с} P_{ход-ч}, \quad (1)$$

где P_{p-y} , $P_{тор-с}$, $P_{ход-ч}$ – вероятности безотказной работы рулевого управления, тормозной системы и ходовой части автомобиля.

Для внедрения предлагаемой системы допуска автотранспортных средств к эксплуатации по фактическому техническому состоянию требуется нормировать значение комплексного показателя надежности.

Одним из этапов решения задачи по установлению предельно-допустимого значения комплексного показателя надежности автомобиля заключается в установлении связи его с показателями работоспособности систем, влияющих на безопасность движения.

В том случае, если показатель работоспособности системы выходит за область допустимых значений, то вероятность безотказной работы системы принимает нулевое значение (параметрический отказ). Иными словами правомерно записать следующее условие:

$$D \leq D_{пред}, \quad (2)$$

где D и $D_{пред}$ – фактическое и предельно-допустимое значения показателя работоспособности;

P , F – вероятность безотказной работы и отказа соответственно.

Поскольку комплексный показатель надежности K представляет собой произведение вероятностей безотказной работы систем безопасности автомобиля, то его значение в этом случае станет равным нулю, а, следовательно, эксплуатировать транспортное средство запрещается.

Когда значение комплексного показателя надежности K , рассчитанного для автомобиля, больше предельно-допустимого, то транспортное средство допускается до эксплуатации.

Если определенные технические неисправности вызывают частичную потерю работоспособности автомобиля, т.е. диагностические параметры систем безопасности имеют граничные значения, то очевидно комплексный показатель вероятности его безотказной работы уменьшается пропорционально значимости отказов.

Комплексная вероятность безотказной работы каждой из систем, влияющей на безопасность движения, может быть установлена в ходе теоретических и экспериментальных исследований.

При проведении экспериментальных исследований необходимо выполнить анализ эксплуатационной надежности систем безопасности транспортного средства и выявить в каждой из них элементы, лимитирующие безотказность. При этом следует определиться с выбором показателей работоспособности, т.е. диагностическими параметрами, которые максимально достоверно характеризуют фактическое техническое состояние рассматриваемых систем. Это позволит отследить динамику изменения показателей работоспособности систем автомобиля, влияющих на безопасность движения, при возникновении характерных отказов.

Полученные зависимости вариации показателей работоспособности систем безопасности автомобиля от характерных технических неисправностей позволят количественно оценить степень влияния каждого из них на комплексный показатель надежности. При этом необходимо обратить особое внимание на те отказы, которые вызывают изменения показателей работоспособности до граничных значений, т.е. носят скрытый характер. Характерные неисправности каждой из систем безопасности, инициирующие выход предложенных диагностических параметров за область допустимых значений, могут не рассматриваться, так как приводят к снижению вероятности безотказной работы и комплексного показателя надежности автомобиля до нулевых величин.

Цель теоретических исследований состоит в поиске связи показателей работоспособности систем безопасности автомобиля с вероятностью их безотказной работы.

Расчет вероятности безотказной работы системы автомобиля, влияющей на безопасность движения, может быть рассчитана по следующей формуле:

$$P = 1 - F = \left(1 - \frac{D}{D_{пред}} \right) 100\% , \quad (3)$$

где D и $D_{пред}$ - фактическое и предельно-допустимое значения показателя работоспособности.

В качестве примера рассчитаем вероятность безотказной работы рулевого управления переднеприводного легкового автомобиля модели ВАЗ-2110, суммарный люфт рулевого колеса которого составляет 4,5 град. ОАО «АвтоВАЗ» устанавливает предельно-допустимое значение суммарного люфта в рулевом управлении в 5,0 град. Следовательно, вероятность безотказной работы составит

$$P = \left(1 - \frac{4,5}{5,0}\right) \cdot 100\% = (1 - 0,9) \cdot 100\% = 10,0\% .$$

Расчет вероятности безотказной работы по каждой из систем автомобиля, влияющих на безопасность движения позволит установить значение комплексного показателя его надежности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Денисов Ил.В. Комплексный показатель оценки надежности систем автомобиля, влияющих на безопасность движения. / Ил.В. Денисов, Ив.В. Денисов // Перспективы развития автосервиса: Материалы Междунар. науч.-прак. конф., посвященной 50-летию Владим. гос. ун-та.- Владимир: Издательство «Владимирский государственный университет», 2008. – 160 с. – ISBN – 978-5-89368-895-5.

КОМПЛЕКСНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ГУСЕНИЧНОГО ДВИЖИТЕЛЯ НА ОСНОВАНИЕ

Добрецов Р. Ю.

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, г. Санкт–Петербург

Звенчатый гусеничный движитель оказывает разрушающее воздействие на опорное основание. Даже при прямолинейном движении неизбежно происходит образование колеи, срыв и вынос грунта, дробление основания. При этом совершенно отказаться от разрушения основания невозможно, ввиду потребности сохранения тягово-динамических свойств шасси. Следует говорить, скорее, о минимизации воздействия на опорное основание, и развивать рациональные подходы к конструированию шасси и ходовых систем, позволяющие создавать конструкции, сводящие к минимуму ущерб, наносимый окружающей среде. По-видимому, признаком такого «минимума воздействия» будет возможность естественного восстановления экосистемы. Например, на грунтах со слабым поверхностным слоем (почвы тундры и лесотундры) не является критичным однократный проход гусеничной машины со средним удельным давлением на грунт около 23 кПа. После этого растительный покров, разорванный грунтозащитами и краями гусениц, восстанавливается. Двукратный проход такой машины уничтожает растительность в верхнем горизонте почвы по трассе движения на 30%, трёхкратный – на 80%. После 5–10 кратного проезда по одной колее погибают даже самые устойчивые группировки растений.

При повреждении растительного покрова начинается интенсивное разрушение самого грунта, сопровождающееся таянием льда. Протаивание льдов приводит к образованию термокарстовых озёр, оврагов, а также к передвижкам почв. Особенно уязвимы грунты в весенний и осенний пе-

риоды. Применение гусеничной транспортной техники в это время года резко ускоряет развитие эрозии и термокарста, образование термокарстово-эрозионных оврагов. Для северных районов исследователями установлено, что скорость оседания поверхности почвы вследствие термокарста составляет 10–15 см в год. При этом ежегодный рост оврагов от 15–30 до 100 м, глубина оврагов может превышать 10–15, а ширина – 30 м. Колея от гусеничного транспортёра за несколько суток превращается в ручей, который через 2–3 года становится термокарстово-эрозионным оврагом.

В настоящее время площадь повреждённого покрова российской тундры составляет около 15%. Принимаемые предохранительные меры (запрещение движения вездеходной транспортной техники летом, создание карт с указанием наиболее уязвимых для антропогенных воздействий участков), как показывает опыт, проблемы не решают.

На современном этапе целесообразна доработка ходовой части гусеничных машин, используемых во всех районах страны, как с целью снижения ущерба, наносимого грунтам и дорожным покрытиям, так и с целью повышения экономичности машины в целом. Отказ от гусеничного движителя в пользу какого-либо альтернативного (колесный, шагающий, шнековый, воздушная подушка, экранопланы и др.) на настоящем этапе развития транспортной техники невозможен.

Таким образом, наиболее актуальными мероприятиями остаются модернизация существующего парка гусеничной техники, позволяющая снизить нагрузки на грунт до безопасных пределов, более ответственный подход создателей новой гусеничной техники к вопросам экологической безопасности, восполнение пробелов экологической грамотности в системе высшего образования по автотранспортным специальностям.

Анализ режимов качения гусеничного движителя и специфики повреждений, наносимых траками опорному основанию, приводит к следующему набору опасных последствий движения машины: образование колеи; измельчение и вынос захваченного траками уплотненного грунта при малых силах тяги (явное буксование движителя отсутствует); срыв грунта при передаче тягового усилия (имеет место буксование); срез, смятие, нагребание грунта при повороте.

Методика, позволяющая сформировать обобщенный показатель, характеризующий «уровень совершенства» конструкции конкретного шасси, сформулирована, например, в работе [1]. Показатели, учитывающие уровень влияния движителя на опорное основание, входят в набор обобщенных показателей, характеризующих различные эксплуатационные и технические характеристики машины.

Мероприятия, позволяющие снизить неблагоприятное воздействие на опорное основание, анализируются в работах [2,3]. При этом рассмотрен и путь уменьшения воздействия на основание при повороте гусеничной машины.

В рамках данной статьи введем набор безразмерных показателей, характеризующих уровень воздействия многоопорной ходовой системы со звенчатой гусеницей на опорное основание.

Склонность к образованию колеи определяется, в первую очередь, величиной среднего удельного давления. Параметры колеи (период малой и большой волн) определяются особенностями колебательного процесса при качении шасси.

Срыв и вынос грунта происходят при буксовании и юзе гусениц. Буксование движителя является следствием превышения силы тяги сверх максимально допустимого для данного грунта. Воздействовать на этот процесс, изменяя конструкцию шасси едва ли целесообразно. Свести к минимуму ущерб в результате юза траков можно, подобрав такое сочетание размеров элементов движителя, чтобы область его работы в режиме идеального качения была возможно больше [2,4,5]. Показатель Π_L , позволяющий оценить интенсивность этого вида воздействия, будет связан с величиной продольного положительного смещения траков (юза).

Дробление грунта и заглубление грунтозацепов (в первую очередь это воздействие критично для бетона и асфальта) так же обуславливается особенностями работы движителя. Соответствующий показатель Π_q будет определяться кинематическими и силовыми особенностями нагружения траков.

Оценка глубины колееобразования. В отечественной и зарубежной литературе вопрос о глубине колееобразования при одно- и многократном прохождении гусеничного шасси поднимался многократно. Предложено достаточно много эмпирических и «полуэмпирических» зависимостей, позволяющих связать величину вертикальной осадки почвы с основными габаритно-массовыми характеристиками движителей.

В нашем случае интерес представляет не величина заглубления, а то, насколько интенсивно этот процесс развивается для рассматриваемого шасси.

За показатель глубины колееобразования предлагается принять отношение:

$$\Pi_H = q_{cp} / [q],$$

где $q_{cp} = G_m / (2L_{on}b_z)$ – среднее удельное давление под траками [Па] (G_m – вес машины [Н];

b_z – ширина гусеницы [м]),

$[q]$ – величина допускаемого удельного давления.

Допускаемое удельное давление можно выбрать, исходя из характерных для шасси данной категории по массе, или исходя из специальных требований. Предлагается выбрать значение $[q]=25$ кПа, исходя из того,

что при этом удельном давлении оказываются минимальными разрушения поверхностного слоя даже слабых грунтов тундры и лесотундры.

Нанесение ущерба грунтам, связанного с юзом гусеницы. Эффект юза траков сильно выражен на сыпучих грунтах, снеге, недеформируемом основании. Величина юза определяется не только геометрическими, кинематическими и силовыми особенностями движителя, но и характеристиками грунта. Поскольку затруднительно оценить потери энергии (и, соответственно, наносимый основанию ущерб), связанные с юзом траков в различных условиях, за безразмерный показатель целесообразно принять отношение положительного смещения трака ΔL к длине опорной поверхности L_{on} при движении шасси по недеформируемому основанию:

$$\Pi_{L_{on}} = \Delta L / L \quad .$$

Методика определения величины юза траков показана в главе 2 и опубликована в работах [4,5].

Оценка ущерба, наносимого твердым грунтам. Показатель ущерба, наносимого движителем твердым грунтам, определяется отношением пиковых нагрузок q_{max} под траками машины к среднему удельному давлению и может быть оценен по значению безразмерного показателя: $\Pi_q = q_{max} / q_{cp}$.

Значение пиковой нагрузки будем определять в той ситуации, когда на единственный трак приходится наибольшее нормальное усилие со стороны наиболее нагруженного опорного катка в момент разворота трака на максимальный угол. Этому моменту будет соответствовать максимальное заглубление трака в разрушаемое опорное основание.

При качении катка с наружной амортизацией нагрузка распределяется между смежными траками по некоторому закону (см. [4,5]) и при наибольшем возможном угле поворота звена φ_i^{max} на трак действует нормальная сила $P_i(\varphi_i^{max})$:

$$q_{max} = \frac{P_i(\varphi_i^{max})}{2h_z b_z}.$$

Здесь h_z – ширина грунтозацепа (предполагается, что длина грунтозацепа стремится к ширине гусеницы). Практически эта величина весьма мала, поэтому предлагается оценивать перегрузку основания по показателю:

$$\Pi_q = \frac{q_{max}^*}{q_{cp}^*} = \frac{P_i(\varphi_i^{max})}{G_m},$$

где $q_{cp}^* = G_m / (2b_z)$ и $q_{max}^* = P_i(\varphi_i^{max}) / (2b_z)$ [Н/м] – удельная нагрузка по ширине гусеницы.

Введенный набор показателей является, с одной стороны, достаточно узким. Однако показатели предполагается использовать в комплексе [1] с другими величинами, что позволяет расчетным путем достаточно гибко и точно оценивать последствия изменений, вносимых в конструкцию шасси или движителя еще на этапе проектирования.

Рассмотренные показатели разработаны специально для многоопорной ходовой системы с металлической или пластиковой звенчатой гусеницей и не ориентированы на конструкции бесшарнирных резинокордных и стальных гусениц. Для анализа особенностей работы этих конструкций и, как следствие, специфики их воздействия на опорное основание потребуется и разработка новых расчетных моделей и коррекция введенной в настоящей статье системы показателей.

ВЫВОДЫ

1. Разрушительное воздействие, оказываемое на почвы гусеничным движителем транспортно-тяговой машины, является прямым следствием его конструктивных, силовых и кинематических особенностей. Достигнуть компромисса между высокими тяговыми характеристиками и умеренным ущербом окружающей среде возможно путем рационального подхода при конструировании движителя.

2. Рассмотренные безразмерные показатели являются индивидуальными для каждой ходовой системы со звенчатой металлической (или пластиковой) гусеницей, позволяя количественно учесть и связать между собой ее индивидуальные особенности (размеры, взаимное расположение опорных катков, особенности конструкции и геометрические размеры траков и т.д.).

3. Предложенные безразмерные показатели являются элементом достаточно универсального метода, позволяющего в комплексе оценить эксплуатационно-технические свойства рассматриваемой ходовой системы, количественно учитывая ее кинематические, силовые, конструктивные особенности.

4. Использование предлагаемых показателей вне обобщающего их метода комплексной оценки может позволить оценить выраженность экологически опасных эффектов и минимизировать вредное воздействие со стороны ходовой системы на опорное основание.

ЛИТЕРАТУРА

1. Добрецов Р.Ю. Теоретическая оценка эксплуатационных характеристик ходовой части гусеничной машины. Проблемы эксплуатации и обслуживания транспортно-технологических машин: Материалы международной научно-технической конференции. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2008. - 275 с., с. 25-29.

2. Добрецов Р.Ю. Пути уменьшения экологической опасности взаимодействия гусеничных движителей транспортных средств с грунтами. «Вестник КГТУ. Серия Транспорт. Выпуск 39». Межвузовский сборник научных трудов, Красноярск, Из-во Красноярск. Гос. Техн. Ун-та, 2005. С. 76-83.

3. Добрецов Р.Ю., Семенов А.Г., Элизов А.Д. Некоторые предложения по «экологически мягким» гусеничным движителям. «Вестник КГТУ. Серия Транспорт. Выпуск 39». Межвузовский сборник научных трудов, Красноярск, Из-во Красноярск. Гос. Техн. Ун-та, 2005. С. 83-87.

4. Бойков А.В., Добрецов Р.Ю., Мазур А.И. Физико-математическая модель процесса взаимодействия опорной ветви движителя транспортной гусеничной машины с недеформируемым основанием// Вестник молодых ученых, СПб.: N 1, 1999. - с. 30-42.

5. Добрецов Р.Ю. Математическая модель качения гусеничного движителя при действии малой удельной силы тяги. Труды СПбГПУ, №491, 2004. - с. 221-232.

КОНЦЕПЦИЯ РАСШИРЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАЗОВОГО МОТОРНОГО ТОПЛИВА НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Дудченко О.В., Ефимова О.А., Филиппов А.А.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В последние несколько десятилетий во всём мире наблюдается устойчивая тенденция к смещению потребления топливно-энергетических ресурсов от нефти к природному газу, что позволяет уверенно говорить об окончании эпохи нефти и начале эпохи метана. Сегодня в России природный газ является основой топливно-энергетического баланса страны, так как на его долю приходится более 55 % потребления всех энергоресурсов. Кроме того, Россия является крупнейшей мировой державой по размерам запасов и объёмам добычи этого вида энергоресурсов (каждый четвёртый кубический метр газа на мировом рынке добывается в России). Поэтому уже в ближайшем будущем высока вероятность сокращения добычи нефти и производства нефтяных видов моторного топлива, включая газ сжиженный нефтяной, что позволяет сделать вывод о необходимости расширения использования природного газа в качестве моторного топлива.

Учитывая размеры запасов и объёмы добычи природного газа, текущее состояние газификации автомобильного транспорта России можно характеризовать как неудовлетворительное. Основываясь на последних данных ГИБДД и Национальной газомоторной ассоциации [4] по размерам автомобильного парка России (38,4 млн. ед.) и количеству газобаллонных автомобилей в нём (0,1 млн. ед.), нетрудно подсчитать, что их доля составляет всего 0,3 %.

Анализ диаграммы на рис. 1 показывает, что отставание России от мировых лидеров по использованию сжатого природного газа (КПГ) в качестве моторного топлива существенно.

Россия по количеству газобаллонных автомобилей занимает 12 место в мире. В первую четвёрку по размерам парка ГБА входят Пакистан, Аргентина, Бразилия и Иран, на которые приходится соответственно 21, 18, 17 и 9 % общемирового парка ГБА. Размеры парков ГБА России (103000

ед.) и Пакистана (2000000 ед.), располагающегося на самом верху списка, различаются более чем в 19 раз.

Степень использования КПП в качестве моторного топлива определяется не только количеством ГБА, но и уровнем развития сети автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС), то есть общим количеством АГНКС и их количеством, приходящимся на один автомобиль (рис. 2).

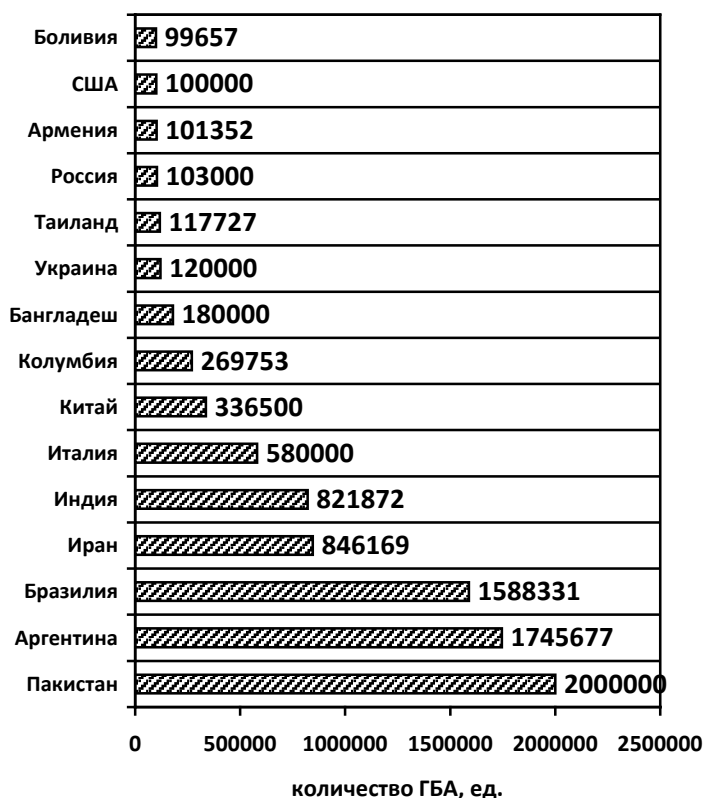


Рис. 1. Характеристика мирового парка ГБА (данные за февраль 2009 года)

По количеству АГНКС Россия занимает 14 место в мире. Около 50 % всего общемирового парка АГНКС приходится на четвёрку лидеров: Пакистан (18 %), Аргентину (12 %), Бразилию (11 %) и Китай (9 %). Вклад России составляет около 2 %. При этом общее количество газовых заправок меньше аналогичного показателя в Пакистане (лидера по размеру парка АГНКС) в 12 раз.

По обеспеченности газовыми заправками, то есть по такому показателю как количество АГНКС, приходящееся на один газобаллонный автомобиль, Россия занимает 5 место среди 15 мировых лидеров.

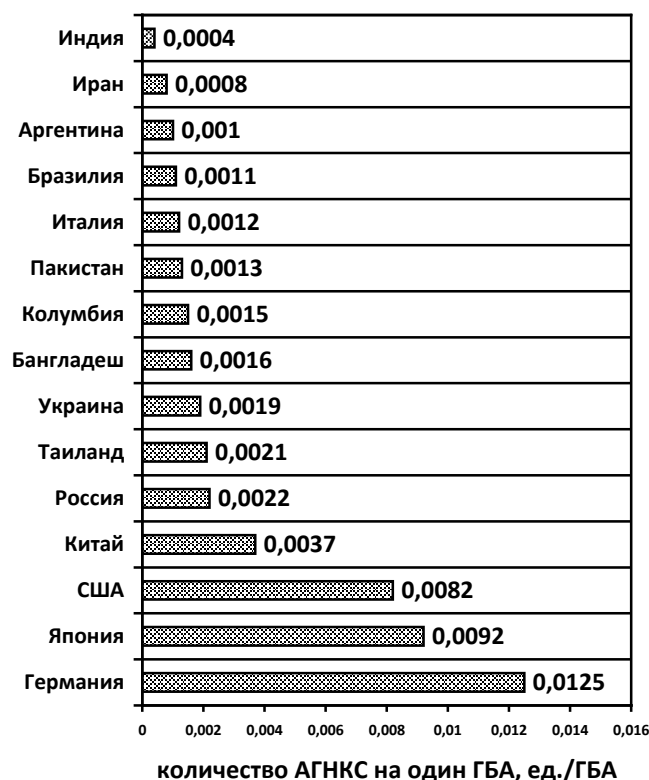


Рис. 2. Показатели обеспеченности ГБА различных стран газовыми заправками

Как показывает анализ диаграмм, изображённых на рисунках 1 и 2, далеко не у всех стран с большим парком газобаллонных автомобилей хорошо развита сеть газовых заправок. Так, Пакистан, Аргентина, Бразилия и Иран, составляющие четвёрку лидеров по количеству ГБА, по обеспеченности АГНКС занимают 10, 13, 12 и 14 места соответственно, то есть находятся в самом конце списка из 15 стран с развитым автомобильным газо-заправочным комплексом. Россия в этом списке занимает 5 место, уступая лишь Германии, Японии, США и Китаю. В этой связи необходимо отметить и наметившуюся в последнее десятилетие положительную динамику парка газобаллонных автомобилей России (рис. 3).

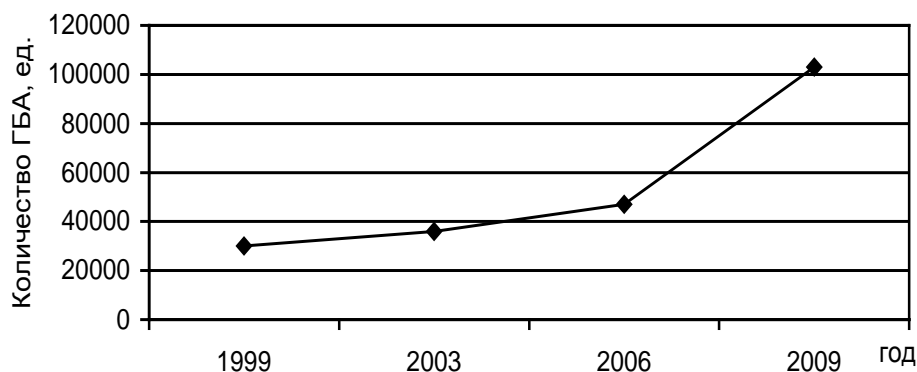


Рис. 3. Динамика парка газобаллонных автомобилей России

За последние десять лет в России количество ГБА, работающих на КПП, увеличилось более чем в 3 раза при среднем ежегодном увеличении парка ГБА на 7 %. Причём наибольший рост наблюдается в последние три года и составляет 18 % в год.

Количество АГНКС за последние десять лет в России увеличилось в 1,2 раза при одновременном сокращении показателя обеспеченности парка ГБА газовыми заправками в 2,8 раза. Кроме того, необходимо отметить значительные расстояния между метановыми заправками. Так, при планировании шага их строительства в СССР было принято расстояние в 200 км. Однако расстояния между АГНКС, например, Липецка и Пензы, Рязани и Саранска, Воронежа и Волгограда, Перми и Уфы, Твери и Новгорода больше 200 км, и проехать по этим маршрутам только на природном газе практически невозможно, не говоря уже о маршруте Тюмень-Новосибирск, где на протяжении более чем 1000 км нет ни одной метановой станции. Для сравнения – в Европе газовые заправки расположены в 5...30 км друг от друга

С одной стороны данные факты говорят о недостаточности парка АГНКС и его несоответствии увеличивающемуся количеству газобаллонных автомобилей. С другой – загрузка большинства метановых станций России составляет всего 5...10 % и имеющиеся газовые заправки могут обеспечивать топливом гораздо больший парк ГБА. В этой связи возникает резонный вопрос, какое направление по интенсификации газификации автомобильного транспорта должно получить развитие в первую очередь? Этим направлением, по мнению авторов данной статьи должно стать повышение эффективности работы существующих АГНКС.

Под повышением эффективности работы АГНКС понимается увеличение их загрузки, которое может быть реализовано, во-первых, увеличением парка ГБА, а во-вторых, использованием мобильных средств заправки газом, работающих по схеме «материнская-дочерняя заправки». При этом в качестве «материнских» заправок используются существующие АГНКС, а в качестве «дочерних» – передвижные автогазозаправщики или автомобильные газонаполнительные компрессорные установки с доставкой метана к ним от АГНКС в кассетных сборках. В качестве резерва увеличения парка ГБА необходимо, прежде всего, рассматривать группы автомобилей, для которых перевод на КПП будет экономически эффективен: автобусный и таксомоторный парки, грузовой автотранспорт, сельхозтехника [1 - 3]. Для потенциальных потребителей газового моторного топлива на государственном уровне должны вводиться различные меры стимулирования, направленные на экономическую привлекательность КПП. Планировать количество, производительность и места размещения мобильных средств заправки газом необходимо с учётом оптимального «плеча» заправки перспективных групп автомобилей.

Подводя итог, сформулируем основные положения концепции расширения использования газового моторного топлива на автомобильном транспорте в Российской Федерации.

1. Расширение использования газового моторного топлива является одним из стратегических направлений развития экономики автомобильного транспорта России. Эффективность и своевременность решений в этом направлении определяют уровень энергетической и экологической безопасности автотранспортных перевозок.

2. Учитывая размеры запасов и объёмы добычи природного газа, текущее состояние газификации автомобильного транспорта России можно характеризовать как неудовлетворительное.

3. В качестве одного из направлений интенсификации данного процесса является повышение эффективности работы существующих АГНКС за счёт научно обоснованного развития парка ГБА и мобильных средств заправки газом.

4. Развитие рассматриваемого направления позволит, во-первых, многократно увеличить парк ГБА при одновременном повышении его обеспеченности газовыми заправками, во-вторых, сократить расстояния между ними, не прибегая к строительству новых АГНКС, в-третьих, увеличить загрузку существующих АГНКС, что, в конечном счёте, приведёт к повышению эффективности их работы и, соответственно, их рентабельности.

5. Развитие рассматриваемого направления предполагает в качестве первого этапа разработку научной базы, которая позволяла бы выделять перспективные для перевода на природный газ группы автомобилей, оценивать эффективность мер стимулирования использования КПП на автомобильном транспорте, планировать количество, производительность и места размещения средств заправки газом и, в целом, обосновывать формирование автогазозаправочных комплексов и программ расширения использования газового моторного топлива для различных регионов России с учётом их особенностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко, Е.В. Оценка эффективности эксплуатации автобусного парка на природном газе (на примере г. Оренбурга) / Е.В. Бондаренко, В.И. Миркитанов, А.А. Филиппов // Вестник Оренбургского государственного университета.- 2007. - №1. – С. 25-31.

2. Коротков, М.В. Оценка экологической эффективности применения различных видов моторного топлива в ДВС автотранспортных средств / М.В. Коротков, А.А. Филиппов // Транспорт на альтернативном топливе. - 2008. - №1 (1). – С. 73-77;- 2008. - №2 (2). – С. 72-75.

3. Филиппов, А.А. Повышение эффективности эксплуатации автотранспортных средств путём подбора альтернативных видов топлива: дисс. ...канд. техн. наук: защищена 21.01.2005; утв. 13.05.2005 / А.А. Филиппов. – Оренбург: Изд-во Оренбургского

ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА УСЛУГ ТО И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ В СИСТЕМЕ АВТОСЕРВИСА

Жаров С.П.

Курганский государственный университет, г. Курган

Происходящий в России с большими трудностями переход к рыночной экономике заставляет по-новому взглянуть на проблему качества исходя из того, что если не сегодня, то завтра развитой конкурентный рынок, будет диктовать уровень и динамику развития качества продукции, определяя конкурентоспособность предприятий автосервиса. При этом однако, не следует забывать, что рынок автомобилистов России очень разнообразен, в том числе и по платежеспособности автовладельцев [3].

Превышение норм, стандартов и правил (если только оно не вызвано предстоящим повышением государственных или иных требований) не только не улучшает конкурентоспособность услуг по ТО и ремонту автомобилей, но напротив, нередко снижает её, поскольку ведет к росту цены, не увеличивая с точки зрения клиента потребительской ценности, в силу чего представляется ему бесполезным.

Качество выступает как главный фактор конкурентоспособности продукции, составляя её «стержень». Центральное место, занимаемое качеством и конкурентоспособностью в товарной, и в целом в рыночной политике, определяет их место в практической маркетинговой деятельности. В силу этого проблемы качества и конкурентоспособности в маркетинге носят не текущий, тактический, а долговременный, стратегический характер.

Вышеизложенное свидетельствует о том, что существует объективная необходимость в условиях рыночных отношений усилить роль качества как одного из решающих факторов успеха предприятия на рынке. Обеспечение высокого качества требует больших усилий и затрат, своевременного обновления производственно-технической базы. Но если кое-как выполненная работа все равно реализуется, у производителя исчезает стимул делать «лишние» усилия. На рис. 1 представлена схема формирования качества услуг по ТО и ремонту автомобилей в системе «АВТОВЛАДЕЛЕЦ - ГОСУДАРСТВО – СТОА - КОНКУРЕНТЫ».

«Естественным» регулятором и критерием оценки качества являются спрос и предпочтения автовладельца. Государство выступает как гарант минимально необходимого уровня качества услуги для её реализации, обеспечивая этот минимальный уровень посредством нормативных доку-

ментов, например, ГОСТ Р 51709-2001 «Автотранспортные средства требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки», ГОСТы, а также «Закона о защите прав потребителя».

Конкуренция на рынке услуг ТО и ремонта автомобилей заставляет СТОА повышать качественные показатели услуг, ориентируясь на запросы автовладельцев.

Разные группы автовладельцев имеют определенную покупательскую способность и свои требования к соотношению «ЦЕНА/КАЧЕСТВО» услуги, таким образом, различные СТОА и индивидуальные предприниматели позиционируются на рынке, обслуживая потребителей различных сегментов.



Рис. 1. Схема формирования качества услуг по ТО и Р автомобилей

Из предложенной схемы видно, что качество услуг по ТО и ремонту автомобилей в значительной степени зависит от качества запасных частей. В свою очередь общая цена затрат автовладельца, а значит в его глазах и стоимость услуги также зависит от стоимости запасных частей. Поэтому исполнитель непосредственно заинтересован в контроле качества запасных частей используемых при ТО и ремонте автомобилей.

Однако в последние годы система контроля качества запасных частей в стране претерпела серьезные изменения, что требует от каждого предприятия внедрения входного контроля на используемые материалы. Согласно правилам оказания услуг (выполнения работ) по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств, исполнитель, предоставивший запасные части и материалы для оказания услуг и выполнения работы, отвечает за их качество по правилам ответственности продавца за товары ненадлежащего качества в соответствии с гражданским законодательством Российской Федерации.

Разработанная программа «Учет и контроль системы качества работ по ТО и ремонту автомобилей» [4] позволяет формировать и корректировать систему поставок запасных частей. При разработке программы использованы основные положения теории надежности автомобилей [1,2].

Исходными данными для проведения моделирования являются:

1- база данных склада по каждой партии запасных частей и их поставщикам; 2- база данных по автомобилям, с указанием запчастей установленных при ремонте и их партии, 3- пробег автомобилей от ремонта до даты подачи акта рекламации или выхода из строя.

Если пробег автомобиля, после ремонта меньше заданной наработки на отказ, проводится рассмотрение рекламации клиента, а из базы данных поступает информация о поставщике запасной части установленной на данный автомобиль (рис. 2).

Если причиной отказа явилось, нарушение правил эксплуатации в гарантийном ремонте владельцу автомобиля отказывают. Если причиной отказа является некачественная работа, проводится гарантийный ремонт. В случае, если причиной отказа является, некачественная запасная часть, проводится гарантийный ремонт, а поставщику и (или) производителю запасной части направляется рекламация.

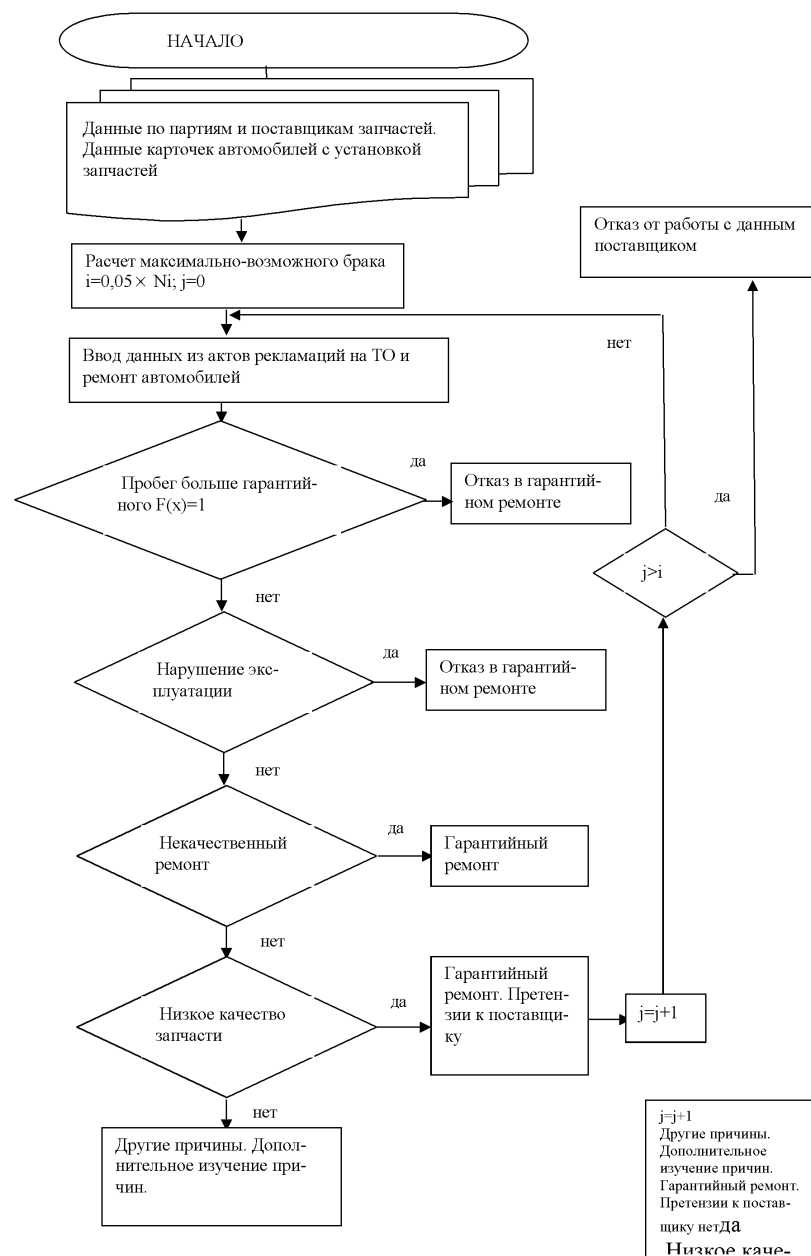


Рис. 2. Алгоритм принятия решения о качестве запасных частей

Каждый случай отказа по причине некачественной запасной части вводится в базу данных по поставщикам. Если более чем на 5% заявок выполненных с использованием запчастей из данной партии, имеют рекламации по качеству запасных частей, менеджер по запасным частям должен рассмотреть вопрос о смене поставщика данной товарной группы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов /Е.С.Кузнецов, В.П. Воронов, А.П. Болдин и др.; Под ред. Е.С.Кузнецова.- М.: Транспорт, 1992.-413с.
2. Лукинский В.С. Логистика автомобильного транспорта: Концепции, методы, модели / В.С. Лукинский, В.И. Бережной, Е.В. Бережная и др.- М.: Финансы и статистика, 2000.- 278с.

3. Управление автосервисом: Учебное пособие для вузов /Под общ. ред. д.т.н., проф. Л.Б. Миротина.- М.: изд. Экзамен, 2004.-320с.

4. Свидетельство об отраслевой регистрации разработки №7581 Учет и контроль системы качества работ по ТО и ремонту автомобилей /С.П.Жаров, Ю.В. Мамонова. Зарегистрировано в отраслевом фонде алгоритмов и программ 25.01. 2007 г.

РОТОРНЫЙ БЕСКОВШОВЫЙ РАБОЧИЙ ОРГАН С ДИСКОВЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

Желудкевич Р.Б., Безбородов Ю.Н., Кайзер Ю.Ф., Тюканов В.Л.

*Сибирский федеральный университет, Институт нефти и газа,
г. Красноярск*

В зимнее время около 40 % эксплуатационных затрат приходится на замену зубьев. Чтобы обеспечить разработку мерзлых грунтов, необходимо повысить износостойкость зубьев в 30–50 раз [1] по сравнению с износостойкостью, достаточной при разработке талого однородного грунта. Достичь этого возможно двумя способами: упрочнением режущей кромки твердосплавной напайкой или уменьшением пути трения.

Рекомендуемые углы резания 30–45 ° и задний угол 10–15 ° рациональны с точки зрения усилий резания и энергоемкости, но при таких углах и армировании режущей кромки твердосплавной напайкой ослабляется сечение державки, и при встрече с включениями происходят сколы напайки или поломка державки зуба. В связи с этим некоторые исследователи [2] пошли по пути увеличения угла резания до 85 °, чтобы в процессе резания напайка работала на сжатие. Но при этом усилия резания возрастают в 1,75 раза [3], следовательно, увеличивается энергоемкость процесса. При существующих конструкциях инструмента уменьшение пути трения его режущей кромки неосуществимо, поскольку каждая точка ее трется о забой от начала заглубления до выхода ее из забоя. При этом неизбежен интенсивный износ кромки.

Перспективным инструментом являются дисковые резцы [4]. Перспективность этого инструмента обусловлена тем, что он дает возможность уменьшить путь трения в десятки раз, так как каждая точка режущей кромки при перекачивании диска по прямолинейному забою погружается в массив грунта по циклоиде только на величину глубины резания. Точки, расположенные ближе к оси вращения диска, погружаются в массив по укороченным циклоидам, и путь трения их о не разрушенный грунт уменьшается.

Применение дисковых резцов позволяет заменить трение скольжения режущей кромки традиционным зубом трением качения (диск перекачивается вдоль забоя). Это позволит повысить долговечность инструмента.

Кроме того, установка такого инструмента даст возможность снизить динамические нагрузки на рабочий орган при встрече с включениями, так как контакт режущей кромки с включениями в первоначальный момент будет точечный, а скорость уменьшается по мере погружения ее в массив, следовательно, и нагрузка на режущий инструмент будет возрастать медленно.

Поскольку динамические нагрузки и путь трения уменьшаются, а долговечность такого инструмента повышается, возникает возможность увеличения скорости резания, что повлечет за собой значительное повышение производительности.

Для бесковшовых роторных рабочих органов наиболее вероятна схема установки дисковых резцов (рис. 1), позволяющая дисковым резцам перекапываться вдоль забоя, причем один резец выполнен с двухсторонней заточкой.

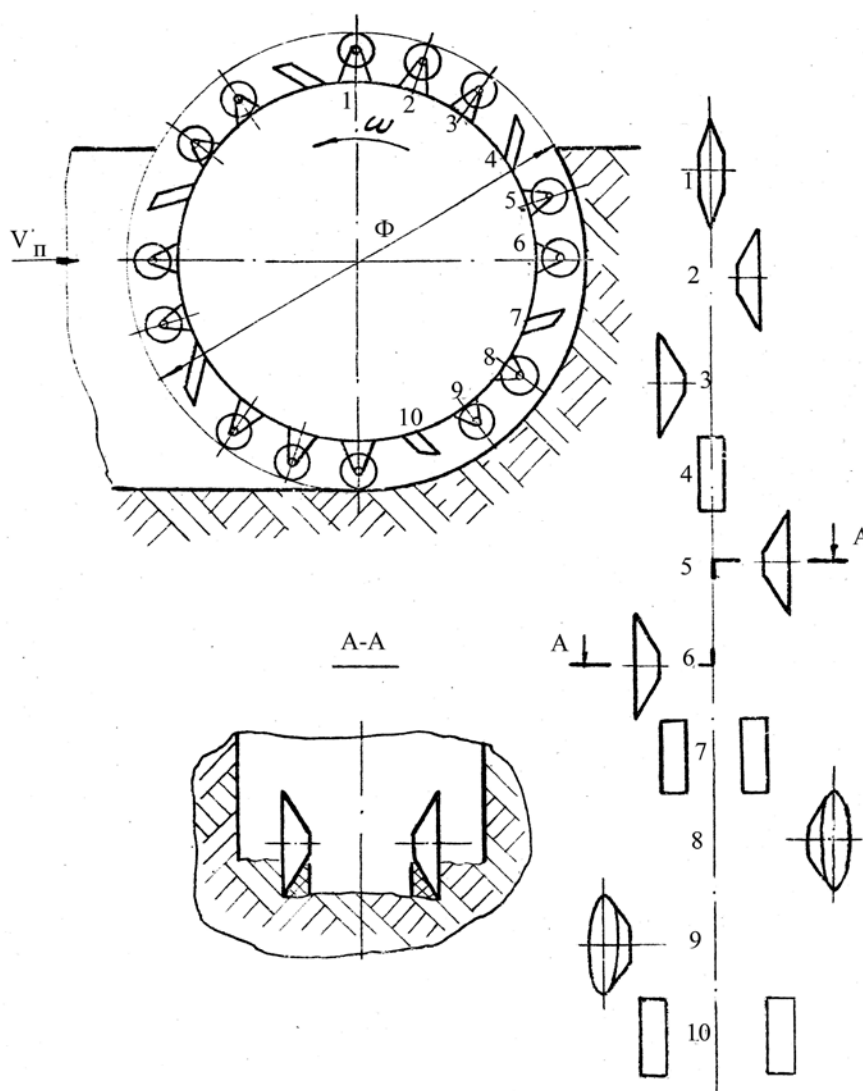


Рис. 1. Схема расстановки дисковых резцов в рабочих органах бесковшовых роторных экскаваторов

Его продольная ось совпадает с продольной осью диска ротора. Все последующие по ходу вращения дисковые резцы смещены относительно предыдущих по ширине. Крайние боковые диски наклонены к забою, что позволяет уменьшить трение их о боковые стенки траншеи. Такая схема позволяет всем дисковым резцам, кроме резца с симметричной заточкой, разрабатывать грунт по схеме, близкой к полублокированной.

На данную конструкцию роторного рабочего органа получено авторское свидетельство № 994629.

На данную конструкцию рабочего органа был изготовлен комплект дисковых резцов и установлен на роторный экскаватор.

Все испытания проводились совместно с Красноярским филиалом НПО «ВНИИстройдормаш» на роторном экскаваторе ЭТР-160, разработанном в этом объединении.

На рис. 2 показан фрагмент испытаний рабочего органа с дисковым инструментом на экскаваторе ЭТР-160.

Величина заглубления во время испытаний составляла 0,7–1,0 м при ширине щели 0,28 м. Частота вращения ротора 9...10 мин⁻¹. При исследованиях производились измерения и регистрация крутящего момента привода вращения ротора и передвижения экскаватора, а также записывались частота вращения ротора и коленчатого вала двигателя.

Эти испытания проводились в условиях г. Красноярска. Площадка была покрыта асфальтом толщиной 100...150 мм, грунт – гравийный с суглинистым заполнителем, встречались валунные включения размером 200 мм, на глубине 0,6 м оказалась бетонная плита.

Испытания подтвердили работоспособность такого инструмента при разработке грунта с включениями. Данным инструментом прорезана щель в бетонной плите (толщиной 0,35 м) длиной в 1 м. Вырез имел прямоугольную форму со следами инструмента. Разрушения инструмента не наблюдались. При встрече с включениями остановок вращения ротора не выявлено, дисковые резцы перекатывались по любому включению, частично разрушая его при размерах более 200 мм, а более мелкие – разрушая или транспортируя из траншеи. При работе с обычными зубьями, встречая крупные включения, ротор прекращал вращаться или происходила поломка зуба, и для дальнейшей разработки траншеи необходимо было осуществить подъем рабочего органа и передвижение с меньшей глубиной копания.



Рис. 2. Фрагмент испытаний роторного рабочего органа с дисковым инструментом на экскаваторе ЭТР-160

Чтобы судить о возможности работы данного инструмента, необходимо было провести подобные испытания в различных грунтовых условиях, в том числе и на мерзлом тяжелом суглинке. Такие испытания были проведены в карьере цементного завода на тяжелом суглинке с плотностью по ударнику ДорНИИ 60–65 единиц, как на поверхности, так и на дне траншеи. Во время эксперимента на роторе был установлен комплект дискового инструмента без зубьев.

Заглубление ротора и работа во время копания на глубине 0,7 м проходили плавно, без заметных колебаний скорости резания и передвижения экскаватора. Об этом свидетельствуют записи полученных результатов, в результате обработки которых выявлено:

частота вращения ротора находилась в пределах 8,2–8,6 мин⁻¹, коленчатого вала двигателя – 1440 мин⁻¹;

крутящий момент на валу гидромотора привода ротора составлял около 1180 Н·м, на приводе передвижения – 47 Н·м;

рабочая скорость передвижения составила 32,3–36,0 м/ч.

Сравнительно небольшая рабочая скорость передвижения объясняется тем, что разрушенный грунт из траншеи удалялся круглыми корпусами дисковых резцов, и, естественно, часть разрушенного грунта уплотнялась ими, что не могло не сказаться на производительности экскаватора. Установка дисковых резцов по схеме, когда они разрушают мерзлый грунт, а удаление его из траншеи производится зубьями, позволит повы-

силь скорость резанья, поскольку динамические нагрузки, путь трения и скорость внедрения режущих кромок в мерзлый грунт при этом снижаются, что позволит отодвинуть ограничительные условия по скорости с точки зрения износостойкости режущего инструмента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков, Д. П. Надежность роторных траншейных экскаваторов / Д. П. Волков, С. Н. Николаев, И. А. Марченко. – М.: Машиностроение, 1972. – 268 с.
2. Бугаев, В. Г. Типоразмерный ряд бурового инструмента режущего типа / В. Г. Бугаев // Строительные и дорожные машины. – № 8. – 1990. – С. 7–8.
3. Зеленин, А. Н. Машины для земляных работ / А. Н. Зеленин, В. И. Баловнев, И. П. Керов. – М.: Машиностроение, 1975. – 424 с.
4. Желудкевич, Р. Б. Разрушение мерзлого грунта дисковыми резцами: автореферат дис. ... канд. техн. наук / Р. Б. Желудкевич; СибАДИ. – Омск, 1983. – 22 с.

ВЛИЯНИЕ СРЕДНЕТЕХНИЧЕСКОЙ СКОРОСТИ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ-53215 НА НАДЕЖНОСТЬ ФОРСУНОК ДВИГАТЕЛЯ

Захаров Н.С., Вохмин Д.М.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Экономичность работы дизельных двигателей в значительной степени зависит от надежности распылителя и форсунки, которая определяется параметрами: коэффициентом стабильности λ ; коэффициентом закоксованности K ; твердостью металла распылителя HRC; герметичностью запорного конуса δ ; неравномерностью топливоподачи σ .

Изменения работоспособности распылителя форсунки приводящие к отказу по данным ЦНИИТА имеют следующие значения: коэффициент стабильности λ (10%); коэффициент закоксованности K (6%); твердость металла распылителя HRC (58...50); герметичностью запорного конуса δ (6%); неравномерностью топливоподачи σ (10%). Как правило, закономерность возникновения отказов форсунки носит постепенный характер, что указывает на возможность их предотвращения в результате выполнения ТО. С помощью программы REGRESS 2.5 были смоделированы зависимости параметров технического состояния форсунок от наработки, результаты показывают, что функция коэффициента стабильности $\lambda = f(L)$, твердости металла распылителя $HRC = f(L)$ и неравномерности топливоподачи $\sigma = f(L)$ носит степенной характер, а коэффициента закоксованности $K = f(L)$ и герметичности запорного конуса $\delta = f(L)$ линейный.

Как известно одним из важнейших нормативов технической эксплуатации является периодичность ТО или наработка (в километрах) меж-

ду двумя последовательно проводимыми однородными работами определяемая количественной характеристикой закономерностей параметров форсунки, что позволяет управлять работоспособностью в процессе эксплуатации, т.е. поддерживать и восстанавливать работоспособность.

В настоящее время периодичность обслуживания форсунок автомобилей КамАЗ регламентируется пробегом по сервисной книжке и соответствует периодичности сезонного технического обслуживания СТО (сервис С), что соответствует в зависимости от категории условий эксплуатации периодичности от 25,6 до 32,0 тыс. км. В целях проверки справедливости данных рекомендаций с учетом различных среднетехнических скоростей было проведено моделирование, основанное на методе определения периодичности по допустимому уровню безотказности.

Вероятность безотказной работы определяется:

$$R_o = \{x_i \geq l_o\} \geq R_o = \gamma,$$

где R_d – допустимая вероятность безотказной работы;

x_i – наработка на отказ;

l_o – периодичность ТО.

Моделирование проводилось с помощью программы Resurs-F для среднетехнической скорости V_t : 25, 31, 37, 43, 49 км/ч., с вероятностью безотказной работы $R_d = 90\%$.

График рис. 1 показывает, что функция носит логнормальный характер, вероятность безотказной работы при $R = 0,1$ лежит в пределах 10,219 тыс. км.

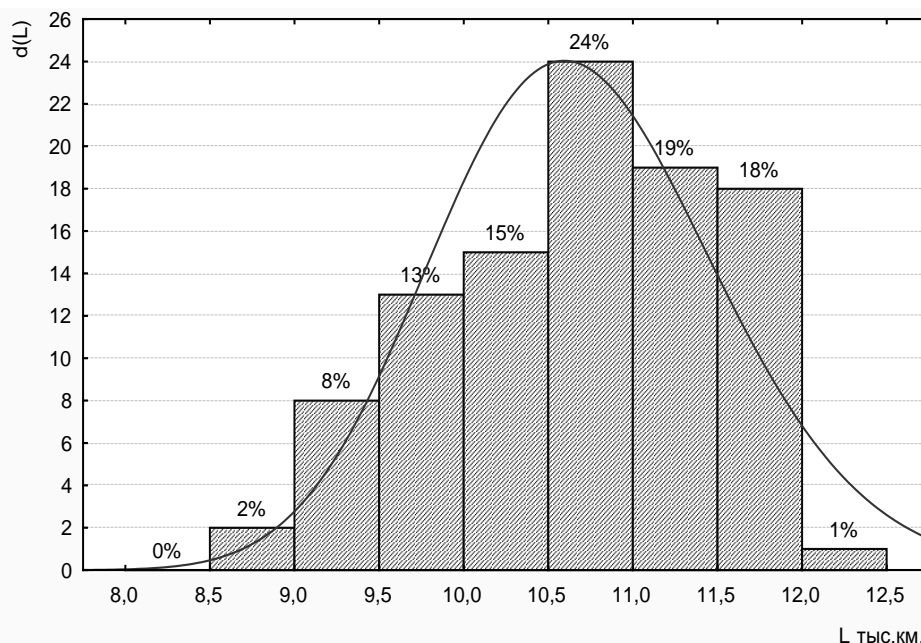


Рис. 1. Распределение наработок форсунок до достижения предельно допустимого состояния по коэффициенту стабильности λ при $V_m = 25$

Данные для показателей λ , K, HRC, δ , σ , для V_t : 25, 31, 37, 43, 49 км/ч, приведены в таблице.

Таблица

Изменение показателей надежности ресурса форсунки

Скорость V_t км/ч	Наработка L (тыс. км)				
	коэффициент стабильности λ	коэффициент закоксованности K	твердость HRC	герметичность запорного ко- нуса δ	неравномерность топливоподачи σ
49	20,953	37,112	331,33	32,293	51,037
43	20,028	32,910	-	27,810	44,539
37	15,973	28,290	255,26	24,768	37,527
31	13,033	23,641	-	19,428	31,989
25	10,219	19,830	167,73	17,784	25,630

Выделенные жирным шрифтом значения указывают на необходимость корректировки периодичности ТО в сторону их сокращения, что приведет к увеличению ресурса распылителя и форсунки в целом, а также двигателя автомобиля.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА ТОПЛИВНУЮ ЭКОНОМИЧНОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ С БЕССТУПЕНЧАТЫМ ВАРИАТОРОМ В ТРАНСМИССИИ

Захарова А.Н.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Расходы на топливо составляют значительную долю в затратах на эксплуатацию автомобилей. Поэтому вопросу изучения топливной экономичности посвящено большое число исследований.

На топливную экономичность автомобиля существенно влияет большое число факторов, причем некоторые из них варьируют в широких пределах. Влияние наиболее значимых факторов достаточно исследовано и учтено в системе нормирования.

Один из самых значимых факторов - температура окружающего воздуха. Учитывая, что большая часть территории России находится в зонах умеренного, холодного, очень холодного климата, нужно отметить необходимость учета этого фактора при планировании и нормирования. В настоящее время разработаны и используются дифференцированные зимние надбавки для автомобилей многих марок и моделей.

В то же время, топливная экономичность автомобилей с бесступенчатым вариатором в трансмиссии изучена пока недостаточно в связи с относительно малой долей их в парке. Но в последнее время их число растет.

На кафедре эксплуатации и обслуживания транспортно-технологических машин ТюмГНГУ выполнены экспериментальные исследования влияния температуры воздуха t на удельный путевой расход топлива q автомобилем Nissan Qashquai. Указанный автомобиль оснащен бензиновым двигателем с рабочим объемом 2,0 л и бесступенчатым клиноременным вариатором. Оценка расхода топлива производилась на основе информации, выводимой на штатный монитор автомобиля с бортового компьютера.

Измерение расхода топлива проводилось при температурах воздуха от -30 до 10 °С на скоростях от 50 до 120 км/ч через каждые 10 км/ч. Постоянная скорость поддерживалась с помощью штатной системы круиз-контроля. Результаты эксперимента представлены на рис. 1.

Экспериментальные данные аппроксимировались экспоненциальной, степенной и полиномиальной моделями. Наилучшая аппроксимация достигается при использовании полинома второй степени: При скорости 60 км/ч влияние температуры воздуха на путевой расход топлива описывается моделью

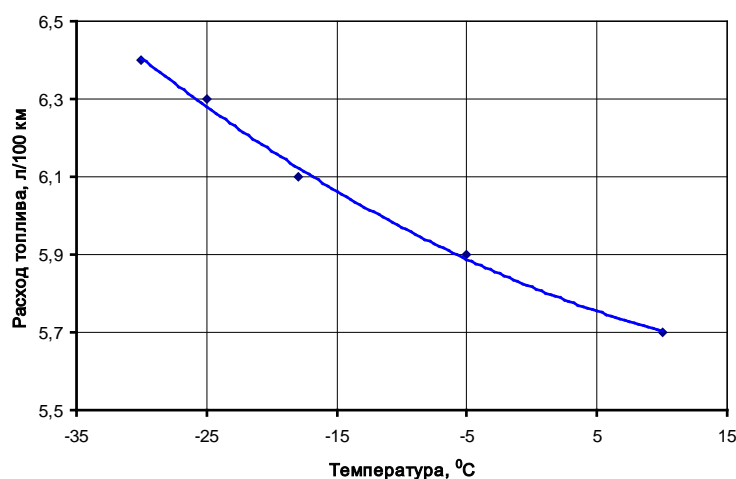
$$q = 5,8 + 0,0002 \cdot t + 0,013 \cdot t^2, \text{ [л/100 км]},$$

при 90 км/ч –

$$q = 6,9 + 0,0003 \cdot t + 0,033 \cdot t^2, \text{ [л/100 км]}.$$

Для первой модели при линеаризации коэффициент детерминации составил 0,99, для второй – 0,88, что свидетельствует о практически полной обусловленности изменения расхода топлива рассматриваемыми факторами.

а)



б)

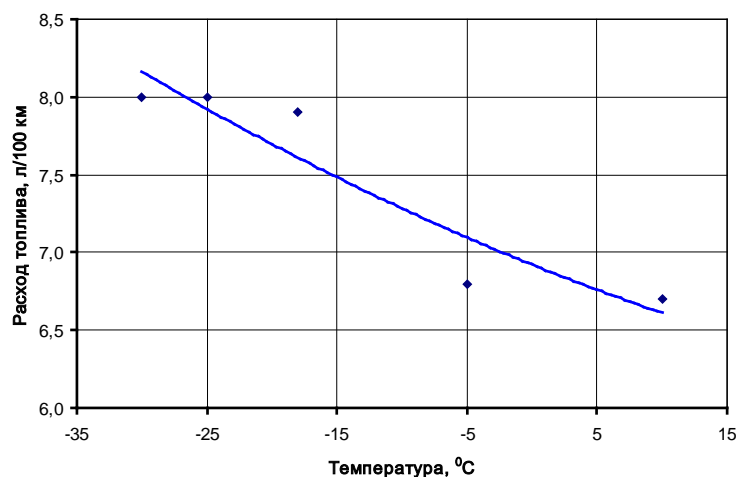


Рис. 1. Влияние температуры воздуха на удельный путевой расход топлива автомобилем Nissan Qashquai при скорости движения: а – 60 км/ч; б – 90 км/ч

Анализ полученных результатов показывает, что при изменении температуры воздуха с 10 до -30 °C удельный путевой расход топлива увеличивается на 12,3 % при скорости 60 км/ч и на 24,2 % при скорости 90 км/ч. Это обусловлено, очевидно, большим влиянием силы аэродинамического сопротивления при низких температурах.

К ВОПРОСУ НЕОБХОДИМОСТИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО КОРРЕКТИРОВАНИЯ НОРМ РАСХОДА ТОПЛИВА ГАЗОБАЛЛОННЫМИ АВТОМОБИЛЯМИ

Иванов А.С., Анисимов И.А., Чикишев Е.М.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

На основании распоряжения Минтранса РФ №АМ-23-р 14 марта 2008 г. в действие вступили новые Методические рекомендации «Нормы расхода топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте» взамен старых, действовавших на протяжении пяти лет с 29.04.2003. В отличие от предыдущей версии, данная претерпела ряд изменений, в частности были скорректированы расход топлива для отдельных моделей автомобилей, значение зимних надбавок к нормам расхода топлива, добавлены новые модели, марки, модификации автомобилей, установлены дополнительные нормы расхода топлива на каждую езду с грузом для автомобилей, работающих по газодизельному циклу и др.

Совместное влияние на расход топлива климатических, дорожных и транспортных условий эксплуатации и их различных сочетаний в действующей системе нормирования учитывается суммированием или вычитанием надбавок (снижений) без учета взаимодействия факторов условий

эксплуатации. Поэтому на предприятии отсутствуют данные о фактическом расходе топлива. Более того, с учетом человеческого фактора, можно смело утверждать, что большая часть норм на топливо необоснованно завышена, чем собственно пользуются водители, а предприятие в свою очередь несет значительные убытки.

Одним из главных недостатков данной методики является то, что она приближенно учитывает влияние температуры окружающего воздуха на расход топлива. А между тем известно, что изменение температуры окружающей среды оказывает влияние на автотранспортные средства, как непосредственно через изменение теплового состояния элементов их конструкций, так и через изменение дорожных условий эксплуатации [1]. При изменении температуры воздуха изменяется расход топлива автомобилей. Эксплуатация автотранспортных средств при отрицательных температурах воздуха приводит к увеличению реального расхода топлива за счет ухудшения температурного режима ряда основных элементов автомобиля, увеличения сопротивления холодного воздуха и, следовательно, норма его расхода тоже должна возрастать.

Территория Российской Федерации весьма обширна и в разных ее регионах преобладают различные между собой значения средних температур воздуха, как в течение месяца, так и в течение года. Требуется корректировка и к среднесуточному изменению климатических условий, особенно при эксплуатации автомобилей по двух- и даже трехсменному рабочему графику, поскольку температура воздуха в ночное и дневное время суток, как правило, различна. Из этого следует, что автотранспортные средства будут сжигать неодинаковое количество моторного топлива в течение всего периода, а согласно методике нормирования предельные величины зимних надбавок постоянные, и установлены строго для определенного количества месяцев в году. Например, для Юга Тюменской области на 5,5 месяцев с 01.11 по 15.04 установлена надбавка не более 12%, которая не учитывает изменение температуры в течение этих месяцев, да и, вообще, возможен вариант, когда холода наступят раньше или позже указанных в методике дат.

В качестве подтверждения тому, можно привести данные [2] о изменении средних температур окружающего воздуха по месяцам с 1 ноября 2007 г. по 15 апреля 2008 г.

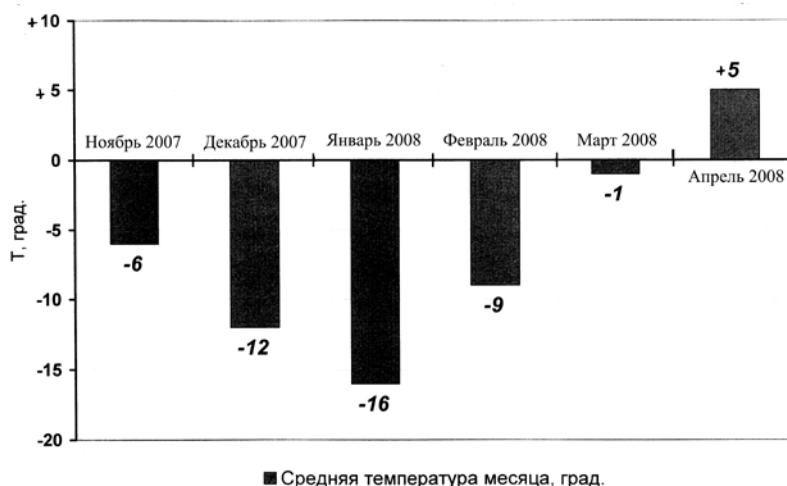


Рис. 1. Средние значения температуры окружающего воздуха в период с ноября 2007 по апрель 2008 гг. в г. Тюмень

Как видно из диаграммы на рис.1 перепад средних температур по месяцам существенно различается. А в апреле 2008 г. температура, вообще, была плюсовая, и в данном случае применение зимней надбавки будет необоснованным.

Немаловажным фактором условий эксплуатации автомобилей является скорость его движения. Она приводит к изменению температуры воздуха на входе в двигатель, которая в свою очередь зависит от температуры окружающего воздуха, что подтверждается результатами исследований И.А. Анисимова для дизельных автомобилей (рис. 2, рис. 3) [3] и А.Г. Сопова для бензиновых автомобилей (рис. 4, рис. 5) [4]. Из этого следует, что при эксплуатации автомобилей в городской черте и за ее пределами расход топлива будет различаться.

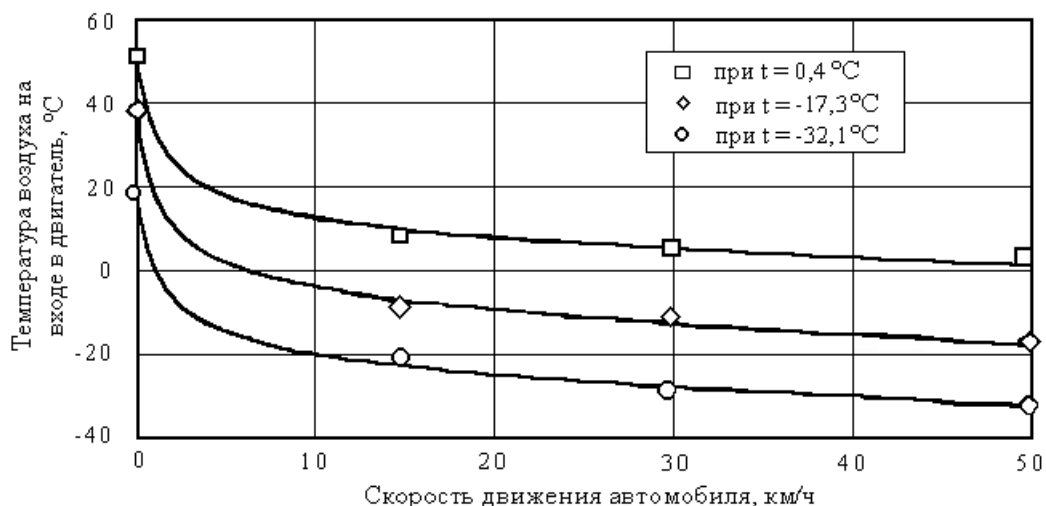


Рис. 2. Зависимость температуры воздуха на входе в двигатель от скорости движения автомобиля.

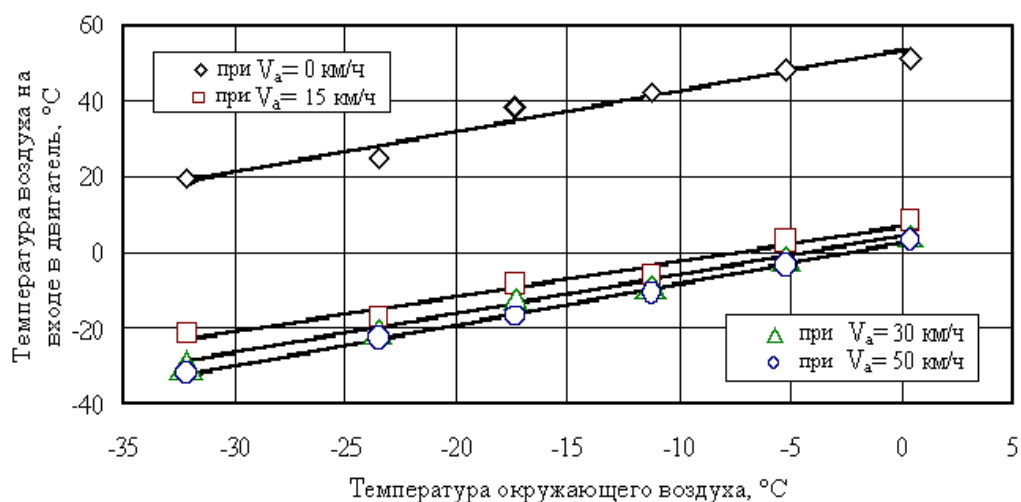


Рис. 3. Зависимость температуры воздуха на входе в двигатель от температуры окружающего воздуха

Что касается газобаллонных автомобилей, картина та же, как у дизельных и бензиновых, в результате их эксплуатации при различных температурах окружающего воздуха расход топлива изменяется. В качестве примера можно привести результаты исследований А.С. Гаваева, в которых указывается на изменение расхода топлива автомобилей, работающих на сжиженном нефтяном газе в зависимости от температуры воздуха на входе в двигатель (рис. 6) [5].



Рис. 4. Зависимость температуры входящего в двигатель воздуха от скорости движения автомобиля ГАЗ-3110 при положении шланга забора воздуха: 1 – «Лето», без чехла; 2 – «Лето», с чехлом; 3 – «Зима», без чехла.

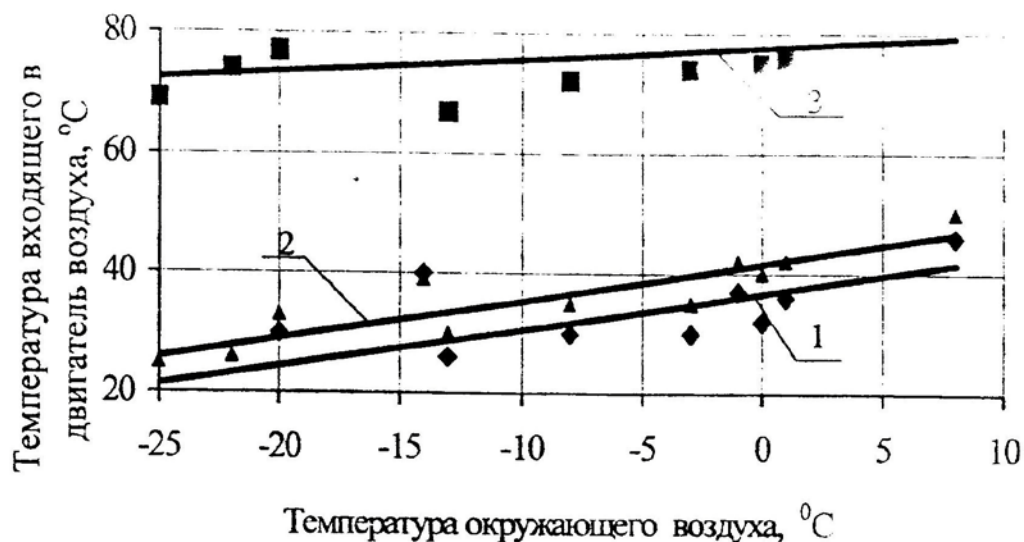


Рис. 5 – Влияние температуры окружающего воздуха на температуру входящего в двигатель воздуха автомобиля ГАЗ-3110 при прохождении шланга забора воздуха: 1 – «Зима», без чехла; 2 – «Лето», с чехлом; 3 – «Лето», без чехла.

Подводя итог сказанному выше, можно сделать следующие выводы:

- действующие нормы расхода топлива, несомненно, нуждаются в корректировке;
- вопросы корректирования норм расхода топлива необходимо осуществлять методом гибкого дифференцирования, т.е. с учетом изменения температуры воздуха в течение всего периода эксплуатации автомобилей;
- с целью наилучшей эффективности, дифференцирование необходимо производить на основе адаптивности автомобилей к низкотемпературным условиям эксплуатации.

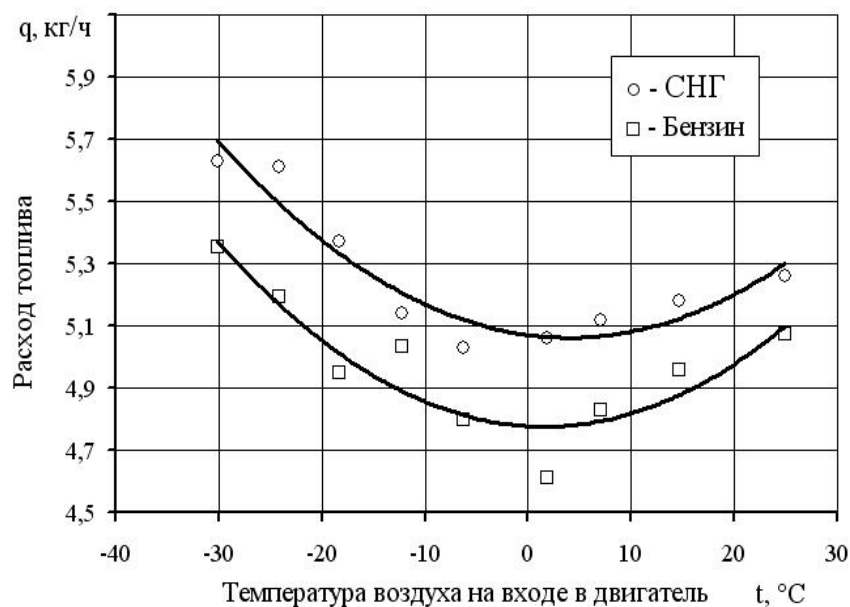


Рис. 6. Зависимость изменения расхода топлива от температуры воздуха на входе в двигатель при $P = 30$ кВт, $n = 3000$ об/мин

ЛИТЕРАТУРА

1. Резник Л.Г., Ромалис Г.М., Чарков С.Т. Приспособленность автомобилей к низким температурам воздуха. – Учебное пособие: Тюмень, ТГУ. – 1985. – 105 с.
2. Веб-сайт www.rp5.ru – архив климатических условий по городам России.
3. Анисимов И.А. Приспособленность автомобилей с дизельными двигателями к низкотемпературным условиям эксплуатации по токсичности отработавших газов // Автореф. дисс. на соиск. уч. степени канд. техн. наук. – Тюмень, ТюмГНГУ, 2003. – 19 с.
4. Сопов А.Г. Влияние низкотемпературных условий эксплуатации автомобилей на содержание вредных веществ в отработавших газах // Автореф. дисс. на соиск. уч. степени канд. техн. наук. – Тюмень, ТюмГНГУ, 2001. – 17 с.
5. Гаваев А.С. Приспособленность газобаллонных автомобилей к низкотемпературным условиям эксплуатации по токсичности отработавших газов и расходу топлива // Автореф. дисс. на соиск. уч. степени канд. техн. наук. – Тюмень, ТюмГНГУ, 2007. – 21 с.

ВЛИЯНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕГИОНА НА ТРАНСПОРТО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМУ

Ишкина Е.Г.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Мировой финансовый кризис повлиял на все области деятельности человека. Транспортно-технологическая система не осталась в стороне и смежные с ней отрасли производства также повлияли на неё.

В условиях мирового финансового кризиса транспортно-технологические предприятия всех регионов столкнулись с новыми проблемами. В основном их можно разделить на две основных группы.

К первой группе можно отнести падение объемов транспортно-технологической деятельности. Изменение объемов наблюдается как по отдельным видам транспортно-технологического обслуживания так и, в общем.

Крупные транспортные предприятия потеряли своих клиентов в связи с всеобщим снижением объемов работ и более жесткой конкуренции со стороны мелкого предпринимательства. До кризиса крупные предприятия выигрывали конкуренцию качеством и стабильностью работы транспорта. В нынешних условиях заказчик основным критерием оценки поставщика транспортно-технологического обслуживания ставит стоимость. Мелкие обслуживающие предприятия предлагают более гибкие финансовые условия, что значительно влияет на объемы работы крупных предприятий. Таким образом, на общем фоне снижения объемов производства заметен сдвиг объемов в сторону мелкого предпринимательства. Это приводит к изменению в структуре транспортно-технологической системы.

Во вторую группу проблем связанных с кризисом можно отнести все финансовые проблемы предприятий. К ним относятся: внешние и внутренние проблемы предприятий. Внешние, выражаются в не платежах и задержках платежей потребителями, в снижении тарифов на обслуживание на рынке, инфляцией. Внутренние проявляются в финансовой не состоятельности перед работниками предприятия. Вследствие чего предприятия теряют квалификационный и кадровый потенциал.

Каждое транспортно-технологическое предприятия находит собственные пути выхода из кризиса. Кто-то сокращает свои затраты для снижения цены на услуги, добиваясь этого путем увольнения работников и сокращения техники, снижением заработной платы работникам и сокращением рабочей недели.

Некоторые предприятия просто сокращают объемы предлагаемых на рынок транспортно-технологических работ, ставят на консервацию технику и отправляя работников в вынужденные отпуска.

Для более не стабильных предприятий мировой финансовый кризис оказался «финишной» ленточкой с объявлением банкротства.

Все выше изложенное значительно влияет на транспортно-технологическую систему. Но так как отрасли производства еще находятся в состоянии кризиса, то и транспортно-технологическая система не пришли в состояние равновесия. Все изменения в функционировании транспортно-технологических систем можно будет оценить только после стабилизации внешней среды.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЯЖЕСТИ ОТКАЗОВ (КТО)

Ишков А.М., Жариков О.Н

Президиум ЯНЦ СО РАН

В транспортной стратегии РФ до 2025 г. отмечается, что в «условиях социально-экономических преобразований значимость автомобильного транспорта постоянно возрастает...». Расширяется сфера применения грузового автомобильного транспорта общего пользования, интенсифицируется работа ведомственного автотранспорта, активизируется подвижность населения, начался процесс массовой автомобилизации страны. [1]

В связи с этим основными целями стратегии развития автотранспорта являются «Максимальное использование его возможностей...» и «снижение всех видов издержек, связанных с осуществлением автотранспортной деятельности.

Решение этих задач будет способствовать увеличению роли автотранспорта, в особенности в регионах Сибири и Дальнего Востока, которая может быть осуществлена только при модернизации и обновлении автопарка, повышении его надежности. [2]

Согласно разработанной Схеме комплексного развития производительных сил, транспорта и энергетики РС(Я) до 2020 года» предполагается значительное увеличение объемов перевозок примерно в 2,5-3,0 раза, которые будут осуществляться на территории республики при внутрирегиональных и межрегиональных перевозках. [3]

С периода интенсивного освоения и развития Севера и Северо-Востока страны остро обозначилась проблема надежности и работоспособности техники, и в частности, автотранспортной, в условиях низких температур, многочисленные исследования по которым обобщены в статьях и в коллективных монографиях научных работников ЯНЦ СО РАН [4,5,6]; специфической особенностью при этом является катастрофическое возрастание количества внезапных нарушений узлов машин и конструкций, которые в условиях низких температур способствуют хладоломкости металлических и полимерных материалов, что снижает работоспособность техники как отечественной, так и зарубежной.

Так, например, наибольшее количество отказов по автомобилям КамАЗ приходится на тормоза (15%), электрооборудование (11%), двигатель (12%). Простои по устранению отказов также наибольшие у этих же систем. [7]

Это является существенным характерным признаком, показывающим наиболее ненадежные системы и агрегаты, которые являются особо затратными в экономическом плане и особо опасными в силу своей внезапности, в результате чего может возникнуть аварийная ситуация или дорожно-транспортное происшествие.

В связи с этим ученые ИФТПС ЯНЦ СО РАН [7] предложили подсчитать коэффициент тяжести отказов (КТО) с группировкой отказов систем и деталей машин по следующим группам:

- отказы металлических деталей;
- отказы резинотехнических изделий и полимерных деталей;
- отказы электрооборудования;
- отказы по некондиционности ГСМ;
- смешанные отказы.

Коэффициент тяжести отказа машины за определенный период, например, за один год, принимается за единицу. Он равен сумме коэффициентов тяжести отказов отдельных составляющих систем:

$$K_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n K_r = 1,$$

где $K_{\text{общ}}$ - общий коэффициент тяжести отказов машин; K_r - коэффициент

тяжести i той группы.

Новый параметр – коэффициент тяжести отказов – учитывает не только количество, но и продолжительность простоя машин в ремонте или в его ожидании. Сравнивая коэффициенты тяжести отказов по группам и периодам года (лето, зима), можно выявить группы отказов, которые наиболее отрицательно влияют на работоспособность машин при низких температурах. На основе сравнительной оценки отказов по коэффициенту тяжести можно выработать наиболее предпочтительный – с позиции экономического или социального эффекта – путь устранения причин отказов.

Международными и национальными стандартами качество определяется как «совокупность свойств и характеристик изделия или услуги, обеспечивающих удовлетворение обусловленных или предполагаемых потребностей, а качество продукции (напр., автотранспортных средств) – как совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением» [7].

С этой точки зрения, коэффициент тяжести отказов КТО является определяющим компонентом и индикатором надежности, работоспособности и качества автотранспортной техники, с необходимой точностью позволяющий дать качественную оценку не только технического состояния АТС в разрезе указанных дифференциальных показателей, но и экономическую оценку влияния на уменьшение производственно-финансовой деятельности АТП при соответствующем невыполнении транспортной работы, снижении доходов и рентабельности.

Таким образом, на основании вышеизложенного, общая модель экономических потерь \mathcal{E}_n от различных отказов будет иметь 2 вида:

I вид – экономические потери от отказов систем, агрегатов и деталей ТС, вызвавших необходимость ремонта ТС:

$$\mathcal{E}_{nj,k,l}^{Ii} = TC_{pj,k,l}^i \cdot \mathcal{C}_{pj,r,l}^i + \Gamma_{pm,n}^i \cdot \mathcal{C}_{grm,n}^i + Y_{\partial}^i,$$

где i – вид транспортного средства;

j,k,l – наименование технических систем, агрегатов, деталей, отказавших в процессе работы;

$TC_{pj,k,l}^i$ – количество ТС вида i , подлежащих ремонту из-за отказов технических систем (j), агрегатов (k), деталей (l);

$\mathcal{C}_{pj,r,l}^i$ – цена ремонта транспортного средства по отказам систем (j), агрегатов (k), деталей (l);

$\Gamma_{pm,n}^i$ – количество поврежденного или утерянного груза (в тоннах) вида m , рода n на транспортном средстве i ;

$\mathcal{C}_{grm,n}^i$ – цена 1 тонны утерянного или поврежденного груза вида m , рода n на транспортном средстве i ;

$У_{д}^i$ – ущерб собственнику от недополучения доходов при выбытии транспортного средства типа i из эксплуатации.

II вид - экономические потери от отказов систем, агрегатов, деталей подлежащих восстановлению или ремонту ТС:

где $ТС_{j,k,l}^i$ - количество списанных ТС типа i по причине транспортного происшествия от отказов систем (i);

$Ц_{j,r,l}^i$ - стоимость одного списанного ТС типа i ;

$З^i$ - затраты на приобретение новых ТС типа i ;

$\Gamma_{p\ m,n}^i$; - те же, что и в предыдущем виде.

Эти обобщенные математические модели позволяют определить экономический ущерб по отказам конкретных систем, агрегатов, деталей определенного типа транспортного средства, а коэффициент тяжести отказов по стоимостным параметрам легко определяется как отношение экономического ущерба от отказов отдельно каждой системы, агрегата, детали к общему экономическому ущербу от всех отказов по конкретному транспортному средству (или их совокупности).

Конкретная оценка отказов и соответствующих потерь конкретного транспортного средства в предыдущий период имеет определяющее значение для прогнозирования будущих ситуаций, которые оцениваются при краткосрочном и среднесрочном прогнозировании [6].

Для прогнозирования стоимостных показателей необходимо учитывать ценовую политику государства, отрасли, предприятия, основным компонентом которой являются инфляционные ожидания, которые целесообразно учитывать через соответствующие коэффициенты. В этом случае модели 1 и 2 вида можно записать:

I вид:

где $K_{p\ j,k,l}^i$ - коэффициент инфляционного ожидания изменения стоимости ремонта ТС типа i с изменением стоимости систем (j), агрегатов (k), деталей (l);

$K_{p\ m,n}^i$ - коэффициент инфляционного ожидания изменения стоимости 1 т утерянного или поврежденного груза вида m , рода n на ТС типа i .

II вид:

где $K_{c\ j,k,l}^i$ - коэффициент инфляционного ожидания изменения стоимости

ТС типа i ;

$K_{p\ m,n}^i$ - коэффициент инфляционного ожидания изменения стоимости 1т утерянного или поврежденного груза вида m , рода n на ТС типа i .

K^i - коэффициент инфляционного ожидания изменения стоимости нового ТС типа i .

ЛИТЕРАТУРА

1. Транспортная стратегия РФ до 2005 г. Одобрена на заседании Госсовета РФ 29 октября 2003 г.
2. Транспортная стратегия РС(Я) до 2025 г. Утверждена Постановлением Правительства РС(Я) от 31 мая 2004 г. № 258.
3. Схема комплексного развития производительных сил, транспорта и энергетики РС(Я) до 2020 г. Утверждена Постановлением Правительства РС(Я) № 411 от 6.09.2006.
4. Ишков А.М. О неотложной необходимости продления ресурса автотранспортных средств / А.М. Ишков, О.Н. Жариков // Автотранспортное предприятие. – 2007. - № 11.
5. Ишков А.М. Теория и практика надежности техники в условиях Севера / А.М. Ишков, М.А. Кузьминов, Г.Ю. Зудов. – Якутск: ЯФГУ «Изд-во СО РАН», 2004. – 313 с.
6. Григорьев Р.С. Методы повышения работоспособности техники в северном исполнении / Р.С. Григорьев, В.П. Ларионов, Ю.С. Уржумцев. – Новосибирск: Наука, 1987. – 252 с.
7. Грушников В.А. О надежности отечественной техники // Автотранспортное предприятие. – 2005. – май.

СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА АВТОМОБИЛЬ ВО ВРЕМЯ ДВИЖЕНИЯ

Ишмухаметов И.В., Нургалеев А.В.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

При движении автомобиль преодолевает силы сопротивления качению, воздуха, подъема, инерции, а при движении на повороте на него действует боковая сила. Проявление сил, действующих на автомобиль при движении, может оказаться неожиданным для неопытного водителя и привести к дорожно-транспортному происшествию. Чтобы этого избежать, необходимо знать какие силы влияют на автомобиль во время движения, а также научиться учитывать эти силы и рационально их использовать:

- 1) сила тяжести;
- 2) инерционные силы возникают при изменении скорости или направления движения (боковая сила), они препятствуют разгону и торможению автомобиля, а на повороте стремятся сместить его в противоположную центру поворота сторону;

3) сила сопротивления подъему препятствует силе тяги при подъеме, и она тем больше, чем круче подъем, а на спуске, наоборот, складывается с силой тяги и дополнительно ускоряет движение автомобиля;

4) сила сопротивления качению возникает в результате трения шин о дорогу, их упругого деформирования, трения в подшипниках колес и др.;

5) реакция дороги на опору колес;

6) сила сопротивления боковому скольжению;

7) сила тяги на колесах;

8) сила сопротивления воздуха зависит от обтекаемости и лобовой площади автомобиля и резко возрастает с увеличением скорости.

Сила инерции движения – величина, которая состоит из силы, необходимой для ускорения движения, и силы, необходимой для углового ускорения вращающихся частей автомобиля. Движение автомобиля возможно только при условии, что его колеса будут иметь достаточное сцепление с поверхностью дороги. Если сила сцепления будет недостаточной (меньше величины силы тяги ведущих колес), то колеса пробуксовывают.

Сила инерции поступательного движения автомобиля выражается через величину его ускорения:

$$F_{\text{ин}} = m \cdot a, \quad (1)$$

где m —масса автомобиля, кг;

a —ускорение автомобиля, м/с².

С учетом коэффициента $\delta_{\text{вр}}$ силу инерции P_j можно определить по формуле:

$$P_j = m \cdot a \cdot \delta_{\text{вр}}, \quad (2)$$

Значение коэффициента $\delta_{\text{вр}}$ определяется по формуле:

$$\delta_{\text{вр}} = 1 + \frac{J_{\text{м}}}{J_{\text{к}}}, \quad (3)$$

где $J_{\text{м}}$ —момент инерции маховика;

$\eta_{\text{тр}}$ —КПД трансмиссии;

$i_{\text{тр}}$ —передаточное число трансмиссии;

$J_{\text{к}}$ —суммарный момент инерции всех колес;

r —радиус колеса.

Сила сцепления с дорогой зависит от веса, приходящегося на колесо, от состояния покрытия дороги, давления воздуха в шинах и рисунка протектора. Коэффициент сцепления зависит от вида покрытия дороги и от его состояния: наличие влаги, грязи, снега, льда. На дорогах с асфальтобетонным покрытием коэффициент сцепления резко уменьшается, если на поверхности имеется влажная грязь, пыль. В жаркую погоду на асфальте

появляется маслянистая пленка из выступающего битума, которая снижает коэффициент сцепления.

Сила сопротивления воздуха – величина этой силы зависит от формы или обтекаемости автомобиля, относительной скорости движения и плотности воздуха.

Как правило, затраты мощности на преодоление сопротивления воздуха складываются из следующих составляющих:

а) лобового сопротивления, вызванного разностью давления воздуха спереди и сзади автомобиля (55 – 60 % всего сопротивления воздуха);

б) сопротивления, создаваемого подножками, крыльями и другими выступающими частями автомобиля (12 – 18 %);

в) сопротивления, возникающего при прохождении воздуха через радиатор и подкапотное пространство (10 – 15 %);

г) трения наружной поверхности автомобиля о близлежащие слои воздуха (5 – 10 %);

д) сопротивления, вызванного разностью давления сверху и снизу автомобиля (5 – 8 %).

Силу сопротивления воздуха можно определить по формуле:

$$F_{\text{в}} = k_{\text{в}} \cdot F_{\text{л}} \cdot v_a^2, \quad (4)$$

где $k_{\text{в}}$ коэффициент сопротивления воздуха (коэффициент обтекаемости), $\text{Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$;

$F_{\text{л}}$ — лобовая площадь автомобиля, м^2 ;

v_a — скорость движения автомобиля, м/с .

Сила сопротивления подъему – зависит от веса автомобиля и угла подъема. опрокидывающая сила – действует на автомобиль при торможении и разгоне.

Таким образом, силу сопротивления подъему можно определить по формуле:

$$P_{\text{п}} = G \cdot \sin \alpha, \quad (5)$$

где I — величина уклона дороги, %.

Эта сила может быть как положительной, так и отрицательной. Знак силы сопротивления подъему $P_{\text{п}}$ определяется знаком α (или i), который считается положительным на подъеме.

Сила сопротивления качению. Во время движения автомобиля на него действуют силу реакции опорной поверхности. Сумма направленных против движения автомобиля продольных реакций дороги определяют величину силы сопротивления качению $P_{\text{к}}$. Как правило, в эту сумму входят силы реакции опоры, силы, возникающие в результате потерь энергии при колебательных деформациях шины и колебаниях колес относительно кузов-

ва в результате взаимодействия колес с неровностями опорной поверхности.

Дополнительные силы сопротивления движению, связанные с взаимодействием колес и опорной поверхности, возникают также в тех случаях, когда на колеса действуют боковые силы.

С учетом вышеперечисленных факторов условную силу сопротивления качения можно определить по следующей формуле:

$$P_f = \sum_{i=1}^{i=n} (R_{zi} \cdot f_i), \quad (5)$$

где n —число колес;

R_{zi} —нормальная реакция опорной поверхности i -го колеса;

f_i —коэффициент сопротивления качению i -го колеса с учетом дополнительных сил сопротивления.

Коэффициенты сопротивления качению различны у разных колес. Поэтому для удобства расчетов реальные значения коэффициентов сопротивления каждого из колес заменяют осредненными, считая их одинаковыми для каждого из колес.

В этом случае силу сопротивления качению P_f определяют по выражению:

$$P_f = G_a f, \quad (6)$$

где f —осредненный коэффициент сопротивления качению;

G_a —вес автомобиля, Н.

Сила сопротивления дороги. При движении автомобиля на подъеме и спуске составляющая силы тяжести, перпендикулярная к дороге, равна $G_a \cos \alpha$. Вследствие этого сила сопротивления качению P_f при движении на таких участках дороги равна $G_a f \cos \alpha$, т.е. она несколько меньше, чем при движении по горизонтальному участку. В то же время для относительно малых углов подъема и спуска $\cos \alpha$ приблизительно равен 1, таким образом, сила сопротивления качению при движении на подъеме или спуске практически равна силе сопротивления качению на горизонтальном участке дороги.

Коэффициент сопротивления качению f и уклон дороги i в совокупности характеризует качество дороги. Поэтому для практических расчетов введено понятие силы сопротивления дороги, которую можно определить по следующей формуле:

$$P_d = G_a f i, \quad (7)$$

Выражение $f + i$ называют коэффициентом сопротивления дороги и обозначают буквой ψ . Следовательно, сила сопротивления дороги определяется по формуле:

$$P_d = G_a \cdot \psi . \quad (8)$$

Эти силы, действующие на автомобиль во время движения влияют на изменения показателей эффективности работы автомобиля. К этим показателям можно отнести скоростные свойства автомобиля, топливная экономичность, износ деталей автомобиля, аэродинамические свойства.

Учет этих показателей позволит повысить эффективность использования автомобильного транспорта, и сократить число дорожно-транспортных происшествий.

ОЦЕНКА ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ ТРИАЦЕТАТА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В ПРИСУТСТВИИ ПРОИЗВОДНЫХ ФОРМАЗАНА

Каздыкпаева А.Ж., Полищук Б.О.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

В современных технологиях часто используют большие давления, температуры и агрессивные химические вещества. Следовательно, в применяемых здесь полимерных материалах могут происходить деструктивные процессы. Так, пленки из триацетата целлюлозы (ТАЦ) в условиях повышенных температур претерпевают термоокислительное разложение. Это приводит к ухудшению физико-химических и прочностных характеристик, и усложняет процессы последующего облагораживания, что, в конечном счете, ограничивает область применения таких пленок.

Повысить термостойкость данного вида материалов можно путем введения в их состав ингибирующих соединений, осуществляемого методом физико-химического модифицирования. Для снижения термодеструкции в качестве потенциальных стабилизаторов использовали производные хиноксалилформаза в количестве $C = 0-0,68$ ммоль/кг ТАЦ.

В настоящем сообщении проанализировано влияние концентрации этих низкомолекулярных модификаторов на свойства обычных ТАЦ пленок и вполне обоснованно выбран наиболее эффективный.

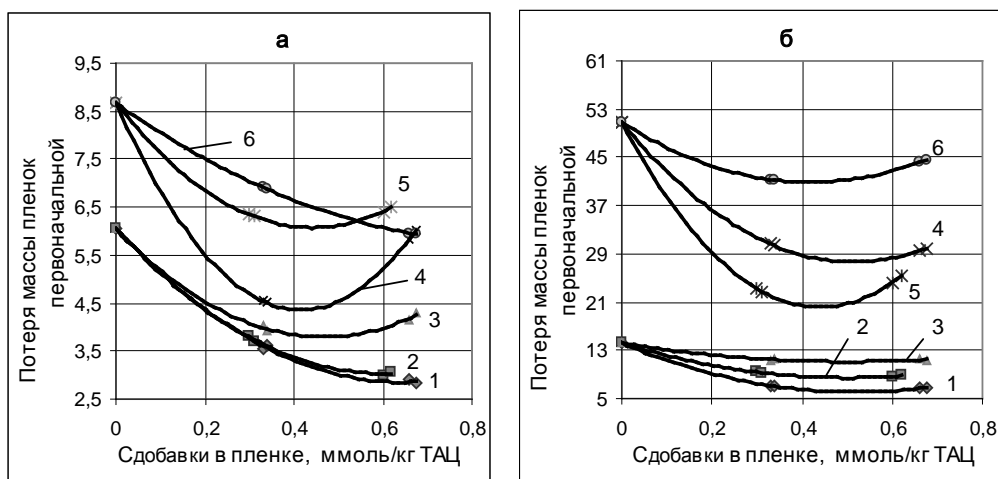


Рис. 1. Концентрационные зависимости Δm МТАЦ пленок в условиях изотермического нагрева при температуре 210° (а) и 230° С (б) и продолжительности 6 ч (кривые 1 - 3) и 18 ч (кривые 4 - 6), где:
1 и 4 - пленки, содержащие 1-(хиноксалил-2')-3-метил-5-(4''-оксифенил)формазан (I);
2 и 5 - пленки, содержащие 1-(хиноксалил-2')-3-метил-5-(4''-карбоксифенил)формазан (II);
3 и 6 - пленки, содержащие 1-(хиноксалил-2')-3-метил-5-(4''-диметиламинофенил)формазан (III).

Для установления влияния испытанных добавок на свойства ТАЦ пленок были аппроксимированы экспериментальные данные, приведенные на рис. 1.

В дальнейшем полученные зависимости можно использовать в целях определения оптимального содержания каждого соединения в соответствующем временном и температурном интервалах изотермического воздействия на модифицированные ими пленки.

Из рисунка видно, что введенные соединения действительно проявляют термоингибирующие свойства. Из них более эффективным в условиях испытания пленок при указанных температурах является 1-(хиноксалил-2')-3-метил-5-(4''-диметиламинофенил)-формазан.

Для относительно полного исследования влияния соединений формазанового ряда на термоокислительную деструкцию ТАЦ пленок мы сочли целесообразным вывести аппроксимирующие зависимости убыли массы модифицированных пленок от температуры и продолжительности изотермического нагрева. Полученные двухфакторные уравнения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Математическое описание концентрационно-кинетических зависимостей термоокисления модифицированных ТАЦ пленок

Температура нагрева, °С	Добавка	Сдоб в пленке, ммоль/кг ТАЦ	Двухфакторная аппроксимирующая зависимость термодеструкции пленок $\Delta m = f(\tau, c)$, где $\tau = 6-18$ ч	R^2
210	I	0	$\Delta m = -1,865 + 0,760\tau - 3,749c$	0,860
		0,33		
		0,34		
		0,66		
		0,68		
	II	0	$\Delta m = 1,601 + 0,547\tau - 2,433c$	0,952
		0,3		
		0,31		
		0,6		
		0,62		
	III	0	$\Delta m = -0,953 + 0,905\tau - 3,238c$	0,969
		0,33		
		0,34		
		0,66		
		0,68		
230	I	0	$\Delta m = -1,865 + 0,760\tau - 3,749c$	0,861
		0,33		
		0,34		
		0,66		
		0,68		
	II	0	$\Delta m = 1,601 + 0,414\tau - 2,462c$	0,820
		0,3		
		0,31		
		0,6		
		0,62		
	III	0	$\Delta m = -0,953 + 2,891\tau - 2,686c$	0,962
		0,33		
		0,34		
		0,66		
		0,68		

Подставив необходимые значения в вышеуказанные уравнения, можно рассчитать убыль массы Δm (в % от первоначальной) и сделать вывод о поведении модифицированных ТАЦ пленок, в частности, в жестких условиях испытаний ($\tau = \max$, $s = \min$). Оказалось, что при температурах 210° и 230 °С для соединений имеем :

	210 °С	230 °С
I ~	$\Delta m = 10,58$	12,474
II ~	$\Delta m = 10,717$	8,314
III ~	$\Delta m = 14,250$	50,199.

Следовательно, при выборе наиболее эффективного термостабилизатора при таких параметрах изотермического нагрева модифицированных пленок предпочтение следует отдать 1-(хиноксалил-2')-3-метил-5-(4''-карбоксифенил)-формазану.

ПРОБЛЕМЫ УСТАНОВКИ ДУБЛИРУЮЩИХ ПЕДАЛЕЙ СЦЕПЛЕНИЯ И ТОРМОЗА НА УЧЕБНОЕ АВТОТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО

Катаргин В. Н., Писарев И. С.

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Правильное функционирование оборудования, его механизмов, выполнение ими своих служебных функций в первую очередь обеспечивается за счет соответствующего относительного движения или положения их исполнительных поверхностей. В свою очередь, относительное движение или положение исполнительных поверхностей описывается рядом геометрических характеристик: размеры, относительные повороты, соосность, симметричность, перпендикулярность, параллельность и многие другие.

Рассмотрим проблемы установки дублирующих педалей сцепления и тормоза (ДПСТ) на серийные автомобили, которые предназначены для дооборудования транспортных средств (ТС) любых марок подвесными (напольными) педалями с целью его использования для учебной езды и сдачи на нем квалификационного экзамена [1].

ДПСТ имеют различные варианты установки на серийные автомобили в соответствии с рисунками 1 — 3. Для каждого варианта существуют особенности монтажа составляющих элементов ДПСТ на серийный автомобиль, заключающиеся в обеспечении необходимого взаимного расположения роликов и кронштейнов.

В процессе монтажа комплекта ДПСТ необходимо обеспечивать точность расположения роликов и контролировать их положение при эксплуатации в связи с тем, что на них действуют большое число различных факторов. Эти факторы вызывают отклонение положения роликов в про-

странстве, приводящее к увеличению усилия нажатия на ДПСТ, что в свою очередь сказывается на утомляемости инструктора, увеличении периода времени срабатывания механизмов сцепления и тормозной системы с использованием ДПСТ и может привести к аварийной ситуации на дороге. Кроме этого, увеличение усилия нажатия на педаль приводит к снижению долговечности оборудования в целом за счет интенсивного износа приводных тросов, самих роликов, увеличению нагрузок на подшипники и кронштейны.

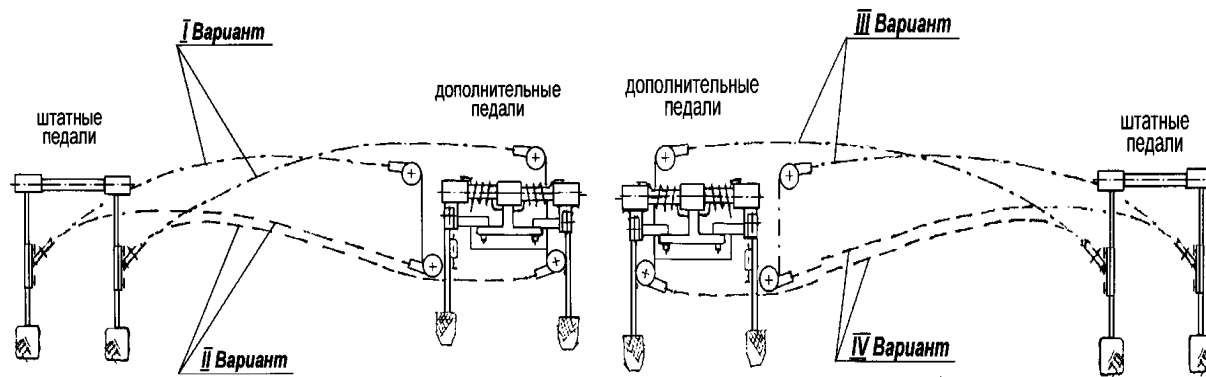


Рис. 1. Варианты I и II проводки тросов
(левое расположение руля)

Рис. 2. Варианты III и IV проводки тросов
(правое расположение руля)

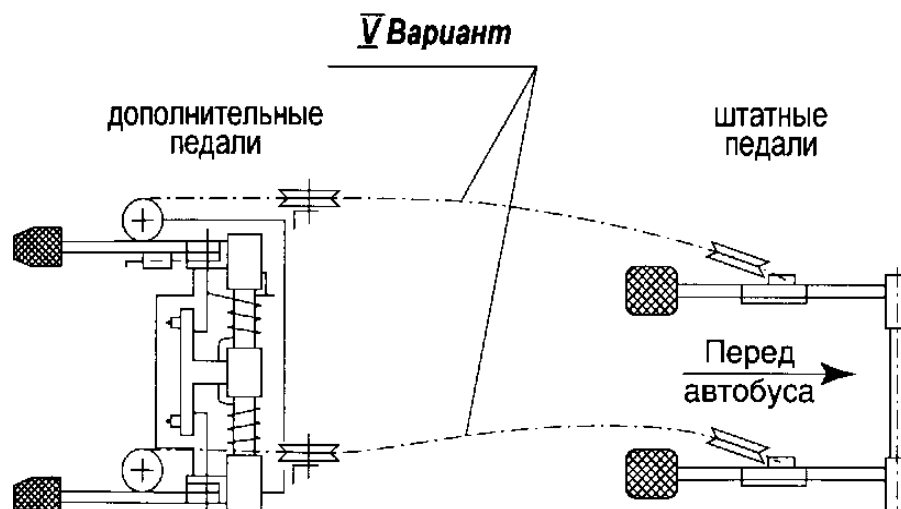


Рис. .3 – Вариант V проводки тросов на автобусах (с расположением инструктора за водителем)

В результате исследований, установлено, что параметрами обеспечения точности расположения элементов ДПСТ в соответствии с рисунками 4 – 7 являются: совпадение плоскостей образованных ручьями роликов (Δ_1) и обеспечение оптимального угла приложения силы, который в свою очередь формируется следующими параметрами 1) изменение положения ролика относительно пола кузова автомобиля (Δ_2), 2) изменение угла положения педального кронштейна закрепления троса ролика (Δ_3), (3) изменение положения педального кронштейна закрепления троса ролика

относительно рабочей педали (Δ4). Для обеспечения оптимального расположения элементов и механизмов ДПСТ и определения указанных параметров используется разработанный метод на основе теории размерного анализа.

Предлагаемый метод состоит в следующем: каждый из элементов дополнительного оборудования предназначен выполнять определенные служебные функции и описывается соответствующими геометрическими характеристиками, которыми в том числе являются и установленные выше параметры. Следующим этапом является выявление размерных цепей, исходными (замыкающими) звеньями которых являются установленные выше параметры.

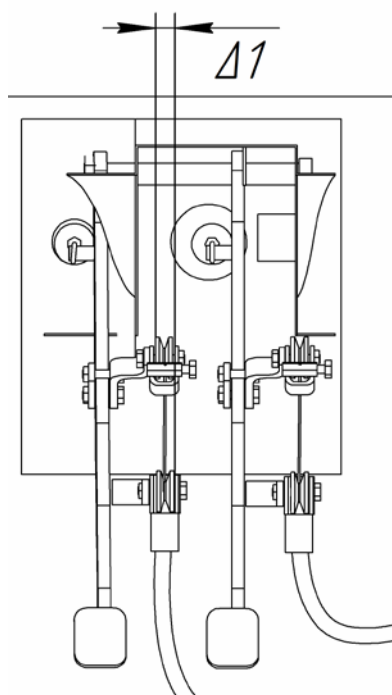


Рис. 4. Параметр обеспечения точности расположения роликов $\Delta 1$ (несовпадение плоскостей образованных ручьями роликов)

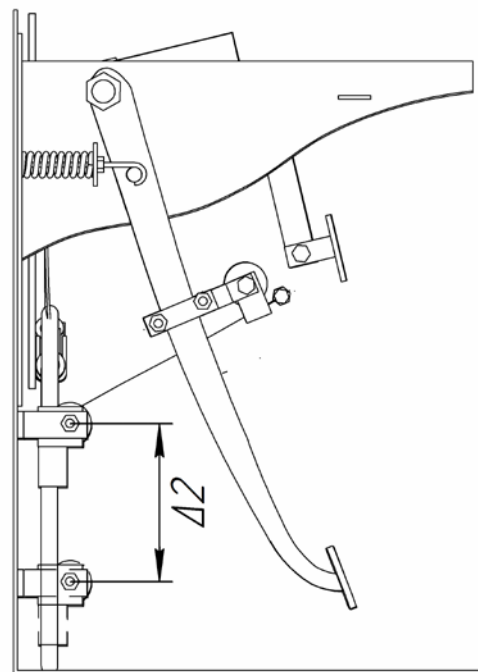


Рис. 5. Параметр изменения положения ролика относительно пола кузова автомобиля $\Delta 2$

Сформированные размерные цепи позволяют определить, какие размеры, каких деталей оказывают непосредственное влияние на величину исходного звена.

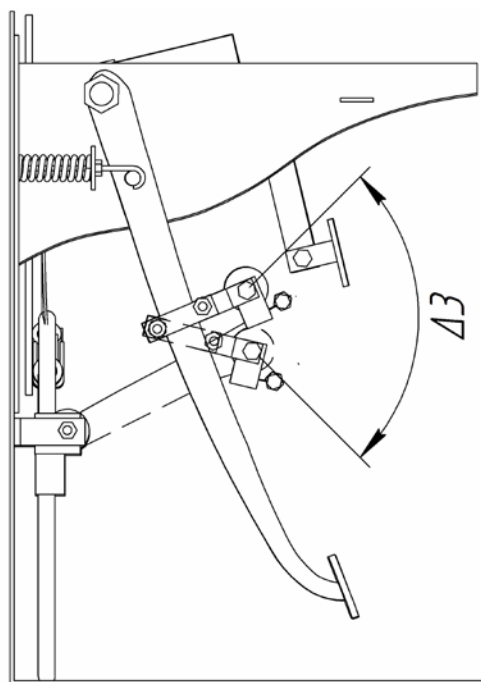


Рис. 6. Параметр изменения угла положения педального кронштейна закрепления троса ролика $\Delta 3$

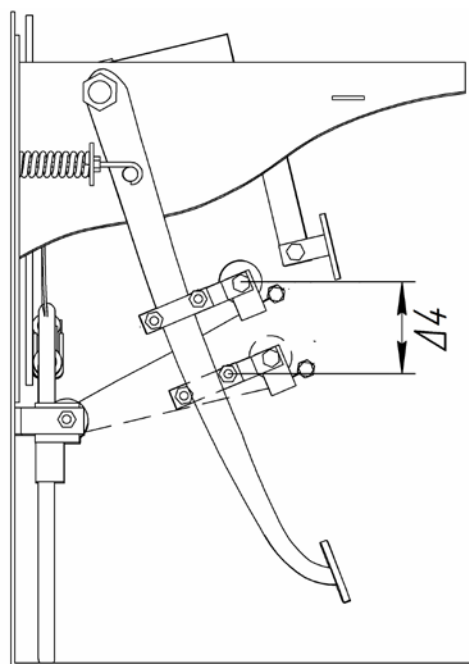


Рис. 7. Параметр изменения положения педального кронштейна закрепления троса ролика относительно рабочей педали ($\Delta 4$)

Таким образом, для обеспечения правильного функционирования группы взаимодействующих деталей, собираемых в узел, производится анализ взаимосвязанных их размеров. С учетом того, что элементы представляют собой совокупность поверхностей, взаимодействующих в пространстве необходимо оценивать размерные связи с помощью построения пространственных размерных цепей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дополнительные педали сцепления и тормоза. Руководство по эксплуатации и монтажу. Дизайн-Финпо, М., 2005. — 16 С.

ВЛИЯНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Клементьев А.С., Клементьева Т.С

*Ижевский государственный технический университет,
Удмуртский государственный университет*

Постоянно растущий парк автомобильного транспорта, использующий автомобильное нефтяное топливо, представляющее собой многокомпонентную смесь углеводородов, приводит к загрязнению воздушного бассейна вредными выбросами выхлопных газов. В составе выхлопных газов

содержится более 300 соединений, которые наносят вред окружающей среде [7,15].

Каждый автомобиль за год выбрасывает в атмосферу более 800 кг угарного газа, 115 кг углеводородов и 38 кг оксидов азота [10].

Загрязнения атмосферы – это огромный ущерб для здоровья людей, животных и растений.

Загрязнения атмосферы за счет автомобильного транспорта распределяются следующим образом: 70-80% – от выхлопных газов, 15-25% – от картерных газов и 5% – от испаряющегося из баков топлива.

Из данных табл. 1 следует, что наибольшее загрязнение атмосферы связано с отработавшими газами (ОГ) ДВС автомобильного и автотракторного назначения.

Вклад автотранспорта в суммарный выброс загрязняющих веществ в атмосферу крупных городов составляет более 80%.

Таблица 1

Потребление моторных топлив и выбросы продуктов сгорания ДВС

Вид транспорта	Общая мощность, %	Потребление топлива		Выбросы ОГ в атмосферу	
		%	млн. т	%	млн. т
Автомобильный	50	56,5	65,0	71,3	21,7
Сельскохозяйственные и лесопромышленные машины	20	23,5	27,0	17,8	5,4
Железнодорожный	16	11,0	12,6	6,3	1,9
Речной флот	8	5,6	6,8	2,6	0,8
Строительно-дорожные	4	1,9	2,2	1,3	0,4
Авиация	2	1,2	1,4	0,7	0,2
Итого	100	100	115,0	100	30,4

Продукты сгорания моторного топлива являются одним из основных загрязнителей окружающей среды. Они попадают на растения, почву, вдыхаются людьми и животными, вызывают болезни, снижают урожаи, накапливаются в организмах животных и сельскохозяйственных продуктах.

Отработавшие газы ДВС представляют собой, также как и топливо, сложную многокомпонентную смесь газов, паров, капель жидкостей и дисперсных твердых частиц, среди которых можно выделить азот N_2 и кислород O_2 , продукты полного сгорания топлива (диоксид углерода CO_2 и водяной пар H_2O), вещества, образующиеся в результате термического синтеза из воздуха при высоких температурах (оксиды азота NO_x), продукты неполного сгорания топлива (монооксид углерода CO , углеводороды CH_x , дисперсные твердые частицы, основным компонентом которых является сажа), а также оксиды серы, альдегиды, продукты конденсации и полиме-

ризации (табл. 2) [5,7,11,18]. Кроме продуктов сгорания топлива в ОГ дизелей присутствуют продукты сгорания смазочного масла и вещества, образующиеся из присадок к топливу и маслу.

Наиболее массовыми компонентами ОГ являются атмосферный азот, диоксид углерода (углекислый газ), пары воды и избыточный кислород (табл.2). На большинстве эксплуатационных режимов их суммарный объем в ОГ составляет 90-95 %, углекислый газ относится к слаботоксичным веществам, а остальные не являются токсичными. Объемная концентрация токсичных веществ в ОГ сравнительно невелика и составляет 0,2-2 %. К ним относятся продукты неполного сгорания топлива – монооксид углерода CO и несгоревшие углеводороды CH_x , оксиды азота NO_x , кислородсодержащие углеводороды – альдегиды $RCHO$, продукты сгорания серы, содержащейся в топливе и моторном масле – оксиды серы SO , сероводород H_2S , сульфаты (соли оксидов серы), продукты сгорания моторного масла, присадок к топливу и маслу, ряд других веществ. Эти вещества, многие из которых обладают выраженными токсичными свойствами, попадая в окружающую среду, наносят ущерб растительному и животному миру, негативно влияют на состояние здоровья людей, создают угрозу их жизни.

Состав выхлопных газов приведен в табл. 2 [16].

Таблица 2

Состав выхлопных газов, об.

Компоненты	Двигатели	
	бензиновые	дизельные
Азот	74-77	76-78
Кислород	0,3-8	2-12
Пары воды	3-5,5	0,6-4
Двуокись углерода	5-12	1-10
Окись углерода	5-10	0,01-0,5
Окислы азота	0-0,8	0,0002-0,5
Углеводороды	0,2-3	0,009-0,5
Альдегиды	0-0,2	0,001-0,009
Сажа	0-0,4*	0,01-1*
Бензпирен	10-20**	до 10**

Примечание: * $г/м^3$;
** $мкг/м^3$

Около 80-95 % от общей массы токсичных компонентов ОГ приходится на долю пяти основных компонентов: NO_x , CO, CH_x , альдегидов $RCHO$, диоксида серы SO_2 [3,18]. Нормируемыми токсичными компонентами ОГ дизелей в соответствии с современными нормативными документами являются NO_x , CO, CH_x и твердые частицы [2,8,12]. Нормирование выбросов с ОГ оксидов серы осуществляется косвенно, через ограничение содер-

жания серы в топливе. Наибольшее содержание альдегидов в ОГ отмечается при работе непрогретого двигателя на режимах пуска и холостого хода.

Основным токсичным компонентом ОГ дизелей вне зависимости от их типа, класса, размерности и конструктивных особенностей являются оксиды азота NO_x [3,21]. Доля NO_x в суммарных токсичных выбросах составляет 30-80 % по массе и 60-95 % по эквивалентной токсичности [18]. Около 42 % выбросов оксидов азота в атмосферу приходится на автомобильный транспорт [21].

Оксиды азота образуются в камере сгорания дизеля путем окисления азота воздухом, азот при повышенных давлениях и температурах выше 2000 °К реагирует с кислородом с образованием преимущественно монооксида азота NO , представляющего собой бесцветный газ.

Оксиды азота образуют с воздухом пять кислородных соединений: NO (окись, монооксид), NO_2 (двуокись, диоксид), N_2O_3 (азотистый ангидрид), N_2O_4 (двуокись), N_2O_5 (азотный ангидрид). В выхлопных газах содержатся преимущественно окислы азота NO_x [16].

Монооксид азота не раздражает дыхательные пути, поэтому его присутствия человек не чувствует. Но при попадании в организм он приводит к образованию соединений, препятствующих переносу кислорода к тканям.

Диоксид азота вызывает сильное раздражение слизистых оболочек. В дыхательных путях диоксид азота образует азотную и азотистую кислоты, разъедающие альвеолы легких. При критической его концентрации, например, в закрытых гаражах, возникает отек легких, приводящий к смерти.

В верхних слоях атмосферы диоксид азота в присутствии водяных паров образует азотную и азотистую кислоты, что приводит к образованию кислотосодержащих облаков и кислотных осадков.

Оксиды азота совместно с несгоревшими углеводородами ОГ образуют смог, который при длительном воздействии на организм человека вызывает хронические заболевания, заболевания дыхательных путей и нервные расстройства. Причем, токсикологический эффект воздействия NO_x на человека примерно в десять раз выше, чем у монооксида углерода CO .

Оксиды азота оказывают негативное влияние на растения и сельскохозяйственные культуры. Причем, наиболее чувствительны к загрязнению атмосферы оксидами азота злаки, бобовые, свекла.

Серьезную опасность для окружающей среды и организма человека представляет **монооксид углерода (угарный газ) CO** – ядовитый газ без цвета и запаха, являющийся промежуточным продуктом химической реакции углеродсодержащего топлива с кислородом воздуха, образующийся в результате неполного сгорания углерода топлива.

Время существования монооксида углерода CO в атмосфере составляет 2-42 месяца, в течение которого он окисляется до углекислого газа CO_2 .

Монооксид углерода СО относится к кровяным ядам гемоглобино-тропного класса. Он связывает гемоглобин крови и снижает, тем самым, ее способность насыщаться кислородом. Поглощаемость СО кровью в 240 раз выше поглощаемости кислорода. Поэтому СО вытесняет кислород из оксигемоглобина крови, образуя карбоксигемоглобин – крайне стойкое соединение, неспособное выполнять функцию переноса кислорода к тканям организма. В связи с этим из-за пониженного содержания кислорода в крови развивается острое кислородное голодание или наступает удушье. При вдыхании воздуха с содержанием СО более 10 ppm появляются признаки отравления, 200 ppm – легкое отравление, 1200 ppm – через 30 мин. повышенное сердцебиение, 2000-2500 ppm – обморочное состояние [16]. Следует отметить, что при сравнительно небольших концентрациях монооксида углерода в атмосфере (до 0,002%) СО, связанный с гемоглобином, постепенно выделяется и кровь человека очищается от него на 50 % каждые 3-4 часа.

Уменьшение переноса кислорода к тканям при вдыхании СО особенно пагубно для ткани сердечной мышцы (миокарда). Повышение концентрации СО возникает чаще всего в туннелях (до 70 ПДК), в потоке транспортных средств при интенсивном движении (до 60 ПДК), в гаражах. В закрытом одноместном гараже смертельная концентрация СО возникает уже через 2-3 мин. работы двигателя.

Диоксид углерода CO_2 (углекислый газ) обладает наркотическим действием, раздражает слизистые оболочки и кожу. Выбросам CO_2 обязаны «парниковый эффект» и «кислотные осадки». Последние вызывают разрушение строительных материалов, закисление водоемов и другие нежелательные последствия для биосферы.

Обширную группу токсичных компонентов ОГ образуют **углеводороды C_xH_y** – химические соединения углерода С и водорода Н. В ОГ двигателей внутреннего сгорания содержится до 200 различных углеводородов, представляющих следующие гомологические ряды: алканы или парафины (общая формула C_nH_{2n+2}), алкены или олефины (C_nH_{2n}), цикланы или нафтенны (C_nH_{2n}), алкины (C_nH_{2n-2}), ароматические углеводороды (C_nH_{2n-6}).

К группе газообразных углеводородов CH_x , образующихся при сгорании топлива, относятся метан CH_4 , этан C_2H_6 , пропан C_3H_8 , этилен C_2H_4 , пропилен C_3H_6 , ацетилен C_2H_2 [13,22].

Одной из основных причин образования C_xH_y является наличие холодных пристеночных слоев в КС.

Углеводороды C_xH_y – несгоревшие составляющие топлива содержатся в выхлопных газах в различном составе: предельные, непредельные, ароматические.

По характеру воздействия на организм человека углеводороды подразделяются на две группы: раздражающие и канцерогенные.

Раздражающие углеводороды (к ним относятся все предельные и непредельные углеводороды) оказывают воздействие на центральную нервную систему.

Канцерогенные углеводороды, накапливаясь до критических концентраций в организме человека, стимулируют образование злокачественных опухолей. К таким углеводородам относятся 1,2-бензантрацен $C_{18}H_{12}$, 3,4-бетапирен $C_{12}H_{14}$, 1,2-бензпирен $C_{20}H_{12}$, 3,4-бензфлуорантен $C_{20}H_{14}$ и др. Особенно опасен 3,4-бензпирен [16].

Парафиновые (алкановые) углеводороды действуют на нервную систему как наркотики. С увеличением числа атомов углерода в молекуле до 9 это действие усиливается, а затем ослабевает [16].

Циклановые углеводороды более опасны, чем алкановые. Наличие двойной связи в молекуле усиливает токсичность углеводорода и тем сильнее, чем больше ненасыщенных связей в молекуле углеводорода [16].

Ароматические углеводороды, особенно бензол, обладают сильными токсическими свойствами. Они оказывают влияние на центральную нервную и мышечную системы, на процессы кроветворения [16].

Среди низкомолекулярных C_xH_y наибольшей токсичностью отличаются углеводороды олефинового ряда (этилен C_2H_4 , пропилен C_3H_6 , бутен C_4H_8), имеющие неприятный запах и раздражающие слизистые оболочки. Они вызывают многочисленные хронические заболевания сосудистой и нервной систем, поражение внутренних органов. Менее токсичны парафины (метан CH_4 , этан C_2H_6 , пропан C_3H_8 , бутан C_4H_{10}).

При длительном воздействии на организм человека углеводороды могут вызвать раковые заболевания. Токсикологическое действие газообразных низкомолекулярных углеводородов C_xH_y выражается также в наркотическом действии на организм человека, вызывая состояние эйфории.

Отмечается негативное действие олефиновых и парафиновых углеводородов на сельскохозяйственные растения и животных. В частности, при большой концентрации C_xH_y в атмосфере повреждается растительный покров пастбищ, наблюдается пожелтение листьев.

Из более тяжелых углеводородов следует отметить ароматические углеводороды содержание которых отмечается в ОГ бензиновых двигателей. Для снижения выбросов этих веществ с ОГ лимитируется содержание в бензинах ароматических углеводородов, в частности, бензола. Для ОГ дизельных двигателей более характерно присутствие в них высокомолекулярных **полициклических ароматических углеводородов (ПАУ)** [2,7,12].

В выхлопных газах двигателей внутреннего сгорания обнаружено более двадцати различных ПАУ. Основой этих углеводородов является структура, называемая бензольным ядром, в которую входят шесть атомов углерода, соединенных в кольцо, с тремя одинарными и тремя двойными связями. Некоторые ПАУ кроме бензольного ядра имеют одну или несколько боковых цепей. В ОГ дизелей содержатся, в основном, углеводо-

роды, в молекулы которых входят две, три и четыре кольцевые структуры и 12-20 атомов углерода. Наиболее представительными из них являются неканцерогенные пирен, флуорантен и слаботоксичный хризен, а наиболее опасными – имеющий сравнительно высокую концентрацию в ОГ фенантрен $C_{14}H_{10}$, бенз(b)флуорантен, бенз(j)флуорантен, дибенз(a,h)антрацен, дибенз(a,i)пирен, дибенз(a,h)пирен и, особенно, бенз(a)пирен $C_{20}H_{12}$ [2,20,22]. Доля бенз(a)пирена в суммарном выбросе ПАУ составляет до 3,7 % у дизелей и 2,1-3,3 % – у бензиновых двигателей. Однако, бенз(a)пирен, несмотря на его невысокую концентрацию в ОГ, – наиболее токсичный и стабильный из перечисленных углеводородов.

Наиболее сильный канцероген из перечисленных ПАУ – бенз(a)пирен $C_{20}H_{12}$ представляет собой в нормальных условиях кристаллическое вещество, а в ОГ дизеля он может находиться в твердом, жидком и газообразном состояниях. Канцерогенные свойства ПАУ настолько выражены, что даже при периодическом контакте кожи человека с этими углеводородами, содержащимися в топливе, отмечены предраковые образования кожи – кератозы, папилломы и др. Ряд ПАУ обладает сильными отравляющими свойствами, воздействует на процессы кровообращения, центральную нервную и мышечную системы. Бенз(a)пирен и другие ПАУ, содержащиеся в воздухе, вместе с осадками попадают в почву и откладываются в растительной массе сельскохозяйственных культур.

Одними из наиболее значимых токсичных компонентов ОГ дизелей являются **твердые частицы (ТЧ)**. Они представляют собой частицы, улавливаемые специальным фильтром при прохождении через него ОГ. Эти частицы состоят из растворимых и нерастворимых в органических растворителях фракций. В быстроходных дизелях соотношение между содержанием в ОГ растворимых и нерастворимых фракций можно приближенно оценить как 1:9 [7]. Первые представляют собой, в основном, несгоревшие фракции топлива и моторного масла, а последние – сажу.

Таким образом, основными составляющими ТЧ являются *сажа*, металлы и их оксиды, сульфаты, а также несгоревшие частицы топлива, моторного масла и вода.

Первичные сажевые частицы имеют размеры около 0,02-0,17 мкм, а в ОГ дизелей сажа находится в виде пористых образований углерода неправильной формы. При этом сажевые частицы имеют очень развитую поверхность, равную около 90 м^2 на 1 г сажи [5,11,12].

Видимое дымление дизелей соответствует содержанию сажи в ОГ, превышающему $0,1 \text{ г/м}^3$.

Наличие сажи в ОГ приводит к появлению неприятного ощущения загрязненности воздуха и ухудшению видимости. При вдыхании сажи ее частицы оказывают вредное воздействие на дыхательные органы человека. Они достигают альвеол легких или откладываются в носовых пазухах, трахеях или бронхах. Причем, крупные частицы сажи (2-10 мкм и более) лег-

ко выводятся из организма, а мелкие (0,5-2 мкм) задерживаются в легких, вызывая хронические заболевания.

Сажа не единственное твердое вещество, содержащееся в ОГ. Другие твердые вещества – **сульфаты (соли оксидов серы)** образуются при сгорании серы и ее соединений, содержащихся в топливе и масле. Выброс сульфатов в атмосферу с ОГ дизельных двигателей составляет 5-11 мг на километр пробега транспортного средства, а с ОГ бензиновых двигателей – 1-13 мг [21]. Кроме того в выхлопных газах присутствуют твердые вещества, образующиеся в результате сгорания моторного масла, попадающего в КС, а также металлы (сталь и чугун Fe, никель Ni, медь Cu, цинк Zn и др.) и их оксиды, являющиеся продуктами износа деталей двигателя и компонентами присадок к топливу и моторному маслу. Причем, при большом угаре масла выхлопные газы могут иметь голубоватый оттенок (голубой дым).

Значимыми токсичными компонентами ОГ являются **оксиды серы** SO_x с образованием оксидов серы SO_2 и до триоксида SO_3 . В атмосферных условиях диоксид серы SO_2 сохраняется в атмосфере от нескольких часов до нескольких дней, а затем окисляется до высшего оксида (триоксида) SO_3 .

Сернистый газ (SO_2) относится к умеренно опасным веществам, но в соединении с другими веществами и водой раздражает глаза, нос, горло; оказывает вредное влияние на легкие, растения; вызывает коррозию металлов; уменьшает прозрачность атмосферы [16]. При среднесуточной концентрации в воздушной среде более $0,05 \text{ мг/м}^3$ сернистый газ оказывает вредное влияние на флору, фауну, человека [4], в атмосфере образует аэрозоли серной и сернистой кислот – компонентов кислотных осадков.

Концентрация оксидов серы в ОГ дизелей выше, чем в ОГ бензиновых двигателей (см. табл.2). В ОГ дизелей на долю диоксида серы приходится 97-98 % от общего содержания оксидов серы, а на долю триоксида – 2-3 %.

Диоксид серы (сернистый ангидрид) SO_2 – бесцветный газ с острым запахом, действует раздражающе на слизистые оболочки и кроветворные органы (костный мозг и селезенку), вызывает нарушения в обмене углеводов и отравления. Хроническое отравление малыми дозами SO_2 проявляется в виде головных болей, бессоницы, раздражения слизистых оболочек, а в некоторых случаях – хронического бронхита и конъюнктивита. При малых концентрациях в воздухе (до 0,001 %) диоксид серы является раздражителем дыхательных путей, а при содержании 0,01 % и выше – приводит к смертельному отравлению за одну минуту [2,11]. Смесь SO_2 и CO при длительном воздействии вызывает нарушение генетической функции человека. Вредное влияние диоксида серы примерно в шесть раз сильнее, чем монооксида углерода.

Триоксид серы (серный ангидрид) SO_3 – в нормальных условиях представляет собой бесцветную жидкость, а в КС дизеля – присутствует в газообразной фазе. Оксиды серы, реагируя с парами воды воздуха, образуют

кислоты – сернистую H_2SO_3 и серную H_2SO_4 . Эти кислоты способствуют возникновению смога и кислотных дождей, разрушающе действующих на легочную ткань и вызывают бронхиальные заболевания.

К сернистым газам относится и **сероводород H_2S** – бесцветный газ с запахом тухлых яиц. При концентрациях выше $0,008 \text{ мг/м}^3$ он раздражает слизистые оболочки и оказывает токсическое действие на человека [2].

Наличие сернистых газов в атмосфере оказывает неблагоприятное воздействие и на сельскохозяйственные культуры, разрушая хлорофилл и препятствуя фотосинтезу растений. Растения (особенно хвойные) очень чувствительны к содержанию SO_2 в воздухе: концентрации диоксида серы $0,08\text{--}1,0 \text{ мг/м}^3$ в летнее время и $0,2 \text{ мг/м}^3$ зимой приводят к постепенному усыханию большинства растений [11].

Продуктами неполного сгорания топлива являются **альдегиды RCHO** . Но альдегиды обладают большой реакционной способностью и практически полностью выгорают при высоких температурах в КС дизеля на такте расширения. Поэтому максимальные концентрации альдегидов в ОГ отмечаются при работе дизеля на режимах пуска (особенно холодного) и режимах с малыми нагрузками.

В ОГ двигателей внутреннего сгорания преобладают низкомолекулярные альдегиды – **формальдегид**.

В целом в ОГ бензиновых двигателей содержание альдегидов может достигать 240 мг/м^3 , а в дизельных двигателях – 30 мг/м^3 [21].

Формальдегид – бесцветный газ, имеющий резкий запах и вызывающий раздражение дыхательных путей и слизистых оболочек носа и глаз. Он обладает общетоксическим действием, поражая центральную нервную систему и внутренние

органы – печень, почки. При концентрациях в воздухе до $0,007 \%$ формальдегид вызывает легкое раздражение слизистых оболочек дыхательных путей и глаз, а при концентрациях более $0,01 \%$ – возникновение хронических заболеваний [11].

Акролеин – летучая бесцветная жидкость с характерным неприятным запахом. Действие акролеина на организм человека характеризуется раздражающим и общетоксическим эффектом. Содержание акролеина в атмосфере до $0,0005 \%$ вызывают раздражение слизистых оболочек. Его смертельная концентрация составляет $0,014 \%$ [2].

Альдегиды – активные компоненты получившего название «смог», обладающие сильным запахом и являющегося смесью твердых, жидких и газообразных компонентов ОГ [2]. Основными элементами смога являются оксиды азота и серы, частично сгоревшие и несгоревшие углеводороды, твердые частицы, содержащиеся в ОГ, а также озон, синильная кислота, ряд других веществ.

Наличие смога проявляется через снижение видимости, повреждение зеленых насаждений, раздражающем воздействии на органы человека. Со-

держатся в смоге высокоактивные недоокисленные вещества (оксиданты) вызывают раздражение глаз и слизистых оболочек носа и дыхательных путей, приводят к хроническим заболеваниям. Содержащиеся в атмосфере компоненты смога (NO_x , SO_x , Cl и др.) взаимодействуют с парами воды с образованием кислот, которые могут выпадать в виде кислотных осадков и попадают в почву, а оттуда – в сельскохозяйственную продукцию.

Аэрозоли. Частицы токсичных выбросов с размерами менее 20 мкм адсорбируют на своей поверхности канцерогенные вещества и, контактируя с живыми тканями при попадании с воздухом в дыхательные пути, стимулируют образование злокачественных опухолей [16].

Помимо выбросов рассмотренных токсичных компонентов с ОГ необходимо также учитывать эмиссию слаботоксичного диоксида углерода (углекислого газа) CO_2 . Он представляет собой газ без цвета и запаха, относящийся к ядам общefункционального действия. Поскольку углекислый газ тяжелее воздуха, при недостаточной вентиляции он скапливается в закрытых помещениях, ямах, колодцах. Если концентрация углекислого газа в воздухе превышает 30 %, наблюдается быстрое расстройство окислительных процессов в организме человека, возникает одышка, цианоз, появляются судороги, развивается потеря сознания и наступает смерть от паралича дыхательного центра.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что образующийся в результате окисления монооксида углерода углекислый газ CO_2 не оказывает заметного токсического действия на организм человека. Он хорошо поглощается растениями с выделением кислорода. Однако, ограничение эмиссии этого токсичного компонента ОГ необходимо для снижения парникового эффекта и глобального потепления [6,8,12,14,22].

Парниковый эффект заключается во вторичном нагреве атмосферы инфракрасным излучением, отраженным от поверхности земли, поглощаемым главным образом шестью из находящихся в атмосфере газов, среди которых: диоксид углерода CO_2 , метан CH_4 , закись азота N_2O , гидрофторуглероды HFC, перфторуглероды PFC, гексафторид серы SF_6 .

Повышение содержания в атмосфере CO_2 способствует образованию «озоновых» дыр.

Особую опасность в выхлопных газах представляют **соединения свинца**. Этилированные бензины (бензины, содержащие тетраэтилсвинец) являются высокотоксичными, высокотоксичны и продукты их сгорания. Кроме того, наличие свинца в бензинах препятствует использованию каталитических систем нейтрализации выхлопных газов, так как продукты сгорания свинца «отравляют» катализатор.

Во многих странах применение антидетонаторов на основе тетраэтилсвинца запрещено. Указом Президента РФ производство и применение этилированных бензинов в России запрещено с 01.06.2003 года.

Нежелательны в выхлопе двигателей *оксиды марганца*: они менее токсичны, чем соединения свинца, но также ядовиты. Соединения марганца поражают центральную нервную систему, вызывают головную боль, утомляемость, боли в конечностях, в области сердца [4,7].

Количественное представление об экологической опасности токсичных компонентов, попадающих в атмосферу при использовании различных топлив, можно получить из нормативов платы за загрязнение атмосферы (Постановление СМ РФ № 13 от 9.01.91 г.). Приняв коэффициент экологической опасности СО равным 1, для C_xH_y получим – 2, для NO_x – 70, сажи – 60, оксидов свинца – 10 000, тетраэтилсвинца (при утечках и разливе бензина) – 1 000 000, а бензопирена – 3 000 000 [7].

Приведенный анализ показывает, что рассмотренные токсичные компоненты ОГ в той или иной степени оказывают негативное воздействие на окружающую среду и организм человека. При этом содержание этих компонентов в ОГ дизелей зависит как от конструктивных факторов и регулировок двигателя, так и от эксплуатационных факторов [1,11,12]. К первым можно отнести способ смесеобразования и тип камеры сгорания, рабочий объем цилиндра и степень сжатия, уровень форсирования дизеля и параметры воздушного заряда, наличие систем турбонаддува и рециркуляции ОГ.

Значительное влияние на токсичность ОГ оказывают эксплуатационные факторы: свойства применяемых топлив и масел, параметры окружающего воздуха, техническое состояние двигателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вихерт М.М., Мазинг М.В. Топливная аппаратура автомобильных дизелей: конструкция и параметры. – М.: Машиностроение, 1978. – 176 с.
2. Горбунов В.В., Патрахальцев Н.Н. Токсичность двигателей внутреннего сгорания. – М.: Изд-во Российского университета дружбы народов, 1998. – 216 с.
3. Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей. – М.: Изд-во «Легион-Автодата», 2004. – 344 с.
4. Данилов А.М. Применение присадок в топливах для автомобилей. – М.: Химия, 2000.
5. Жегалин О.И., Лупачев П.Д. Снижение токсичности автомобильных двигателей. – М.: Транспорт, 1985. – 120 с.
6. Ильинский А.И. Киотский протокол и новый углеродный ресурс России // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. – 2004. – № 6. – С. 64-66.
7. Кульчицкий А.Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей. – Владимир: Изд-во Владимирского государственного университета, 2000. – 256 с.
8. Кульчицкий А.Р., Эфрос В.В. Транспорт и парниковые газы // Автомобильная промышленность. – 2005. – № 6. – С. 5-8.
9. Кутенев В.Ф., Звонов В.А., Корнилов Г.С. Научно-технические проблемы улучшения экологических показателей автотранспорта // Автомобильная промышленность. – 1998. – № 11. – С. 7-11.
10. Лернен М.О. Химические регуляторы горения моторных топлив. – М.: Химия, 1979.

11. Лиханов В.А., Сайкин А.М. Снижение токсичности автотракторных дизелей. – М.: Колос, 1994. – 224 с.
12. Марков В.А., Баширов Р.М., Габитов И.И. Токсичность отработавших газов дизелей. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 376 с.
13. Марков В.А., Козлов С.И. Топлива и топливоподача многотопливных и газодизельных двигателей. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. – 296 с.
14. О методике комплексной оценки уровня экологической безопасности автомобиля в жизненном цикле / В.Ф. Кутенев, В.А. Звонов, А.В. Козлов и др. // «Автомобильные и тракторные двигатели»: Межвуз.сб. — М.: Изд-во ТУ «МАМИ», 1999. – Вып.15. – С. 88-96.
15. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение. Справочник под ред. В.М.Школьников. – М.: Издательский Центр «Техинформ», 1999.
16. Сафронов А.С., Ушков А.И., Чечкенов И.В. Автомобильные топлива: Химмотология. Эксплуатационные свойства. Ассортимент. - Спб: НПИКЦ, 2002.
17. Серковская Г.С. О канцерогенности нефти и нефтепродуктов // Химия и технология топлив и масел. – 1996. – № 1. – С. 39-45.
18. Смайлис В.И. Современное состояние и новые проблемы экологии дизелестроения // Двигателестроение. – 1991. – № 1. – С. 3-6.
19. Филиппов А.З. Токсичность отработавших газов тепловых двигателей. – Киев.: Вища школа, 1980. – 160 с.
20. Этиловый спирт в моторном топливе. Под ред. д.т.н. В.В.Макарова. – М.: ООО «РАУ-Университет», 2005. – 184 с.
21. Филиппов А.З. Токсичность отработавших газов тепловых двигателей. – Киев.: Вища школа, 1980. – 160 с.
22. Якубовский Ю. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды: Пер. с польского Т.А.Бобковой. – М.: Транспорт, 1979. – 198 с.

НАДЕЖНОСТЬ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ В УСЛОВИЯХ ХОЛОДНОГО КЛИМАТА

Коваленко Н.А., Кузьминов М.А.

*Отдел Ритмологии и Эргономики Северной Техники Якутского Научного
Центра Сибирского Отделения Российской Академии Наук (ЯНЦ СО
РАН) г. Якутск*

Решению вопросов повышения надежности техники в условиях холодного климата посвящено достаточно много как, научных публикаций, так и конкретных технических решений [1 - 4]. В них подробно исследуются и рекомендуются пути повышения технических параметров металлических и полимерных материалов, их соединений, технических устройств. Однако проблемы создания морозостойких уплотнительных деталей специально в них не рассматриваются, несмотря на то, что они во многом лимитируют работоспособность и долговечность практически всех управляющих, питающих и силовых устройств современных машин, включая системы подачи топлива, гидравлического привода и смазки узлов трения.

Снижение работоспособности обусловлено тем, что уплотнения подвержены воздействию практически всех негативных климатических факторов. С понижением температуры заметно снижается эластичность уплотнительных материалов, а при достижении определенных значений эластомеры переходят в стеклообразное состояние. Температурные переходы через 0°C приводят замерзанию-оттаиванию, что разрушает уплотнительное устройство в целом. При конденсации влаги происходит примерзание уплотнений к герметизируемым деталям, что в конечном итоге приводит к разрушению (отрыв) уплотнительных кромок подвижных герметизаторов в момент страгивания. Солнечная радиация интенсифицирует процессы старения и деструкции материала уплотнения.

Разгерметизация уплотнений приводит, с одной стороны, к потере работоспособности машин, существенным затратам на ремонтно-восстановительные мероприятия и потерям от недополучения продукции, с другой стороны, происходит загрязнение окружающей среды горюче-смазочными материалами, технологическими жидкостями, газом и другими вредными рабочими средами.

Из двух известных видов контактных уплотнений - подвижных и неподвижных, заметное снижение надежности в северных условиях по сравнению с районами умеренного климата наблюдается у первых. Неподвижные уплотнения обладают значительно более высокой надежностью и долговечностью, а надежность подвижных уплотнений значительно ухудшается особенно в зимнее время. Разгерметизация уплотнений приводит, с одной стороны, к потере работоспособности машин, существенным затратам на ремонтно-восстановительные мероприятия и потерям от недополучения продукции, с другой стороны, происходит загрязнение окружающей среды горюче-смазочными материалами, технологическими жидкостями, газом и другими вредными рабочими средами.

В современных машинах количество различных уплотнительных устройств исчисляется сотнями и тысячами. В грузовых автомобилях "КамАЗ", например, общее количество уплотнений составляет около 750, не считая уплотнений трубопроводов. В том числе более 200 прокладок, 120 колец уплотнительных, около 70 манжет и свыше 70 уплотнений клапанов АНУ. Практически 90 % всех уплотнительных деталей изготавливается из эластомерных материалов, более 60 % прокладок производятся из паронита ПМБ, более 10 % - из картона. Из полимерных материалов два уплотнительных кольца прямоугольного сечения в системе рулевого управления выполняются из фторопласта-4 и один сальник из полиуретана.

Конструкции резиновых уплотнений подвижных соединений не отличаются особым разнообразием. Для герметизации вращающихся деталей используются армированные манжеты, уплотняющие элементы которых поджимаются браслетными пружинами (ГОСТ 8752-79). Детали возвратно-поступательного движения герметизируются уплотнительными коль-

цами круглого или прямоугольного сечений (ГОСТ 9833-73), а также манжетами V-образного сечения (ГОСТ 14896-84)

Основным фактором обеспечения надежной работы при низких температурах является выбор морозостойкой резиновой смеси.

Предстартовый подогрев уплотнительных устройств не является прогрессивным направлением развития уплотнительной техники, так как ведет к существенному усложнению техники в целом. Более рациональным направлением является разработка новых уплотнительных материалов, обладающих улучшенными физико-механическими свойствами, и новых конструкций герметизаторов, обеспечивающих более высокие технико-эксплуатационные показатели.

Ассортимент, применяемых для уплотнений, резиновых смесей достаточно широк. В тех же автомобилях "КамАЗ" используется в зависимости от назначения и условий работы около 80 различных марок резин. Распространенными в автомобилестроении морозостойкими эластомерными материалами являются резиновые смеси В-14, 7В-14-1, 7-4326, 7НО-68-1, 7-129, 7-6117 и др. Работоспособность резин, как правило, определяется по температуре хрупкости.

Многолетняя эксплуатация уплотнения в условиях Севера выявила его низкую долговечность, обусловленную, с одной стороны, применением фторопласта-4, износостойкость которого существенно ниже наполненных композиций на его основе, с другой - нерациональным выбором профиля манжеты и эластомерного кольца. Использование кольца круглого сечения предопределяет ограничения по высоте уплотнительных элементов, что в значительной мере ужесточает требования к точности и качеству их выполнения.

Анализ статистической информации по надёжности автомобиля КамАЗ показал, что в среднем отказы уплотнений составляют 20-30 % всех отказов, обуславливающих примерно такое же соотношение простоев машин для их устранения.

Гистограмма распределения отказов манжеты рулевого механизма по месяцам, представлена на рис. 1, а. Количество отказов сальника в зимние месяцы более чем в 10 раз превышает количество отказов в летнее время. Время простоя машин зимой для устранения этого отказа более чем в 15 раз превышает простои летом. Аналогичное распределение отказов уплотнений гидроусилителя по месяцам и вызванных ими простоев представлено на рис. 1, б.

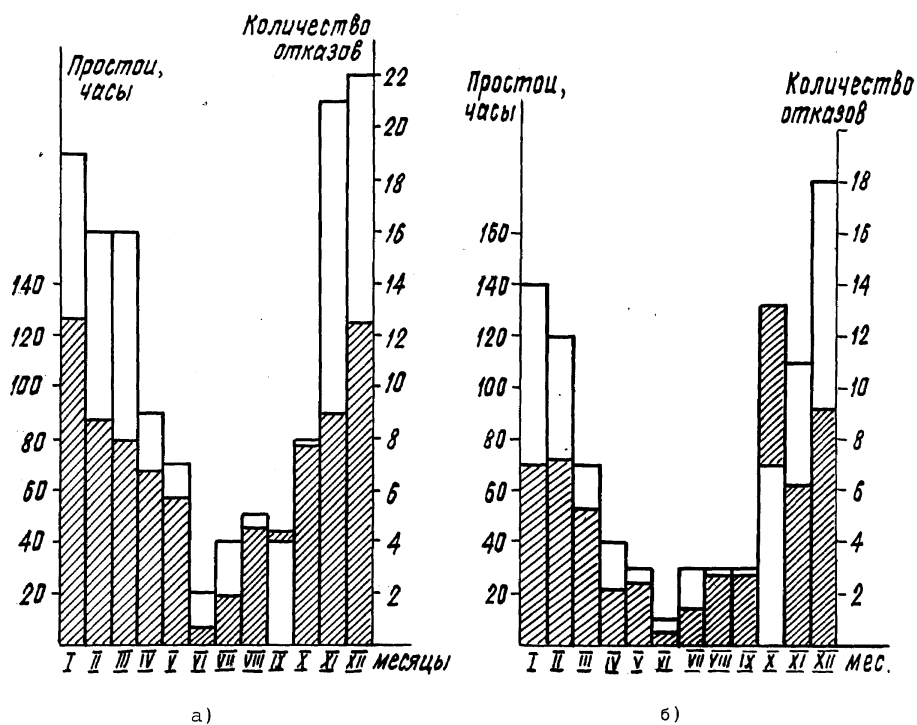


Рис. 1. Гистограмма распределения отказов манжет рулевого механизма (а) и уплотнений гидроусилителя (б) и вызванных ими простоев машин (заштриховано)

Анализ полученных результатов показывает, что потоки отказов уплотнительных устройств и простои машин для их устранения в значительной мере зависят от окружающего воздуха. В среднем коэффициенты корреляции между отказами уплотнений и температурой воздуха достигают 0,8 – 0,9 между временем простоя и температурой 0,6 - 0,8. Некоторое снижение коэффициента корреляции между простоями машин и температурой эксплуатации объясняется сокращением ремонтного времени за счет одновременного устранения неисправностей различных агрегатов, т.е. причинами организационного характера.

В работах [3] и [5] исследовалась надёжность уплотнений 19 автосамосвалов БелАЗ-549, 23 автосамосвалов М-200, двух экскаваторов Марион 204М и трёх бульдозеров фирмы Комацу.

Простои одного экскаватора "Марион 204М-Н" из-за отказов уплотнений составили в течение года примерно 700 часов.

Бульдозерно-рыхлительные агрегаты фирмы "Комацу" за два года эксплуатации, только по причине выхода из строя эластомерных уплотнений, имели 155 отказов, что составило примерно 29 % общего количества отказов, зарегистрированных за этот промежуток времени.

Парк автосамосвалов М-200, эксплуатировавшихся в карьерах с марта по февраль, по причине выхода из строя уплотнений имел 82 отказа, что вызвало около 400 часов простоя.

У экскаваторов "Марион 204М" только утечки азота из гидроаккумуляторов и негерметичность уплотнений двигателей подъема вызвали 24 % отказов и 75,4 % времени простоя.

Для бульдозерно-рыхлительных агрегатов фирмы "Комацу" наиболее характерна течь масла через уплотнения опорных катков ходовой части машины, из-за чего происходило примерно 44 % всех отказов уплотнений.

Нарушения в работе системы рулевого управления и гидроцилиндра подъема кузова автосамосвалов М-200 фирмы "Юнит-Риг" вызвали 38 % отказов и 75 % общего времени простоя. Причем, по второй причине - 54,6 % общего времени простоя, так как в этом случае осуществлялась полная замена гидроцилиндра.

Таким образом, анализ надежности уплотнений, проведенный на примере изучения наиболее распространенных образцов транспортной и горнодобывающей техники отечественного и зарубежного производства, эксплуатирующейся в условиях холодного климата, показывает, что отказы герметизирующих устройств во многом лимитируют работоспособность машин, особенно, в зимний период. В среднем до 20-30 % отказов и простоев техники и, соответственно, затрат на проведение ремонтно-восстановительных работ обуславливается недостаточной надежностью и долговечностью уплотнительных устройств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богатин О.Б., Попов С.Н., Ишков А.М. Работоспособность техники в условиях Крайнего Севера и исследования в области трибологии в НИЦ «Север» //Машины, материалы и конструкции арктических условиях: Тезисы Международного советско-скандинавского семинара. - Якутск: ПОП ЯНЦ СО АН СССР, 1991 . - с. 9 - 10.
2. Богатин О.Б., Мороз В.А., Черский И.Н. Основы расчета полимерных узлов трения. - Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1983. - 213 с.
3. Виноградов А.В. Создание и исследование машиностроительных триботехнических материалов на основе политетрафторэтилена и ультрадисперсных сиалонитов // Автореф. дис. докт. техн. наук. - Гомель, 1993. - 37 с.
4. Hunger DFE// Dichtungs - wid Führungselement. - 1981 . - 49 s.
5. Болотин В. В. О прогнозировании надежности и долговечности машин. //Машиноведение, 1984. №2. с. 65-70.

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ПРИСПОСОБЛЕННОСТИ ИХ К РЕЖИМАМ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Коваленко С.Ю., Цибизов С.Б., Калимуллин Р.Ф.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Изменяющиеся в широких пределах условия эксплуатации автомобильного транспорта отрицательно влияют на нормальное протекание

процессов в системах и агрегатах, что ведет к снижению показателей надежности и эффективности эксплуатации автомобильного транспорта. Сохранение номинальных значений параметров процессов зависит от специфического свойства автомобилей - приспособленности их систем и агрегатов к изменяющимся условиям эксплуатации.

Для тяжелонагруженных дорожных условий характерны высокие динамические и температурные нагрузки на детали двигателя, что ведет к повышенному их изнашиванию. Низкотемпературные режимы пуска двигателя, включающие в себя стадии запуска и прогрева, отличаются высокими пусковыми износами ввиду неудовлетворительных условий смазки из-за высокой вязкости моторного масла. Для послеремонтной эксплуатационной обкатки двигателя характерно значительное изнашивание деталей в период их приработки и нагрузочные режимы в данный период в значительной степени лимитируют величину послеремонтного ресурса.

Практика эксплуатации автомобилей свидетельствует о том, что долговечность автомобильных двигателей определяется, как правило, интенсивностью изнашивания незначительного количества подвижных сопряжений, в числе которых шатунные и коренные подшипники скольжения коленчатого вала.

Ускоренное изнашивание подшипников, характерное для рассмотренных эксплуатационных режимов, отличающихся существенными отклонениями параметров смазочного процесса от номинальных значений, зависит от степени приспособленности двигателя к данным условиям эксплуатации. Таким образом, обеспечение высокой приспособленности двигателя к режимам эксплуатации позволит повысить его ресурс из-за снижения величины износов деталей.

В связи с этим, исследования, направленные на оценку приспособленности автомобильных двигателей к режимам эксплуатации по условиям смазки в подшипниках коленчатого вала являются актуальными.

Целью работы являлась разработка методики оценки приспособленности двигателя к режимам эксплуатации по условиям смазки в подшипниках коленчатого вала.

Для решения поставленной цели были решены следующие задачи:

- выбраны параметры оценки смазочного процесса в подшипниках коленчатого вала;
- разработана методика оценки приспособленности автомобильного двигателя к режимам эксплуатации по условиям смазки в подшипниках коленчатого вала;
- проведены экспериментальные исследования и дан анализ полученных результатов.

Смазочный процесс в подшипниках коленчатого вала автомобильного двигателя описан параметром $P_{жс}$, равным относительной продолжительности (вероятности) существования смазочного слоя, теоретическое и

экспериментальное обоснование которого проведено в работе [1]. Параметр $P_{жс}$ является безразмерным и принимает значение ноль при контактном взаимодействии, единица – при бесконтактном и от нуля до единицы – при переходном смазочном процессе. Однако параметр $P_{жс}$ не в полной мере оценивает смазочный процесс с точки зрения изнашивания пар трения. В связи с этим целесообразно использовать параметр $L_{к.Σ}$, физическим смыслом которого является суммарная протяженность контакта в данный момент времени:

$$(мм) \quad (1)$$

где m - количество интервалов времени.

Обоснование данного параметра и взаимосвязь его с интенсивностью изнашивания трущихся поверхностей, приведенное в работе [2], позволяет использовать данный параметр для косвенной оценки величины износа пар трения. Оценка степени приспособленности автомобильного двигателя к режимам эксплуатации предполагается проводить с помощью коэффициента приспособленности $K_{пр}$, известного из положений теории приспособленности автомобилей. Данный коэффициент представляет собой отношение значения параметра $\Pi_{ст}$, полученного в стандартных условиях эксплуатации, к значению параметра $\Pi_{нест}$, полученного в нестандартных условиях эксплуатации:

$$(2)$$

В качестве сравниваемого параметра Π используется параметр $L_{к.Σ}$ за исследуемый интервал времени работы двигателя. Коэффициент приспособленности может принимать следующие значения: $0 < K_{пр} < 1$ – низкая приспособленность; при $K_{пр} = 1$ – стандартная приспособленность; $K_{пр} > 1$ – высокая приспособленность.

Алгоритм оценки степени приспособленности по разработанной методике представлен на рис. 1.

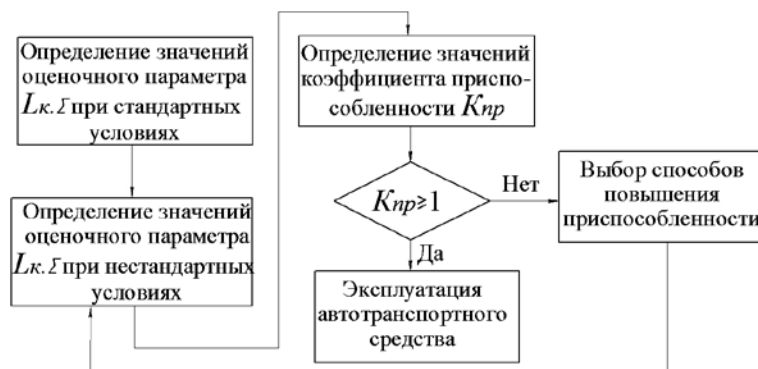


Рис. 1. Алгоритм оценки степени приспособленности автомобильного двигателя к режимам эксплуатации по условиям смазки в подшипниках коленчатого вала

Для проверки работоспособности предложенной методики был выбран один из самых неблагоприятных режимов эксплуатации – низкотемпературный режим пуска двигателя.

Экспериментальные исследования проводились на двигателе ВАЗ-2103, находящемся в составе автомобиля. План эксперимента предусматривал исследования при температурах двигателя $t_{\text{дв}}$ от $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ на трех частотах вращения коленчатого вала $n = 1500, 2000$ и 2500 мин^{-1} с продолжительностью одного опыта, т.е. времени прогрева $T=10\text{ мин}$. Автомобиль находился длительное время в условиях окружающей среды, что обеспечивало достижение двигателем необходимой начальной температуры. За время прогрева с начала запуска с помощью разработанной авторами специальной автоматизированной системы оценки смазочного процесса замерялись значение параметра $P_{\text{жс}}$.

Далее, по зависимости (1) проводился расчет значений параметра $L_{\text{к.}\Sigma}$ за исследуемое время прогрева двигателя, результаты которого для рассматриваемых температурно-скоростных режимов пуска представлены на рис. 2.

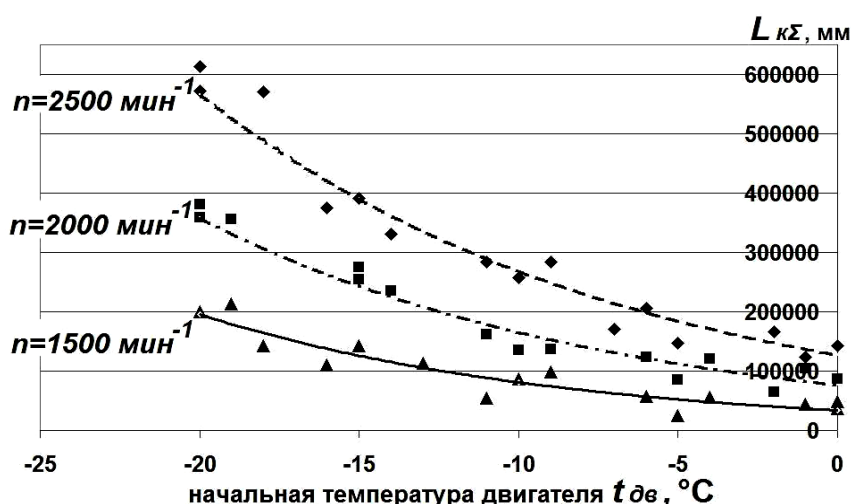


Рис. 2. Зависимости $L_{\text{к.}\Sigma}$ от начальной температуры двигателя $t_{\text{дв}}$ при различных частотах вращения коленчатого вала n при прогреве

Анализ полученных зависимостей на исследуемых скоростных режимах прогрева позволяет утверждать, что при частоте $n=1500\text{ мин}^{-1}$ величина суммарной протяженности контактов между трущимися поверхностями, а, следовательно, пускового износа подшипников коленчатого вала на всем рассмотренном температурном диапазоне наименьшая, при $n=2000\text{ мин}^{-1}$ увеличивается в среднем в 2,0...2,1 раза, а при $n=2500\text{ мин}^{-1}$ – в 3,2...3,3 раза.

Принимая для $n=1500\text{ мин}^{-1}$ и $t_{\text{дв}}=0\text{ }^{\circ}\text{C}$ значение оценочного параметра $L_{\text{к.}\Sigma}$ базовым, получены зависимости коэффициента приспособленности

$K_{пр}$ двигателя ВАЗ-2103 к температурно-скоростным режимам пуска, представленные на рис. 3.

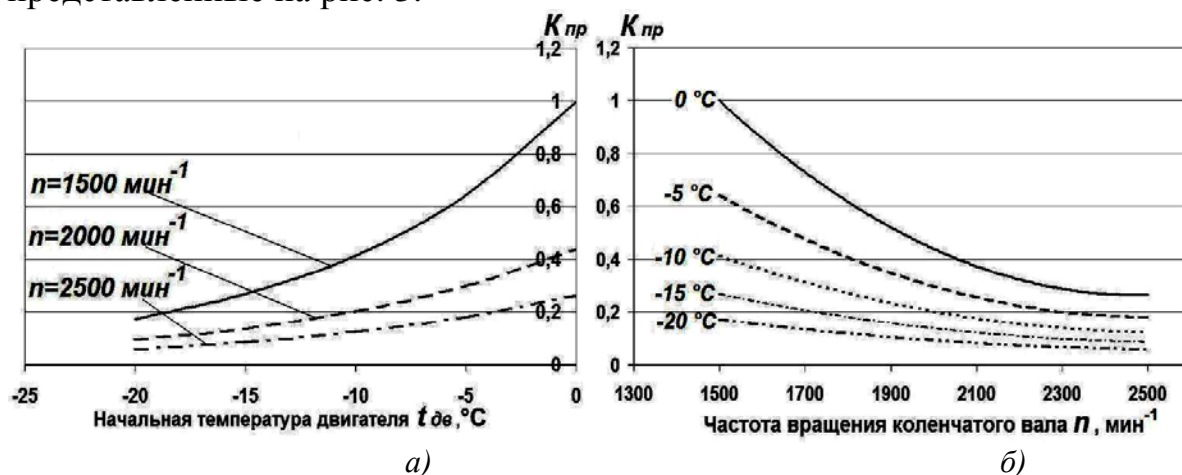


Рис. 3. Зависимости коэффициента приспособленности $K_{пр}$ от: а) начальной температуры двигателя на различных частотах вращения коленчатого вала при прогреве; б) частоты вращения коленчатого вала при прогреве при различных начальных температурах двигателя

Полученные зависимости указывают на нелинейное изменение степени приспособленности двигателя к режиму пуска по параметрам смазочного процесса – с увеличением температуры двигателя и понижением частоты вращения коленчатого вала значение коэффициента приспособленности увеличивается более интенсивно.

Результаты исследований подтверждают работоспособность разработанной методики оценки приспособленности системы смазки автомобильных двигателей к режиму пуска по условиям смазки в подшипниках коленчатого вала. Данная методика также позволяет оценить эффективность использования моторных масел с различными вязкостно-температурными свойствами, предпусковых подогревателей, оптимизировать режим прогрева и т.д. Для подтверждения данных положений были проведены исследования по оценке эффективности ленточного подогревателя масляного фильтра и защитно-восстановительного комплекса для двигателя. Установлено, что применение ленточного подогревателя масляного фильтра повышает приспособленность двигателя к режиму пуска в 4,3 раза, а введение в моторное масло защитно-восстановительного комплекса повышает приспособленность двигателя в 18,6 раза.

Основываясь на результатах проведенного исследования, можно утверждать, что, повышая приспособленность двигателя, снижается изнашивание подшипников коленчатого вала на режиме пуска.

Применительно к тяжелонагруженным режимам движения данная методика позволяет провести оценку условий работы двигателя по критериям трибонапряженности. На основании данных о степени приспособленности двигателя к таким режимам по условиям смазки в подшипниках

коленчатого вала представляется возможность выявлять наиболее рациональные режимы движения с точки зрения изнашивания пар трения.

Разработанная методика оценки приспособленности при исследовании режимов нагружения в период послеремонтной эксплуатационной обкатки позволяет проводить оптимизацию режимов движения для более качественной приработки деталей. Оптимизация послеремонтной обкатки позволит значительно увеличить послеремонтный ресурс двигателя, а также снизить материальные и трудовые затраты.

Таким образом, по результатам оценки приспособленности автомобильных двигателей к режимам эксплуатации по условиям смазки в подшипниках коленчатого вала можно проводить обоснованный выбор тех или иных методов или средств для обеспечения приспособленности двигателей к различным режимам эксплуатации, способствующее повышению его долговечности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калимуллин. Р.Ф. Метод оценки трибологического состояния подвижных сопряжений автомобильных двигателей / Р.Ф. Калимуллин, Н.Н. Якунин, И.В. Тюняев // Вестник Оренбургского государственного университета, 2005. - № 12 (Приложение “Прогрессивные технологии в транспортных системах”).- С.50 – 55.

2. Коваленко, С.Ю. Повышение эффективности пускового режима автомобильного двигателя за счет управления смазочным процессом в подшипниках коленчатого вала: сборник докладов VIII Российской научно-практической конференции «Прогрессивные технологии в транспортных системах» / С.Ю. Коваленко, Р.Ф. Калимуллин. – Оренбург: ОГУ, 2007. – С. 171 – 181.

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕГИОНАЛЬНОГО ГОРОДСКОГО АВТОБУСНОГО ТРАНСПОРТА

Колов Д.А.

Владимирский государственный университет, г. Владимир

Работа автобусного городского транспорта в условиях региона, в частности, центрального округа России, таких городов как, Владимир, Иваново, Тамбов, Липецк с населением 300 - 450 тыс. человек, в значительной степени отличается от городов- мегаполисов - Москвы, С.-Петербурга, Самары, Екатеринбурга имеющих население свыше 2 млн. человек.

К особенностям региональных городов необходимо отнести следующее: плотность населения на 1 кв. км значительно ниже; насыщенность города автомобильным и другими видами транспорта ниже; подвижность населения в виду небольших размеров города меньше; оснащённость элементами, обеспечивающими безопасность движения транспорта и пешеходов низкая; городские маршруты региона и мегаполиса отличаются в

количестве технологических остановок, приходящихся на 1 км маршрута; качество трасс, по которым проходят маршруты регионального уровня в худшую сторону отличаются от такового в мегаполисе; возрастной состав парка в регионах выше. Это определяет условия эксплуатации автобусного парка. Например, в г.Владимире по сравнению с г.Москва средняя эксплуатационная скорость городского автобуса выше на 13,3 %, коэффициент использования автобуса на линии выше на 12,4 %, регулярность движения автобуса ниже на 10,1 %, время автобуса на линии в мегаполисе составляет 12,5 часов, а в регионе – 9 часов, потери линейного времени по техническим причинам в регионе в сравнении с мегаполисом возрастают на 23,5 % в связи со слабой производственно-технической базой.

Характеристику регионального автобусного предприятия можно рассмотреть на примере ООО «Владавтолинии» г. Владимир. Предприятие основано в 1999 г. и имеет в своем составе 83 единицы подвижного состава, из которых MAN – 45 ед., Mercedes – 20 ед., Setra – 6 ед. и др. На предприятие поступают автобусы с пробегом 800000 - 850000 км. Автобусы были приобретены, в основном, в Германии, и в настоящее время имеют пробег в среднем 1290 тыс. км. и средний пробег по России на настоящее время составляет 400 тыс. км. Коэффициент технической готовности парка составляет 0,9 – 0,93. Предприятие обслуживает 10 городских и 4 пригородных маршрута. Средняя длина маршрута 21,17 км. За весь срок существования предприятия в 2006 г. списан один автобус с пробегом в России 412 тыс. км и 4 автобуса продано после 7 лет эксплуатации с России.

Такое положение в корне меняет обычные представления о режимах ТО и ТР, о ресурсе и сроках службы автобусов до капитального ремонта или до списания. Эксплуатация городских автобусов иностранного производства на региональном уровне, имеющих значительный изначальный пробег, должна исходить из их фактического технического состояния к началу эксплуатации в данном регионе, и по наиболее изменяющимся параметрам, оценивать текущий ресурс элементов автобуса. Отмечается, что наибольший эффект в определении срока службы подвижного состава достигается при слежении за всеми статьями себестоимости перевозок, определяющими удельные затраты доходы. Например для автобуса MAN-SL 202 эксплуатируемого ООО «Владавтолинии» динамика изменения некоторых статей себестоимости представлены на рисунке 1.

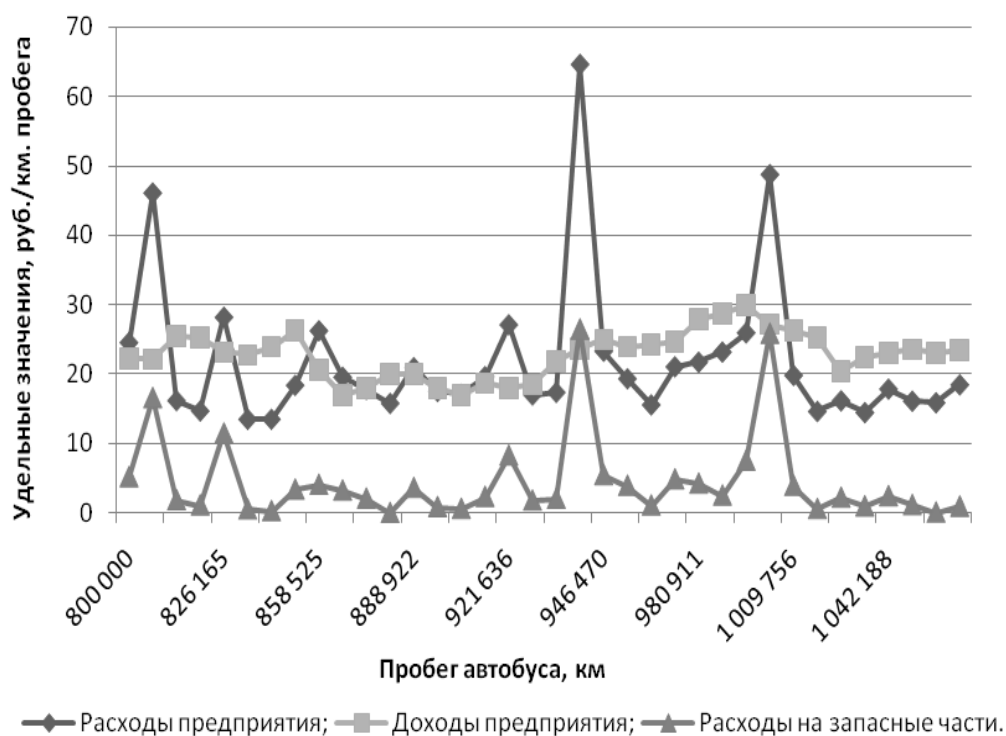


Рис. 1. Динамика статей себестоимости MAN-SL 202 ООО «Владавтолинии»

Ряд статей себестоимости ООО «Владавтолинии» за 2007 г. представлены в таблице 1.

Таблица 1

Статьи себестоимости перевозок ООО «Владавтолинии» за 2007 г.

Наименование статей	Сумма, руб.	% от общих затрат
ЗАТРАТЫ ВСЕГО, в т.ч. по статьям затрат	135790698	100,00
Фонд оплаты труда	36096609	26,58
Топливо	54445000	40,10
Смазочные материалы	10872390	8,01
Шины	4704898	3,46
Затраты на ТО и ТР	16728350	12,32
Амортизация	11151169,6	8,21
Общехозяйственные расходы	1306286	0,96
Социальные расходы	486096	0,36

Как видно из таблицы 1 наибольшие затраты приходятся на дизельное топливо автобусов – 40,1 % и затраты на ТО и ТР – 12,32 %, зависящие в большей степени от функционирования производственно-технической службы предприятия или от технического состояния элементов каждого автобуса.

Таким образом, техническое состояние элементов автобуса может быть оценено удельным расходом топлива и наработкой на отказ, исчисляемой километрами пробега. В этом случае на предприятии внедряется система оперативного автоматизированного учета расхода топлива каждым автобусом и учет отказов в номенклатурном и стоимостном выражении. При ухудшении рассматриваемых оценочных показателей срок службы автобусов уменьшается.

Например, на регулярность выполнения рейсов, которая достигает 85-95 %, основное влияние оказывает неудовлетворительное техническое состояние элементов автобусов. Ряд показателей работы ООО «Владавтолинии» приведен в таблице 2.

Таблица 2

Показатели работы ООО «Владавтолинии»

Годы Показатели	Ед. измерения	2005 г.	2006 г.	2007 г.
Кол-во перевезенных пассажиров	чел.	24822030	25298812	26816253
Общий пробег	км	5310897	6507164	6927441
Кол-во работающих автобусов	маш.-дни	18500	21290	23541
Среднесуточный пробег	км	287	305	294

Как видно из таблицы 2, за последние три года основные выходные показатели работы предприятия эффективно повышаются. Однако, необходимо обратить внимание на тот факт, что автобусы иностранного производства (Германия) имевшие, как указывалось ранее, значительный пробег в стране-изготовителе и продолжающие эффективно работать в России, нуждаются в не менее эффективном механизме поддержания технического состояния на высоком уровне.

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА НАЧАЛЬНЫЙ ИЗНОС ДВИГАТЕЛЕЙ

Королёв А.Е., Белов А.Г.

*ФГОУ ВПО «Тюменская государственная сельскохозяйственная
академия», г. Тюмень*

Обоснованность и прогрессивность конструкторской и технологической проработки определяют потенциальный уровень надежности техники. При конструировании двигателей учитываются предыдущий опыт их разработки и изготовления, технический потенциал и перспективы развития производства. Конструкторские мероприятия тесно связаны с техническими показателями работы двигателей. Технологические мероприятия включают в себя, в том числе назначение нагрузочно-скоростных, температурных и смазочных режимов, которые в значительной мере определяют условия трения и изнашивания сопряжений. Основными конструкторскими признаками двигателей являются отношение диаметра к ходу поршня, частота вращения коленчатого вала, степень сжатия. Изменения технологического уровня производства отражаются в показателях литровой мощности и массы двигателей.

Износ двигателей в процессе технологической обкатки определялся спектральным анализом масел. Было испытано от 20 до 35 двигателей каждой марки. Для установления взаимосвязи между конструкторскими факторами и износом двигателей была обработана исходная информация (табл. 1).

Таблица 1

Конструкторские факторы и износ двигателей

Марка двигателя	Литровая мощность $N_{л}$, кВт/л	Отношение диаметра к ходу поршня D/S	Частота вращения коленчатого вала n , мин ⁻¹	Степень сжатия ϵ	Удельная масса m , кг	Удельная скорость изнашивания J , г/т·ч
ЯМЗ-240	9,55	0,93	1900	16,5	139,2	11,1
ЯМЗ-238НБ	10,26	0,93	1700	16,5	146,3	16,1
СМД-62	13,65	1,13	2100	15,0	155,0	14,2
СМД-14	9,41	0,88	1700	17,0	165,0	11,2

СМД-19	14,02	0,86	1900	16,0	187,5	11,3
СМД-21	16,35	0,86	2100	16,0	190,0	9,6
А-41	8,99	0,86	1750	16,5	221,3	23,8
Д-144	8,86	0,86	1800	16,5	103,1	9,0
Д-160	8,68	0,71	1250	14,0	512,5	86,2
Д-240	11,58	0,88	2200	16,0	107,5	51,8
ЗИЛ-130	18,33	1,05	3200	6,5	61,3	47,0
ЗМЗ-53	19,06	1,15	3000	6,7	32,0	25,5
ГАЗ-52	14,80	0,75	2800	6,2	41,7	36,5
УАЗ-451	19,75	0,88	3800	6,5	41,3	54,5

Удельные показатели – это отношение соответственно массы двигателя и скорости износа к числу цилиндров. О степени связи отдельных факторов можно судить по корреляционной матрице (табл. 2 и 3).

Таблица 2

Коэффициенты парной корреляции конструктивных факторов дизельных двигателей

Факторы	$N_{\text{л}}$	D/S	n	ε	m
$N_{\text{л}}$	1	0,341	0,663	-0,131	-0,222
D/S	0,341	1	0,618	0,146	-0,611
n	0,663	0,618	1	0,312	0,766
ε	-0,131	0,146	0,312	1	-0,757
m	-0,222	-0,611	-0,766	-0,757	1

Таблица 3

Коэффициенты парной корреляции конструктивных факторов карбюраторных двигателей

Факторы	N_d	D/S	n	ε	m
N_d	1	0,650	0,742	0,860	-0,054
D/S	0,650	1	-0,009	0,917	-0,004
n	0,742	0,009	1	0,299	-0,106
ε	0,860	0,917	0,299	1	0,223
m	-0,054	-0,004	-0,106	-0,233	1

Отсюда видно, что по обеим моделям двигателей степень взаимосвязи практически одинакова частоты вращения коленчатого вала с мощностью и степенью сжатия. У остальных факторов эти значения существенно отличаются по величине и знаку.

В результате расчетов получены следующие корреляционные зависимости:

дизельные двигатели:

$$J = 342,16 - 6,02N_d - 105,95D/S + 6,66 \cdot 10^{-2} n - 18,63\varepsilon + 9,10 \cdot 10^{-2} m ;$$

карбюраторные двигатели:

$$J = 236,96 - 1,01N_d - 19,72D/S + 2,58 \cdot 10^{-2} n - 50,82\varepsilon + 0,30m .$$

Коэффициент множественной корреляции составляет 0,87 и 0,89, что свидетельствует о высокой взаимосвязи между скоростью и изнашиванием и представленными факторами, относительная ошибка аппроксимации соответственно равна 9,3% и 8,6%.

С увеличением мощности и отношения диаметра к ходу поршня износ дизелей уменьшается, а карбюраторных двигателей увеличивается. У остальных факторов направление действия одинаковое. Распределение факторов по степени влияния на износ двигателей приведено в табл. 4.

Таблица 4

Влияние конструкторских факторов на скорость изнашивания двигателей

Двигатели	Значимость факторов				
	N_d	D/S	n	ε	m
Дизельные	0,10	0,15	0,16	0,51	0,08
Карбюраторные	0,12	0,11	0,30	0,37	0,10

Наибольшее влияние на износ оказывает степень сжатия, наименьшее – мощность и масса двигателей. Представленные результаты позволяют определять направления повышения износостойкости двигателей на этапе их проектирования.

Большое значение в интенсификации процессов приработки имеет использование рациональных нагрузочно-скоростных режимов. Мнения по назначению этапов обкатки двигателей противоречивы. Так, одни считают, что этап холодной приработки целесообразно исключить из процесса обкатки, а, по мнению других исследователей, этому этапу следует уделять главное внимание, так как износы за этот период составляют до 20 до 70% начального износа деталей. Приработка двигателей на холостом ходу считается малоэффективной, но необходимой для прогрева и подготовки их к обкатке под нагрузкой.

По общему мнению, ученых и практиков обкатка двигателей под нагрузкой – это обязательное условие получения высокой степени приработки сопряжений и подготовки поверхностей трения к восприятию эксплуатационных нагрузок. Общепринятым условием назначения режимов обкатки является обеспечение приращения удельных нагрузок в основных сопряжениях по времени обкатки.

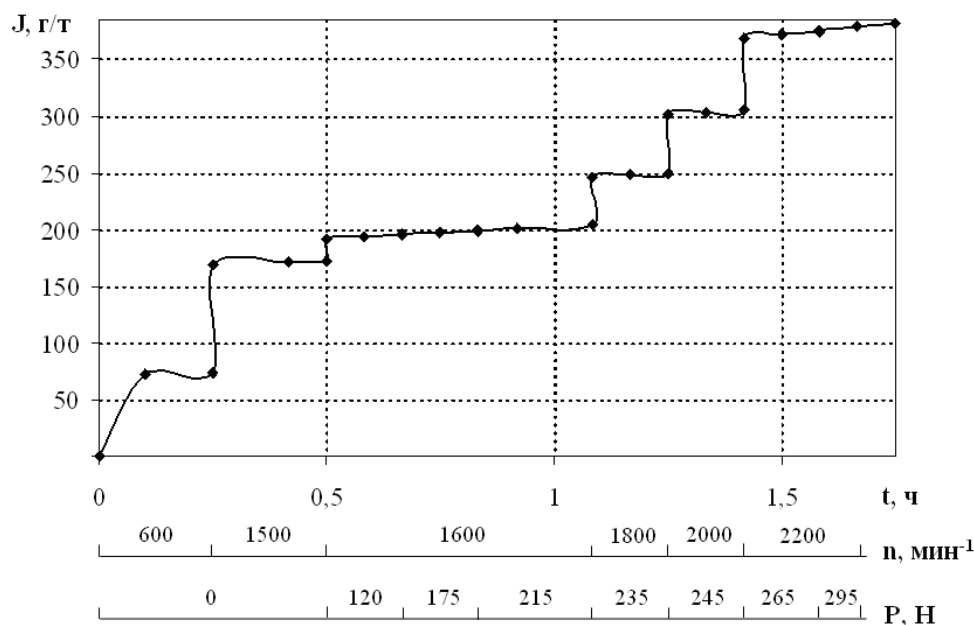


Рис.1 Динамика износа при обкатке двигателя ЗМЗ-53

В процессе наших экспериментов, на каждом этапе обкатки производился отбор проб масла и последующий их спектральный анализ. Методом корреляционной обработки опытной информации нами установлена взаимосвязь между параметрами режима обкатки и износом двигателей. В качестве примера, по двум маркам двигателей, на рис. 1 и 2 показаны эти за-

висимости. Отсюда видно, что характер изнашивания на этапах различен. Наиболее интенсивно этот процесс протекает в начальный период обкатки и на отдельных этапах горячей приработки под нагрузкой.

Выявлено следующее распределение износов по этапам обкатки: холодная – 36...47%, горячая без нагрузки – 12...18%, горячая под нагрузкой – 38...49%. Если принять влияние всех факторов на износ за 1, то их значимость в среднем составляет: нагрузка – 0,54, продолжительность обкатки – 0,31 и частота вращения коленчатого вала – 0,15.

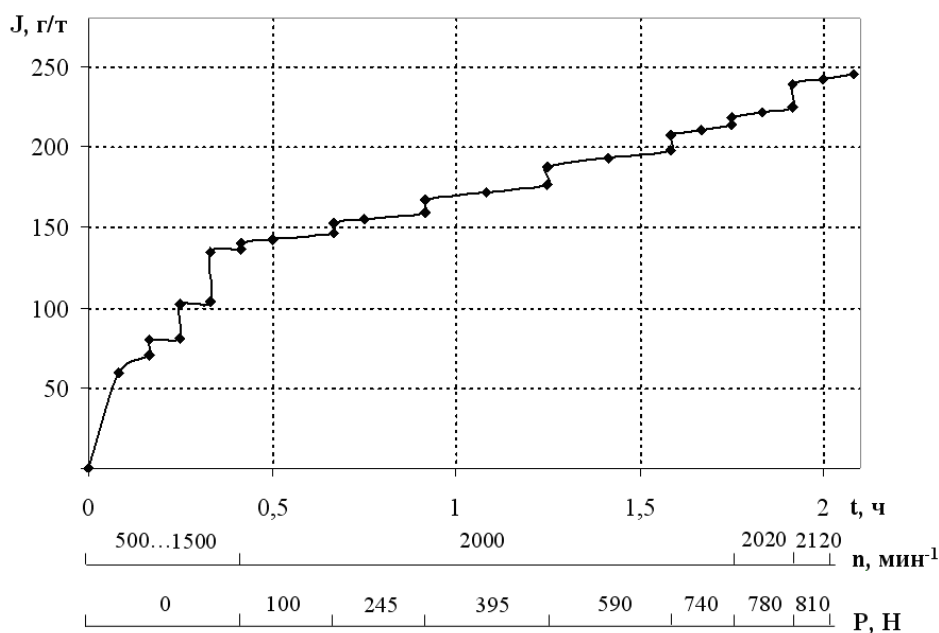


Рис. 2 Динамика износа при обкатке двигателя СМД-62

Анализ полученных зависимостей позволяет отметить, что этап холодной приработки необходим, так как в его процессе устраняются макрогеометрические погрешности деталей. По динамике изнашивания можно корректировать существующие нагрузочно-скоростные режимы и определять завершенность обкатки двигателей.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАТРАТ НА УПРАВЛЕНИЕ РЕЗЕРВОМ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ОТ ЕГО ОБЪЕМА

Корчагин В.А., Лопухов Ю.А., Сысоев Д.К.

*Липецкий государственный технический университет, г. Липецк
Пятигорский государственный технологический университет, г. Пятигорск*

Решение обобщенной задачи управления запасами определяется следующим образом:

В случае периодического контроля состояния запаса следует обеспечивать поставку нового количества ресурсов в объеме размера заказа через равные интервалы времени.

В случае непрерывного контроля состояния запаса необходимо размещать новый заказ в размере объема запаса, когда его уровень достигает точки заказа.

Размер и точка заказа обычно определяются из условий минимизации суммарных затрат системы управления запасами, которые можно выразить в виде функции этих двух переменных. Суммарные затраты системы управления запасами выражаются в виде функции их основных компонент следующим образом:

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{Суммарные} \\ \text{затраты} \\ \text{системы} \\ \text{управления} \\ \text{запасами} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{Затраты} \\ \text{на} \\ \text{приобретение} \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline \text{Затраты на} \\ \text{оформление} \\ \text{заказа} \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline \text{Затраты на} \\ \text{хранение} \\ \text{заказа} \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline \text{Потери} \\ \text{от} \\ \text{дефицита} \\ \hline \end{array}$$

Рис. 1. Суммарные затраты системы управления запасами

Затраты на приобретение становятся важным фактором когда цена единицы продукции зависит от размера заказа, что обычно выражается в виде оптовых скидок в тех случаях, когда цена единицы продукции убывает с возрастанием размера заказа. Затраты на оформление заказа представляют собой постоянные расходы, связанные с его размещением. Таким образом, при удовлетворении спроса в течение заданного периода времени путем размещения более мелких заказов (более часто) затраты возрастают по сравнению со случаем, когда спрос удовлетворяется посредством более крупных заказов (и, следовательно реже). Затраты на хранение запаса, которые представляют собой расходы на содержание запаса на складе (например, процент на инвестированный капитал, затраты на переработку, амортизационные расходы и эксплуатационные расходы), обычно возрастают с увеличением уровня запаса. Наконец, потеря дефицита представляют собой расходы, обусловленные отсутствием запаса необходимой продукции. Обычно они связаны с ухудшением репутации поставщика у потребителя и с потенциальными потерями прибыли.

Одним из методов, позволяющим дать эффективные рекомендации по наличию конкретных запасных частей на складе, а также сократить номенклатуру учитываемых запасных частей и, соответственно, объемов расчетов, является метод ABC, который предусматривает деление всех запасных частей по конкретной марке автомобиля на три номенклатурных группы:

группа А включает около 10% от всей номенклатуры запасных частей, общая стоимость которых составляет 70% от полной стоимости всей номенклатуры;

группа В по номенклатуре составляет 20% и по стоимости также 20%; группа С по номенклатуре составляет 70%, а по стоимости – 10%.

Использование метода АВС основывается на том, что запасные части, входящие в группу С, рекомендуются для хранения на складах всех уровней. В то же время эти запасные части могут практически не учитываться при стоимостной оценке ущерба от повреждения автотранспортного средства. Это окажет незначительное влияние на погрешность расчетов, так как общая стоимость запасных частей, входящих в данную группу, составляет не более 10% стоимости всей номенклатуры запасных частей.

Наличие на складе запасных частей номенклатурной группы В оправдано только в случае достаточно крупного склада (например, региональный склад дилера) или необходимостью иметь широкую номенклатуру.

Запасные части номенклатурной группы А не рекомендуются для хранения на складе. Однако при оценке ущерба запасные части группы А должны учитываться в первую очередь.

Практическое применение метода АВС позволяет значительно (в 4-6 раз) сократить объемы и трудоемкость расчетных работ при управлении складскими запасами, а также при экспертной деятельности на транспорте при незначительном уменьшении точности расчетов.

Исходные и полученные данные представлены в табл. 1.

Анализировались следующие модели управления запасами.

Классическая модель управления запасами. Основные допущения: спрос является непрерывным, а интенсивность постоянной; период между смежными заказами постоянен; емкость склада не ограничена; скидки на закупку не предусмотрены; дефицит не допускается. Модель малочувствительна к ошибкам в исходной информации. Так как много исходных допущений, которые редко встречаются в реальной ситуации, эта модель не пригодна для точного расчета размера заказа. Однако ее простота и малочувствительность к ошибкам позволяет рекомендовать ее для «разведочного» анализа величины заказа.

Таблица 1

Расчет оптимального заказа и времени между смежными поставками

Показатели	Группа А	Группа В	Группа С
β - интенсивность спроса, ед./мес.	120	344	1216
h - затраты на хранение, руб.	205	120	46
K - затраты на оформление заказа, руб.	9200	9200	9200
D - плановая потребность, ед./год.	1440	4128	14592
y^* - оптимальный объем заказа, ед.	182	385	1045
$T_{СП}$ - время между смежными поставками, дней	75	23	15

Модель управления с дефицитом.

Модель с дефицитом наиболее точно отражает реальную производственную ситуацию, учитывая потери, связанные с отсутствием необходимых деталей на складе. Это позволяет экономить средства на закупку, но модель сохраняет все исходные допущения классической модели. Поэтому ее можно рекомендовать, как оптимистическую оценку при определении размера заказа.

Модель управления с разрывами цен.

При недостатке свободных финансовых средств для закупки деталей следует руководствоваться моделью управления запасами с разрывами цен.

Модель управления с ограниченной емкостью склада

Эта модель может быть рекомендована для практического использования в случае «затоваривания» ПА запасными частями, что на практике не случается, и всегда имеются свободные емкости из-за быстрого товарооборота.

Модель с вероятностным распределением спроса

Эта модель наиболее адекватно отражает реальные условия функционирования ПА и поэтому ее можно рекомендовать для постоянного практического использования, корректируя ее решение в случае возникновения критических ситуаций: недостатка финансовых средств; срочного выполнения отдельных видов заказов (дефицит не допускается); при заключении договора с новыми поставщиками, надежность которых пока не определена.

В качестве примера на рис.2 представлен график изменения общих и частных затрат в зависимости от размера заказа.

Проанализированы экономические показатели ОАО «Липецк-Лада»: цена одной детали за месяц, среднемесячное количество проданных деталей. Выявлены недостатки в системе управления запасами: момент заказа при существующей модели четко не фиксирован. Заказ может делаться один раз в месяц, или чаще. Анализ остатков на складе показал, что часто возникает ситуация, при которой ОАО «Липецк-Лада» делает заказы на те детали, запас которых достаточен.

По каждой модели выполнены расчеты и определены оптимальные размеры заказа и общие затраты (табл.3.5). Построены графики изменения общих и частных затрат в зависимости от размера заказа запасных частей для групп ABC.

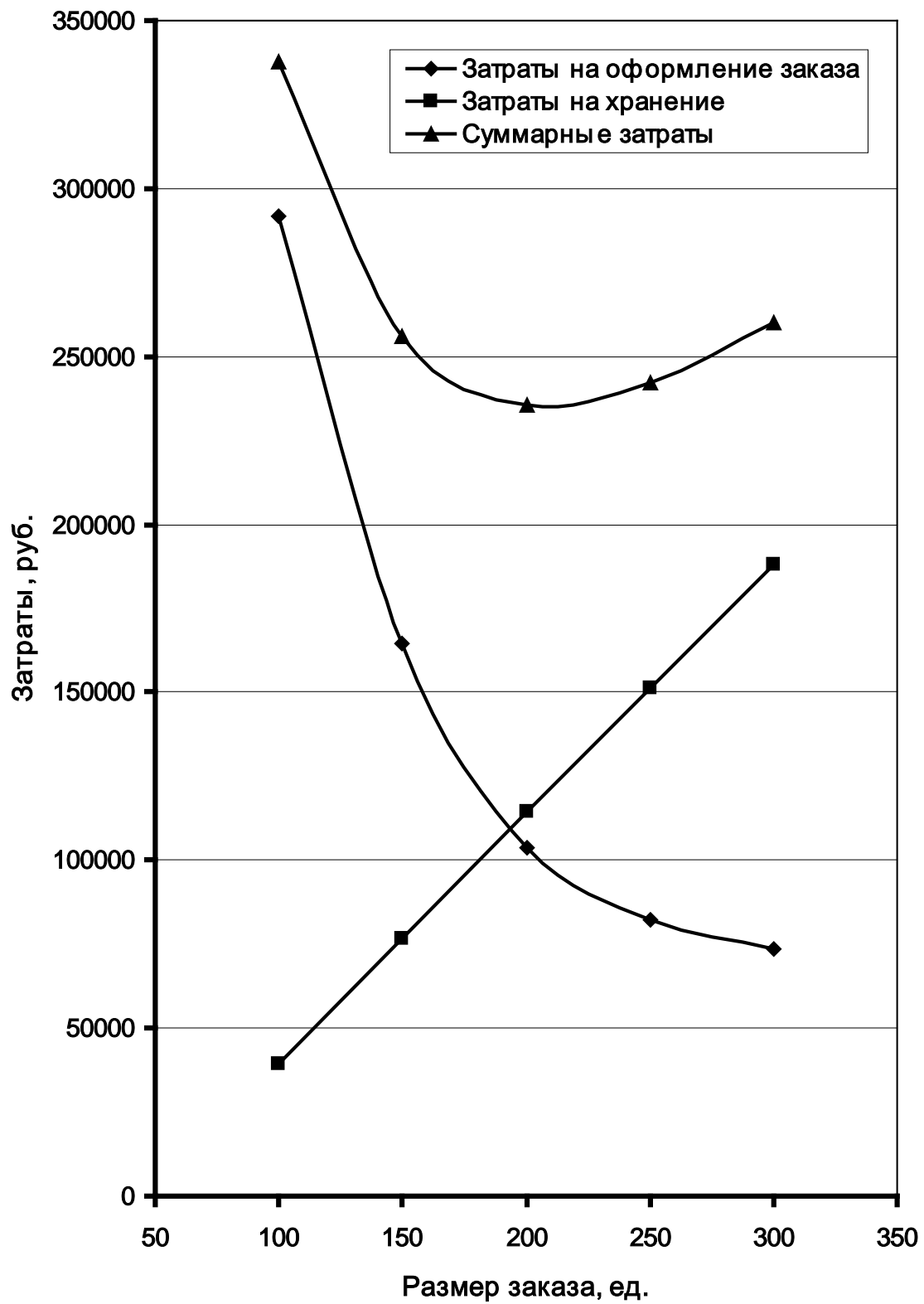


Рис.2. График изменения общих и частных затрат в зависимости от размера заказа (для группы А)

Таблица 2

Оптимальные размеры заказа по группам деталей

Модель управления	Группа А	Группа В	Группа С	Общие минимальные затраты, руб.
Классическая модель	192	385	1340	852 800
Статистическая модель с «разрывами» цен	155	306	910	722 704
Модель с дефицитом	160	330	945	700 739
Модель с ограниченной вместимостью склада	164	350	975	763 150
Модель с вероятностным распределением спроса	190	365	1630	610 200

Для нахождения наиболее экономически эффективной модели управления запасами результаты расчетов полученные по пяти исследуемых моделей сопоставили с существующими сейчас на ОАО «Липецк-Лада».

Для сравнения систем управления запасами в качестве базового варианта принимаем существующую систему. А предлагаемого варианта - модель с вероятностным распределением спроса.

Внедрение вероятностной модели управления запасами требует непрерывного (еженедельного, а лучше ежедневного) контроля уровня запаса на складе и перестройки системы управления складом. Для этого на склад необходимо поставить компьютер, принтер и ввести должность менеджера.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАТРАТ НА ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Корчагин В.А., Ляпин С.А., Сысоев Д.К.

Липецкий государственный технический университет, г. Липецк

В условиях рыночной экономики, когда качество продукции становится системообразующим фактором ее конкурентоспособности, руководство организаций начинает понимать важность определения и непрерыв-

ного контроля затрат на качество. Информация о затратах на обеспечение качества становится ключевой для решения следующих задач:

выявления конкурентоспособности продукции на внутреннем и внешнем рынках;

определения размеров необходимых инвестиций, направляемых на повышение качества продукции;

оценки эффективности функционирования системы качества организации;

разработки параметров качества, поддержания достигнутого уровня качества и его повышение.

Затраты на качество были, есть и будут – так полагают приверженцы традиционных взглядов на экономику качества. Главной задачей службы управления качеством является оптимизация уровня качества и затрат на его достижения. При решении проблем повышения качества и конкурентоспособности продукции и оценки экономической эффективности мероприятий для достижения указанной цели очень важно точно определить величину необходимых затрат. Преимущества управления затратами на качество и анализ изменений показателей эффективности процессов в организации несомненны.

В мировой практике существуют три основных подхода к оценке вновь создаваемых объектов – затратный, сравнительный и доходный. Взятые по отдельности традиционные методы расчета стоимости нового автотранспортного средства для стадии его проектирования трудно применимы. На наш взгляд, более рационально пользоваться смешанным методом, он включает элементы сравнительного и затратного подходов.

В основу смешанного метода заложены три элемента: модульный метод проектирования, при котором новое изделие до 70% состоит из узлов и деталей, выпускаемых в настоящее время или аналогичным им; автомобиль-аналог, выпускаемый в настоящее время; известный состав нового автомобиля.

При оценке конкурентоспособности и эколого-экономической эффективности автотранспортных средств (АТС) на стадиях производства и эксплуатации за полный жизненный цикл необходимо знать себестоимость единицы транспортной продукции АТС. Ниже приводится методика расчета себестоимости 1 т·км по основным статьям затрат.

Автомобиль в течение смены имеет свой ресурс рабочего времени

$$T_{\bar{m}} = t_0 + t_{\bar{a}} + t_{\bar{o}} + t_{i-\bar{o}} + t_i$$

где t_0 – время, затрачиваемое на нулевые пробеги, час ;

$t_{\bar{a}}$ – на пробеги с грузом, час;

$t_{\bar{o}}$ – холостой пробег в пункт погрузки, час;

$t_{i-\delta}$ – на погрузочно-разгрузочные работы, час;

t_i – на сверхнормативные простои в ожидании обслуживания (накладки), час .

Для всех N_a автомобилей в рамках заданного множества заявок на перевозки надо так спланировать их совместную работу, чтобы соотношения между всеми пятью составляющими расхода рабочего времени давало экстремум некоторому критерию качества (показателю). Поскольку все варианты организации перевозок опираются на одни и те же перечисленные составляющие, критерии должны быть сопоставимыми.

Рассмотрим свойство основного, в нашем случае, показателя эффективности работы транспортного предприятия, результативность перевозочного процесса, применительно к сравнительно простой задаче оценки работы N_a автомобилей одной марки при помашинных перевозках одного груза.

Будем считать, что суммарный ресурс рабочего времени $N_a * T_m$ делится на пять составляющих или подмножеств, которые обозначим знаком $\sum t_i$, понимая под этим число, равное сумме однотипных составляющих по всем маршрутам всех автомобилей.

Условие баланса ресурса рабочего времени всех автомобилей в их совместной работе запишется в виде:

$$N_a T_m = \sum t_0 + \sum t_a + \sum t_{\delta} + \sum t_{i-\delta} + \sum t_i,$$

где составляющие правой части равенства выступают как числа.

Примем следующие условия:

На стадии планирования значения $t_{i-\delta}$ принимаются нормативными величинами.

Величины t_i на стадии планирования отличны от нуля и находятся в определенном плановом диапазоне.

При реализации сменно-суточного плана все составляющие баланса рабочего времени выступают как случайные величины.

Условие баланса выполняется как строгое равенство, хотя реально это равенство приближенное.

Рассмотрим общий подход к формированию расходов на единицу транспортной работы S , руб/ткм :

$$S = \frac{\sum P_i}{W}$$

где $\sum P_i$ – суммарные расходы на выполнение транспортной работы, руб; W – объем грузооборота, ткм.

Основные составляющие, формирующие себестоимость 1 ткм, рекомендуется определять для каждой из марок автомобилей, принимающих участие в перевозке грузов :

1. Расходы на топливо для автомобилей

$$P = P_1 + P_2 ,$$

где $P_1 = C_{\dot{\epsilon}i} (\sum l_{\dot{a}} + \sum l_{\dot{o}} + \sum l_0)$ – расходы на топливо на общий пробег автомобилей, руб.; $P_2 = C_{\dot{o}\dot{\epsilon}i} W$ – часть расходов на топливо, зависящая от транспортной работы, руб.; $l_{\dot{a}}$ – пробег с грузом, км; $l_{\dot{o}}$ – холостой пробег в пункт погрузки, км; l_0 – нулевой пробег, км ; $C_{\dot{\epsilon}i}$ – стоимость топлива, расходуемого автомобилями на 1км пробега, руб/км ; $C_{\dot{o}\dot{\epsilon}i}$ – стоимость топлива, расходуемого автомобилями на выполнение единицы транспортной работы, руб/ткм.

2. Расходы на ТО и ТР автомобиля, восстановление и ремонт шин, амортизацию

$$P_3 = C_{\dot{o}} (\sum l_{\dot{a}} + \sum l_{\dot{o}} + \sum l_0),$$

где $\tilde{N}_{\dot{o}}$ - расходы на 1 км пробега автомобиля, связанные с затратами на его ТО и ТР, восстановление и ремонт шин, амортизацию, руб/км.

3. Накладные расходы, пропорциональные времени и размеру парка автомобилей

$$P_4 = C_{\dot{\epsilon}\dot{a}\dot{n}} N_{\dot{a}} T_{\dot{n}} ,$$

$\tilde{N}_{\dot{\epsilon}\dot{a}\dot{n}}$ - сумма отчислений на общехозяйственные цели в расчете на 1 автомобиле-час, руб.

4. Часть зарплаты водителей, пропорциональная объему перевозок

$$P_5 = C_{\dot{o}} Q ,$$

$C_{\dot{o}}$ -величина заработной платы водителя за перевозку одной тонны груза, руб/т; Q - объем, перевезенного груза, т.

5. Часть зарплаты водителей, пропорциональная транспортной работе, выраженной в ткм

$$P_6 = C_{\dot{o}\dot{\epsilon}i}^{\dot{\epsilon}i} W ,$$

$C_{\dot{o}\dot{\epsilon}i}^{\dot{\epsilon}i}$ -величина заработной платы водителя за выполнение единицы транспортной работы , руб/ткм.

6. Величина платы за загрязнение окружающей среды (ОС) в пределах допустимых норм выбросов, связанная с расходом топлива на пробег;

$$P_7 = YH_{\dot{\epsilon}i} (\sum l_{\bar{a}} + \sum l_{\bar{o}} + \sum l_0),$$

7. Величина платы за загрязнение ОС в пределах допустимых норм выбросов, связанная с расходом топлива на транспортную работу;

$$P_8 = YH_{\dot{o}\dot{\epsilon}i} W,$$

где Y - удельная плата за загрязнение ОС в пределах допустимых норм выбросов, образующихся при сгорании 1 тонны автомобильного топлива, руб/т;

$H_{\dot{\epsilon}i}$ - нормативный расход топлива на пробег автомобиля, выраженный в тоннах топлива на километр пробега;

$\dot{I}_{\dot{o}\dot{\epsilon}i}$ - нормативный расход топлива на единицу транспортной работы автомобиля, выраженный в тоннах топлива на один тонно-километр работы.

С учетом приведенных статей затрат формула себестоимости будет иметь вид:

$$\begin{aligned} S = & C_{\dot{\epsilon}i} \frac{\sum l_{\bar{a}} + \sum l_{\bar{o}} + \sum l_i}{W} + C_{\dot{o}\dot{\epsilon}i} + C_{\dot{o}} \frac{\sum l_{\bar{a}} + \sum l_{\bar{o}} + \sum l_i}{W} + C_{\dot{a}\dot{n}} \frac{NT_{\dot{m}}}{W} + \\ & + C_{\dot{o}} \frac{Q}{W} + C_{\dot{o}\dot{\epsilon}i}^{\dot{c}i} + YH_{\dot{\epsilon}i} \frac{\sum l_{\bar{a}} + \sum l_{\bar{o}} + \sum l_i}{W} + \frac{YH_{\dot{o}\dot{\epsilon}i}}{1} \\ \\ S = & \frac{\sum l_z + \sum l_x + \sum l_o}{W} (C_{км} + H_{км} Y) + (C_{ткм} + H_{ткм} Y) + C_p \frac{\sum l_z + \sum l_x + \sum l_o}{W} + \\ & + C_{час} \frac{NT_{см}}{W} + C_m \frac{Q}{W} + C_{ткм}^{зн} \end{aligned}$$

Подставим в последнее выражение

$$W = n_{\bar{a}} l_{\bar{a}} q; Q = n_{\bar{a}} q,$$

где $n_{\bar{a}}$ - общее количество груженых ездов; q - грузоподъемность автомобиля, т.

$$S = \frac{\Sigma l_{\bar{a}} + \Sigma l_{\bar{o}} + \Sigma l_{\bar{i}}}{n_{\bar{a}} l_{\bar{a}} q} (C_{\bar{e}i} + H_{\bar{e}i} Y) + (C_{\bar{o}e} + H_{\bar{o}e} Y) + C_{\bar{o}} \frac{\Sigma l_{\bar{a}} + \Sigma l_{\bar{o}} + \Sigma l_{\bar{i}}}{n_{\bar{a}} l_{\bar{a}} q} +$$

$$+ C_{\bar{a}\bar{n}} \frac{NT_{\bar{m}}}{n_{\bar{a}} l_{\bar{a}} q} + C_{\bar{o}} \frac{n_{\bar{a}} q}{n_{\bar{a}} l_{\bar{a}} q} + C_{\bar{o}e}^{\bar{e}i}$$

Сгруппируем и объединим константы, обозначив

$$a = (C_{\text{ткм}} + H_{\text{ткм}} Y) + C_{\text{ткм}}^{\text{зн}},$$

Тогда

$$S = a + ((C_{\text{км}} + H_{\text{км}} Y) + C_p) \frac{\Sigma l_{\text{z}} + \Sigma l_{\text{x}} + \Sigma l_{\text{o}}}{n_{\text{z}} l_{\text{z}} q} + C_{\text{чac}} \frac{NT_{\text{см}}}{n_{\text{z}} l_{\text{z}} q} + C_m \frac{n_{\text{z}} q}{n_{\text{z}} l_{\text{z}} q}$$

Заменим:

$$n_{\text{z}} = \frac{NaT_{\text{см}}}{\Sigma t_{\text{z}} + \Sigma t_{\text{x}} + \Sigma t_{\text{n-p}} + \Sigma t_{\text{н}} + \Sigma t_{\text{o}}}, \quad l_{\bar{a}} = Vt_{\bar{a}}, \quad n_{\bar{a}} l_{\bar{a}} = \Sigma l_{\bar{a}},$$

где V - техническая скорость автомобиля, получим:

$$S = a + (C_{\bar{e}i} + H_{\bar{e}i} Y) + C_{\bar{o}} \frac{\Sigma t_{\bar{a}} + \Sigma t_{\bar{a}\bar{c}} + \Sigma t_{\bar{i}}}{\Sigma t_{\bar{a}} q} +$$

$$+ C_{\bar{a}\bar{n}} \frac{\Sigma t_{\bar{a}} + \Sigma t_{\bar{a}\bar{c}} + \Sigma t_{\bar{i}-\bar{o}} + \Sigma t_{\bar{i}} + \Sigma t_{\bar{i}}}{\Sigma t_{\bar{a}} q V} + C_{\bar{o}} \frac{n_{\bar{a}}}{n_{\bar{a}} t_{\bar{a}} V}$$

$$S = a + \left(\frac{(C_{\text{км}} + H_{\text{км}} Y) + C_p}{q} \right) * \left(\frac{\Sigma t_{\text{z}} + \Sigma t_{\text{вз}} + \Sigma t_{\text{o}}}{\Sigma t_{\text{z}}} \right) +$$

$$\left(\frac{C_{\text{чac}}}{q} \right) \left(\frac{\Sigma t_{\text{z}} + \Sigma t_{\text{вз}} + \Sigma t_{\text{n-p}} + \Sigma t_{\text{н}} + \Sigma t_{\text{o}}}{V * \Sigma t_{\text{z}}} \right) + \frac{C_m}{t_{\text{z}} V}$$

Обозначим

$$b = \left(\frac{(C_{\text{км}} + H_{\text{км}} Y) + C_p}{q} \right)$$

Получим:

$$S = a + b * \left(\frac{\Sigma t_{\text{z}} + \Sigma t_{\text{вз}} + \Sigma t_{\text{o}}}{\Sigma t_{\text{z}}} \right) + \left(\frac{C_{\text{чac}}}{q} \right) \left(\frac{\Sigma t_{\text{z}} + \Sigma t_{\text{вз}} + \Sigma t_{\text{n-p}} + \Sigma t_{\text{н}} + \Sigma t_{\text{o}}}{V * \Sigma t_{\text{z}}} \right) + \frac{C_m}{t_{\text{z}} V}$$

Полученное выражение позволяет достаточно точно определить себестоимость 1 ткм при перевозке грузов автомобилями с учетом платы за загрязнение окружающей среды на основе анализа изменения технико-

эксплуатационных показателей использования АТС на стадиях их проектирования, производства и эксплуатации в реальных условиях. Это дает возможность планировать совместную работу автомобилей так, чтобы соотношение между всеми пятью составляющими расхода рабочего времени позволяло достигать минимума себестоимости перевозок, поскольку все варианты доставки опираются на одни и те же перечисленные составляющие общего критерия.

СТАТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Корчагин В.А., Мусаелянц Г.Г., Павленко Е.А.

*Липецкий государственный технический университет, г. Липецк
Пятигорский государственный технологический университет,
г.Пятигорск*

В настоящее время существует глобальная проблема, связанная с интенсивной автомобилизацией и значительным потреблением топливно-энергетических ресурсов. В свою очередь одновременно с этим появляется ряд серьёзных проблем, связанных с сохранением чистоты атмосферного слоя от его загрязнения отработавшими газами автомобилей, оказывающими опасное токсичное воздействие на развитие животного и растительного мира, а также угрожающего здоровью человека. Поэтому остро стоит проблема предусматривающая необходимость совершенствования технологических процессов и транспортных средств с целью сокращения выбросов токсичных веществ в окружающую среду и улучшения очистки отработавших газов от токсичных примесей.

С целью защиты окружающей среды от загрязнения продуктами сгорания во многих странах введены законы, ограничивающие допустимое содержание токсичных веществ в отработавших газах. С каждым годом эти нормы становятся всё более жёсткими. Токсичность автомобильных двигателей внутреннего сгорания в эксплуатационных условиях зависит от многих фактов. Эти факторы можно разделить на пять групп:

- факторы, определяющие конструктивные особенности автомобиля в целом и его двигатель как источник выброса вредных веществ;
- дорожные факторы, состоящие из общей характеристики дорожного полотна и метода управления дорожным движением;
- факторы, определяющие влияние водителя на количество вредных выбросов автомобилем зависящие от стиля управления;
- факторы, характеризующие условия движения автомобиля в транспортном потоке;
- факторы, характеризующие климатические условия.

В данной классификации, прежде всего, играет роль токсичной характеристики двигателя, которая в значительной мере меняется в зависимости от технического состояния и регулировок его систем и механизмов.

Параметры, которые в большей степени могут влиять на токсичность двигателя внутреннего сгорания в эксплуатационных условиях являются техническое состояние и регулировка двигателя, других систем и агрегатов автомобиля. Отклонение технического состояния систем и агрегатов автомобиля от оптимального приводит к увеличению потерь при передаче энергии от двигателя к ведущим колёсам или к повышению энергии, необходимой для движения автомобиля, в результате чего изменяются режимы работы двигателя и количество вредных выбросов. Как показывают многочисленные исследования, проведённые в эксплуатационных условиях, основные неисправности оказывают решающее влияние на токсические характеристики двигателя.

Влияние технического состояния и регулировки других систем и механизмов двигателя влияет в меньшей степени, но особый интерес вызывает вопрос о влиянии технического состояния узлов двигателя, которые не подвергаются регулировкам в период эксплуатации автомобиля. В первую очередь это относится к цилиндропоршневой группе. Влияние её технического состояния и износ по мере увеличения пробега автомобиля на количество вредных веществ увеличивается, но величина влияния требует более глубокого исследования.

Своевременное выявление и устранение неисправностей и отклонений в регулировках систем и механизмов автомобиля довольно трудная задача. Чтобы её облегчить, можно использовать технологические процессы диагностирования и регулирования автомобилей с различными типами двигателей. Такие процессы определяют необходимое и достаточное число контролируемых параметров, свидетельствующих о работоспособности двигателя.

Для автомобилей с двигателями, работающими на бензине, такими параметрами являются: напряжение пробоя высоковольтного напряжения во вторичной цепи системы зажигания, как минимальное, так и максимальное значение, разряжение во всасывающем коллекторе, состав отработавших газов (CO – окись углерода, CH – углеводороды, O_2 – остаточный кислород, CO_2 – двуокись углерода), значение коэффициента избытка воздуха, частота вращения коленчатого вала, длительность впрыска, температура охлаждающей жидкости, положение дроссельной заслонки и др. Данный перечень параметров позволяет выявить ряд неисправностей связанных как с системой управления двигателем, так и непосредственно механической части двигателя, таких как: неисправность свечи зажигания, неисправность высоковольтного провода, пониженное или повышенное давление топлива в рампе, засорение воздушного фильтра, неисправность

датчика температуры, неисправность датчика положения дроссельной заслонки, не герметичность впускного коллектора, засорение каталитического нейтрализатора, пониженная компрессия в цилиндрах двигателя, неисправность датчика детонации, не герметичность выпускного коллектора, не соответствие фаз газораспределения, неисправность форсунки.

Если контролируемые параметры отличаются от рекомендуемых, то производится поиск неисправностей по специально разработанной программе. В первую очередь стоит отметить, что выбор критериев обуславливается не только проверкой тех или иных гипотез, но и последовательность выявления свойств статических объектов и их отношение способное обусловить выбор критериев и формированию статистических выводов.

Одним из главных средств повышения качества эксплуатации автомобилей является применение статистических методов в обработке диагностических параметров при техническом обслуживании и ремонте. При разработке системы автономного диагностирования необходимо разработать алгоритм постановки диагноза, по средствам которого и будет действовать диагностическая система.

Из практики становится явным, что при эксплуатации автомобилей возникающие неисправности частично сопровождаются одинаковыми диагностическими параметрами. К примеру, не герметичность одной из электромагнитных форсунок впрыскиваемого топлива (D_1) всегда сопровождается увеличением расхода топлива – X_1 , повышенным содержанием CH – X_2 , повышенным содержанием CO в выхлопных газах – X_3 , высоким уровнем сигнала с датчика кислорода – X_4 . Полностью не работающая форсунка (форсунка не производит впрыск топлива) (D_2) сопровождается также повышенным расходом топлива – X_1 , содержание CH повышается но не значительно – X_2 , повышенным содержанием CO в выхлопных газах – X_3 , низкий уровень сигнала датчика кислорода – X_4 . Неисправность датчика температуры двигателя D_3 сопровождается повышенным расходом топлива – X_1 , содержание CH увеличивается – X_2 , содержание CO в выхлопных газах не изменяется – X_3 , высокий уровень сигнала датчика кислорода – X_4 .

Данную группу диагностических параметров можно представить в виде матрицы диагнозов, обозначая наличие признака «1» и «2» его отсутствие, таблица 1.

Таблица 1

Матрица зависимости дефектов и параметров

Диагнозы	Диагностические параметры			
	X_1	X_2	X_3	X_4
D_1	1	1	1	1
D_2	1	0	1	0
D_3	1	1	0	1

Отсутствие или наличие некоторого диагностического признака обусловлено выбранным диапазоном для каждого конкретного параметра X_D .

Создавая такого рода матрицы, становится возможным разрабатывать диагностические приборы, способные определять ряд неисправностей. Но такие приборы в действительности часто не правдоподобны по выносимому диагнозу, это объясняется тем, что контролируемые диагностические параметры имеют случайный разброс по измерениям, так как возможны накладки и случайные сочетания режимов работы двигателя. Поэтому наличие или диагностического признака при определённом диагнозе не является достоверным и будет наблюдаться с определённой вероятностью $P_{Di}(X_i)$.

Отслеживание всех параметров проводится внесением искусственного дефекта и отображает как часто возникают данные диагнозы – $P(D_i)$, и с какой вероятностью при этих диагнозах встречаются выбранные диагностические параметры – $P_{Di}(X_i)$.

Для выявления наиболее вероятного диагноза можно произвести вычисления по формуле Байеса из теории вероятностей. Для данного вычисления применительно к диагностике формула примет вид:

$$P_{XJ}(D_I) = \frac{P(D_I)P_{DI}(X_J)}{P(X_J)},$$

где $P_{XJ}(D_I)$ – вероятность D_I диапазон при наблюдении X_J параметра;
 $P(D_I)$ – вероятность D_I диапазона;
 $P_{DI}(X_J)$ – вероятность наблюдения X_J параметра при диагнозе D_I ;

$P(X_j)$ – вероятность наблюдения X_j параметра по всем диапазонам.

При постановке диагноза по всему комплексу признаков, в формуле значение единичного параметра X_j будет рассматриваться комплекс параметров X_j^* .

Вероятность независимых признаков совместного наблюдения, можно выразить произведением вероятностей наблюдения каждого параметра при рассматриваемом диагнозе $P_{дл}(X_j^*) = P_{дл}(X_1) \dots P_{дл}(X_n)$.

По степени важности диагноза проверяются опытным путём и следовательно, если нет соответствия первого поставленного диагноза, то следующий по важности будет вероятней. Таким образом, возможно снижение поисков неисправности на основе статических вычислений.

Существует также и ряд других методов вычисления неисправностей основанных на статических расчётах. На сегодняшний день можно выделить следующие категории статических методов, которые классифицируются по следующей степени сложности: элементарные статистические методы (карта Парето, причинно-следственный анализ (диаграмма Исикава), группировка данных по общим признакам (диаграмма родства), контрольный лист, гистограмма, диаграмма разброса, контрольная карта); промежуточные статистические методы (теория выборочных исследований, статистический выборочный контроль, методы проведения статистических оценок и определения критериев, методы применения сенсорных проверок (экспертные оценки), методы планирования и расчётов экспериментов, корреляционный и регрессионный анализ); передовые статистические методы (передовые методы расчёта и планирования экспериментов, многофакторный (дисперсионный) анализ; методы исследования операций.

Выборы метода вычисления и обработки диагностической информации определяется из условий съёма диагностической информации, условий связи технических средств и объекта, полноте охвата параметров, степени универсальности, количеству диагностических параметров и от степени участия человека в процессе распознавания образа дефекта.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВЫБОРА СПОСОБА ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ЖИТЕЛЯМИ Г. КЕМЕРОВО

Корягин М.Е., Нестерова А.А.

Кузбасский государственный технический университет, г. Кемерово

Для грамотной организации передвижения жителей города необходимо выявить, какие факторы влияют на выбор человеком того или иного способа передвижения. В современных условиях социально-

экономических изменений данная задача приобретает особую важность. Предсказание подвижности населения города поможет оптимизировать работу общественного транспорта и организовать движение легковых автомобилей. На выбор человека влияет множество факторов: уровень дохода человека, расстояние перемещения, наличие автомобиля, место проживания, место работы, количество поездок, время возникновения потребности передвижений, расписание работы общественного транспорта, уровень образования, состав семьи и т.д.

В данной работе использован анкетный метод обследования пассажиропотоков [1]. В 2009 году было опрошено около трех тысяч кемеровчан разного возраста, места проживания, места работы, вида деятельности и дохода. В анкету входили вопросы о месте проживания и работы, возрасте, уровне доходов, виде деятельности, наличии автомобилей в семье. Основную часть анкеты составляли сведения о поездках человека в течение недели (способ передвижения, время и назначение поездки).

Для анализа информации была составлена база данных Access, в которую были включены все данные анкет. Важным направлением анализа является определение выбора способа передвижения в зависимости от уровня доходов человека.

Средняя подвижность населения составляет 1,57 в сутки. При этом в подвижности населения выявлены следующие закономерности:

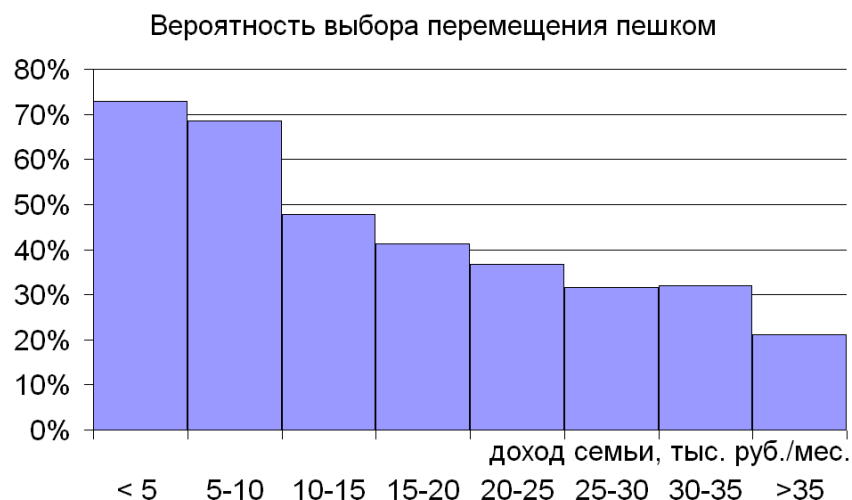
- с ростом доходов подвижность населения увеличивается с 0,8 до 1,8;
- наименьшую подвижность имеют пенсионеры (0,9), остальные группы имеют подвижность от 1,6 до 1,9;
- наименьшую подвижность имеет население младшего и старшего возраста (1,1 и 0,9)
- наибольшая подвижность осуществляется пешком, на личном автомобиле и маршрутном такси.

Таблица 1.

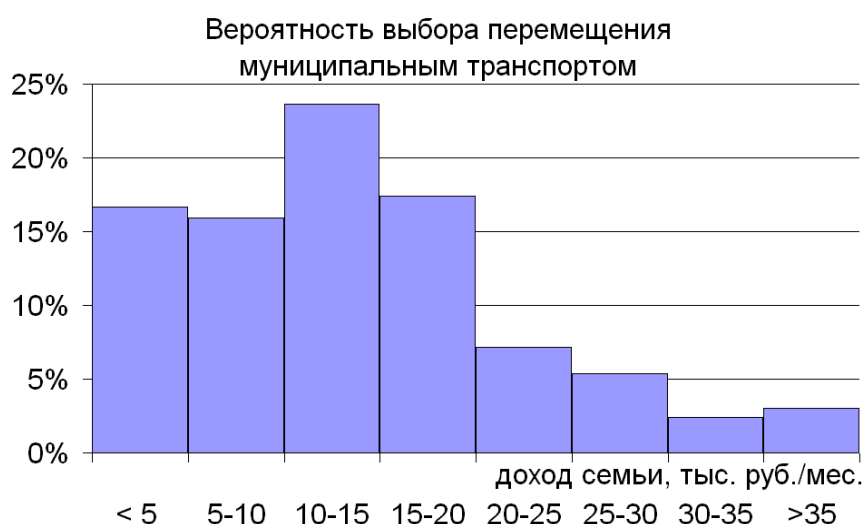
Подвижность в сутки населения г. Кемерово по способам перемещений

пешком	автобус	служебный транспорт	маршрутное такси	личный автомобиль	Такси
0,55	0,13	0,05	0,35	0,48	0,01

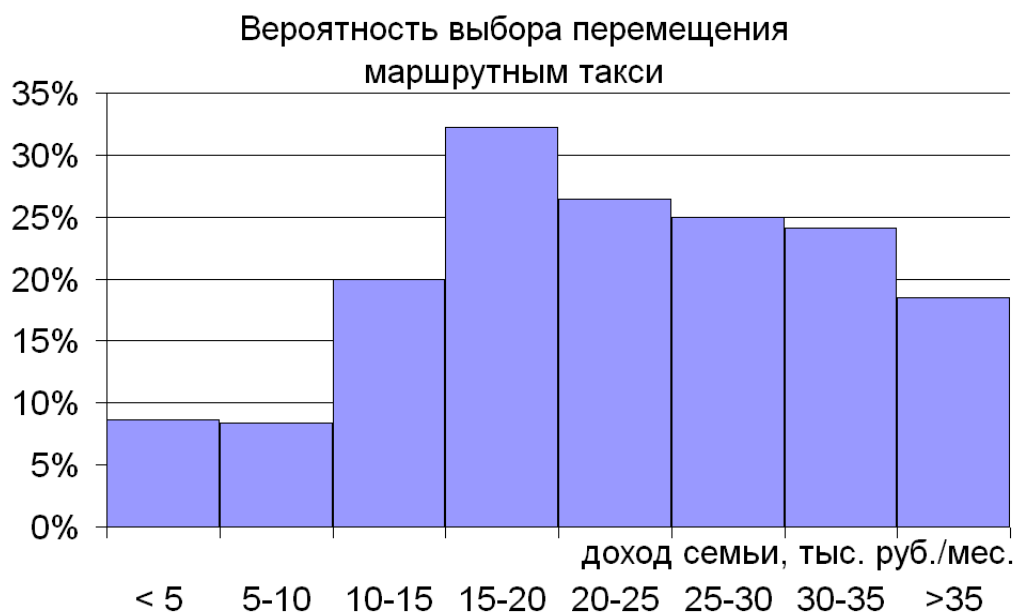
Выбор способа передвижения зависит, в первую очередь, от доходов семьи. Яркой иллюстрацией является зависимость доли пеших перемещений от уровня доходов семьи. Население с доходом менее 10 тыс. руб. около 70% перемещений осуществляют пешком, с возрастанием доходов доля пеших перемещений падает до 20%.



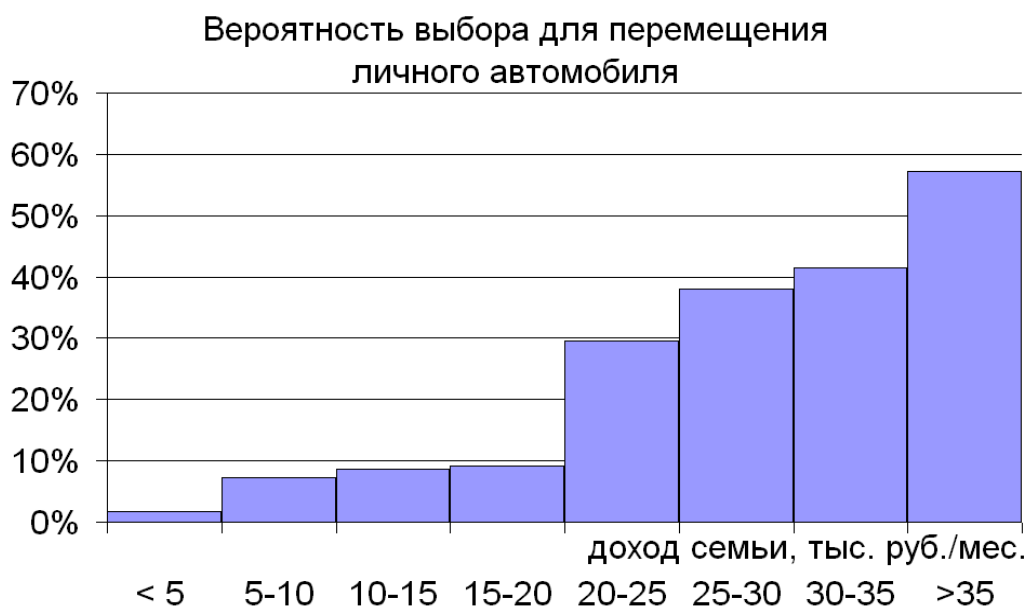
Муниципальный транспорт является наиболее дешевым способом перемещения (за исключением пешего). Однако население с низким доходом не может позволить даже его. Основными клиентами муниципального транспорта являются жители с доходом семьи 10-15 тыс. руб.



Маршрутные такси один из основных способов перемещения населения города. Основные клиенты произрастают из семей с доходом 15-20 тыс. руб. И даже население с высокими доходами до 20% поездок осуществляют на маршрутных такси.



Еще одной иллюстрацией влияния уровня доходов населения является выбор личного автомобиля для перемещения. С ростом доходов вероятность его использования возрастает с 2% до 57%.



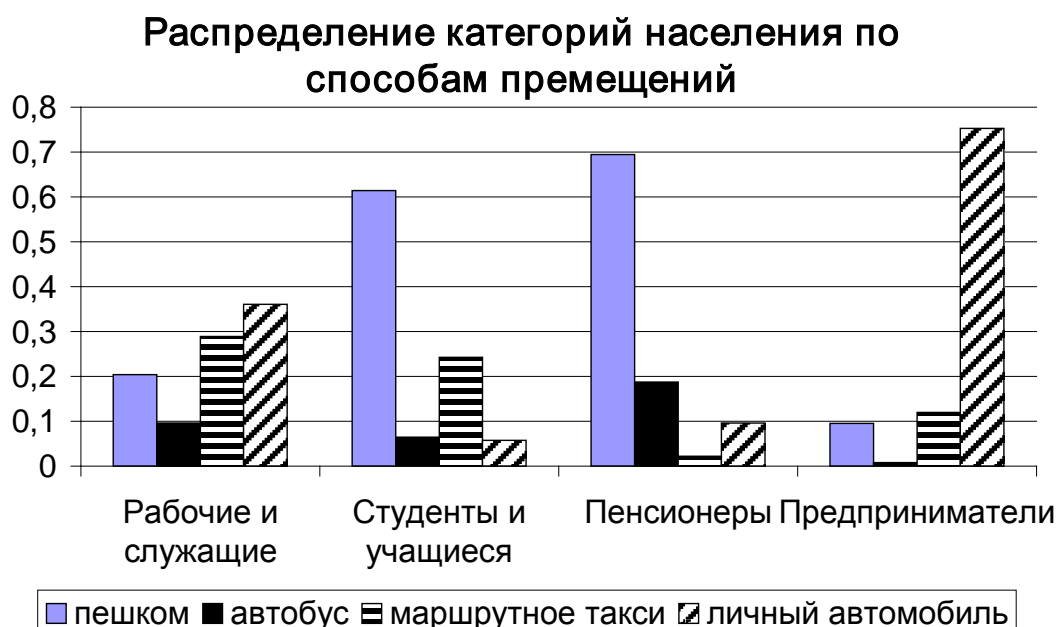
Аппроксимацией представленного ряда данных может являться функция :

$$P_c(I) = 1 - \exp\{-0,016I\}$$

Полученная формула позволяет определить, как изменится количество поездок на легковых автомобилях при изменении доходов различных групп населения.

Также важно отметить, что рост доходов приводит к увеличению количества автомобилей в семье с 0,08 до 1,52. Поэтому даже незначительное изменение уровня доходов приведет к резкому изменению количества приобретенных автомобилей.

На перемещение также оказывает влияние категория населения. Для рабочих и служащих равновероятно применение личного автомобиля маршрутного такси или прогулки пешком. Студенты и пенсионеры предпочитают пешие перемещения, однако из городского пассажирского транспорта пенсионеры предпочитают муниципальный, а студенты маршрутные такси.



Город не является однородным образованием и существуют особенности перемещения населения в различных районах. Рассмотрим такой показатель как замкнутость района. В данном случае подразумевается доля поездок, которые жители района осуществляют в пределах своего района.

Районы ФПК, Шалготарьян, МЖК являются спальными, поэтому большая часть населения вынуждена перемещаться в другие районы для удовлетворения потребностей в образовании и труде. Кировский район находится в удаленном с точки зрения транспорта месте. Поэтому население предпочитает лишний раз не совершать поездок в другие районы города. К тому же в Кировском районе наблюдается наибольшая доля пенсионеров – около 16% опрошенных.



Проведенное обследование показывает зависимость выбора способа передвижений от уровня доходов населения. Исследование позволяет оценить, как изменятся перемещения населения при возрастании уровня доходов населения города. Учет изменения социально-экономического положения населения позволит грамотно организовать движение общественного транспорта и легковых автомобилей в г. Кемерово.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корягин М.Е., Янсон А.А. Исследование влияния уровня доходов население на выбор способа передвижения в городе Кемерово // Современные пути развития машиностроения и автотранспорта Кузбасса: Труды I Всероссийской научно-технической конференции. – Кемерово: ГУ КузГТУ, 2007. – С. 455-459.

ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНЫХ ЗАДЕРЖЕК С ПОМОЩЬЮ «ПЛАВАЮЩИХ» АВТОМОБИЛЕЙ

Косолапов А.В.

Кузбасский государственный технический университет, г. Кемерово

На сегодняшний день не существует общепринятого определения транспортного затора. Многие исследователи полагают, что на свободной дороге транспортный поток не образует очередей, если малое снижение скоростей, возникшее в некоторой точке дороги, не распространяется по потоку. И, наоборот, если снижение скоростей, возникшее на некотором участке, распространяется за его пределы, то в транспортном потоке образуются скопления и возникают заторы. Кроме этого задержки, как правило, возникают при разделении транспортных потоков по времени с помощью светофорного регулирования.

Большинство теорий утверждают, что задержки транспортных средств зависят от двух аспектов: от времени, за которое автомобиль проехал бы через место затора при отсутствии очереди и от поведения транспортного потока в пределах участка затора. Т.е. практически, время задержки не зависит от структуры очереди и, следовательно, управляющие воздействия нужно направлять не на очередь, а на сами участки заторов.

Классификация задержек по видам и местам возникновения представлена на рис. 1.



Рис. 1. Структура транспортных задержек

Как видно из таблицы, не создано до сих пор «универсального» метода, позволяющего с минимальными затратами получать достоверные результаты. Поэтому предлагается в качестве наиболее предпочтительного метода использовать метод, основанный на находящих всё большее применение средствах телематики [1]. К таким средствам, разработанным на сегодняшний день, можно отнести спутниковые навигационные системы. Сама идея такого метода должна объединить возможности внедрённых уже в 50 городах России автоматизированных радионавигационных систем управления пассажирским транспортом [2], использующих спутниковую навигацию, с задачами оценки параметров транспортных потоков, в частности, транспортных задержек.

В табл.1 сведены известные методы определения транспортных задержек с характеристиками их преимуществ и недостатков.

Таблица 1

Оценка методов определения транспортных задержек

Название метода	Достоинства	Недостатки
«Плавающий» автомобиль	Минимальные требования к водителю	Возникают некоторые погрешности, особенно на многополосных дорогах в заторовых условиях и на дорогах с очень малыми объёмами движения.
Техника средней скорости	Проверки этого метода показали хорошую корреляцию с истинным средним временем проезда	Резкое увеличение стоимости эксперимента
Метод двух наблюдателей	Объём выборки из, как минимум, 50 записей обеспечивает достаточную точность получаемых результатов	Обработка данных очень трудоёмка, а сам метод даёт завышенные результаты
Метод моделирования	Различие между задержками, полученными при моделировании и при натурных обследованиях, не превышает 5 %	Используется только для детерминированного потока. Может применяться для одной полосы движения. Теоретическая разгрузка перекрёстка должна осуществляться только за зелёный сигнал.
Расчётные методы	Не требуют оборудования и осуществляются с минимальными затратами	Большая погрешность результатов, особенно при режиме работы перекрёстка, близком к насыщению

Наиболее подходит для таких целей метод «плавающего» автомобиля. При использовании такого метода водитель сам выбирает среднюю скорость движения, которая, как он считает, является характерной для движения всего потока на данном участке в рассматриваемое время. Данные, полученные при помощи этого метода, записываются бортовыми устройствами, основанными на спутниковых навигаторах. Проверки этого метода показали хорошую корреляцию с истинным средним временем проезда. В качестве «плавающего» автомобиля в этом случае выступает транспортное средство городского пассажирского транспорта.

Входящие в состав диспетчерских систем управления городским пассажирским транспортом компоненты спутниковых навигационных систем, установленные на борту транспортного средства, выполняют основную функцию, которую уже можно использовать для использования такого метода – определение местоположения и скорости каждого транспортного средства.

Принцип работы системы в этом случае может выглядеть следующим образом (см. рис. 2).

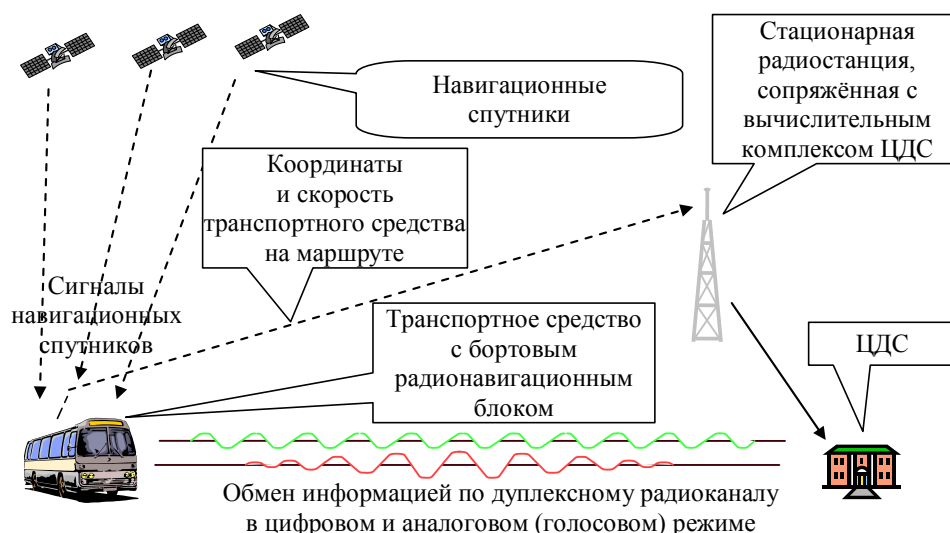


Рис. 2. Принципиальная схема работы спутниковой навигационной системы

Собранная информация от каждого транспортного средства обрабатывается в ЦДС для получения систематизированной оценки транспортных задержек на маршрутной сети города. Создание такой системы невозможно без привлечения геоинформационных систем (электронных карт городов, которые включают в себя привязанную к улично-дорожной сети схему маршрутов пассажирского транспорта и способны с высокой точностью отражать в динамике местоположение и перемещение транспортных средств).

Поскольку маршрутная сеть городского пассажирского транспорта охватывает большую часть города, а движение по ней происходит практически круглосуточно, а также транспортные средства рассредоточены по всей этой сети, то можно говорить о переходе на качественно иной охват данных о дорожном движении. А, если мы говорим о необходимости комплексного подхода к решению проблем ликвидации транспортных заторов и связанных с ними задержек, то на сегодняшний день невозможно обойтись без создания системы инструментальной оценки фактических объёмов движения и оценки реального уровня транспортной загрузки.

Именно спутниковые навигационные системы позволяют организовать сбор широкого набора данных, необходимых для совершенствования существующей организации дорожного движения с целью повышения его

эффективности. Они предоставляют возможность определения приоритетных направлений развития городского транспортного комплекса и маршрутной сети пассажирского транспорта.

Таким образом, непрерывный объективный контроль за параметрами движения транспортных средств городского пассажирского транспорта позволяет организовать непрерывный сбор объективной и полной информации о параметрах работы как городского транспорта, так и уровнях загрузки улично-дорожных сетей. Эта информация может включать в себя данные о транспортных потоках (в частности, оценка скоростного режима) в различных районах города в зависимости от времени года, суток, дня недели, которые необходимы для планирования городского жилищного и дорожного строительства, а также определения направлений развития и перспективной структуры городского пассажирского транспорта и системы организации дорожного движения во взаимной увязке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пржибыл, П. Телематика на транспорте [Текст] : пер. с чешск. П. Пржибыл, М. Свитек / под ред. В.В. Сильянова. М.: МАДИ (ГТУ), 2003 – 540 с.
2. Внедрение и развитие автоматизированных спутниковых радионавигационных систем диспетчерского управления на автомобильном транспорте и в дорожном хозяйстве : информ. сборник / М-во транспорта Рос. Федерации, Федерал. дорож. агентство. – М., 2008. – 180 с.

ПЕРИОДИЧНОСТЬ ВЛИЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА НАДЁЖНОСТЬ ТЕХНИКИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

Кузьминов М.А

*Отдел Ритмологии и Эргономики Северной Техники Якутского Научного
Центра Сибирского Отделения Российской Академии Наук (ЯНЦ СО
РАН) г. Якутск*

Проблема повышения надёжности техники, эксплуатируемой в экстремальных условиях Крайнего Севера, в настоящее время сложилась как самостоятельное научное направление, опирающееся на положения современных теории надёжности, вероятности, математической статистики, механике разрушения, и технологий создания и восстановления деталей машин, а также методов планирования и восстановления работоспособности.

Анализ работоспособности техники, эксплуатируемой в регионах Крайнего севера, показывает зависимость отказов техники от основного деструктивного фактора – это температурные условия эксплуатации. Выполнение такого анализа является необходимым, но далеко недостаточным условием для решения проблемы инженерной безопасности сложных технических систем северного региона. Необходим дополнительный анализ

общего тренда отказов во времени с выявлением сезонной периодичности, что обычными методами регрессионного анализа сделать не удастся.

Климат Севера является одним из самых суровых, зимой и в переходные периоды техника работает в очень тяжелых климатических условиях. К эксплуатируемой технике здесь предъявляются повышенные требования. Холодный климат существенно влияет на техническое состояние эксплуатируемой техники и дороги. При эксплуатации техники в условиях низких климатических температур следует учитывать сезонные изменения природно-климатических факторов и их влияние на состояние систем техники и дорожные условия.

Поэтому был адаптирован метод «Гусеница», состоящий в преобразовании одномерного ряда в многомерный с помощью процедуры, в зарубежной литературе называемый SSA [1]. Этот метод заключается в исследовании полученной многомерной матрицы методом главных компонент с последующим восстановлением одномерного ряда. В результате выделяются слагаемые исходного ряда (тренд общего вида, сезонные составляющие, периодические составляющие и случайные вариации). Значения полученных слагаемых, описывающих изменчивость, позволяют в дальнейшем увеличить точность прогноза исследуемого временного ряда.

Данный метод позволяет выявить периодичность влияния деструктивных факторов (температура, влажность, загазованность и т.д.) на инженерную безопасность сложных технических систем в условиях Севера.

Рассмотрим процесс появления отказов техники, описываемый с помощью функций, состоящих из нескольких слагаемых

$$f(t) = f_T(t) + f_n(t) + f_r(t) + \varepsilon(t), \quad t \in [0, T],$$

где $f_T(t)$ - нерегулярная составляющая, обычно называемая трендом, которую описывают алгебраическими полиномами невысоких порядков;

$f_n(t)$ - периодическая или сумма периодических составляющих вариаций (сезонные, суточные и т.п.);

$f_r(t)$ - нерегулярные малые вариации, в которые обычно включают все, что не укладывается в формальную модель;

$\varepsilon(t)$ - случайная составляющая, описываемая случайным процессом определенного типа.

Алгоритм метода можно условно разбить на четыре этапа. Первый этап заключается в разложении одномерного ряда в многомерный.

Выберем некоторое число $M < N$, называемое длиной гусеницы (N – длина ряда), и представим первые M значений последовательности f в качестве первой строки матрицы X . В качестве второй строки матрицы берем значения последовательности с x_2 по x_{M+1} . Последней строкой с номером $k = N - M + 1$ будут последние M элементов последовательности: x_k, x_{k+1}, \dots, x_N :

$$X = (x_{i,j})_{i,j=1}^{k,M} = \begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & \cdots & x_M \\ x_2 & x_3 & x_4 & \cdots & x_{M+1} \\ x_3 & x_4 & x_5 & \cdots & x_{M+2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_k & x_{k+1} & x_{k+2} & \cdots & x_N \end{pmatrix}$$

Эту матрицу, элементы которой равны $X_{ij} = x_{i+j-1}$ можно рассматривать как M -мерную выборку объема k или M -мерный временной ряд, которому соответствует M -мерная траектория - ломаная в M -мерном пространстве из $k - 1$ звена. Матрица X записана в традиционном для прикладной статистики виде "строка - наблюдение столбец - переменная".

Второй этап реализует по обычной схеме анализ главных компонент (АГК). Графическое представление собственных чисел и некоторых функций от них в АГК традиционно используется для выявления структуры исследуемой совокупности и отбора и интерпретации главных компонент.

На третьем этапе происходит отбор главных компонент, согласно набору линейных фильтров, настроенных на составляющие исходного процесса. Последним (четвёртым этапом) элементом метода является процедура восстановления одномерного ряда из матрицы.

Таким образом, получается разложение исходного временного ряда на сумму $(M+1)$ рядов. При этом различные слагаемые или группы слагаемых могут быть проинтерпретированы.

Рассмотрим временной ряд, представленный на Рис.1

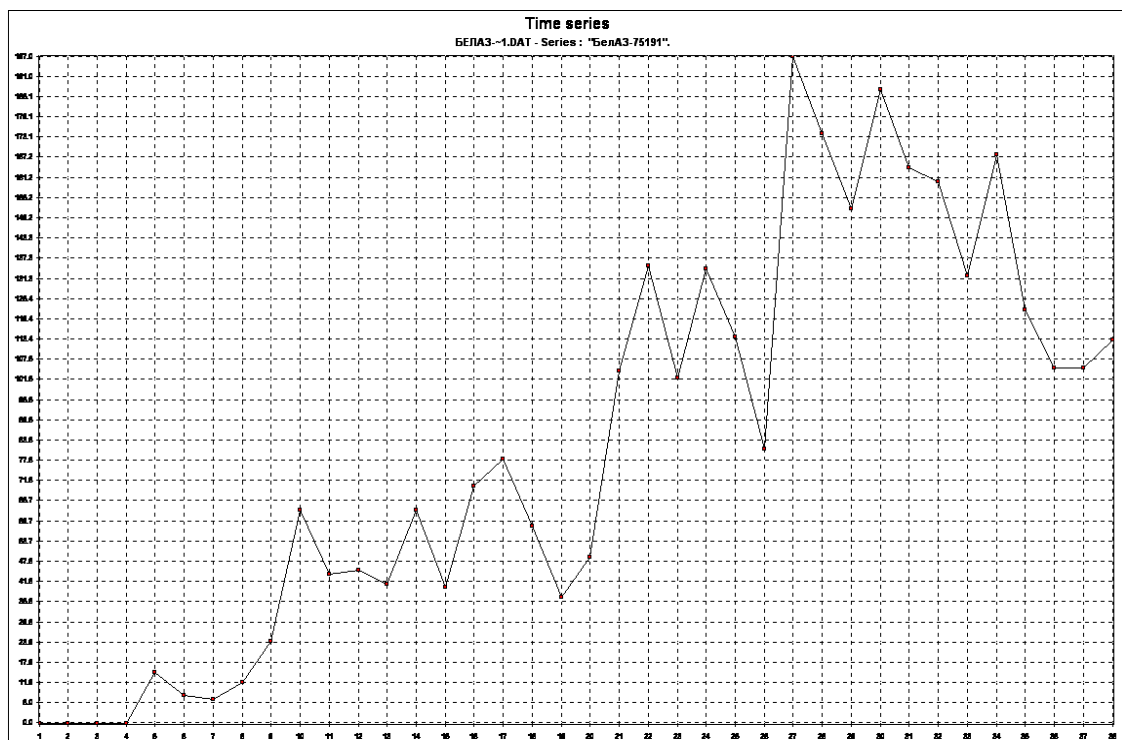


Рис.1. Исходный временной ряд отказов автомобиля БелАЗ 75191

Этот ряд описывает ежемесячные отказы автомобиля БелАЗ-75191 в течение более чем трёх лет.

Исследуемый ряд нестационарен как по среднему, так и по дисперсии, кроме того, он короткий, всего 38 точек.

Применение метода SSA позволяет провести разложение ряда на следующие информативные компоненты: тренд (Рис.2) – 1-я главная компонента (ГК); тренд + годовая гармоника (Рис.3) – 1 и 2 ГК; тренд + полу-годовая гармоника (рис.4) – 2 ГК.

Так как в ряде присутствует очевидная годичная периодичность, то длина гусеницы была взята кратной двенадцати ($M=24$)

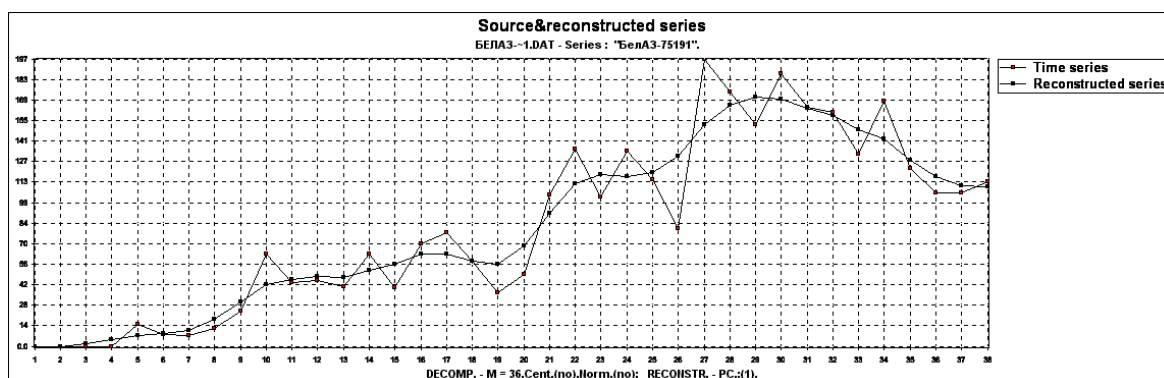


Рис.2. Первая главная компонента (тренд)

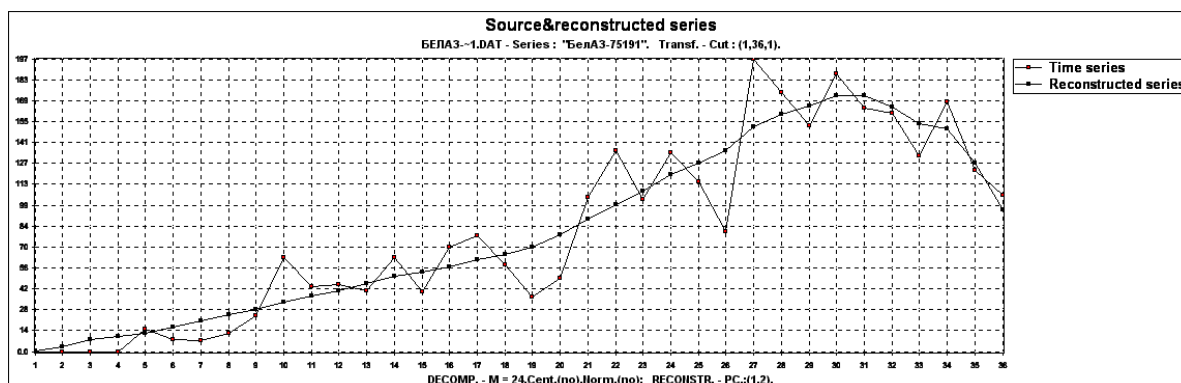


Рис.3 Первая и вторая ГК (годовая гармоника)

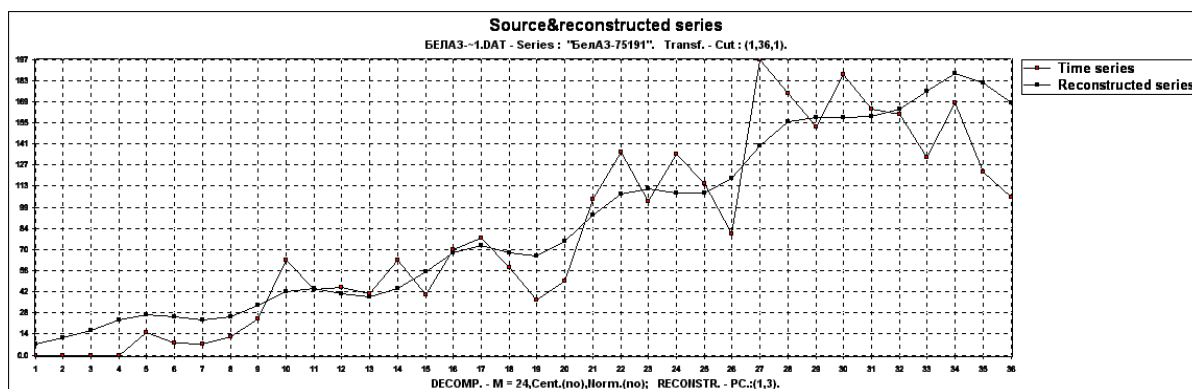


Рис.4. Первая и третья ГК (полугодовая гармоника)

Следующим шагом метода «Гусеница» является анализ главных компонент. В качестве первого результата анализа главных компонент на Рис.5. представлены различные характеристики собственных чисел корреляционной матрицы. По этому рисунку можно предположить, сколькими главными компонентами описывается исходный ряд. На рис.5. видно, что первая главная компонента является составляющей тренда.

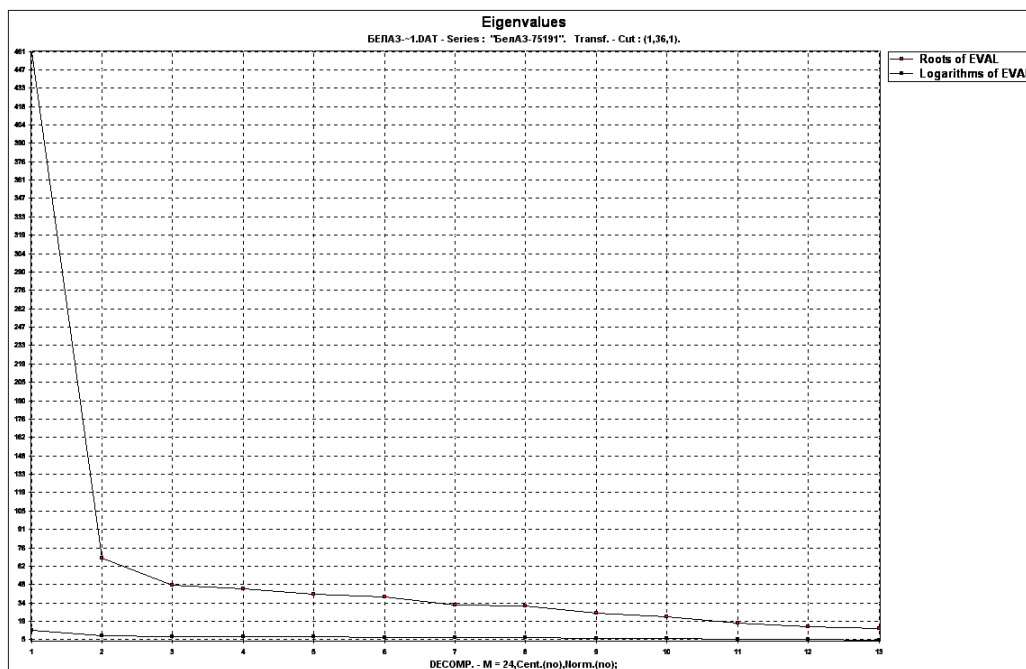


Рис.5. Собственные значения главных компонент.

По такой методике можно препарировать ряд по гармоникам до тех пор, пока он не совпадёт с исходным, т.е. будет на 100% описывать исследуемую изменчивость явления.

ЛИТЕРАТУРА:

1. **D. Stepanov, N. Golyandina** SSA-based approaches to analysis and forecast of multidimensional time series. In: Proceedings of the 5th St.Petersburg Workshop on Simulation, June 26-July 2, 2005, St. Petersburg State University, St. Petersburg, pp. 293-298

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕРВАЛОВ СУРОВОСТИ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН

Лямзин А.М.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Отрицательная температура окружающего воздуха в реальных условиях эксплуатации изменяется в пределах (от 0 до минус 60 °С). Согласно Правилам эксплуатации автомобильных шин (АЭ 001-04) минимальная

температура, при которой может осуществляться эксплуатация автомобильных шин в климатическом исполнении для умеренного климата, равна минус 45 °С (морозостойкие шины, предназначены для работы в районах с температурой ниже минус 45 °С).

Для значений температур и значений суровости определяется величина сопротивления качению, формирующаяся под влиянием низкотемпературных условий эксплуатации. Соответственно, коэффициент приспособленности определяется на интервалах суровости и соответствующих им температурах окружающего воздуха.

В качестве показателя приспособленности используется коэффициент приспособленности K :

$$K = \frac{f_{\phi}}{f_0}$$

где f_{ϕ} – коэффициент сопротивления качению при температуре окружающего воздуха минус 0,5;

f_0 – фактический коэффициент сопротивления качению при данной температуре окружающего воздуха.

Диапазон численных значений параметра приспособленности изменяется: $K \in (0; 1]$. При $K \rightarrow 0$ автомобильная шина минимально приспособлена к низкотемпературным условиям эксплуатации. При $K = 1$ имеет место максимальная, полная приспособленность, то есть коэффициент сопротивления качению не зависит от суровости условий эксплуатации.

Понижение температуры окружающего воздуха на интервале от минус 15 до минус 25 °С может вызвать большее изменение коэффициента сопротивления качению шины, чем изменение температуры воздуха на ту же величину в диапазоне от минус 5 до минус 15 °С. Таким образом, диапазону температур разбитому на равные интервалы будут соответствовать интервалы с различной суровостью. Предлагается определять интервалы суровости условий эксплуатации, используя стратегию равных интервалов значений коэффициента сопротивления качению.

Значение коэффициента определяется для каждого интервала суровости путем интегрирования:

$$K_1 = \frac{\int_{T_1}^{T_2} f_0 dT}{\int_{T_1}^{T_2} f(T) dT},$$

где f_0 – коэффициент сопротивления качению при температуре окружающего воздуха равной минус 0,5 °С,

$f(T)$ – функция зависимости коэффициента сопротивления качению от температуры окружающего воздуха,

T_1, T_2 – начальная и конечная температуры окружающего воздуха интервала суровости,

K_i – значение коэффициента приспособленности на интервале i .

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ В ИССЛЕДОВАНИИ ЦИКЛОВ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Маняшин А.В., Маняшин С.А.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Одной из основных задач исследований проводимых на кафедре «Эксплуатация автомобильного транспорта», является выделение типичных циклов движения автомобиля. Для решения этой задачи собран значительный объем экспериментальных данных. В эксперименте использованы наиболее востребованные и распространенные марки легковых автомобилей, собираемых на российских автозаводах это Рено Логан и Форд Фокус. Было подготовлено программное обеспечение для выделения из таблиц баз данных полученных с помощью адаптера ВТ-OBD и карманного компьютера типичных циклов движения автомобиля. В основе алгоритма работы этой программы лежат элементы теории распознавания образов, в последнее время наиболее активно развивающегося в области информационных технологий направления.

Для того, чтобы распознать какой либо из элементов цикла движения, разгон, установившееся движение, торможение и т.п., используются логические характеристики этого элемента. Например, скорость автомобиля равная нулю, при одновременном равенстве частоты вращения коленчатого вала двигателя частоте холостого хода, позволяет выделить элемент цикла - остановка с работающим двигателем. Таким образом для распознавания используются логические модели элементов цикла, которые используются для его выделения из базы данных.

Важным параметром, который не может быть получен с помощью диагностического интерфейса автомобиля, является номер передачи используемой в КПП автомобиля. Наш подход к решению этой проблемы также заключается в использовании элементов теории распознавания образов, а, именно, распознавания по образцу. Чтобы определить, какая именно передача включена в данный момент, нам необходимы два параметра частота вращения коленчатого вала двигателя и скорость автомобиля. Их соотношения с учетом конкретных передаточных чисел коробки перемены передач данной марки и модели автомобиля и определяют номер используемой передачи. Таким образом, для использования такого подхода, необхо-

дима предварительная настройка системы, а, именно, нужно ввести соотношения скорости конкретного автомобиля, соответствующей частоты вращения и номер используемой передачи. После чего путем сравнения значений первых двух параметров, извлекаемых из базы данных, с образцом, может быть определен неизвестный номер передачи. Ограничением в этом случае являются такие особенности условий движения автомобиля, как продольный уклон дороги, или буксируемый прицеп, но, учитывая то, что исследования проводятся в условиях одиночного автомобиля и отсутствия продольных уклонов, этими ограничениями при обработке данных можно пренебречь.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМОВ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ НА БАЗЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Маняшин С.А., Маняшин А.В.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

На кафедре «Эксплуатация автомобильного транспорта», проводятся исследования, целью которых является повышение эффективности использования автомобильного топлива на основе объективного определения величины линейной нормы с учетом реальных условий движения. Достижение этой цели требует обосновать представительные циклы движения автомобиля. Для чего необходимо собрать и обработать значительный объем экспериментальных данных.

Для проведения эксперимента в рамках рассматриваемой работы приобретен адаптер Bluetooth-OBD-2-CAN. Программное обеспечение поставляемое с адаптером, представлено в трех вариантах: в виде приложения для мобильного телефона (Java), программы для карманного компьютера (Windows Mobile) и приложения для Windows XP. К сожалению ни одна из программ не обеспечивает сохранение необходимых нам данных на носителях, с целью дальнейшей обработки. По просьбе авторов на сайте разработчика адаптера и программ Check-Engine, была выложена SDK-библиотека CarApplets. Этот инструментарий предусматривает использование продвигаемой фирмой Microsoft технологии .Net Framework. Основным достоинством ее использования является переносимость апплетов, хранимых в DLL библиотеках на любую платформу Windows. Автомобильный апплет - это программа в формате сборки (assembly) .NET Compact Framework или .NET Framework. Автомобильный апплет может быть разработан на любом языке, поддерживающем разработку приложения для платформы .NET (C# например). Наиболее удобно создавать ап-

плет как проект Class Library. Интерфейс программы Check-Engine предусматривает подключение внешних апплетов по следующей схеме.

1. Подготовка и сборка кода самого апплета реализующего нужную нам функциональность.

2. Для того, чтобы программа Check-Engine могла найти и запустить апплет, необходимо подготовить дескриптор апплета (файл в формате .xml) и прописать в реестре путь к дескриптору и имя апплета в дескрипторе (один дескриптор может содержать информацию о нескольких апплетах, так же как несколько апплетов могут быть собраны в одной .dll).

3. Дескриптор апплета необходим для того, чтобы приложение Check-Engine, запускающее автомобильный апплет знало как это сделать, какой класс сборки (assembly) апплета реализует интерфейс CarApplet.Applet. Кроме информации о сборке (assembly) и об основном классе апплета, дескриптор содержит читабельное название апплета, то название, которое Check-Engine должно выдавать пользователю. Читабельное название может быть указано сразу на нескольких языках, что совсем не обязательно, но довольно важно, если апплет использует многоязычный интерфейс. Дескриптор апплета размещается в файле .xml. В одном .xml-файле может быть несколько дескрипторов, это предусмотрено прежде всего для "многоапплетных" сборок. Обычно в сборке один апплет и .xml файл дескриптора содержит один дескриптор этого апплета.

Мы разработали апплет на базе языка C#. В сборку был включен класс для поддержки сохранения данных в формате СУБД Foxpro. При инициализации основной формы проекта мы подключаемся к основному интерфейсу датчиков автомобиля CarGateWay и также выполняем следующий код:

```
DateTime dt=DateTime.Now;
// filename = "\\SD-MMC card\\";
filename += dt.ToLongDateString();
filename += " (" + dt.ToLongTimeString()+").dbf";
filename = filename.Replace(':', '-');
table = FoxTable.Create(filename, field).
```

Это сделано с целью каждый раз при запуске нашего апплета создавать таблицу с уникальным именем, содержащим в себе дату и время начала сеанса сбора данных. При каждом вызове метода UpdateDisplay() для основной формы нашего апплета, мы анализируем время и опрашиваем с определенной периодичностью датчики автомобиля, после чего полученные данные сохраняем в созданной нами таблице.

После сборки проекта мы создали библиотеку StoreCheck.dll, которая может быть использована на любой платформе, поддерживающей .NET Framework. Для использования библиотеки совместно с «Check-Engine» для мобильного компьютера подготовлен XML-файл дескриптор следующего вида:

```

- <carapplets>
- <applet name="StoreCheck">
- <descriptor>
  <assembly>StoreCheck.dll</assembly>
  <classname>StoreCheck.StoreCheck</classname>
  <title>Сброс данных</title>
</descriptor>
</applet>
- <applet name="ChartCheck">
- <descriptor>
  <assembly>StoreCheck.dll</assembly>
  <classname>StoreCheck.ChartCheck</classname>
  <title>График изменения скорости</title>
</descriptor>
</applet>
</carapplets>

```

Для подключения апплета внесены необходимые изменения в ветку реестра. Использование КПК с радиointерфейсом Bluetooth и специального адаптера Check-Engine, позволило обеспечить значительное увеличение времени автономного проведения эксперимента, по сравнению, например, с ноутбуком. Данные с мобильного компьютера переносятся на ПК для дальнейшей обработки с помощью SD-карты (см. рис.).

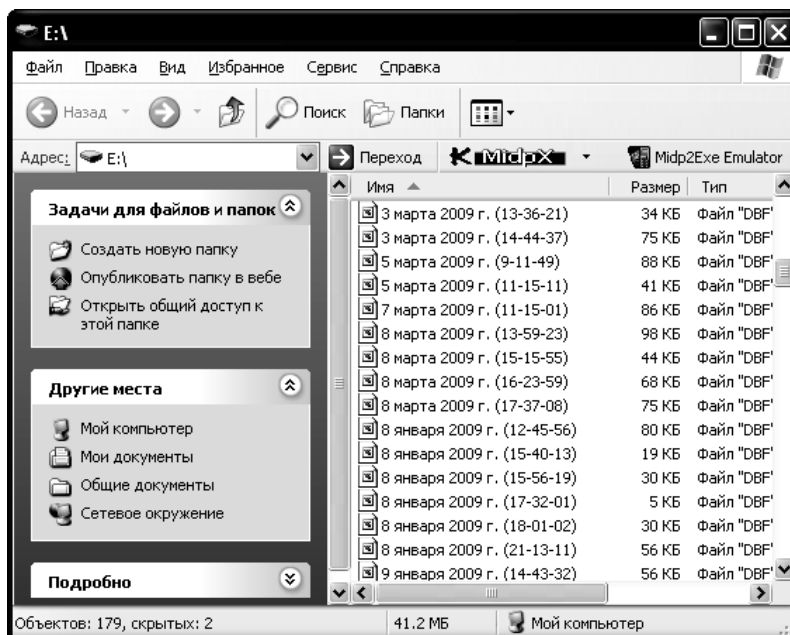


Рис. Файлы с результатами измерений

ЛИТЕРАТУРА

1. Маняшин А.В. Автоматизация экспериментальных исследований эксплуатационных параметров автомобилей с использованием современных информационных технологий. // Транспортные проблемы Западно-Сибирского нефтегазодобывающего комплекса. Межвуз. Сб. науч. Тр. - Тюмень: Изд-во «Вектор Бук», 2002. - 264 с. С. 154-159.

2 www.check-engine.ru

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

Матвеева А.С., Егоров А.Л.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Одним из параметров, характеризующих условия безопасности дорожного движения, является ровность покрытия.

Диагностика автодорог выполняется с целью определения их транспортно-эксплуатационного состояния и степени соответствия их параметров требованиям нормативных документов.

По результатам диагностики определяются участки дорог, не отвечающие нормативным показателям. На этих участках назначают виды ремонтных мероприятий для улучшения транспортно-эксплуатационных характеристик.

Работы по диагностике дорог выполняются в соответствии с требованиями ВСН 6-90.

Полевые обследования производятся с помощью передвижных лабораторий.

Широкое распространение во всем мире получили комплексные дорожные лаборатории, привлекающие внимание своей унифицированностью, обеспечивающие автоматизированное измерение основных параметров автомобильных дорог: продольных и поперечных уклонов, углов поворота, радиусов кривых в плане и профиле, расстояния видимости, пройденного пути, высотных отметок, ровности и прочности дорожных одежд, коэффициента сцепления покрытия.

На сегодняшний день существует несколько основных видов и их модификаций. Однако все они обладают одним существенным недостатком - высокой стоимостью.

Для снижения стоимости дорожных лабораторий был разработан профилограф. Он состоит из бруса 1, горизонтально закрепленного с помощью опор (стоек) 2 на раме (платформе) 3. К брусу 1 шарнирно прикреплены Г-образные рычаги 4 с установленными на них колесами 5, которые при вертикальном перемещении воздействуют на ряд датчиков профиля 6 посредством Г-образных рычагов 4. На крайних колесах 5 установлены

датчики перемещения 7 для измерения кривизны перемещения за счет разности вращения крайних колес 5. Датчики профиля 6 установлены на раме 3 и имеют разъемное соединение 8 для соединения с персональным компьютером (ПК). На раме 3 установлен гироскоп 9 для измерения уклонов. Рама 3 профилографа выполнена на четырех ходовых колесах 10, которые закреплены с помощью кронштейнов 11 неподвижно относительно рамы 3. Для перемещения профилографа предназначена шарнирно закрепленная прицепная тяга 12 для соединения профилографа с автомобилем. На раме 3 установлен датчик скорости 13.

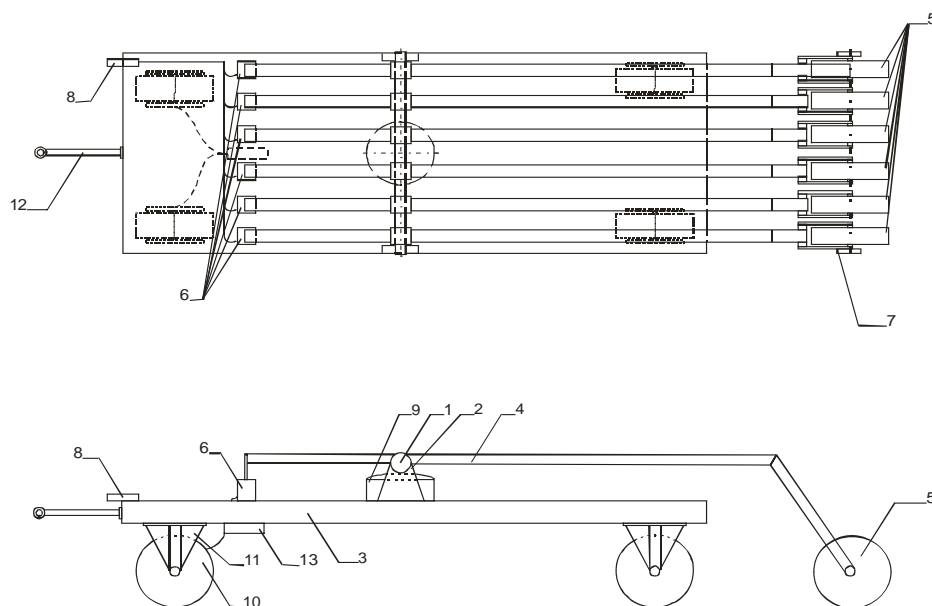


Рис.1 Общий вид профилографа

Профилограф работает следующим образом.

Для настройки профилографа в рабочее положение оси колес 5 должны находиться на одном уровне, в таком положении датчики 6 устанавливаются в нулевое положение.

При перемещении профилографа колеса 5, расположенные по всему поперечному профилю, копируют поверхность, что позволяет измерять не только продольный профиль дорожного покрытия, но и поперечный. Через Г-образные рычаги 4 шарнирно закрепленные на брус 1 передаются вертикальные перемещения на датчики профиля 6, которые преобразуют механическое воздействие в электрический сигнал и передают его через разъемное соединение 8 на персональный компьютер, установленный в автомобиле. Скорость перемещения и скорость записи результатов измерения профиля дорожного полотна корректируется с помощью датчика ско-

рости 13 так как с увеличением скорости перемещения возрастает погрешность измерений. На раме 3 установлен гироскоп 9 для измерения уклона дорожного полотна относительно горизонта. На крайних колесах 5 установлены датчики перемещения 7, измеряющие криволинейное движение за счет разности вращения колес при криволинейном движении что позволяет узнать радиус поворота замеряемой поверхности. Все датчики 6, 7, 13 и гироскоп 9 подсоединены к разъемному соединению 8 и передают сигнал на компьютер, на котором все результаты записываются и корректируются. Измерение параметров и обработка результатов измерений производится в режиме «реального времени», т. е. измерение и обработка данных происходит практически одновременно.

Таким образом, профилограф обеспечивает повышение точности измерений профиля дорожного покрытия и позволяет контролировать процесс.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ДЕСТРУКЦИИ ВОЛОКОН ИЗ АЦЕТАТОВ ЦЕЛЮЛОЗЫ

*Мезина Т.В., Полищук Б.О., Биктуганова О.Ю., Костюнина Ю.В.,
Полищук Л.Б.*

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

В настоящем сообщении изложены результаты кинетических исследований возможности защиты диацетатных (ДАЦ) и триацетатных (ТАЦ) волокон от действия факторов естественной инсоляции и повышенных температур биологически активными соединениями 5-нитрофуранового ряда и этанольными экстрактами некоторых растений (СФПТ).

С целью выявления фотостабилизирующего действия производных 5- нитрофуранового ряда (β -(5-нитро-2-фурил)акролеин и фуразолидон) модифицированные ими ДАЦ волокна, укрепленные в стеклянных рамках, подвергались непрерывной естественной инсоляции в течение июля - августа в средней полосе России. Об эффективности светозащиты этих волокон указанными соединениями судили по вязкости эфира целлюлозы до и после инсоляции. Вязкость ДАЦ измеряли в его растворах в смеси ацетона с водой (95:5 по объему) с помощью капиллярного вискозиметра. Характеристическую вязкость рассчитывали по уравнению $[\eta] = \frac{\sqrt{2}}{C} * \sqrt{\eta_{уд} - \ln \eta_{отн}}$,

где $C=2,5$ кг волокна/ м³ растворителя.

Для оценки устойчивости ТАЦ волокон, содержащих СФПТ, к термоокислению применили один из простых и доступных методов ускоренного теплового старения - гравиметрический анализ в изотермических условиях в шкафу с воздушной циркуляцией типа STE 39/1 (ЧССР) с последующим определением их относительного удлинения при разрыве.

Таблица 1

Влияние естественной инсоляции на модифицированные ДАЦ волокна

Биоактивное соединение		Аппроксимирующая зависимость $[\eta] = f(J)$, где $J=0-150$ кДж/см ²	R ²	ε, %
название	содержание в волокне, % от массы ДАЦ			
β-(5-нитро-2-фурил)акролеин	5	$[\eta] = \frac{1}{1,675 + 4,138 * 1,0048^J}$	0,984	2,019
Фуразолидон	5	$[\eta] = \frac{1}{1,768 + 4,288 * 1,0047^J}$	0,992	1,854
Обычное (немодифицированное) волокно	-	$[\eta] = \frac{1}{1,660 + 4,154 * 1,0061^J}$	0,999	0,568

Воспроизводимость опытов по фото- и термоокислительной деструкции обычных и модифицированных АЦ волокон оценивали с помощью экспериментально - статистических методов. С этой целью вычисляли дисперсию S^2 для каждой из 3 серий параллельных опытов; однородность дисперсии определяли по критерию Кочрена. Во всех опытах коэффициент вариации не превышал 3,45 %.

Анализ экспериментальных данных по свето-(табл. 2 и рисунок) и термоокислительному разрушению (табл. 3 и 4) обычных и модифицированных АЦ волокон свидетельствует о том все испытанные соединения в большей или меньшей степени оказывают ингибирующий эффект.

Таблица 2

Сравнение экспериментальных значений $[\eta]$ волокон и полученных из аппроксимирующих соотношений

Биоактивное соединение		Характеристическая вязкость $[\eta]$ волокон*, подвергнутых естественной инсоляции; $J=0-150$ кДж/см ²			
название	содержание в волокне, % от массы ДАЦ	0	50	100	150
		0,172 0,172	0,146 0,144	0,128 0,120	0,098 0,100
β-(5-нитро-2-фурил)акролеин	5	0,172 0,165	0,139 0,139	0,113 0,116	0,096 0,100
Фуразолидон	5	0,173 0,165	0,139 0,139	0,113 0,116	0,096 0,100
Обычное (немодифицированное) волокно	-	0,172 0,172	0,137 0,137	0,105 0,108	0,083 0,083

*Примечание. В числителе - экспериментальные значения; в знаменатели - расчетные значения.

Таблица 3

Кинетика термоокислительной деструкции модифицированных ТАЦ волокон при $t=210$
°C

С _{сфпт} , % от массы ТАЦ	Аппроксимирующие уравнения $1/m=f(\tau)$, где $\tau=0-12$ ч	R ²	ε, %
0	$1/m=1/(1/22,5130-0,0344*0,9854^\tau)$	0,9689	2,49
0,8	$1/m=1/(1/27,8854-0,0259*0,9923^\tau)$	0,9871	0,92
2,0	$1/m=1/(1/27,1134-0,0269*0,9926^\tau)$	0,9861	1,06
3,2	$1/m=1/(1/15,6658-0,0538*0,9966^\tau)$	0,9840	1,22

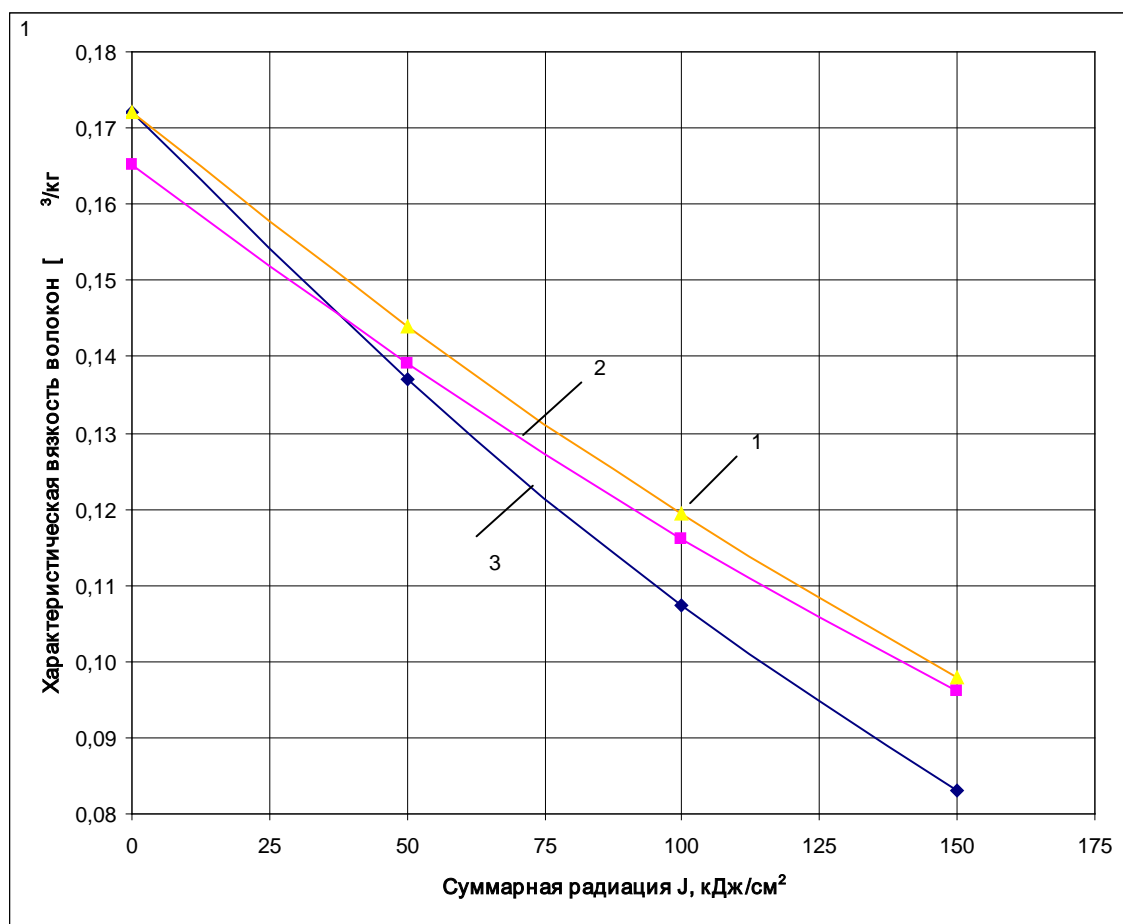


Рис.1. Изменение $[\eta]$ модифицированных ДАЦ волокон в условиях естественной инсоляции: 1- волокна содержит 5 % НФА;
2- волокна содержит 5 % фуразолидона;
3- обычное (немодифицированное) волокна.

Таблица 4

Кинетика изменения относительного удлинения при разрыве МТАЦ волокон при $t=195$
 $^{\circ}\text{C}$

$C_{\text{сфпт}}$, % от массы ТАЦ	Аппроксимирующие уравнения $E_p=f(\tau)$, где E_p , % (от первоначального) и $\tau=0-12$ ч	R^2	ε , %
0	$E_p=1/(1/0,0948+89,1060*(-0,4607^{\tau}))$	0,9999	5,00
0,8	$E_p=1/(1/0,0374+75,0330*0,6429^{\tau})$	0,9983	5,00
2,0	$E_p=1/(1/0,0407+75,4720*0,6994^{\tau})$	0,9999	0,95
3,2	$E_p=1/(1/0,0335+67,2000*(-0,6810^{\tau}))$	0,9993	9,14

С помощью полученных математических моделей (табл. 1, 3 и 4) можно прогнозировать при какой наименьшей концентрации каждого из соединений в волокнах (при $t=\text{const}$) достигается наибольшей фото- и термостабилизирующий результат в выбранных условиях испытаний. Тем самым появляется возможность выявить добавку которая проявляет максимальную стабилизирующую активность.

ДЕФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ВОЛОКОН ИЗ АЦЕТАТОВ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Мезина Т.В., Полищук Б.О., Зонова Н.В.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Производство биологически активных полимерных материалов (волокон и пленок) многофункционального назначения из ацетатов целлюлозы (АЦ) с использованием инновационных технологий представляет существенный практический интерес. Вместе с тем, оно предусматривает проведение всесторонних, комплексных исследований и анализ их свойств. Поэтому на полупромышленной установке завода искусственного волокна были получены опытные партии АЦ волокон, модифицированные β -(5-нитро-2-фурил)акролеином (НФА). С этой целью концентрированные растворы АЦ, приготовленные согласно действующему технологическому регламенту, были переработаны по сухому способу в непрерывные комплексные нити. Качество исходных полимеров и использованное оборудование указано в табл.1.

Физико-механические свойства модифицированных и обычных АЦ нитей определяли по описанным в литературе методикам (при относительной влажности воздуха 65 ± 2 % и температуре 20 ± 2 $^{\circ}\text{C}$ после 24 часовой выдержки в этих условиях).

Как видно из табл. 2, сформованные нити обладают вполне удовлетворительными потребительскими и эксплуатационными характеристиками, что позволяет рекомендовать их для изготовления различных текстильных изделий.

Таблица 1

Качество исходных полимеров и использованное оборудование

Нити	Исходный полимер	Страна - поставщик	Формовочный состав	С _{НФА} в формовочном составе, % (от массы АЦ)	Прядильное оборудование
ДАЦ - нити	Диацетат целлюлозы (ГОСТ 12808-67)	Рошальский химический комбинат (Россия)	25±0,2 %-ный раствор ДАЦ в смеси ацетона с водой (95:5 по объему)	3	Машина типа ПА-240-И
ТАЦ - нити	Триацетат целлюлозы (МРТУ 6-05-1010-68)	фирма «Куртольдс» (Великобритания)	19±0,2 %-ный раствор ТАЦ в смеси метиленхлорида с этанолом (9:1 по объему)	3	Машина типа FFC фирмы «Куртольдс» (Великобритания)

Таблица 2

Физико-механические свойства модифицированных и обычных волокон из ацетатов целлюлозы

Показатели волокон	Единицы измерения	ДАЦ-волокно		ТАЦ-волокно	
		с 3 % НФА	обычное	с 3 % НФА	обычное
1	2	3	4	5	6
Линейная плотность	текс	16,55	16,61	6,80	10,70
Разрывная прочность Р _р	сН/текс	11,73	12,11	11,59	12,26
Удлинение при разрыве	%	26,50	30,64	22,20	25,96
Разрывная прочность в петле Р _п	сН/текс	11,22	11,67	9,27	11,87
Удлинение при разрыве в петле	%	23,3	27,35	14,70	23,47
Разрывная прочность в узле	сН/текс	10,29	12,03	10,84	11,28

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
Удлинение при разрыве в узле	%	17,90	19,38	17,00	20,64
R_p/R_r (характеризует хрупкость волокон)	-	0,9565	0,9637	0,7998	0,9682
Устойчивость к многократным знакопеременным деформациям: - двойным изгибам - растяжениям	число циклов	2109	3094	1315	2789
	число циклов	4152	13267	468	599
Коэффициент трения: - по металлу - по керамике	-	0,670	0,75-	0,677	0,691
	-	0,280	0,79 0,250	0,330	0,347
Жесткость	условн. един.	7,0	5,4-6,1	2,1	2,2
Угол упругого восстановления	град.	104,7	100,7	95,2	98,7
Упругая деформация	%	0,573	0,48	0,478	0,467
Эластическая деформация	%	0,102	0,12- 0,14	0,100	0,109
Пластическая деформация	%	0,036	0,04- 0,06	0,022	0,034

ПРИСПОСОБЛЕННОСТЬ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ К ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ И РЕМОНТУ

Мешкова Т.А., Захаров Д.А.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

За последнее десятилетие количество автомобилей иностранного производства на Российском рынке значительно возросло. В связи с этим остро стоит вопрос своевременного и качественного прохождения технического обслуживания и ремонта автомобилей, что в свою очередь влияет на техническое состояние автомобиля и сказывается на конкурентоспособности и качестве той или иной модели. Техническое обслуживание (ТО) является элементом гарантийного и послегарантийного обслуживания, наличие которого очень важно для продвижения товара в современных рыночных условиях. Техническое обслуживание и ремонт должны обеспе-

чивать безотказную работу подвижного состава в пределах установленных периодичностей и при возникновении отказов и неисправностей.

Качество автомобилей – это совокупность эксплуатационных свойств, одним из которых является приспособленность автомобиля к техническому обслуживанию и ремонту.

В связи с этим, данная тема весьма актуальна.

Приспособленность автомобиля к условиям эксплуатации – это свойство обеспечивать в определенных условиях использования заданные значения эксплуатационных показателей [1, с.13].

Приспособленность к ТО – это свойство машины, характеризующееся возможностью проводить операции по ТО высококачественно, быстро, легко, удобно и безопасно [2].

Приспособленность автомобиля к ремонту – это свойство автомобиля, характеризующееся возможностью проводить операции по текущему и капитальному ремонту высококачественно, быстро, легко, удобно и безопасно.

Приспособленность автомобиля к ТО и ремонту – это свойство автомобиля, характеризующее способность поддерживать исправное (работоспособное) состояние с минимальными временными, трудовыми и финансовыми затратами.

Анализ литературы и ранее выполненных исследований показал, что данный вопрос достаточно не изучен, не выявлены факторы, влияющие на приспособленность, отсутствует показатель приспособленности автомобиля к техническому обслуживанию и ремонту.

Приспособленность автомобиля к ТО и ремонту непосредственно не связана с процессом перемещения грузов, однако является важным эксплуатационным свойством.

Чем меньше отказов (неисправностей) агрегатов и автомобиля в целом при эксплуатации, тем лучше приспособленность автомобиля к ТО и ремонту.

Приспособленность автомобиля к ТО и ремонту (далее приспособленность) зависит от нескольких факторов:

- марки и модели автомобиля;
- от наработки автомобиля с начала эксплуатации;
- условий эксплуатации (квалификации водителя, своевременности и полноты прохождения регламентных работ, количества владельцев);
- стоимости на запасные части и услуги по ТО и ремонту (при снижении стоимости на з/части и услуги и при наличии возможности применения альтернативных з/частей автовладельцы чаще обращаются к специалистам).

Покупая более дешевый автомобиль, владелец может в будущем потратить больше средств на его содержание – проведение ТО и частый ре-

монт. У более дорогих марок легковых автомобилей, как правило, увеличен ресурсный пробег всех агрегатов и узлов, они выполнены из более качественных материалов, что делает их более надежными (уменьшается количество отказов) и, как следствие, они более приспособлены к ТО и Р, а значит, и на содержание такого автомобиля понадобится меньше денежных средств.

Например, из практического опыта известно, что автомобили японского производства надежнее других (меньшее количество отказов на единицу времени или пробега). Поэтому можно сказать, японские автомобили более приспособлены к ТО и ремонту.

Старые автомобили менее приспособлены к ремонту, так как при проведении работ увеличивается вероятность возникновения дополнительного объема работ, который не мог быть запланирован (*усталостное разрушение шпилек, болтов, срыв граней гаек*).

Для количественной оценки уровня приспособленности автомобиля к ТО и ремонту предлагаются коэффициенты приспособленности $K_{ТО}$ и K_P (чел·ч/1000 км):

,

где $T_{ТО}$ - трудоемкость операций, входящих в ТО, чел·ч;
 $H_{км}$ - наработка автомобиля в километрах; $H_{км}=120\ 000$ км.

$$K_P = \frac{\sum T_P}{H_{км}},$$

где T_P - трудоемкость ремонта, чел·ч;
 $H_{км}$ - наработка автомобиля в километрах; $H_{км}=120\ 000$ км.

При проведении экспериментальных исследований были собраны данные о трудоемкости работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей марок Citroen, Renault, Peugeot, Ford и Fiat (данные приведены в табл. 1). Количество выполненных операций при проведении ТО за 120 000 км определено в зависимости от межсервисного интервала (15 000 км - Renault Megan, Fiat Punto, Citroen C4 хэчбек или 20 000 км - Ford Focus, Peugeot 308). А количество операций по ремонту - на основе статистических данных о частоте и причинах отказов автомобилей с пробегом до 120 000 км. Значения этих показателей предоставлены официальными дилерами соответствующих марок автомобилей.

*Трудоемкость/количество операций, входящих в состав плановых ТО и ремонта легко-
вых автомобилей*

227

Замена рулевой тяги	0,60/ 1	0,90/ 1	0,60/ 1	1,50/ 1	1,00/ 1
Замена комп. рулевых наконечников	1,20/ 1	0,80/ 1	0,90/ 1	0,70/ 1	1,00/ 1
Замена комп. колодок зад. бараб.	-	-	-	-	0,50/ 2
Замена передних тормозных дисков	-	1,00/ 1	1,00/ 1	1,10/ 1	0,70/ 1
Замена задних тормозных дисков	-	1,00/ 1	1,00/ 1	1,10/ 1	0,70/ 2
Замена задних тормозных колодок	-	0,90/ 2	0,80/ 2	0,70/ 2	0,95/ 2
Замена передних тормозных колодок	-	0,70/ 2	0,80/ 4	0,7/1	0,55/ 2
Замена комп. опор амортизатора	1,80/ 1	1,90/ 1	1,70/ 1	2,20/ 1	1,65/ 1
Замена комп. стоек стабилизатора	0,60/ 1	0,80/ 1	0,50/ 1	0,70/ 1	0,55/ 1
Замена комп. амортизаторов	1,80/ 1	1,90/ 1	1,40/ 1	2,20/ 1	1,65/ 1
Замена ступиц передних колес	2,60/ 1	3,20/ 1	2,40/ 1	2,30/ 1	2,20/ 1
Замена подшипников в ступицах передних колес	2,60/ 1	3,20/ 1	2,40/ 1	2,30/ 1	2,30/ 1
Замена ступиц задних дисков	0,60/ 1	1,20/ 1	1,20/ 1	1,20/ 1	0,70/ 1
Замена комп. подшипников ступиц зад. дисков	0,60/ 1	1,70/ 1	1,20/ 1	1,90/ 1	0,80/ 1
Замена сальника коленчатого вала заднего(снимают коробку передач)	1,30/ 1	6,30/ 1	6,40/ 1	5,20/ 1	3,40/ 1
Замена сальника коленчатого вала переднего	2,80/ 1	2,80/ 1	2,90/ 1	1,20/ 1	1,70/ 1
Замена сальников распредвалов передние (их 2 передних,оба)	4,40/ 1	4,20/ 1	3,10/ 1	3,50/ 1	3,00/ 1
Замена сальников распредвалов задние	-	-	2,90/ 1	-	3,00/ 1
Замена рулевого механизма (рейки)	1,80/ 1	2,90/ 1	3,80/ 1	3,30/ 1	1,10/ 1

На основе первичных показателей установлены численные значения коэффициентов приспособленности к техническому обслуживанию и ремонту для автомобилей различных марок (табл. 2).

Таблица 2

Значения коэффициентов приспособленности к ТО и ремонту легковых автомобилей

	Ford Focus	Peugeot 308	Renault Megan	Citroen C4	Fiat Punto
$K_{ТО}$	0,226	0,123	0,178	0,141	0,115
K_P	0,189	0,383	0,385	0,358	0,311

Официальные дилеры Форд, Пежо, Рено, Ситроен и Фиат устанавливают различную трудоемкость на выполнение аналогичных работ, рассчитанные коэффициенты показывают трудоемкость ТО и ремонта в чел·ч на 1000 км пробега. При оценке приспособленности также необходимо учитывать, что перечень операций, которые входят в ТО и Р у рассматриваемых моделей, разный, и соответственно изменяется приспособленность. Из приведенных данных видно, что наибольшее значение коэффициента приспособленности к ТО у Ford Focus ($K_{ТО}=0,226$), а следовательно, затраты на проведение технического обслуживания этого автомобиля будут больше, чем у остальных моделей, включенных в исследование. Минимальные затраты на ТО понесут владельцы Fiat Punto, у которого $K_{ТО}=0,115$. Самый высокий уровень приспособленности к ремонту имеет Ford Focus, у которого $K_P=0,189$. А больше всего денежных средств на ремонт придется потратить при возникновении неисправностей у автомобиля Citroen C4 ($K_P=0,358$).



Рис.1 Блок-схема алгоритма оценки приспособленности автомобилей к ТО и ремонту

Результаты проведенных исследований могут учитываться при оценке конкурентоспособности автомобилей, на которую влияют различные факторы, а также могут помочь потенциальным покупателям при выборе легкового автомобиля.

Алгоритм оценки приспособленности автомобиля к ТО и ремонту представлен в виде блок-схемы на рис.1

ЛИТЕРАТУРА

1. Резник Л.Г., Ромалис Г.М., Чарков С.Т. Количественная оценка приспособленности автомобилей к условиям эксплуатации. – Тюмень: ТИИ, 1982. – 29 с.
2. ГОСТ 26026-83. Машины и тракторы сельскохозяйственные и лесные. Методы оценки приспособленности к техническому обслуживанию.

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ МАШИН И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СРОКОВ ЗАМЕНЫ МАСЛА ПО ПАРАМЕТРАМ РАБОТАЮЩИХ СМАЗОЧНЫХ МАСЕЛ

Миягашев С.В.

*Хакасский технический институт – Филиал
ФГОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», г.Абакан*

Основной причиной выхода из строя двигателей (85-90%) происходит по причине изношенности их деталей, на что в свою очередь в значительной степени оказывает влияние качество применяемых моторных масел, а сокращение расхода моторных масел является одной из важнейших проблем при эксплуатации. Вопросам установления рациональных сроков замены моторных масел и определения показателей качества, работающих масел посвящено большое количество исследований, что подчеркивает важность данных вопросов. В настоящее время сроки замены масла осуществляются за счет соблюдения планово-предупредительной системы технического обслуживания, что не всегда отражает реального положения.

Масла, являясь эксплуатационным материалом, по влиянию на эффективность работы техники равнозначны конструкционным материалам, в том числе и по цене. Система смазки двигателя, являясь по сути «кровеносной системой» ДВС является уникальным носителем информации о техническом состоянии смазываемого объекта. Обширные научные исследования, проведенные во многих странах, показали высокую надежность диагностических прогнозов неисправности двигателей, основанных на анализах работавших в них масел.

Особенно это актуально для двигателей строительной и дорожной техники работающих в отрыве от основных баз, где выявление неисправ-

ностей на ранних стадиях их возникновения, способно предотвратить выход из строя всего двигателя. Не подменяя другие методы диагностирования, в сравнении с другими методами диагностики этот метод имеет ряд преимуществ:

- не требуется прекращение эксплуатации транспортного средства;
- диагностику выполняют без разборки;
- неисправности двигателя обнаруживают на ранней стадии возникновения;
- не требуется доставка диагностической аппаратуры к местам эксплуатации техники или ее перегон на посты диагностирования;
- анализ работающего масла дает возможность заменять его при действительной утрате им работоспособности, а не после заданной наработки, не учитывающей конкретные условия эксплуатации.

Правда при этом придется выполнять ряд необходимых условий:

- двигатель в течении всего времени наблюдения за его техническим состоянием должен работать на моторном масле одной марки;
- пробы масла следует отбирать из прогретого двигателя перед доливкой свежего масла для компенсации израсходованного;
- периодичность отбора проб должна быть равна четверти пробега или времени работы двигателя до смены масла согласно инструкции завода-изготовителя;
- водитель должен информировать обо всех обстоятельствах, способных повлиять на состав и свойства работающего масла (вынужденная доливка другого масла, резкое изменение эксплуатационных условий и т.д.).

Анализ нескольких проб дает возможность установить зависимости изменения состава и показателей работоспособности масла от времени его работы, которое указано в таблице.

Поскольку для диагностических целей определяют те же самые показатели, по которым устанавливают пределы работоспособности масла, анализ проб дает возможность предотвращать его преждевременную замену и не допускать работу двигателя на масле, утратившем работоспособность.

В настоящее время диагностирование двигателей по анализам масла получает все большее применение. Некоторые производители моторных масел выполняют анализ пробы отобранных из двигателей автомобилей, принадлежащих постоянным покупателям их продукции. Разработаны и внедряются портативные комплекты для экспресс-диагностики моторных масел. В частности Орловским государственным техническим университетом и Орловским государственным аграрным университетом.

Специалистами НПП «Квалитет» разработана саморегулирующая смазочная система двигателей, которая обеспечивает значительное про-

дление сроков службы моторного масла и повышает их эффективность при эксплуатации. Система состоит из высокооборотных ($n=10000\ldots 12000\text{мин}^{-1}$) центробежных фильтров-суперцентрифуг и прибора, поддерживающего стабильность физико-химических свойств масел. Этот прибор вводит в масло новую порцию присадки по мере ее срабатывания. Саморегулирующая смазочная система-первый шаг к эксплуатации двигателей без замены моторного масла.

Таблица 1

Предельные значения браковочных показателей работавших моторных масел

Наименование показателей	Предельные значения браковочных показателей	
	Бензиновые двигатели	Дизельные двигатели
Изменение вязкости, % Прирост снижение	25 20	35 20
Содержание примесей, не растворимых в бензине, %, не более	1.0	3.0
Щелочное число, мг КОН /г, не менее	0.5-2.0	1.0-3.0
Снижение температуры вспышки, $^{\circ}\text{C}$, не более	20	20
Содержание воды, %, не более	0.5	0.3
Содержание топлива, %, не более	0.8	0.8
Диспергирующие свойства по методу масляного пятна, у.е., не менее	0.3-0.35	0.3-0.35

Таблица 2

Взаимозависимость показателей качества работавших масел и технического состояния двигателей

Наименование основного показателя	Изменение других показателей	Возможные причины
1	2	3
Существенное (на 3-4 мм ² /с) увеличение вязкости	Незначительное	Доливка масла повышенной вязкости (двигатель исправен)
	Высокое содержание нерастворимого осадка, резкое увеличение коксуемости, потемнение центрального ядра и сокращение зоны диффузии на капельной пробе	Неудовлетворительные эксплуатационные свойства масла, увеличенный прорыв газов в картер, износ или потеря подвижности поршневых колец, неполное сгорание топлива, не работают масляные фильтры
	Масляное пятно за зоной диффузии на капельной пробе коричневого цвета	Перегрев двигателя (длительная работа с перегрузкой при высокой температуре окружающего воздуха, накипь в системе охлаждения), загрязнения масляного радиатора
Существенное (на 3-4 мм ² /с) снижение вязкости	Незначительное	Доливка масла меньшей вязкости, деструкция присадок в загущенных маслах (двигатель исправен)
	Снижение температуры вспышки	Течь в системе питания, плохое распыление топлива, конденсация бензина в непрогретом двигателе, переобогащение рабочей смеси

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Увеличение содержания воды выше 0.3-0.5 %	Снижение щелочного числа, коксуемости, уменьшение нерастворимого осадка, исчезновение зоны диффузии и характерное свертывание пятна на капельной пробе	Течь жидкости из системы охлаждения в картер; доливка масла, обводненного при хранении; негерметичность водомасляного теплообменника
	Повышение кислотного числа	Повышенный износ цилиндропоршневой группы: необходима смена масла и проверка состояния колец
Существенное увеличение нерастворимого осадка	Пропорциональное увеличение коксуемости и вязкости	Большой прорыв газа в картер из-за износа или потери подвижности поршневых колец
Существенное снижение температуры вспышки	Повышение содержания нерастворимого осадка и коксуемости, наличие топливных фракций в масле	Течь в топливной системе, плохое распыление топлива, прогар выпускного клапана или днища поршня (нет компрессии)
Существенное увеличение содержания продуктов износа	Незначительное	Неисправен воздухоочиститель, подсос неочищенного воздуха через неплотности впускного тракта, нарушение вентиляции картера

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов, А.В. Топливо и смазочные материалы. [Текст]: учебное пособие/ А.В. Кузнецов. – М.: КолоС, 2007. – 199 с.: ил.
2. Синельников, А.Ф. Автомобильные масла, топлива и технические жидкости [Текст]: Краткий справочник/ А.Ф. Синельников, В.И. Балабанов. – М.: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2007. – 167 с.
3. Резников, В.Н. Диагностика двигателя по анализу масла [Текст]/ В.Н. Резников // Автомобили и сервис. – 2008. - №3. – с.56-57.

ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН НА ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ, ПОЛУЧЕННОМ ИЗ ЭВЕНКИЙСКИХ НЕФТЕЙ

Надейкин И.В., Шупранов Д.А., Орловская Н.Ф., Подвезённый В.Н.

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Проблемы эксплуатации и обслуживания транспортно-технологических машин и оборудования являются многогранным вопросом, одним из аспектов которого является использование горючесмазочных материалов. Наместились тенденции к приведению российского топлива к европейским нормам, акцент делается на экологические свойства.

В связи с интенсивным развитием районов Крайнего севера, Восточной Сибири и Дальнего Востока и разработкой новых нефтегазовых месторождений необходимо обеспечивать хозяйство горюче-смазочными материалами. Одним из эффективных методов сокращения затрат на северный завоз является производство нефтепродуктов на месте. В настоящее время широкое распространение получают технологии нефтеперерабатывающих заводов с объёмом переработки нефти менее 100 – 200 тыс. т в год.

Такие установки перегонки нефти при атмосферном давлении существуют и в Эвенкии.

При эксплуатации строительно-дорожных машин и дизельных электростанций на топливах, полученных из нефтей Байкитской антеклизы, регистрируется частый выход из строя и утрата работоспособности дизельных двигателей. При их дефектации обнаруживается повышенное нагарообразование в камерах сгорания и на поршнях, приводящее к прогару и преждевременному выходу из строя.

При исследовании проблемы выявлено, что эксплуатируемые дизельные топлива содержат количества серосодержащих соединений, превышающие нормы, установленные ГОСТ Р 52368 – 2005.

Представляло интерес уточнить состав серосодержащих соединений, содержащихся в дизельном топливе.

Эвенкийские нефти исследовались на разных стадиях разработки месторождений. По имеющимся данным нефть Юрубченского месторождения Байкитской антеклизы является малосернистой (серы общей 0,18–0,24 %), малосмолистой (смола силикагелевых 2,50–4,76 %, асфальтенов - до 0,10%), парафинистой (парафинов 2,03–3,26 %).

Потенциальное содержание фракций, выкипающих до 200 °С составляет 27,00–32,50 %, до 350 °С – 54,60–67,00 %. По данным группового углеводородного состава по мере утяжеления фракций содержание ароматических углеводородов возрастает от 0 до 15%, парафиновые углеводороды преобладают во всех фракциях

По нашим данным нефти Куюмбинского и Юрубчёнского месторождений имеют следующие физико-химические показатели качества (табл. 1).

Таблица 1

Физико-химические показатели нефтей Куюмбинского и Юрубченского месторождений

Наименование показателя качества	Показатель		Нормативный документ
	Куюмбинская	Юрубченская	
Плотность при 20 ⁰ С (кг/м ³)	795	819,1	ГОСТ 3900-85
Вязкость (мм/с при 20 ⁰ С)	5,787	8,47	ГОСТ 33-2000
Массовая доля серы (%)	0,07	0,23	ГОСТ 1437 – 75
Содержание воды (%)	не обнаружено	не обнаружено	ГОСТ 2477-65
Содержание механических примесей (%)	0,005	0,009	ГОСТ 6370-83
Содержание хлористых солей, мг/л	88	75,9	ГОСТ 21534-76 (Метод А)
Фракционный состав нефти: Т _{н.к.} , ⁰ С Выход фракций %, до температуры: 100 ⁰ С 200 ⁰ С 300 ⁰ С	42,5 10 33 56	45 4,5 28,5 48,5	ГОСТ 2177-99 (Метод Б)

Обозначение исследуемой нефти Куюмбинского месторождения 1.0.1.1 по ГОСТ Р 51858-2002, нефти Юрубченского месторождения – 1.1.1.1 по ГОСТ Р 51858-2002.

В качестве объекта исследования мы выбрали нефть Юрубченского месторождения: она содержит больше общей серы и проявляет большую коррозионную агрессивность при переработке.

Одним из коррозионных агентов почти на всех стадиях первичной переработки нефти является сероводород. По нашим данным исходная юрубченская нефть не содержит существенных количеств сероводорода (ГОСТ 50802-95 Нефть. Метод определения сероводорода, метил- и этилмеркаптанов).

Определение фракционного состава нефти заключалось в её разгонке в аппарате АРНС-Э, с получением дистиллятов: нефти, дизельной фрак-

ции и мазута. Температуры выкипания: нефти – от 40⁰С до 205⁰С; дизельной фракции – от 180⁰С до 350⁰С.

В процессе перегонки нефти наблюдалось выделение меркаптанов (с температуры начала кипения до 100⁰С), сероводорода (со 120⁰С и до конца перегонки). Элементарная сера также выделялась при перегонке нефти в этом интервале температур на стадии получения нефти и дизельной фракции.

Определение коррозионной активности проводилось согласно ГОСТ 6321 – 92 Топливо для двигателей. Метод испытания на медной пластинке, см. табл. 2.

Таблица 2

Определение коррозионной активности фракций нефтей по ГОСТ 6321 – 92

Фракция, наименование образца нефти	Описание цвета пластинок после испытания	Степень коррозии, классификация
Нафта, Куюмбинская	Темно-оранжевый	Незначительное потускнение, 1б
Дизельная фракция, Куюмбинская	Светло-оранжевый, почти такого же цвета, как и свежеотшлифованная пластинка	Незначительное потускнение, 1а
Нафта, Юрубченская	Пурпурно-красный, нанесенный на пластинку латунно-желтого цвета	Сильное потускнение, 3а
Дизельная фракция, Юрубченская	Темно-оранжевый	Незначительное потускнение, 1б

По результатам испытаний наибольшее коррозионное воздействие на медь оказала нафта, полученная из нефти Юрубченского месторождения (класс 3а). Фракции куюмбинской нефти показали меньшую коррозионную активность. Сами нефти выдерживают испытание на медной пластинке.

Далее были проведены исследования полученных фракций нефти Юрубченского месторождения на содержание общей серы (ГОСТ Р 50442–92 Нефть и нефтепродукты. Рентгено-флуоресцентный метод определения серы), содержание сероводорода и меркаптанов (ГОСТ Р 50802–95. Нефть. Метод определения сероводорода, метил- и этил-меркаптанов), см. табл. 3.

Сероводород в заметной концентрации содержала только фракция нефти (0,111 мг/кг, или $1,11 \times 10^{-5}$ %).

Исследования показали наличие в дизельных фракциях серы $S_{\text{общ}} = 485$ мг/кг (выше максимально возможного для типа I ГОСТ Р 52368–2005).

Таблица 3

Содержание в нефти и дизельной фракции юрубченской нефти меркаптанов и общей серы

Проба нефтепродукта	Содержание в пробе меркаптанов и общей серы		
	Метилмеркаптан, мг/кг (% _{масс})	Этилмеркаптан, мг/кг (% _{масс})	Серы общей, мг/кг (% _{масс})
Нафта	2,056 (2,056x10 ⁻⁴)	18,477 (1,848x10 ⁻³)	345 (0,0345)
Дизельная фракция	0,237 (2,37x10 ⁻⁵)	0,167 (1,67x10 ⁻⁵)	485 (0,0485)

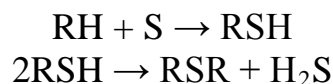
Кроме того мы обнаружили присутствие в дизельной фракции метил- и этилмеркаптанов.

Дизельная фракция юрубченской нефти содержала также заметные количества 1-октадекантиола (октадецилмеркаптана). Он был обнаружен при помощи газовой хромато-масс-спектрометрии (ГХМС) сернокислотного экстракта этой фракции (H₂SO₄, 93%; экстракция дизельной фракции, разбавление экстракта водой, реэкстракция диэтиловым эфиром). Органические сульфиды в экстракте отсутствовали.

В сырой Юрубченской нефти мы обнаружили лишь этилмеркаптан в концентрации 0,136 мг/кг (ГОСТ 50802-95 Нефть. Метод определения сероводорода, метил- и этилмеркаптанов) при S_{общ} = 0, 0,1959 %.

Сероводород, меркаптаны и элементарная сера образуются в дистиллятах как вторичные продукты разложения сераорганических соединений при термическом воздействии в процессе перегонки.

Сероводород выделяется при нагревании нефти до 120 °С и более, причем количество сероводорода может возрастать при наличии элементарной серы, например, в соответствии с реакциями:



Применительно к случаю эвенкийской нефти наблюдалось выделение существенного количества легких меркаптанов, сероводорода и элементарной серы для бензиновой и дизельной фракций.

Таким образом, для использования получаемого дизельного топлива в дизельных двигателях необходимо предусмотреть систему мероприятий по доведению качества топлива до требуемых нормативов, в частности, обеспечить удаление серы и серосодержащих соединений для обеспечения удовлетворительных условий работы дизельных двигателей.

МОДИФИКАЦИИ БАЗОВЫХ ПОДВИЖНЫХ МОДУЛЕЙ

Нефедов Д.В.

Челябинское высшее военное автомобильное командно-инженерное училище (военный институт), г. Челябинск

Базовый подвижный модуль (БПМ) рисунок 1 представляет собой транспортное средство, оснащенное колесными или гусеничными движителями, предназначенное для перемещения технологического оборудования и информационно-измерительных устройств в зону проведения работ.

БПМ является одной из основных подсистем МР, в большей степени определяющих его тактико-технические характеристики.

Бортовой вычислительный комплекс (БВК). Представляет собой набор вычислительных средств, выполняющих следующие основные функции:

- непосредственное управление бортовыми подсистемами по командам от ЦПУ;
- передача запрашиваемой информации на ЦПУ.

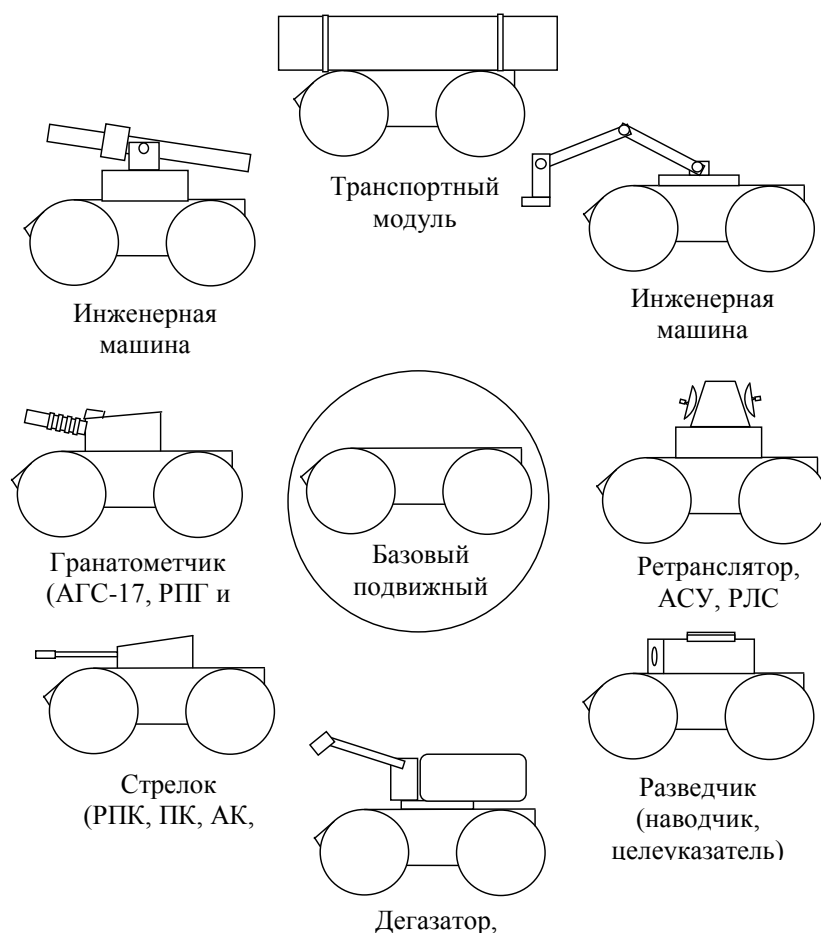


Рис. Модульные модификации БПМ

БВК включает одну или более ЭВМ в зависимости от сложности задач, решаемых МРТК. Так, БВК описанного ниже робототехнического комплекса состоит из двух ЭВМ, одна из которых управляет БПМ и рядом подсистем, расположенных на нем, а вторая – обслуживает оборудование.

Бортовой измерительный комплекс (БИК). Включает датчики, предоставляющие информацию как о внутренних параметрах системы (температура на борту, состояние аккумуляторных батарей и т.д.), так и интересующие оператора параметры внешней среды (температура, влажность, скорость ветра и т.д.).

Система местной навигации. Эта система представляет собой совокупность датчиков, позволяющих измерять угловое положение БПМ (крен, дифферент), а также пройденный путь.

Система освещения. Представляет собой набор фар, расположенных на БПМ, включением/ выключением которых управляет человек-оператор.

Телевизионная система состоит из передающих ТВ - камер, установленных на борту. Как правило, камеры могут управляться (по двум углам), что позволяет человеку – оператору выбрать удобный ракурс для визуального контроля за интересующими его объектом.

Бортовое вооружение и оборудование. Включает широкий спектр устройств, монтируемых на БПМ. Это может быть автомат, гранатомет, огнемет, минный разградитель и т.д. Основой для монтажа различного вооружения и оборудования является башенная платформа, которая вследствие многофункциональности задействуется во всех модульных модификациях. На рисунке 1 приведены некоторые варианты оснащения БПМ вооружением и оборудованием.

Приведенный набор, безусловно, не исчерпывает всего разнообразия подсистем, входящих в состав РСПВ, но представляет собой наиболее общие подсистемы. Основное значение в исследовании, технической системы, уделяется подсистеме БПМ, поскольку – во-первых, именно он определяют основные характеристики РСПВ, и, во-вторых, их проектирование представляет собой нетривиальную научно-техническую проблему.

СОЗДАНИЕ СЕРВИСНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПО РЕМОНТУ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ КАК ПУТЬ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ УТТ ОАО «СУРГУТНЕФТЕГАЗ»

Новоселов В.А., Балина Т.А.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

На сегодняшний день ОАО «Сургутнефтегаз» одно из самых крупных нефтедобывающих объединений. Огромное количество технологиче-

ского оборудования и спецтехники используется для разведки, добычи, переработки и транспортировки нефти. Около 30% себестоимости нефти приходится на транспортный комплекс. Главной целью при этом является обеспечить заданный уровень надежности техники при минимальных затратах, путем повышения эффективности работы технической службы УТТ.

Анализ полученных данных показывает, что среднестатистический цех по ремонту электрооборудования в УТТ представляет собой участок который по площади в два раза превышает рекомендуемую норму – на трех универсальных рабочих приходится около 60 м² при норме 28 м². Укомплектованность УТТ технологическим оборудованием находится в пределах 60-85 %, кроме того, фактические сроки службы оборудования во многих случаях превышают нормативные значения (средний срок службы оборудования 8 лет), что является свидетельством его низкой готовности и годности. Часть оборудования является изношенным и морально устаревшим, подлежит обновлению.

Отсутствует контроль за качеством выполнения работ. Это приводит к тому, что исполнители, зная, что за их работой никто не следит, зачастую выполняют не весь перечень операций, предусмотренных технологическими картами. Их заработная плата так же никак не зависит от качества ремонта, а зависит лишь от количества отремонтированных агрегатов.

Из выше изложенного можно сделать следующие выводы: малоэффективное использование площадей, отсутствие системы морально-материального стимулирования исполнителя в выпуске качественно отремонтированных ДУА, низкий уровень механизации и наличие большой разномарочности все это в целом влечет за собой увеличение трудоемкости, снижение производительности и качества. На линии появляется все больше случайных отказов, что приводит к увеличению затрат на ремонт.

Необходимого высоко уровня качества можно достичь созданием на базе одного из УТТ централизованного специализированного производства (ЦСП) по ремонту узлов и систем электрооборудования машин. Технический уровень и эффективность производства в ЦСП значительно выше, чем в аналогичных участках (цехах) УТТ. В основу создания ЦСП должны быть положены экономически выгодный радиус кооперации; уровень подготовки персонала; возможность расширения и реконструкции соответствующих производственных подразделений; создание поточных линий ремонта электрооборудования с привлечением в последующем не только внутренних объемов работ, но и внешних. При работе подвижного состава в удалении от ЦСП текущий ремонт электрооборудования проводить на местных УТТ или с использованием передвижных ремонтных служб агрегатно-узловым методом.

Наиболее целесообразно использовать следующую схему (рис.1) технологического процесса текущего ремонта электрооборудования на ЦСП, предложенную в работе [1].

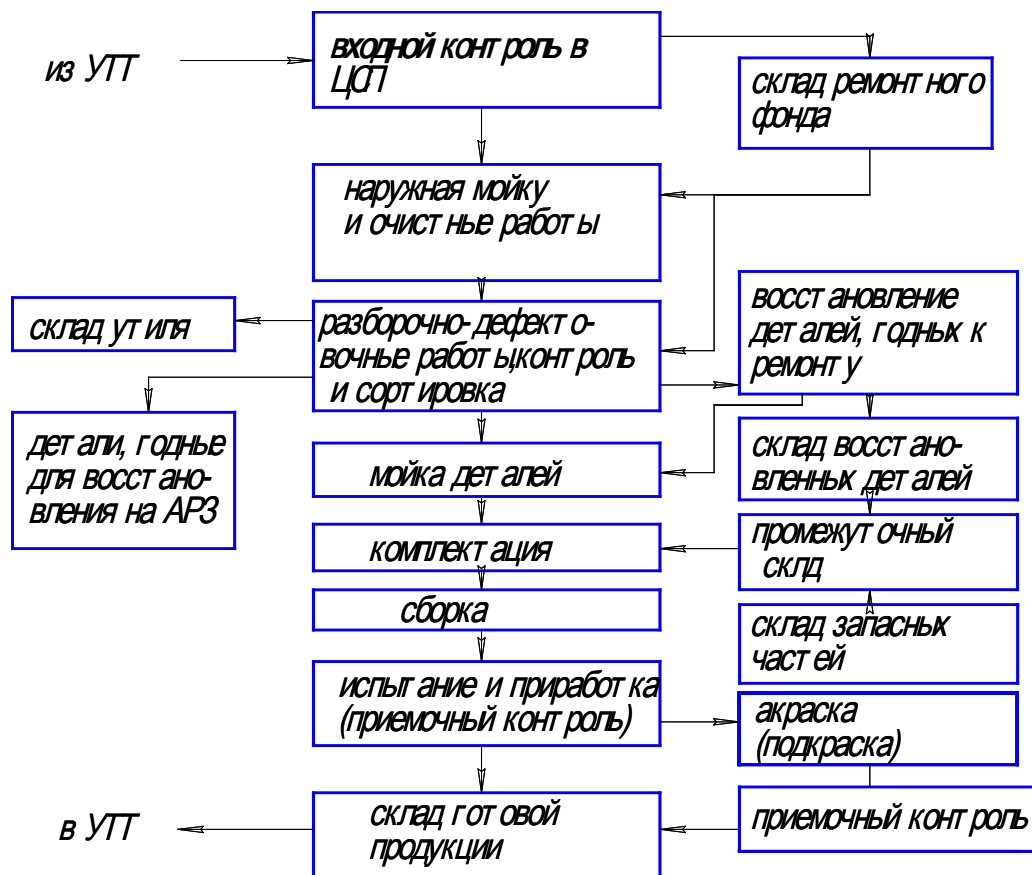


Рис.1. Схема технологического процесса текущего ремонта агрегатов и узлов на ЦСП

Каждый поступающий агрегат проходит входной контроль, где определяются присутствующие у него дефекты. По итогам осуществляемого диагностирования агрегату назначается технологический маршрут ремонта.

Происходит разборка, операционный контроль, где подтверждаются или отвергаются те или иные дефекты. При этом агрегат может пойти по другому маршруту, тут же происходит отправка на дефектацию и выдача ремонтных комплектов, происходит сборка, агрегат поступает на контроль и обкатку (приемочный контроль).

После устранения всех дефектов происходит выдача готовой продукции, если дефекты имеются и их можно устранить на участке испытания, доукомплектования или доводки агрегатов, то устраняют там, либо отправляется на повторный ремонт. Отвечающий техническим условиям на приемку агрегат попадает на склад готовой продукции или передается заказчику.

Внедрение специализации ТО и ремонта автомобилей на основе создания ЦСП требует введения четко действующей кооперационной системы

на уровне территориального объединения автомобильного транспорта. Упрощается доставка ремонтного фонда для обеспечения производственной программы ЦСП. За каждым УТТ закрепляются два небольших контейнера, один из которых находится непосредственно в ЦСП и загружается его продукцией. Другой контейнер комплектуется в УТТ. Это снятые с автомобиля ДУА, подлежащие ремонту. Служба централизованной доставки перевозит контейнеры с территории УТТ в ЦСП, а обратно контейнеры с готовой продукцией.

Специализация и кооперация производства требуют совершенствования управления производством ТО и ремонта автомобилей на региональном уровне. Для этого необходимо создание регионального центра диспетчерского управления производством.

Создание ЦСП существенно сокращает непроизводительные затраты времени, необходимого для выполнения вспомогательных работ при переходах между технологически разнородными операциями. Имеется возможность применять прогрессивные формы организации и технологии производства с использованием более производительного специализированного оборудования. Кроме того, повышается коэффициент использования технологического оборудования и уровень механизации работ, а также производительность труда и культура производства, которые позволяют успешно решать такую социально-экономическую задачу, как сокращение текучести кадров. За счет эффективной работы комплекса подготовки производства значительно сокращаются простои исполнителей в ожидании запасных частей и при выполнении трудоемких и сложных технических воздействий. Снижаются затраты на ТО и ремонт автомобилей и потребности в трудовых ресурсах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Общесоюзные нормы технологического проектирования автотранспортных предприятий (ОНТП-01-91). – М. : Росавтотранс, 1991. – 37 с

ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ И РАЗВИТИЯ УПРАВЛЕНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА ОАО «СУРГУТНЕФТЕГАЗ»

Новосёлов В. А., Зиганин Р.А.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Эффективная работа технологического транспорта (ТТ) является важнейшим условием экономической стабильности нефтегазового объединения в целом. Повышение уровня развития, организации и обеспечения успешного функционирования ТТ во многом может достигаться благодаря поддержанию в работоспособном состоянии подвижного состава за счет

сбалансированного развития, эффективного использования и рационального распределения ресурсов производственно-технической базы (ПТБ).

Для ОАО «Сургутнефтегаз» («СНГ»), имеющего разветвленную сеть управлений технологического транспорта (УТТ), остро встает вопрос по снижению себестоимости транспортного обслуживания. Это возможно, в частности при наиболее полной загрузке технической службы предприятий за счет перераспределений работ по ремонту и восстановлению деталей, узлов и агрегатов между существующими УТТ. Так как производственные ресурсы, располагаемые большинством УТТ, задействованы не в полном объеме, что связано в ряде случаев с избытком площадей или недостатком численности персонала, необходимого технологического оборудования, его моральным старением и т.д. В ходе исследования был проведен анализ моторных участков (участков ремонта двигателей) ряда УТТ ОАО «СНГ». Анализировались следующие показатели: площадь участка, количество рабочих, общее количество отремонтированных узлов, трудоёмкость работ, удельная площадь, удельная трудоёмкость, степень использования рабочего времени и др. (табл.1.). В результате было установлено следующее: у всех УТТ фактические площади участков существенно превышают нормативные от 250 до 760 процентов (рис.1.), степень использования рабочего времени исполнителей ряда УТТ ниже нормативных значений более чем на 25 процентов, средний возраст оборудования по всем УТТ составил 8,3 лет, а в некоторых управлениях эта цифра достигает 19 лет, что говорит о высокой консервативности ПТБ.

Рис.1. Фактические и нормативные значения площадей моторных участков.

По диаграмме распределения объемов работ по ремонту агрегатов и систем нефтегазопромысловой техники (НГПТ), составленной на основании данных, предоставленных нефтегазовым объединением, (рис. 2.) видно, что из общего объема работ существенная доля приходится на силовую установку, порядка 21-22%.

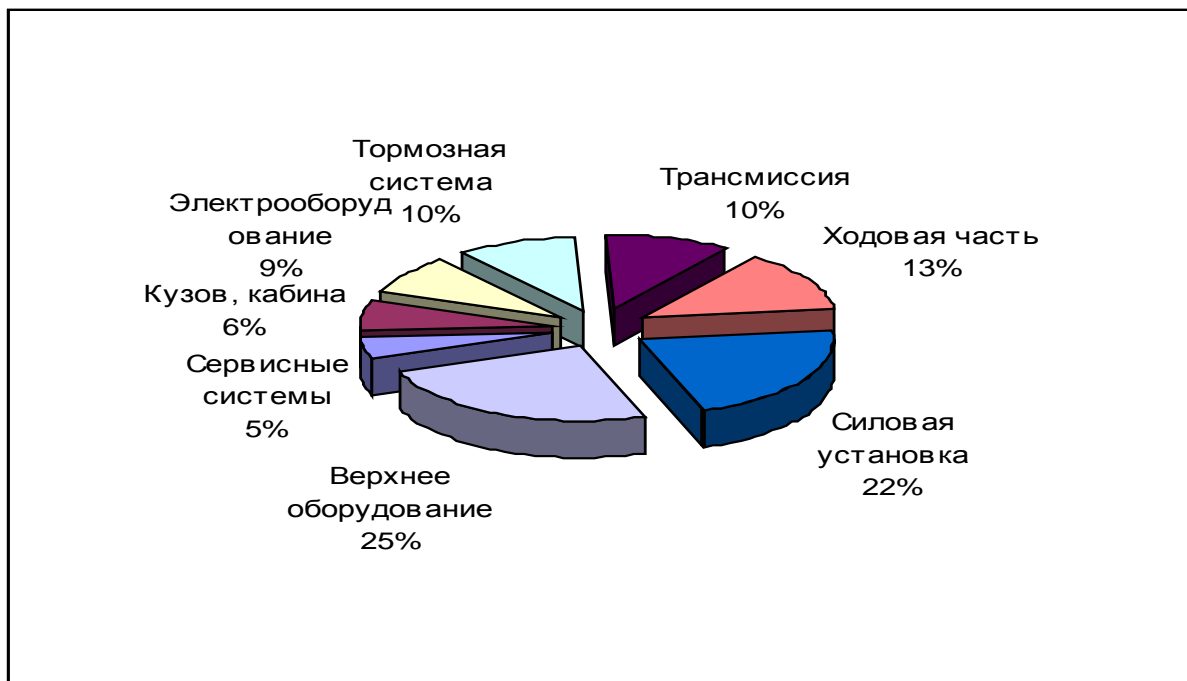


Рис.2. Распределение объемов работ по ремонту агрегатов и систем НГПТ

Различные аналитические исследования, проведенные с использованием специальной НГПТ ОАО «СНГ» позволили выявить существенную неоднородность в формировании объемов и номенклатуры ремонтных работ по восстановлению технического состояния двигателей Ярославского моторного завода (ЯМЗ), наиболее широко применяемых, как в качестве тяговых, так и в качестве приводных в технологических установках.

На сегодняшний день капитальным ремонтом (КР) двигателей ЯМЗ в структуре УТТ СТ и АД ОАО «СНГ» занимаются не только специализированные ремонтные предприятия (ПТФ, ЦБПО и НО), но и предприятия, эксплуатационные, что приводит к нерациональному использованию корпоративных средств и соответствующему удорожанию работ по ТО и Р подвижного состава ОАО «СНГ». Также необходимо отметить, что программы работ по ремонтам двигателей в существующих специализированных ремонтных предприятиях такие же, как и в УТТ и не превышают 100 шт/год, что не соответствует потребности, т.к. по данным объединения объем капитальных ремонтов только двигателей ЯМЗ в год составляет порядка 800 шт.

Результаты анализа моторных участков ряда УТТ ОАО «СНГ»

N п/п	Наименование показателя	ед.изм	АТП-1	АТП-2	АТП-3	АТП-4	АТП-5	АТП-6	АТП-7	АТП-8	АТП-9	АТП-10	АТП-11	АТП-12	Средние значения
			База 1	База 1	База 1	База 1	База 1	База 1	База 1	База 1	База 1	База 1	База 1	База 1	
1	Площадь участ ка:	м ²													
1.1.	фактическая	м ²	340	253	462,2	480	280	432	254	480	432		225,9	164	361,9
1.2.	нормативная	м ²	54	63	108	81	81	81	63	108			54	36	
1.3.	отклонение (- ; +)	%	530	301	328	493	246	433	303	344			318,5	355,5	
2.	Количество во рабочих (п)	Чел	3	4	7	6	6	6	4	8	18	3	3	2	5,69
3.	Общее количество во от ремонт ированных узлов:														
3.1.	затод	Шт	56	72	96	108	60	120	144	68	3000	60	24	30	298,92
4.	Трудоёмкост ь работ :														
4.1.	затод		-	6792	15360	8188,8	9600	12096	8890,8	-	16971	2520	5978,6	4784,4	7627,2
5.	Удельная площадь:														
5.1.	на одного рабочего на 1	м ² /чел	113,3	63,3	66,03	80	46,67	72	63,5	60	24	-	75,33	82	73,42
5.2.	отремонтированный узел	м ² /узел	6	3,51	4,81	0,06	4,67	3,6	1,76	7,06	0,14	-	9,42	5,47	4,81
5.3.	на 100 автомобилей	м ² /100а	46,2	43,2	86,07	91,08	35,26	53,8	36,55	47,15	68,14	-	88,97	67,49	63,66
6.	Удельная т рудоемкост ь на 1														
6.1.	отремонтированный узел	чел.час/узел	-	94,3	160	75,82	160,00	100,8	61,74	-	5,66	42	249,11	159,48	98,07
6.3.	на 100 автомобилей	чел.час/100а	-	1161	2860	1553	1209	1506	1279	-	2676	405	2353	1968	1419
7.	Ст епень использования рабочего времени	ФГ*п	-	0,92	1,19	0,74	0,87	1,1	1,21	-	0,51	0,46	1,08	1,3	0,81
8.	Ст оимост ь оборудования														
8.1.	первоначальная	тыс.руб	-	1112,1		298,8	-	-	-	2829,8	1497,1	-	1744,8	2086,1	1013,9
8.2.	остаточная	тыс.руб	-	207,3		94,7	-	-	-	288,6	494,2	-	130,1	211,9	121,1
9.	Средний возраст оборуд-я	Лет	7,88	14,8	3,55	7,83	11,3	4,1	19,7	9	9,2	-	5,11	7,22	8,32

В результате проведенного хронометража КР двигателей ЯМЗ-238 и его модификаций на одном из ремонтных предприятий ОАО «СНГ» было выявлено несоответствие фактического времени выполнения КР с нормативным, заложенным в плановую калькуляцию: по факту время проведения КР двигателей ЯМЗ-238 составило 55 человеко-часов в отличии от 90 человеко-часов по норме (разница 63%). Данное завышение также можно объяснить консервативностью производства, т.к. основанием для составления калькуляций на КР ЯМЗ-238 сборники и нормы 1980-х годов выпуска.

Вследствие всего этого, существует необходимость в более рациональном использовании внутренних резервов существующей ПТБ по КР двигателей ЯМЗ каждого УТТ и перераспределение производственной программы. Одним из путей достижения этого является развитие ПТБ в направлении концентрации, специализации и кооперации производства, путем создания на базе некоторых УТТ централизованных специализированных производств (ЦСП) или увеличение производственных программ существующих специализированных ремонтных предприятиях.

Такой подход дает неоспоримый экономический эффект, т.к. при выполнении работ по КР двигателей ЯМЗ в условиях ЦСП снижается себестоимость КР двигателей за счет более высокой производительности при низкой разрядности исполнителей, снижения условно-постоянных и условно-переменных затрат, повышения интенсивности используемого оборудования, отказа от услуг сторонних организаций. Также не маловажным фактором является повышения наработок на отказ отремонтированных агрегатов, за счет повышения качества выполнения ремонтных работ на ЦСП. И как следствие, более рациональное использование корпоративных средств ОАО «СНГ»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ОАО «СУРГУТНЕФТЕГАЗ»

Новоселов В.А., Наumenко А.Н.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Основное назначение транспорта нефтегазовой отрасли — своевременное, качественное и полное удовлетворение потребностей основного производства в технологическом обслуживании и перевозках.

Однако на содержание автотранспортных средств в технически исправном состоянии, обеспечивающем эффективный транспортный процесс, отрасль несет большие ресурсные издержки.

Экономия топливных, энергетических, материальных и сырьевых ресурсов в процессе эксплуатации автомобилей существенно зависит от их технического состояния и уровня организации производства ТО и ремонта автотранспортных предприятий.

Однако уровень организации ремонтно-обслуживающего производства в УТТ все еще невысок. Недостаточно эффективно используются имеющиеся в распоряжении технических служб материальные и трудовые ресурсы. Основной причиной нерационального использования рабочего времени исполнителей работ является низкий уровень организации производства и управления им. Количественную оценку уровня организованности ТО-2 можно осуществить с помощью коэффициента организованности производства, который отражает отношение нормативного времени выполнения работ к фактическому времени. Его среднее значение для УТТ Сургутнефтегаза составляет 0,59. Таким образом, основной задачей должно являться увеличение данного коэффициента за счет снижения непроизводительных затрат времени рабочих на постах.

Потери времени, связанные с получением задания на выполнение сопутствующего текущего ремонта и сдачей выполненной работы, обусловлены тем, что нет рационального порядка выдачи задания каждому рабочему, а также нет четких процедур сдачи работ, обеспечивающих оперативность и конкретность.

В зонах ТО-2 применяется оборудование, средний возраст которого составляет 5,9 лет. При этом его амортизация составляет 73%.

Проведенный сравнительный анализ фактически выполняемых операций ТО-2 с технологической картой показывает, что зачастую не проводятся следующие операции: очистка фильтрующего элемента воздушного фильтра, не проверяются резьбовые соединения муфты привода ТНВД, не производится измерение зазоров в механизме газораспределения - лишь полагаются на слова водителя, о чистой работе двигателя. Не всегда в работах по трансмиссии проводится проверка зазора в конических подшипниках первичного вала раздаточной коробки, не проводится контроль и регулировка зазоров в подшипниках и шестернях главной передачи. Также дела обстоят с проверкой свободного хода педали сцепления и тормоза, проводится лишь частичная проверка электрооборудования. Проверка схождения передних колес на некоторых УТТ не производится вообще, а делается это лишь при проявлении преждевременного износа шин. Сопутствующие ремонты проводятся только в том случае, когда просматриваются явные неисправности или о них говорит сам водитель. Таким образом, ТО-2 выполняется не в полном объеме, что в дальнейшем приводит к преждевременному незапланированному выходу из строя деталей, узлов, агрегатов. Это в свою очередь влечет дополнительные материальные затраты, а также простои техники и основного производства в нефтегазодобыче.

Исходя из текущего состояния транспортных подразделений Сургутнефтегаза, наиболее перспективным направлением совершенствования является создание для всех УТТ единой системы поддержания работоспособности автомобилей на промышленной основе. Повышение эффективности деятельности технической службы в такой системе достигается за счет концентрации производства однородных работ. Это позволяет повысить производительность труда, повысить уровень оплаты труда и сократить потребность в рабочих, а как следствие отказаться от участия водителей в проведении ТО.

Выполнение в полном объеме операций ТО-2 приведет к сокращению отказов и количества текущих ремонтов. Все это в целом позволит снизить транспортные издержки и снизить себестоимость добычи нефти.

Специализацию транспортных предприятий существующих УТТ Сургутнефтегаза по выполнению определенных работ можно провести следующим методом:

На основании анализа мест базирования техники, расположения предприятий, величины их производственных программ организуется централизованное производство (ЦСП) по ТО-2 в районе г. Сургута. Базовым может быть комплексное УТТ, располагающее необходимыми производственными площадями и персоналом. Организация проведения ТО-2 в таком ЦСП должна осуществляться поточным методом с помощью линии конвейерного типа. На таком ЦСП целесообразно выполнять обслуживание технологически совместимых групп автомобилей предприятий расположенных в пределах радиуса экономически оправданного расстояния перегона (ориентировочно 30-40км для грузовых автомобилей)[1]. Таким образом, производственная программа ТО-2 существенно увеличивается, что позволяет разделить весь комплекс операций на небольшое количество (5-7 операций) для каждого исполнителя, при этом необходимая квалификация большинства рабочих может быть невысокой — 2-3 разряд. Это повысит производительность и качество выполняемых работ, а также позволит легко обучить или заменить исполнителя. В результате такого подхода уменьшается себестоимость работ.

Важным условием успешной реализации такого подхода является высокий уровень качества работ в ЦСП.

В общем процессе совершенствования организации производства система управления качеством ТО и ремонта является необходимым элементом, стимулирующим его развитие. При этом под комплексной системой управления качеством технического обслуживания и ремонта (КСУК ТО и Р) автомобилей понимается совокупность взаимосогласованных организационно-экономических, технологических, контрольных и других процессов и мероприятий, направленных на улучшение качества технического состояния автомобилей. Высокий уровень этого качества достигается за счет совершенствования технологического процесса ТО и ремонта

автомобилей, правильной эксплуатации их на линии и бездефектного труда исполнителей. КСУК ТО и Р решает четыре комплекса задач.

Первый комплекс предполагает разработку годовых нормативных показателей качества ТО и ремонта автомобилей.

Второй комплекс образует задачи по оперативному учету и анализу показателей качества ТО и ремонта автомобилей, используемых для стимулирования рабочих.

В третий комплекс входят задачи анализа результатов выполнения сменно-суточного задания технической службой, подготовки и составления диспетчерского доклада (рапорта) центра управления производством (ЦУП).

Четвертый комплекс задач относится к информационно-справочному обеспечению персонала ЦУПа по функционированию КСУК ТО и Р.

Развитие ЦУПа на основе внедрения КСУК ТО дает возможность проводить всесторонний анализ деятельности производственно-технической службы, выявлять причинно-следственные связи изменения уровня технического состояния подвижного состава. На этой основе управлять организацией и технологией производства, увязывать все мероприятия по повышению качества ТО и ремонта в единый комплекс.

В рамках КСУК ТО и Р автомобилей обязательному совершенствованию подлежат оценочные показатели, влияющие на материальное стимулирование работников предприятия. Исходным положением этого совершенствования является ориентирование создателей системы на обеспечение взаимосвязи показателей качества с достижением конечных результатов деятельности предприятия - постоянного повышения качества ТО и ремонта, а следовательно эффективности автотранспортного производства.

Анализ существующего опыта по одному из АТП [2] показал, что при существовавшей сдельно-премиальной системе оплаты труда рабочих комплекса ТО-2 оплата производилась по сдельным расценкам за каждый обслуженный автомобиль. При этом за качество работы в расчет расценки за один автомобиль было включено 25% премии от сдельного заработка. Практика показала, что действующая система оплаты труда рабочих достаточно хорошо стимулировала заинтересованность рабочих (бригады) и всей технической службы в целом.

В улучшении качества работы комплекса ТО-2 заложены большие резервы снижения себестоимости ТО и ремонта автомобилей. Именно поэтому качеству работы следует уделять особое внимание. На стимулирование качества этих работ рекомендуется использовать до 50 % премиальных выплат. Это в одинаковой степени относится к премированию рабочих, мастеров и других категорий ИТР.

Следует указать, что на премирование рабочих так же влияют индивидуальные показатели качества труда, а на премирование ИТР — выполнение нормативного уровня качества по комплексу ТО-2 в целом.

В условиях современного общества материальные и моральные стимулы не исключают, а дополняют друг друга и образуют единую систему стимулов. Задача сводится к тому, чтобы найти правильные формы и методы их сочетания и взаимодействия. Это возможно лишь в том случае, если все хозяйственные вопросы будут решаться с учетом интересов общества, коллектива и отдельных работников.

Практика оценки социально-психологических качеств труда показывает, что в качестве форм реального стимулирования, с точки зрения рассматриваемой проблемы, могут быть рекомендованы такие формы поощрения, как установление более высокого разряда работнику, повышение уровня оплаты труда, повышение его в должности, награждение Почетными грамотами, единовременное премирование из фонда материального поощрения, присвоение звания «Лучший по профессии» (среди ремонтных и обслуживающих рабочих).

Указанные формы морального поощрения регламентируются соответствующими положениями и включаются в состав коллективного договора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конарчук В.Е., Лудченко А.А. и др. Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотранспортных средств. – К. : Вища шк., 1991. – 314с.
2. Ухарский В.Б. Техническое обслуживание и ремонт автобусов. Управление качеством и эффективность. – М.: Транспорт, 1896. – 131с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ СНАБЖЕНИЯ ЗАПАСНЫМИ ЧАСТЯМИ ПРЕДПРИЯТИЙ УТТ СТ И АД ОАО «СУРГУТНЕФТЕГАЗ»

Новоселов В.А., Юсупова А

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Цель работы транспортного предприятия в составе НГДО заключается в обеспечении нефтяников транспортными услугами с наименьшими издержками. Уменьшение издержек возможно при снижении себестоимости выполняемых работ и оправданном снижении времени простоев в ремонте и на техническом обслуживании, т.е. повышении коэффициента технической готовности и коэффициента выпуска. Для сокращения времени простоев техники в ремонте необходимо поддерживать неснижаемый запас деталей, узлов и агрегатов (ДУА). В то же время, для сокращения расходов на содержание запасных частей необходимо исключить хранение невостребованных деталей.

В табл. 1 приведены результаты влияния этапов совершенствования структуры ПТБ при внедрении централизованных специализированных производств (ЦСП) на коэффициент технической готовности подвижного состава. Совершенствование структуры ПТБ при внедрении ЦСП обеспечивает также снижение удельных затрат на ТО и ремонт, уменьшение средней продолжительности простоев автомобилей на ТО-2 с сопутствующими ремонтами и при замене агрегатов.

На сегодняшний день на оборотных складах транспортных предприятий ОАО «Сургутнефтегаз» хранится ДУА больше необходимого, что ведет к непроизводительным затратам. Поставка новых агрегатов осуществляется с консигнационных складов. Функционирующая в настоящее время система снабжения ведет к значительному увеличению времени простоя автомобиля в ремонте.

Таблица 1

Очеред- ность этапа	Наименование этапа	Уровень влияния на α_T , %
I	Централизация производственных мощностей по ремонту агрегатов, узлов и восстановлению деталей	26
II	Централизация оборотного фонда	15
III	Централизация разработки и внедрения нестандартизованного оборудования, новой техники, оснастки	5
IV	Централизация замены агрегатов	15
V	Централизация производственных мощностей по ремонту и изготовлению кузовов	4
VI	Организация диагностики	10
VII	Централизация второго технического обслуживания	25
Всего:		100

Существующий примерный сценарий организации обеспечения запасными частями выглядит следующим образом.

- При поломке автомобиля, водитель получает ремонтный лист, регистрирует его в РММ у мастера, указав на отказавший агрегат. Мастер направляет слесаря выяснить причину поломки.

- После обнаружения поломки и отбраковки деталей, требующих замены, мастер делает заявку в оборотный склад. Если эти запчасти имеются в наличии (в 25% случаев), водитель выписывает их на свой автомобиль и получает запчасти вместе со слесарем.

- Слесарь приступает к ремонту отказавшего агрегата. Если запчастей не оказалось на складе, мастер делает заявку в отдел материально-

технического снабжения (ОМТС).

■ После получения заявки инженер ОМТС в системе R-3 просматривает наличие запчастей в других структурных подразделениях (для сокращения затрат лишних денежных средств на запчасти если они не были использованы другими структурными подразделениями в течение месяца) и возможность их перераспределения. Если таковые имеются, создается документ - Наряд на получение этих запчастей, - часто бывает так, что эти запчасти имеются, но в разных структурных подразделениях и поэтому приходится создавать несколько таких нарядов, на каждое структурное подразделение. Затем получают доверенность на получение запчастей согласно созданного наряда. После того как наряды получают согласование в УТТ СТ и АД, запчасти можно забрать со склада структурного подразделения. Если этих запчастей нет на перераспределении то в системе R-3 создают «Заявку на получение запчастей с консигнационного склада». Ожидают подписания его в УТТ СТ и АД (от 1 часа до суток, в зависимости от того в какое время суток создана заявка). После утверждения заявки создают в системе R-3 «Наряд на получение запчастей с консигнационного склада». После подписания этого Наряда получают в бухгалтерии доверенность на получение запчастей и едут на консигнационный склад получать запчасти. Однако, не всегда в наличии имеются все запчасти.

Таким образом, доставка запасной части с консигнационного склада может занимать от суток до двух недель, а по импортной технике до трех месяцев. Автомобиль все это время стоит в ожидании ремонта.

Рассмотрим на примере вероятность осуществления ремонта двигателя ЯМЗ. После мойки и дефектовки мастер РММ составляет «Заявку на доставку запасных частей» для ремонта данного агрегата (Приложение). Из всего перечня необходимых запасных частей согласно «Положения об аварийном запасе» на центральном складе УТТ имеются только коренные вкладыши (поз. 41) и распылитель (поз. 308). Таким образом, осуществление ремонта двигателя, исключающее простои по причине отсутствия запасных частей, невозможно. Далее идет простой автомобиля из-за отсутствия запчастей и осуществляется их поиск и доставка.

С целью снижения простоев и сокращения затрат, связанных с хранением запасных частей и готовых узлов и агрегатов, в связи с большой рассредоточенностью УТТ на значительной территории, для обеспечения функционирования системы ЦСП необходимо создание нескольких центральных складов или филиалов центрального склада. Их расположение должно соответствовать радиусам целесообразной доставки запасных частей к местам централизованного ремонта и обладать необходимыми площадями. Также необходимо создание централизованной системы маневрирования запасными частями посредством их перераспределения между региональными складами.

Приложение 1

Заявка на доставку запасных частей

Системный № дог 8000048811-00

Заявка № 232

Приложение № 01

№ карточки ЦВД 68079801

к договору от 28.08.2008 №3259/У

Контракт № 9200038523

Спецификация на поставку продукции между ОАО СУРГУТНЕФТЕГАЗ и
ООО РЦ АВТОДИЗЕЛЬ (СУРГУТ)

Наименование продукции: Запасные части к силовым агрегатам марки "ЯМЗ".

№ п/п	Номер материала покупателя	Наименование материала	ГОСТ, ТУ, каталож.номер	ЕИ	Кол-во	Цена без НДС и проч.затратами	Влт	Сумма без НДС и проч.затр-ни	Прим.
1	2	3	4	5	6	7,00	8	9	10
41	50030022	Вкладыш коренной	Катал.№238-1000102БР2.	шт.	1,000	749,00			
148	50047942	Комплект гильза-поршень	Катал.№236-1004008-Б.	шт.	14,000	1 291,00			
150	50047943	Комплект поршневых колец	Катал.№236-1004002А4.	шт.	14,000	313,00			
177	50011333	Манжета	Катал.№236-1005160.	шт.	10,000	65,00			
179	50100312	Манжета	Катал.№201-1005034-Б4.	шт.	10,000	33,00			
185	50052667	Манжета крышки подшипника	Катал.№210-1701210-А.	шт.	10,000	52,00			
255	50080677	Полукольцо	Катал.№236-1005183-Д.	шт.	8,000	137,00			
265	50029990	Прокладка	Катал.№238-1003270.	шт.	6,000	67,00			
280	50265523	Прокладка	Катал.№238-1003210-Б7.	шт.	6,000	225,00			
308	50289797	Распылитель	Катал.№26-1112110-01.	шт.	10,000	168,00			
313	50454380	Ремень II-14x10-1037	Катал.№II-14X10-1037.	шт.	50,000	75,00			
314	50057946	Ремень вентиляторный 1-8x8,5-850	Катал.№1-8X8,5-850.	шт.	50,000	35,00			
315	50003414	Ремень клиновой II-14x10-987	Катал.№II-14-10-987.	шт.	50,000	54,00			
316	50064882	Ремень клиновой II-14x10-937	Катал.№II-14X10-937.	шт.	100,000	58,00			
317	50064883	Ремень клиновой II-14x10-887	Катал.№25 6411 1404.	шт.	100,000	44,00			
387	50033144	Уплотнитель штуцера	Катал.№236-1112230-Б2.	шт.	30,000	18,00			

Для ремонта автомобиля автоколонны №4 Урал-4320 №887, а также пополнения оборотного фонда

Ст.механик автоколонны

Ст.мастер РММ

ПРИСПОСОБЛЕННОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ К ДОРОЖНЫМ УСЛОВИЯМ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПО РАСХОДУ ТОПЛИВА

Нургалеев А.В.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

В настоящее время для предприятий автомобильного транспорта проблема экономии горюче-смазочных материалов актуальна как никогда. Постепенное сокращение запасов полезных ископаемых, ухудшение экологической обстановки и повышение цен на энергоносители вызывают необходимость обеспечения экономии топлива на автомобильном транспорте. Одним из путей решения данной проблемы является объективное, научно обоснованное нормирование расхода топлива, основанное на учете влияния различных эксплуатационных факторов на показатели топливной экономичности автомобилей. К числу таких факторов условий эксплуатации относится суммарное сопротивление дороги.

Условия эксплуатации автомобильного транспорта как в Западно-Сибирском регионе, так и в других частях нашей страны очень часто отличаются от стандартных. Причем это отличие касается не только природно-климатических, но и дорожных факторов условий эксплуатации. Эксплуатация автомобилей в тяжелых дорожных условиях негативно влияет на ве-

личину расхода топлива автомобилей. Зачастую дополнительный расход топлива в этом случае связан с увеличением затрат мощности на преодоление сил сопротивления дороги.

Действующая в настоящее время методика нормирования расхода топлива не достаточно полно учитывает влияние данных факторов на расход топлива и различный уровень приспособленности автомобилей к дорожным условиям эксплуатации и низким температурам. Поправочные коэффициенты к базовой норме расхода топлива представлены в виде предельных значений одинаковых для автомобилей различных марок и моделей.

Несмотря на большое количество работ по исследованию влияния дорожных условий эксплуатации на изменение расхода топлива, закономерности этих процессов изучены недостаточно, как и совместное влияние коэффициента сопротивления дороги и низкотемпературных условий эксплуатации.

Вышеизложенное свидетельствует об актуальности исследований приспособленности автомобилей по расходу топлива к дорожным условиям эксплуатации при низких температурах воздуха.

Цель работы. Повышение эффективности автомобильного транспорта за счет объективного нормирования расхода топлива на основе выявления закономерностей изменения показателей топливной экономичности автомобилей в зависимости от различных значений коэффициента дорожного сопротивления.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования является процесс изменения расхода топлива автомобиля в зависимости от значения коэффициента дорожного сопротивления, а предметом исследований — данный процесс применительно к ряду автомобилей конкретных марок и моделей.

Методологической основой исследования служит теория автомобилей и двигателей, пространственно-временная концепция формирования качества автомобилей и эффективности их эксплуатации, системный анализ, теория вероятностей, математическая статистика.

На данный момент на предприятиях автомобильного транспорта нормирование расхода топлива осуществляется в соответствии с положениями Руководящего документа Р3112194-0366-03 «Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте», утвержденного Минтрансом Российской Федерации.

Как отмечалось уже многими учеными, данный документ содержит ряд существенных недостатков, которые оказывают негативное влияние на режим экономии топлива на АТП. В частности, к этим недостаткам можно отнести недостаточный учет конкретных факторов условий эксплуатации, а именно их отличие от стандартных условий, применение одинаковых

значений надбавок к нормам расхода топлива для автомобилей разных марок и моделей.

Многие исследователи ранее занимались устранением недостатков действующей системы нормирования расхода топлива. Ими были изучены закономерности влияния низких температур окружающего воздуха, неравномерности движения, повышенных скоростей движения на показатели топливной экономичности автомобилей. В результате этих исследований были получены математические модели зависимости расхода топлива от различных факторов условий эксплуатации.

По действующей в настоящее время методике установленные нормы расхода топлива лишь приближенно учитывают дорожные условия эксплуатации. Так, например, Руководящим документом предусмотрены два вида надбавок к базовой норме расхода топлива при отличии фактических дорожных условий эксплуатации от стандартных:

при работе автомобилей в карьерах, движении по полю, при вывозке леса и т.п. на участках горизонтальных дорог IV и V категорий вне основной дороги общего пользования: для АТС в снаряженном состоянии без груза – до 20 %, для АТС с полной или частичной загрузкой в зависимости от полной массы автомобиля – до 40 %;

при работе в чрезвычайных климатических и тяжелых дорожных условиях в период сезонной распутицы, снежных или песчаных заносов, при сильном снегопаде и гололедице, наводнениях и других стихийных бедствиях для дорог I, II, III категорий – до 35 %, для дорог IV и V категорий – до 50 %.

К сожалению, четких руководств по определению фактической величины надбавок к норме расхода топлива в Руководящем документе не приводится. Таким образом, предприятия автомобильного транспорта вынуждены либо устанавливать предельные значения надбавок, либо разрабатывать собственную методику дифференцированного корректирования норм расхода топлива. Однако, зачастую эта методика не имеет под собой научного обоснования.

Вопросу исследования влияния дорожных условий эксплуатации на расход топлива автомобилей посвящено большое количество работ, выполненных в НИИАТ, НАМИ, МАДИ, ХАДИ и ряда других научно-исследовательских, учебных организациях и учреждениях. В ходе анализа данных работ было выявлено следующее:

Дорожные условия эксплуатации, а именно тип и состояние дорожного покрытия, можно охарактеризовать несколькими показателями, в том числе коэффициентом сопротивления качению и коэффициентом сопротивления дороги или иначе коэффициентом суммарного дорожного сопротивления. Значения этих коэффициентов варьируются для различных типов дорожного покрытия.

Тип и состояние дорожного покрытия оказывают существенное влияние на показатели топливной экономичности автомобилей. Однако степень этого влияния, зависящая от конструктивных особенностей транспортных средств, в ранее проведенных работах изучена недостаточно. Данный факт можно объяснить отсутствием реализации пространственно-временного подхода применительно к оценке совместного влияния типа и состояния дорожного покрытия на расход топлива автомобилями.

Оценка совместного влияния различных факторов условий эксплуатации затруднена из-за отсутствия универсального количественного показателя суровости применительно к типу и состоянию дорожного покрытия.

Для оценки степени влияния типа и состояния дорожного покрытия на расход топлива автомобилями может быть использован показатель приспособленности, который определяется конструктивными особенностями исследуемых автомобилей. Однако, до настоящего времени такой показатель приспособленности применительно к данным условиям эксплуатации так и не был разработан.

Таким образом, необходимым условием объективного нормирования расхода топлива и его экономии является выявление закономерности изменения показателей топливной экономичности автомобилей в зависимости от типа и состояния дорожного покрытия, характеризующихся коэффициентом дорожного сопротивления.

Учитывая тот факт, что для определения коэффициента приспособленности автомобилей различных марок и моделей к дорожным условиям эксплуатации экспериментальным путем требуются большие затраты ресурсов, наиболее оптимальным является аналитический путь оценки уровня приспособленности автомобилей к данным условиям эксплуатации.

На основе анализа ранее выполненных работ сформулированы следующие задачи исследования.

- 1) Раскрыть механизм формирования расхода топлива под влиянием типа и состояния дорожного покрытия, основанный на принципах пространственно-временного подхода.

- 2) Разработать показатель суровости состояния дорожного покрытия, приведенный к универсальной шкале, позволяющей учитывать совместное влияние различных факторов условий эксплуатации.

- 3) Разработать показатель приспособленности автомобилей к типу дорожного покрытия по расходу топлива, отражающий величину его изменения в данных условиях эксплуатации.

- 4) Разработать методику аналитического определения уровня приспособленности автомобилей конкретных марок и моделей к типу дорожного покрытия по расходу топлива на основе их технических характеристик.

- 5) Оценить уровни приспособленности автомобилей разных марок и моделей и провести их сравнительный анализ.

6) Выявить закономерности влияния типа дорожного покрытия на расход топлива. Проверить адекватность математических моделей и установить численные значения входящих в них параметров.

7) Разработать пути практического использования результатов исследования, в том числе Методику дифференцированного корректирования норм расхода топлива в зависимости от показателя суровости состояния дорожного покрытия и уровня приспособленности автомобилей к этим условиям. Оценить экономическую эффективность от внедрения результатов исследования.

ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ГАЗОБАЛЛОННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА СУГ

Певнев Н.Г., Раенбагина Э.Р.

Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия, г. Омск

Эффективность использования сжиженного нефтяного газа (СУГ) в качестве топлива для автомобильных двигателей доказана многолетней практикой эксплуатации газобаллонных автомобилей различного назначения, от автомобилей такси до спецавтомобилей жилищно-коммунального хозяйства [1]. Дальнейшее увеличение парка таких автомобилей с каждым годом повышает актуальность проблемы их технического обслуживания (ТО) и текущего ремонта (ТР).

Особенности газовой системы питания двигателя требуют выполнения при ТО и ТР ряда дополнительных, специальных работ. Так, одной из специфических работ для автомобилей, работающих на СУГ, является слив сжиженного газа из автомобильных газовых баллонов. Выполнение ее регламентировано действующими нормативно-техническими документами и связано с качественным, безопасным проведением ТО и ТР, с соблюдением мер по пожаробезопасности и защите окружающей среды [2].

Обобщение сложившегося многолетнего опыта эксплуатации и технического обслуживания автомобилей, использующих в качестве моторного топлива СУГ, свидетельствует, что опорожнение автомобильного баллона от сжиженного газа необходимо проводить в следующих случаях:

а) перед поступлением газобаллонного автомобиля на посты, линии ТО-2 и ТР, где выполняются работы, общие для газобаллонных и бензиновых автомобилей (сварочные, малярные работы с инструментами, дающими искрение и т.д.);

б) перед проведением сезонного обслуживания при подготовке автомобилей к зимней эксплуатации;

в) перед снятием и отправкой автомобильного газового баллона на освидетельствование;

г) при нарушении внутренней или наружной герметичности запорно-предохранительной арматуры баллона;

д) при возникновении аварийной ситуации.

Первые четыре случая слива СУГ являются технологически необходимыми. Они непосредственно связаны с технологией выполнения ТО и ТР. Следовательно, сама операция слива сжиженного газа является составной частью технологии ТО и ТР газобаллонных автомобилей. А поскольку ТО и ТР выполняются на автотранспортном предприятии, то и слив СУГ должен проводиться здесь же.

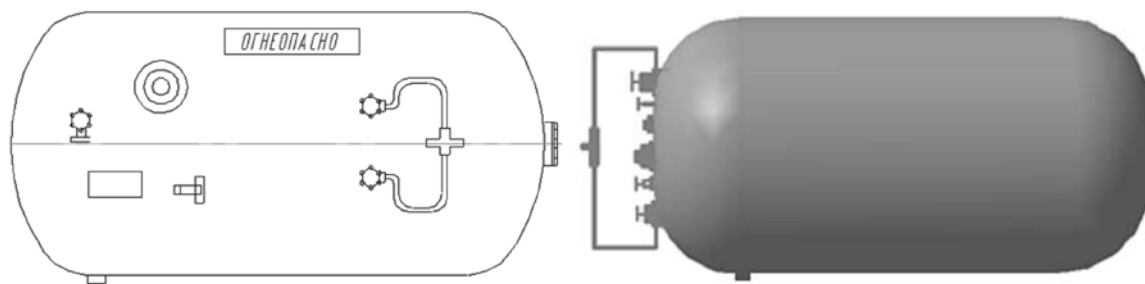
Для этого на территории автотранспортного предприятия (АТП) должна быть предусмотрена площадка для специального поста слива СУГ [2]. Наличие его в АТП, не разрывая технологический процесс ТО и ТР, устраняет непроизводительные (холостые) пробеги автомобилей, связанные с необходимостью слива СУГ на автомобильной газозаправочной станции (АГЗС), позволяет экономить сжиженный газ (слитый на посту газ — это газ, уже оплаченный на АГЗС). Технологическое оборудование такого поста должно позволять полностью опорожнять газовый баллон от жидкой и паровой фаз СУГ за минимальное, технически обоснованное время, без выполнения слесарных (демонтажно-монтажных работ). Но посты слива сжиженного газа из автомобильных баллонов, отвечающих этим требованиям, в настоящее время в АТП отсутствуют. Они также отсутствуют и на АГЗС.

Такое положение объясняется техническими трудностями слива СУГ из автомобильных баллонов, обусловленными специфическими свойствами СУГ и конструктивными особенностями запорно-предохранительной арматуры автомобильных газовых баллонов.

Специфические свойства СУГ заключаются в том, что газ в баллоне находится всегда в двухфазном состоянии, т.е. насыщенный пар и жидкая фаза. При этом давление насыщенных паров СУГ в баллоне зависит всегда от внешних факторов – температура окружающей среды и компонентного состава жидкой фазы. При этом в баллоне сначала испаряются компоненты, имеющие низкую температуру кипения (пропан C_3H_8 – температура кипения $-42,5^{\circ}C$), а затем компоненты бутановой фракции (i - C_4H_{10} , n - C_4H_{10}), которые испаряются (кипят) при температуре $-0,5^{\circ}C$. Значит при различной температуре окружающего воздуха в баллоне всегда будет различное давление, определяемое процентным содержанием в смеси пропановой и бутановой фракции.

Конструктивные особенности запорно-предохранительной арматуры автомобильных баллонов определяются временем их выпуска. Баллоны выпуска до 90-х годов были оборудованы запорно-предохранительной арматурой состоящей из отдельных вентилях разного назначения, располо-

женных либо с торца баллона, либо на его боковой части (рис. 1). Кстати, такие баллоны выпускаются и по настоящее время Омским заводом ОАО «Криогенмаш».



а)

б)

а – с боковым расположением вентилей; б – с торцовым расположением вентилей

Рис. 1. Баллоны с отдельными вентилями разного назначения

При использовании этих баллонов проблем при сливе газа не существует, т.к. наличие нескольких вентилей на баллоне позволяет при незначительных демонтажных работах осуществлять процесс слива газа.

Дальнейшее совершенствование запорно-предохранительной арматуры автомобильных баллонов привело к использованию моноблока со скоростным клапаном в расходной линии вместо отдельных вентилей, а также выносного заправочного устройства (ВЗУ) с обратным клапаном вместо заправочного вентиля на баллоне (рис. 2).



а)

б)

а – цилиндрической формы; б – тороидальной формы

Рис. 2. Баллоны с моноблоком

Использование моноблока со скоростным клапаном в расходной линии и ВЗУ с обратным клапаном сделало невозможным осуществлять слив газа без демонтажных работ в системе питания, что нормативным документом [2] запрещено.

Следовательно, сегодня без модернизации схемы питания двигателя газом невозможно слить газ из автомобильных баллонов, а значит невозможно выполнить требования нормативных документов.

Реализация слива СУГ требует наличия в системе питания двух мест для присоединения шлангов, функции которых распределяются следующим образом: первый — для подвода к баллону избыточного давления (подводящий шланг); второй — для слива из баллона жидкой фазы и отсоса паровой фазы (сливной шланг).

Поэтому возникает необходимость внести изменения в существующие схемы питания двигателя газом и для каждого типа баллона выбрать места установки дополнительных устройств, обеспечивающих слив газа. При этом нужно учитывать следующие требования:

- слив жидкой фазы СУГ должен производиться с самого нижнего уровня баллона, чтобы уменьшить до минимума объем несливаемого остатка;
- на линии слива жидкой фазы и отсоса паровой фазы СУГ не должно быть скоростных клапанов;
- при присоединении к баллону шлангов сливной колонки должен быть исключен демонтаж беспрокладочных ниппельных соединений трубопроводов газобаллонной аппаратуры;
- для слива СУГ желательно использовать наибольшие проходные сечения запорной арматуры баллонов.

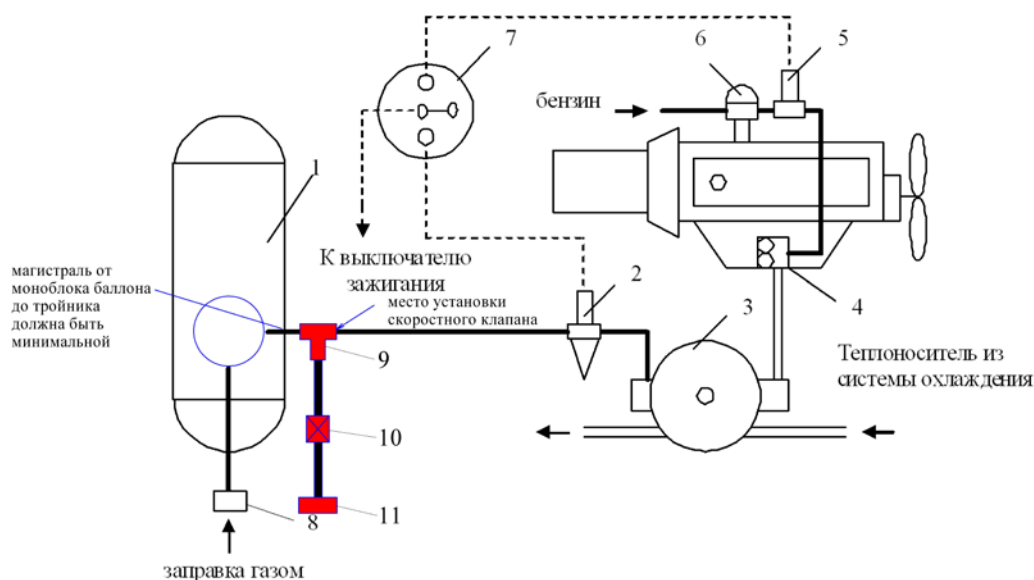
При этом следует рассматривать два варианта схем питания: 1 – для автомобиля с конструкцией баллона с вентилями; 2 – для автомобиля с конструкцией баллона с моноблоком.

Как мы отметили выше, в первом варианте слив газа не представляет затруднения.

Во втором варианте для осуществления операции слива СУГ из баллона, необходимо вводить изменения в схему питания двигателя газом, устанавливая дополнительно тройник в магистраль подачи газа в двигатель, к которому подсоединяем вентиль слива газа и ВЗУ слива газа без обратного клапана. Причем в тройник со стороны двигателя необходимо установить скоростной клапан, демонтировав его из моноблока (рис. 3).

При этом слив СУГ будет осуществляться следующим образом. К ВЗУ подсоединяют пистолет подачи азота или природного газа. К ВЗУ слива газа без обратного клапана подсоединяется пистолет слива газа. Затем открывают вентиль слива газа и под давлением подают природный газ через заправочное устройство. Жидкая фаза газа вытесняется из баллона в сливную магистраль и поступает в сливной резервуар.

Комплекс предложенных мероприятий совершенствования системы питания двигателя газом позволит выполнить предписания нормативных документов в случаях, предусматривающих слив газа из баллонов. Кроме того, это позволяет повысить безопасность эксплуатации газобаллонного автомобиля и обеспечить экологическую чистоту окружающей среды, т.к. не будет осуществляться сброс газа в атмосферу.



1 - газовый баллон; 2 - магистральный газовый клапан; 3 - газовый редуктор; 4 – место подачи газа в двигатель; 5 - бензиновый клапан; 6 - бензонасос; 7 - переключатель вида топлива; 8 – ВЗУ; 9 - тройник; 10 - вентиль; 11 - ВЗУ без обратного клапана для слива газа.

Рис. 3. Вариант дооборудования системы питания двигателя газом в случае использования баллона с моноблоком

Предложенные мероприятия совершенствования системы питания возможно осуществить силами предприятий, осуществляющих монтаж газобаллонного оборудования на автомобили. В плане юридического необходимо подготовить технический регламент для комплекта газобаллонного оборудования, утвердить его в вышестоящих организациях, что позволит эксплуатировать газобаллонные автомобили с выполнением всех нормативных требований по безопасности.

Вывод:

Для выполнения требований нормативных документов по эксплуатации газобаллонных автомобилей необходимо внести изменения в комплект газобаллонного оборудования, добавить магистраль для слива газа, которая включает: ВЗУ без обратного клапана для слива газа, вентиль для отключения ВЗУ от магистрали подачи газа и тройник, переустановить скоростной клапан из моноблока в тройник со стороны двигателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлов В. Развитие производства и потребления сжиженных углеводородных газов (СУГ) и тенденции их использования на мировом и внутреннем рынках России за 1994-2004 гг. и прогнозы до 2010 г. / В. Михайлов // АГЗК+АТ. – 2005. – № 6. – С. 7 – 11.
2. Руководство по организации эксплуатации газобаллонных автомобилей, работающих на сжиженном нефтяном газе // АГЗК+АТ. – 2005. – №4, 5, 6.

ДОРОЖНЫЕ УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Петров А.Ю., Нургалеев А.В.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Автомобиль является неотъемлемой частью системы «автомобиль – водитель – дорога – среда», и его свойства проявляются во взаимодействии с элементами этой системой. Поэтому значимость определенного эксплуатационного свойства в оценке качества или эффективности применения автомобиля зависит от условий, в которых это свойство проявляется, т.е. от условий эксплуатации [2].

Под условиями эксплуатации следует понимать совокупность факторов внешней среды, оказывающих влияние на автомобиль в процессе его эксплуатации.

Условия эксплуатации автомобилей можно разделить на четыре основные группы факторов: дорожные, транспортные, природно-климатические и культура эксплуатации. Каждая из этих групп характеризуется определенными факторами.

Дорожные условия эксплуатации оказывают значительное влияние на технические параметры, конструкцию и эксплуатационные свойства автомобилей. Так, например, автор работы [1] отмечает, что дорожные условия представляют собой важнейший фактор внешней среды, в значительной мере определяющий все основные показатели эксплуатационных свойств автотранспортных средств: динамичность, топливную экономичность, плавность хода и др. Обычно, дорожные условия эксплуатации делят на постоянные и переменные. К постоянным дорожным условиям относятся конструкция дорожного покрытия, план трассы, продольный профиль дороги, ширина проезжей части, пересечение дороги с другими дорогами. К переменным условиям можно отнести степень ровности покрытий, сцепление колес с дорогой и т.д.

Под поверхностью движения понимают все виды верхнего слоя земной поверхности: дороги, грунты, почвы, болота, снег, лед, водные поверхности и искусственные сооружения, по которым возможно движение автомобилей.

Ввиду своего большого разнообразия дороги классифицируются по различным признакам: назначению, покрытию, интенсивности движения, расположению, продольному профилю и т.д. [1]. В то же время, основные технические характеристики и параметры сооружаемых дорог определяются Строительными нормами и правилами.

В соответствии со СНиП 2.05.02-85 все дороги нашей страны делятся на пять категорий, основные параметры которых приведены в табл. 1.1, 1.2.

Таблица 1

Расчетная интенсивность движения на автомобильных дорогах общей сети

Назначение автомобильной дороги	Категория дороги	Расчетная интенсивность движения, прив. ед. в сут.
Магистральные федеральные дороги (для связи столицы Российской Федерации со столицами независимых государств, столицами республик в составе Российской Федерации, административными центрами краев и областей, а также обеспечивающие международные автотранспортные связи)	I-а (автомагистраль) I-б (скоростная дорога) II	Св. 14000 Св. 14000 Св. 6000
Прочие федеральные дороги (для связи между собой столиц республик в составе Российской Федерации, административных центров краев и областей, а также этих городов с ближайшими административными центрами автономных образований)	I-б (скоростная дорога) II III	Св. 14000 Св. 6000 Св. 2000 до 6000
Республиканские, краевые, областные дороги и дороги автономных образований	II III IV	Св. 6000 до 14000 Св. 2000 до 6000 Св. 200 до 2000
Дороги местного значения	IV V	Св. 200 до 2000 До 200

Согласно СНиП 2.05.02-85 на дорогах общей сети нашей страны применяются покрытия четырех основных типа покрытия:

1) капитальные (цементобетонные, железобетонные, асфальтобетонные) – для дорог категорий I – IV;

2) облегченные (асфальтобетонные, дегтебетонные, из щебня, гравия и песка, обработанных вяжущими материалами) – для дорог категорий III и IV;

3) переходные (щебеночные и гравийные из грунтов и местных малопрочных каменных материалов) – для дорог категорий IV и V;

4) низшие (из грунтов, укрепленных или улучшенных добавками) – для дорог категории V.

Плотность сети дорог с твердым покрытием в нашей стране невелика, поэтому автомобили зачастую работают на неусовершенствованных дорогах и в условиях бездорожья. К неусовершенствованным дорогам можно отнести проселочные, полевые и лесные дороги, колонные пути на грунтовых и заснеженных дорогах. Бездорожьем считают естественные грунтовые и снежные поверхности [3].

Таблица 1.2

Основные технические показатели автомобильных дорог общей сети

Показатели	Значение показателя для категории автомо- бильной дороги					
	I-a	I-б	II	III	IV	V
Расчетная скорость дви- жения, км/ч	150 (120; 80)	120 (100; 60)	120 (100; 60)	100 (80; 50)	80 (60; 40)	60 (40; 30)
Число полос движения	4, 6, 8	4, 6, 8	2	2	2	1
Ширина полосы движе- ния, м	3,75	3,75	3,75	3,5	3	-
Ширина проезжей части, м	2x7,5; 2x11,25 ; 2x15	2x7,5; 2x11,25 ; 2x15	7,5	7	6	4,5
Наибольшие продольные уклоны, ‰	30 (40; 60)	40 (50; 70)	40 (50; 70)	50 (60; 80)	60 (70; 90)	70 (90; 100)

Как правило, несущие свойства поверхности движения зависят от физико-механических свойств образующих их материалов. Материалы поверхностей движения можно разделить на искусственные и естественные. К искусственным относят асфальтовые, бетонные и полимерные материалы, которые используются для строительства дорог с твердым покрытием. Искусственные материалы представляют собой термомеханические смеси естественных материалов.

При строительстве автомобильных дорог используют различные строительные материалы, в том числе асфальт, бетон, цементобетон, асфальтобетон. В качестве вяжущих материалов при изготовлении дорожных покрытий используют битум и цемент.

Естественные материалы поверхностей движения представляют собой природные вещества, образовавшиеся в процессе выветривания горных пород. К ним относят грунт и почву.

Грунтами называют любые горные породы, которые образовались в результате естественноисторического происхождения земной коры и изменяются в процессе непрерывного взаимодействия с окружающей естественной и искусственной средой. Почва представляет природное образование, формирующееся в процессе преобразования грунта под воздействием воды, воздуха, живых организмов и обладающее отличительным свойством – плодородием [3].

Грунты по своему гранулометрическому составу делятся на три группы:

1) крупномоноблочные (валуны, камни, булыжники, галька, щебень, гравий и др.), в которых содержание частиц размером более 2 мм составляет по массе более 50 %;

2) песчаные – с содержанием частиц крупнее 2 мм не более 25 % по массе;

3) глинистые – с преобладающим содержанием частиц размером 0,005 мм и менее.

Помимо вышеперечисленного, существуют грунты, которые включают в себя отложения частиц органического вещества. Их подразделяют на илистые, торфяные и сапропелевые. Такие грунты наиболее часто встречаются на заболоченных участках и образуют группу заболоченных грунтов или болот.

Болота и заболоченные участки местности занимают значительную территорию в северной и центральной полосах нашей страны. В Центральной и Восточной Сибири они занимают около 20 % земной поверхности, в Западной Сибири еще больше.

Еще одним видом поверхности движения являются участки земной поверхности, которые покрыты снегом. Важнейшими характеристиками снега, оказывающими влияние на механические свойства являются структура, толщина снежного покрова, плотность, температура, влажность и т.д.

Столь большое разнообразие поверхностей движения, характерных для территории нашего государства, оказывает значительное влияние на эксплуатационные свойства автомобилей, в первую очередь, на их тягово-скоростные свойства и на топливную экономичность.

С точки зрения влияния опорной поверхности на эксплуатационные показатели работы автомобиля (расход топлива, среднюю скорость движения, предельную скорость движения на повороте, длину тормозного пути и т.д.) важнейшими параметрами дорожных условий являются: коэффициент сопротивления качению, коэффициент сцепления, угол продольного наклона, радиус поворота, высота и длина микронеровностей дорожного полотна. При этом для разных отрезков даже одной и той же дороги все ука-

занные параметры принимают различные значения, которые можно рассматривать как случайные величины. При выполнении расчетов обычно используют их средние значения [1].

Таким образом, в реальных условиях автомобили эксплуатируются в широком спектре дорожных условий, которые оказывают как прямое, так и опосредованное влияние на показатели их эксплуатационных свойств и эффективность применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Копотилов В.И. Автомобили. Теоретические основы: учебное пособие для вузов. – Тюмень: ТюмГНГУ, 1999. – 404 с.
2. Литвинов А.С., Фаробин Я.Е. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств: Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.
3. Проходимость автомобиля: учеб. пособие / Л.В. Барахтанов, В.В. Беляков, В.Н. Кравец. – Н. Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т., 1996. – 200 с.

РАСЧЕТ РЕСУРСА СТЕНКИ РЕЗЕРВУАРА РВС-20000 ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ДИАГНОСТИРОВАНИИ

Пимнев А.Л., Снегирева К.Г.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Ресурс стенки резервуара при малоцикловом нагружении определяется на основе механики малоциклового разрушения по методике, согласно которой он определяется как сумма циклов по двум стадиям циклического разрушения: до образования макротрещин и до образования лавинообразной трещины [1]. Эта методика была использована для расчета остаточного ресурса резервуара РВС-20000 в ходе технического диагностирования перед проведением капитального ремонта с целью определения срока службы (рис. 1).

Проанализировав полученную зависимость (сплошная линия) установлено, что при нормативной цикличности, равной 350 циклов в год [2], остаточный ресурс эксплуатируемого резервуара составляет 5 лет, при этом в ходе диагностирования в стенке резервуара была выявлена трещина, что свидетельствует о том, что ресурс уже исчерпан. Объясняется это тем, что при определении остаточного ресурса учитываются только механические характеристики металла резервуара, при этом геометрические несовершенства резервуара не учитываются, а оболочка принимается как идеальный цилиндр. Это приводит к погрешностям при расчетах.

Для анализа и учета влияния несовершенств геометрической формы на напряженно-деформированное состояние резервуара результаты измерений необходимо представлять в виде непрерывной и гладкой функции с выделением высотных изолиний для построения конечно-элементной мо-

дели. Это позволяет повысить точность расчетов при увеличении плотности сетки расчетной схемы без дополнительных натурных измерений.

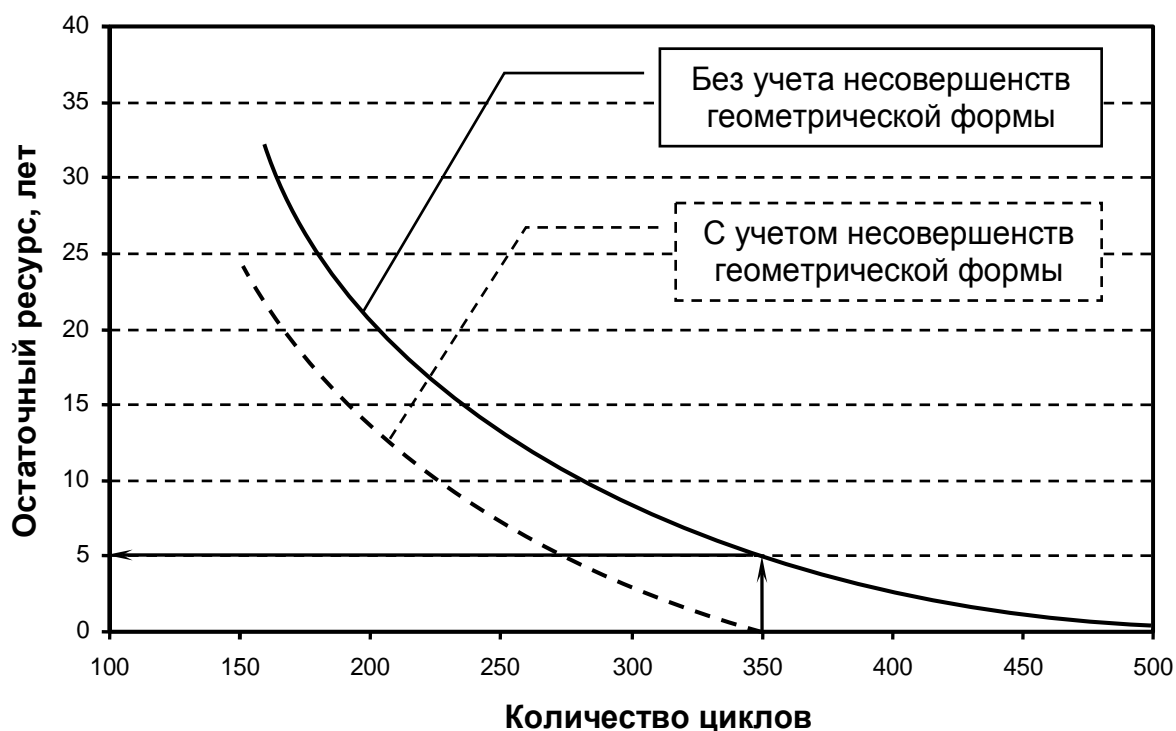


Рис. 1. Зависимость остаточного ресурса резервуара от количества циклов.

Предложенная методика была применена для определения амплитуды напряжений σ_a^* . При этом были использованы значения напряжений, рассчитанные при помощи метода конечных элементов для идеальной оболочки соответствующего типоразмера РВС с учетом несовершенств геометрической формы, полученной на основе технического диагностирования. В результате проведенных расчетов была получена зависимость (прерывистая линия), которая более достоверно описывает ресурс стенки резервуара с учетом несовершенств геометрической формы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по диагностике и оценке остаточного ресурса сварных вертикальных резервуаров / РД 153-112-017-97 / Утв. Приказом Минэнерго России от 01.01.1997; Приказом ОАО «АК «Транснефтепродукт» от 01.01.1997. – М.: «Нефть и газ», 1997.
2. Нормы проектирования стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1 000 – 50 000 куб.м / РД-16.01-60.30.00-КТН-026-1-04 / Утв. Приказом ОАО «АК «Транснефть» от 21.04.2004. – М., 2004.

ЭЛЕКТРОПРИВОДНЫЕ ИНВАЛИДНЫЕ КОЛЯСКИ С ИЗМЕНЯЕМОЙ КОЛЕЁЙ В ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ В САЛОНЕ САМОЛЁТА

Посевкин А.А., Семёнов А.Г., Ткачёв М.А., Элизов А.Д.

*Санкт-Петербургский государственный политехнический университет,
г. Санкт-Петербург*

Индивидуальные транспортные средства для лиц с ограниченными физическими возможностями сегодня – это, предпочтительно, электроприводные кресла-коляски, использование которых возможно в широком спектре эксплуатационных условий, включая относительно узкие проходы между креслами в пассажирском салоне авиалайнера.

Самым распространённым способом поворота колёсных наземных транспортных средств (реализуемым соответствующими устройствами) является кинематический способ с радиусом поворота $R > 0$, при котором соосные (передние и/или задние) колёса поворачивают в одинаковом направлении (по- и/или против часовой стрелки) на угол $\alpha \leq \pm 90^\circ$ посредством рулевого привода, например, рулевой трапеции [1, 2]. Кинематический поворот на месте ($R = 0$) возможен за счёт поворота передних и задних колёс на такие углы $\alpha < \pm 90^\circ$, при которых проекции их осей вращения на горизонтальную плоскость пересекаются в одной общей точке, являющейся центром поворота [3]. В каждом из этих случаев вертикально ориентированная ось поворота колеса, как правило, смещена от статического центра пятна контакта колеса с горизонтальной опорной поверхностью на величину e (и, более того, от колеса в целом) в сторону центральной продольной оси транспортного средства (смещение шкворня), вследствие чего пятно контакта при повороте смещается вперёд или назад (поворачиваемое колесо "обкатывается" вокруг упомянутых вертикальных осей) [1, 2, 4, 5]. Реже встречаются варианты с осью поворота колеса, проходящей через центр пятна контакта (поворачиваемое колесо не "обкатывается") [6]. Так делают, в частности, у малогабаритных (индивидуальных) транспортных средств, шасси роботов и некоторых технологических самоходных машин с мотор-колёсами.

При необходимости оперативного изменения колеи транспортного средства (как колёсного, так и гусеничного) в зависимости от эксплуатационных условий (сужение проезда или ширины грядки в сельском хозяйстве), применяют один из четырёх способов: сдвигают/раздвигают соосные колёса (смещают их вдоль полуосей в противоположные стороны), раздвигают рукава моста; изменяют ширину каждого колеса; переставляют колёса (при несимметричной их конструкции) другой стороной (последний способ – условно оперативный, т.к. требует вывешивания колёс на домкрате и их демонтажа-монтажа) [7, 8].

В упомянутом в источнике информации [8] способе оперативного изменения колеи каждое колесо, расположение которого на транспортном средстве определяет колею, смещают вдоль оси его вращения, причём левое и правое колёса – в противоположные стороны.

Такой способ изменения колеи требует сложной конструкции специального привода и либо энергетически невыгоден (как однозначно силовой, особенно когда наряду с преодолением силы трения приходится компенсировать "бульдозерный эффект"), либо опять-таки требует предварительного вывешивания колёс, а значит, условно оперативен.

Перед авторами была поставлена задача улучшения технико-эксплуатационных показателей (характеристик) транспортного средства за счёт сокращения продолжительности и энергоёмкости процесса изменения колеи, с обеспечением высокой мобильности (маневренности). Это особенно актуально для индивидуальных электроприводных трансформируемых многофункциональных транспортных средств для лиц с ограниченными физическими возможностями («транскутеров» – новой разновидности малоразмерных транспортных средств, над которыми авторы интенсивно работали последние 10 лет). Одна из опций транскутеров предполагает возможность оперативного уменьшения колеи для передвижения по узкому салону авиалайнера.

В порядке решения поставленной задачи авторами разработан и предложен новый способ оперативного изменения колеи самоходного колёсного транспортного средства. В нём каждое колесо, расположение которого на транспортном средстве определяет колею, поворачивают относительно вертикальной оси, смещённой от статического центра пятна контакта колеса с горизонтальной опорной поверхностью в поперечном направлении (то есть перпендикулярно продольной вертикальной плоскости транспортного средства), на 180° .

Предложен также ряд частных решений (в развитие и конкретизацию указанного способа):

- левое и правое колёса поворачивают в неодинаковых направлениях (например, левое – по часовой стрелке, правое – против);
- их поворачивают в указанном диапазоне углов одновременно.

Это, во-первых, исключает потребность, при конструктивной реализации способа, свободы "закатывания" колеса под несущую конструкцию (раму, корпус) транспортного средства вперёд и назад, например через передние и задние симметричные ниши, и, во-вторых, сопровождается большей курсовой устойчивостью при описываемой трансформации (отсутствие реактивных разворачивающих моментов).

Поскольку известные (описанные выше) варианты конструкций не позволяют реализовать такой способ изменения колеи, целесообразно взять за базовое устройство похожий вариант и усовершенствовать (модернизировать) его соответствующим образом.

Целесообразно в качестве такового взять описанное в источнике [9] транспортное средство с передним и двумя задними колёсами, установленными с возможностью принудительного, независимого поворота вокруг вертикальной оси посредством приводов [9]. В нём вертикальные оси поворота, по крайней мере, колёс, определяющих колею, проходят через статические центры пятен их контакта с горизонтальной опорной поверхностью (показано на рис. 4, 8-18 в источнике информации [6]), при этом приводы поворота колёс и компоновка транспортного средства допускают поворот колёс не более чем на $\pm 90^\circ$.

Очевидно, базовому устройству, при всех его положительных качествах (чрезвычайно высокая маневренность за счёт возможности поворота на месте и движения боком), свойственны оговоренные выше недостатки. Главный из них - отсутствует возможность изменения (прежде всего, уменьшения) колеи заявляемым способом (отсутствует необходимое для этого смещение e). Поэтому авторами разработано и предложено (для реализации предлагаемого способа изменения колеи) оригинальное устройство. Это – самоходное колёсное транспортное средство, содержащее несущую конструкцию с устройством для размещения полезной нагрузки, например креслом для пользователя, источником питания, системой управления, по меньшей мере, одним передним и двумя задними колёсами, установленными с возможностью принудительного, независимого поворота вокруг вертикальной оси посредством приводов. Вертикальные оси поворота колёс, определяющих колею, смещены от статических центров пятен их контакта с горизонтальной опорной поверхностью в поперечном направлении. Иначе говоря, перпендикулярно продольной вертикальной плоскости транспортного средства, вовнутрь при максимальной колее и наружу при минимальной колее. Приводы поворота колёс и компоновка транспортного средства допускают поворот колёс на 180° .

Более подробно сущность авторского предложения раскрывается в приведённых ниже примерах реализации.

Самоходное колёсное транспортное средство содержит (рис. 1-3) несущую конструкцию 1 с устройством для размещения полезной нагрузки (кресло 2 для лица с ограниченными физическими возможностями). Другие возможные примеры такого устройства (не показаны) – ёмкость для транспортируемого груза или платформа для размещения манипулятора, телекамеры, спецприборов и др. оборудования теле- и автоматически управляемых роботов. Предусмотрен(ы) источник(и) питания 3 (поз. отсутствует) и система управления (частью – в головке рулевой колонки 5 – поз. отсутствует). Имеются колёса - по меньшей мере, одно переднее 4 и два задних 6, 7. Парные колёса (6, 7) установлены с возможностью принудительного, независимого поворота вокруг вертикальных осей 8, 9 посредством приводов 10, 11. Характерная (отличительная) особенность: вертикальные оси поворота колёс, определяющих колею (в данном примере –

оси 8, 9 поворота колёс 6, 7), смещены от статических центров 12, 13 пятен 14, 15 их контакта с горизонтальной опорной поверхностью 16 в поперечном направлении (т. е. перпендикулярно продольной вертикальной плоскости транспортного средства, вовнутрь при максимальной колее $B_{1(max)}$ и наружу при минимальной колее $B_{1(min)}$) на величину e . При этом приводы 10, 11 и компоновка транспортного средства допускают поворот колёс 6, 7 на 180° .

В частных вариантах выполнения устройства:

- приводы 10, 11 и компоновка допускают поворот колёс не менее чем на 270° при движении по- или против часовой стрелки;
- смещение e осей поворота каждого колеса 6, 7 определяется соотношением $e = 0,25 \cdot (B_1 - B_2)$, где B_1 и B_2 – соответственно максимальная и минимальная колее;
- опоры колёс 6, 7 выполнены в виде Г-образных стоек 17, горизонтальные полки 18 которых при максимальной колее ориентированы вовнутрь, в сторону продольной вертикальной плоскости транспортного средства.

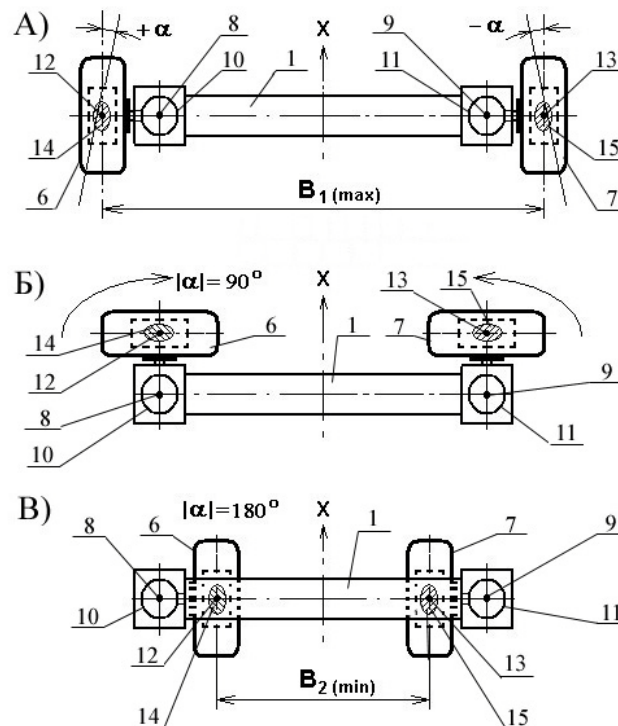


Рис. 1. Схема изменения (уменьшения) колее, где $B_{1(max)}$ и $B_{1(min)}$ – соответственно максимальное и минимальное её значения

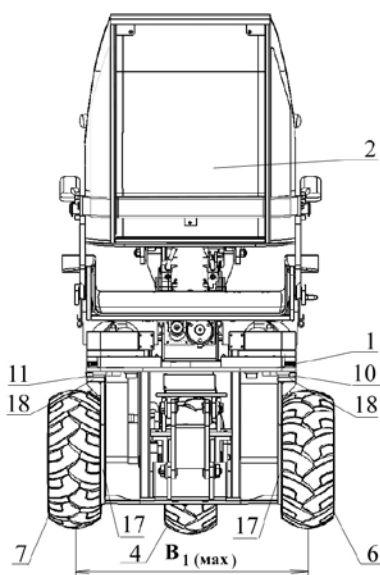


Рис. 2. Экспериментальный образец транспортного средства, вид сзади при максимальной колее

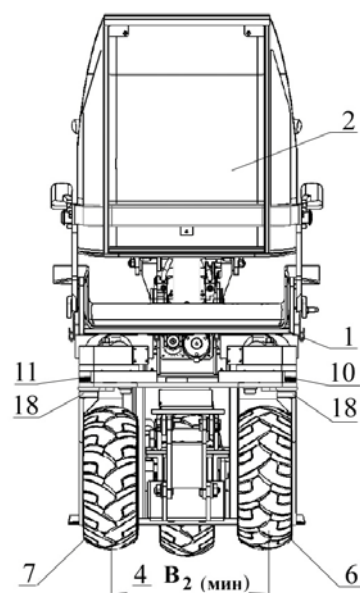


Рис. 3. Экспериментальный образец транспортного средства, вид сзади при минимальной колее

Устройство функционирует следующим образом (процесс изменения колеи в развёрнутом изложении).

При необходимости оперативного изменения колеи (для рассматриваемого случая - движения по проходу салона авиалайнера), каждое колесо, расположение которого определяет колею (6, 7), поворачивают, посредством приводов 10, 11, каждое относительно своей вертикальной оси 8 и 9, смещённой от статического центра (12, 13) пятна контакта (14, 15) колеса с горизонтальной опорной поверхностью, на 180° .

В частных примерах способа поворота:

- левое и правое колёса (6, 7) поворачивают до конца (по обычной схеме поворота) в одинаковых направлениях – левое и правое по- или против часовой стрелки (в любом из этих случаев не сохраняется продольная симметрия транспортного средства, точнее – его шасси);
- левое и правое колёса поворачивают (см. рис. 1) в неодинаковых направлениях – левое по часовой стрелке, правое против часовой стрелки, или наоборот (сохраняется продольная симметрия шасси);
- все колёса (4, 6, 7) поворачивают одновременно (это препятствует возможному рысканию транспортного средства, обуславливает устойчивость, по положению несущей конструкции 1 в пространстве).

Маневренность транспортного средства расширена, в частности, возможностью двигаться боком ("движение крабом") и кинематически поворачивать вокруг центра тяжести. Однако, она дополнительно расширена за счёт возможности движения боком при двух значениях колеи (включая уменьшенное) и, опять же, при двух значениях размаха транспортного средства в повороте на месте. В обоих случаях колёса 4, 6, 7 одновременно поворачивают на соответствующий угол: для движения боком – парал-

лельно друг другу, для поворота на месте с нулевым радиусом – по касательной к окружности с общим центром.

Выбор конкретного варианта при использовании авторского предложения зависит от спектра технико-эксплуатационных и экономических требований и производится в каждом конкретном случае.

Вывод: предложенное техническое решение позволяет улучшить технико-эксплуатационные показатели транспортного средства за счёт сокращения продолжительности и энергоёмкости процесса изменения колеи, с обеспечением высокой мобильности (маневренности). Это, особенно актуально для транскутеров, одна из опций которых предполагает возможность оперативного уменьшения колеи для передвижения по узкому салону авиалайнера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Устройство управления четырёхколёсным транспортным средством / JP 57-39991, МКИ В62D 7/06, Публ. 24.08.1982, № 2-1000.
2. Система рулевого управления с усилителем / GB 2041849, МКИ В62D 5/06, НКИ В7Н, Публ. 17.09.1980, № 4779.
3. Способ поворота транспортного средства со всеми ведущими и поворотными колёсами и устройство для его осуществления / SU 1331717, МКИ В62D 7/14, Публ. 23.08.1987, № 31.
4. Смирнов Г.А. Теория движения колёсных машин: Учеб. для студентов автомобильных специальностей вузов. – М.: Машиностроение, 1981. – 271 с., ил. – С. 183.
5. Иванов В.В. и др. Основы теории автомобиля и трактора. Учеб. Пособие для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1977. – 245 с., ил. – С. 130-131, рис. 59, 60, 62.
6. Система привода ведущих колёс транспортного средства / JP 61-184127, МКИ В60К 17/30, Публ. 08.01.1987, № М-551.
7. Колесо с раздвижным ободом / SU 439414, М.Кл. В60В 3/02, 23/12, Публ. 26.02.1975, № 30.
8. Иванов В.В. и др. Основы теории автомобиля и трактора. Учеб. Пособие для вузов. Изд. 2-е, перераб. И доп. – М.: Высшая школа, 1977. – 245 с., ил. – С. 191, 5-ый абзац.
9. Персональное самоходное транспортное средство (варианты) / RU 2309716 С2, А 61G 5/04, D62D 53/02, Публ. 10.11.2007, № 31.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИЗМЕНЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ЗАСОРЕНИЯ МАСЛЯНЫХ (ТОНКОЙ ОЧИСТКИ) И ВОЗДУШНЫХ ФИЛЬТРОВ АВТОМОБИЛЕЙ КАМАЗ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СЕЗОННЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Прохорченко Е.С.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Целью экспериментальных исследований являлась проверка гипотез о видах математических моделей влияния эксплуатационных факторов на интенсивность засорения масляных фильтров автомобилей, определение численных значений параметров данных моделей.

Таблица 1

Результаты сбора данных

Месяц	Температура воздуха, °С	Доля дней с осадками	Осадки, мм	Скорость ветра, м/с	Относительная влажность, %	Средняя техническая скорость, км/ч	Среднесуточный пробег, км	Масса загрязнений, г	Масса загрязнений, г
Январь	-14	0,45	12	4,4	80	40,5	308	82,1	100
Февраль	-12	0,35	12	4,4	71	38	306	82,7	120
Март	-4	0,39	12	4,4	61	37,6	302	85	130
Апрель	3	0,29	20	5	52	34,7	271	85,5	160
Май	10	0,35	43	5	47	35,3	270	85,3	210
Июнь	16	0,41	68	3,9	50	34,2	264	98,9	240
Июль	18	0,49	78	3,3	56	32,8	264	97,8	240
Август	15	0,4	66	3,9	60	30,9	242	96,9	220
Сентябрь	9	0,44	43	4,4	63	29,9	234	87,7	200
Октябрь	1	0,45	27	4,4	70	31,6	244	86	150
Ноябрь	-6	0,44	20	5	78	34	258	86,7	125
Декабрь	-11	0,54	17	4,4	79	36	277	81,3	100

Эксперимент проводился в несколько этапов.

1. Сбор статистических данных об условиях эксплуатации автомобилей КамАЗ.
2. Сбор данных об интенсивности эксплуатации автомобилей КамАЗ.

3. Сбор данных об интенсивности засорения масляных и воздушных фильтров автомобилей КамАЗ.

В табл. 1 представлены результаты сбора экспериментальных данных.

На рис. 1 представлены графики изменения сезонных факторов в течение года.

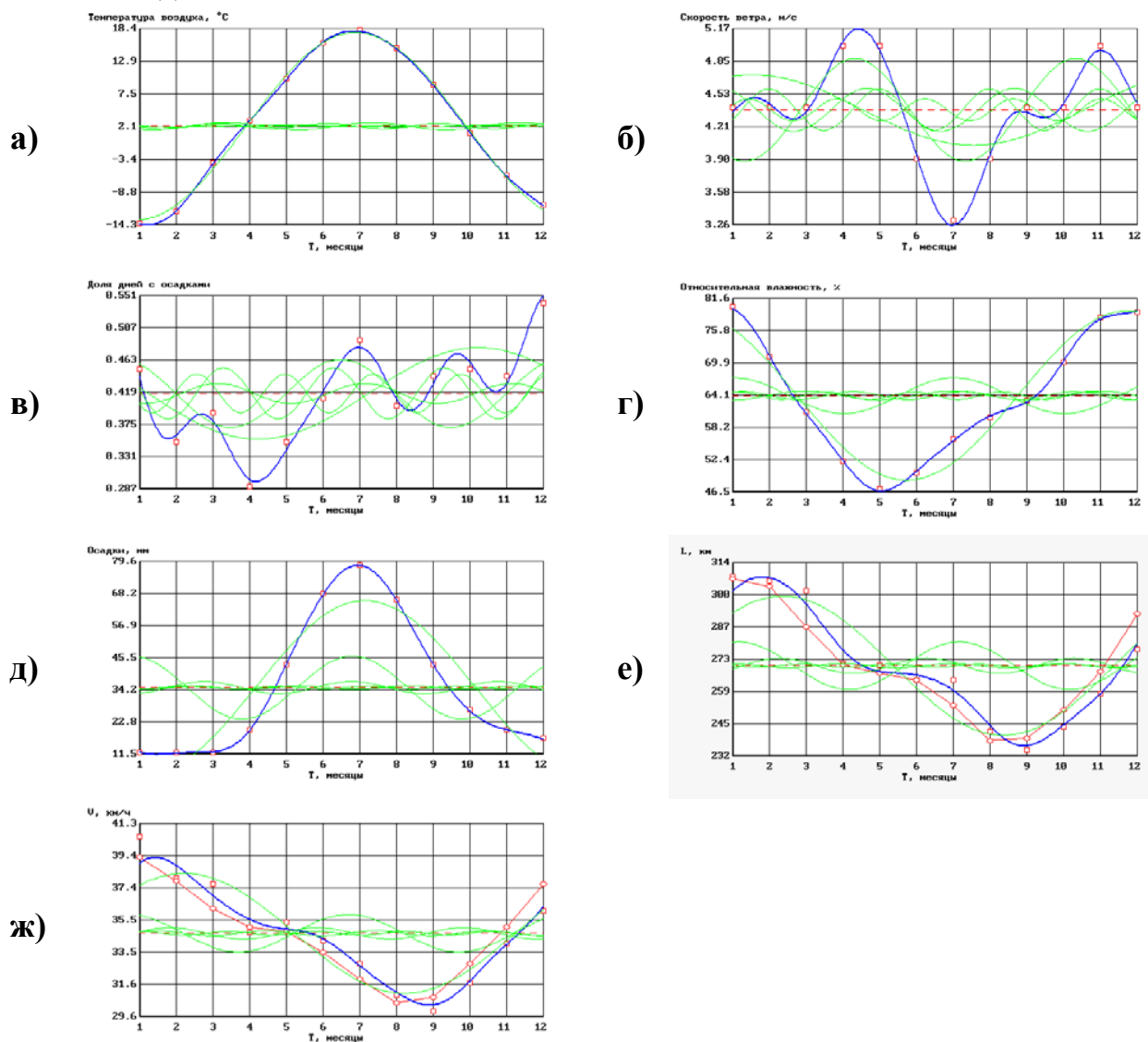


Рис. 1. Изменение по времени сезонных факторов (экспериментальные точки, аппроксимирующие кривые и гармоники 1...5 порядков): а – температуры воздуха; б – скорости ветра, в – доли дней с осадками; г – относительной влажности воздуха; д – количества осадков; е – среднего суточного пробега автомобилей; ж – средней технической скорости движения автомобилей

Температура воздуха, °C

$$t = 2,1 + 15,5 \cdot \cos(30(T - 6,9)). \quad (1)$$

Доля дней с осадками

$$D = 0,42 + 0,06 \cdot \cos(30(T - 10,1)) + 0,04 \cdot \cos(30(2 \cdot T - 1,0)). \quad (2)$$

Осадки, мм

$$h = 34,8 + 29,7 \cdot \cos(30(T - 7,6)). \quad (3)$$

Скорость ветра, м/с

$$V = 4,3 + 0,33 \cdot \cos(30(T - 1,5)) + 0,36 \cdot \cos(30(2 \cdot T - 8,7)). \quad (4)$$

Относительная влажность, %

$$B = 63,9 + 13,9 \cdot \cos(30(T - 11,7)) + 2,2 \cdot \cos(30(2 \cdot T - 2,2)). \quad (5)$$

Средняя техническая скорость автомобиля, км/ч

$$V_m = 34,6 + 3,4 \cdot \cos(30(T - 2,2)). \quad (6)$$

Средний суточный пробег автомобиля, км

$$L = 270 + 27,8 \cdot \cos(30(T - 2,4)). \quad (7)$$

Далее анализировалось взаимное влияние эксплуатационных факторов. Составлялась матрица корреляционных полей (рис. 2) и матрица коэффициентов парной корреляции.

Анализ полученных результатов показал, что:

1 – все рассматриваемые факторы существенно циклически меняются в течение года;

2 – изменение факторов по времени с достаточной точностью описывается гармоническими моделями;

3 – наиболее значима во всех случаях первая гармоника (с периодом 1 год), существенно ниже влияние второй гармоники (с периодом 1/2 года), влияние остальных гармоник статистически не значимо.

Интенсивность засорения масляных фильтров автомобилей КамАЗ, грамм (табл. 1, рис. 3)

$$U_m = 10,9 + 2 \cdot \cos(30(7,9 - 2,4)). \quad (8)$$

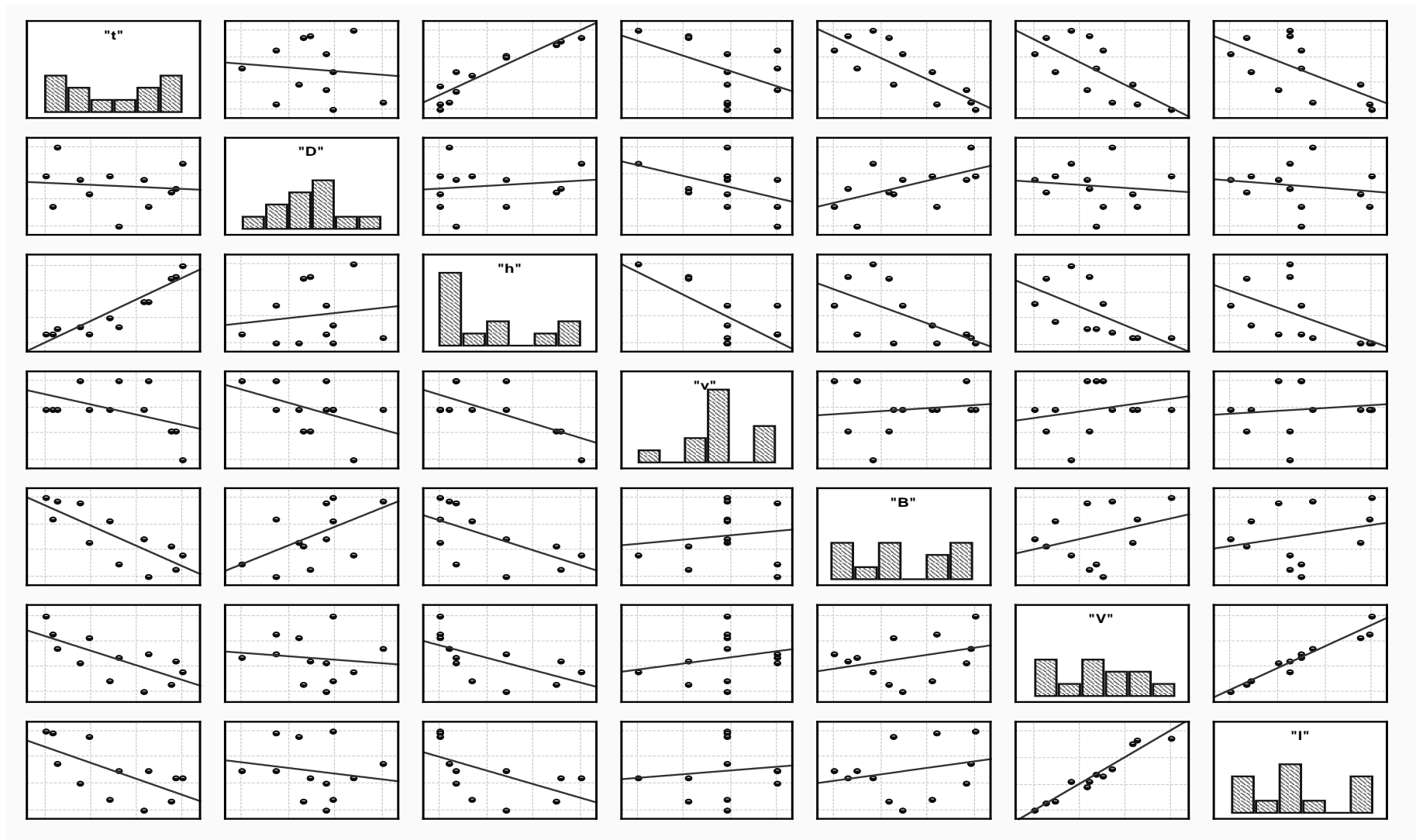


Рис. 1. Матрица корреляционных полей взаимосвязи эксплуатационных факторов

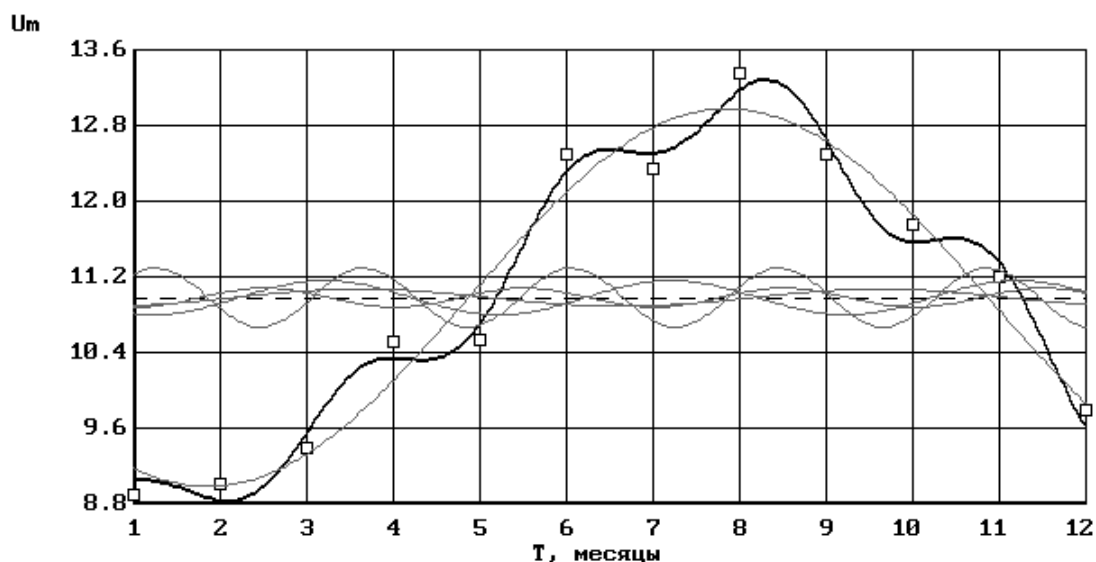


Рис. 3. Изменение по времени интенсивности засорения масляных фильтров (экспериментальные точки, аппроксимирующие кривые и гармоники 1...5 порядков)

Интенсивность засорения воздушных фильтров автомобилей КамАЗ, грамм (табл. 1, рис. 6)

$$U_v = 21,0 + 10,4 \cdot \cos(30(7,1 - 2,4)). \quad (10)$$

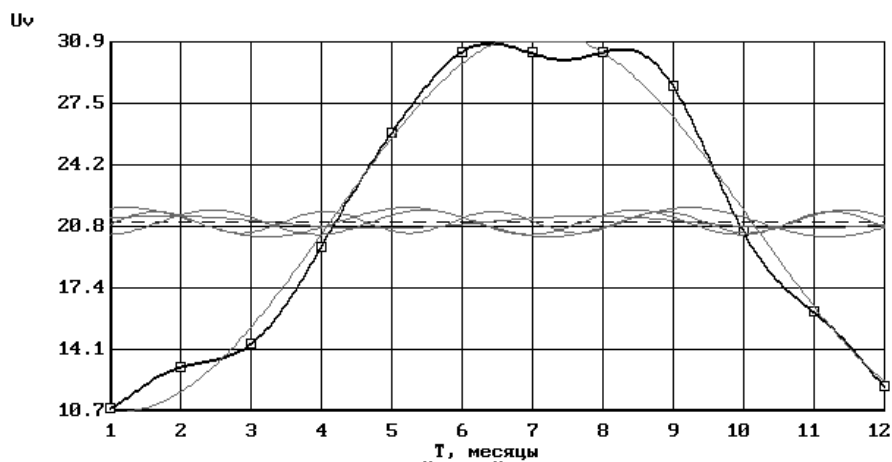


Рис. 5. Изменение по времени интенсивности засорения воздушных фильтров (экспериментальные точки, аппроксимирующие кривые и гармоники 1...5 порядков)

Далее проводился анализ влияния эксплуатационных факторов на интенсивность засорения воздушных фильтров автомобилей. Составлялась матрица коэффициентов парной корреляции (рис. 7).

	"t"	"D"	"h"	"v"	"B"	"V"	"I"
Varia							
"Uv"	,9817	-,0684	,9338	-,4744	-,7314	-,7638	-,7198
	0 p=,833		0 p=,119	p=,007	p=,004	p=,008	

Рис. 6. Матрица коэффициентов парной корреляции эксплуатационных факторов и интенсивности засорения воздушных фильтров автомобилей (красным цветом помечены коэффициенты корреляции вероятность значимости которых выше 0,95)

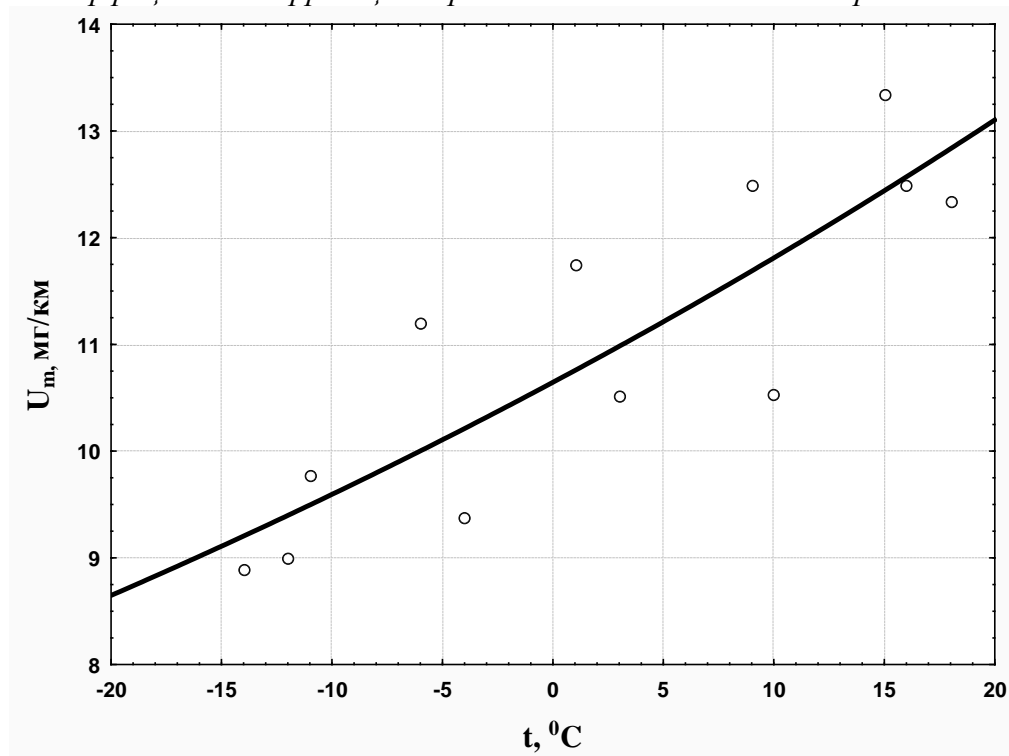


Рис. 7. Влияние температуры воздуха на интенсивность засорения масляных фильтров

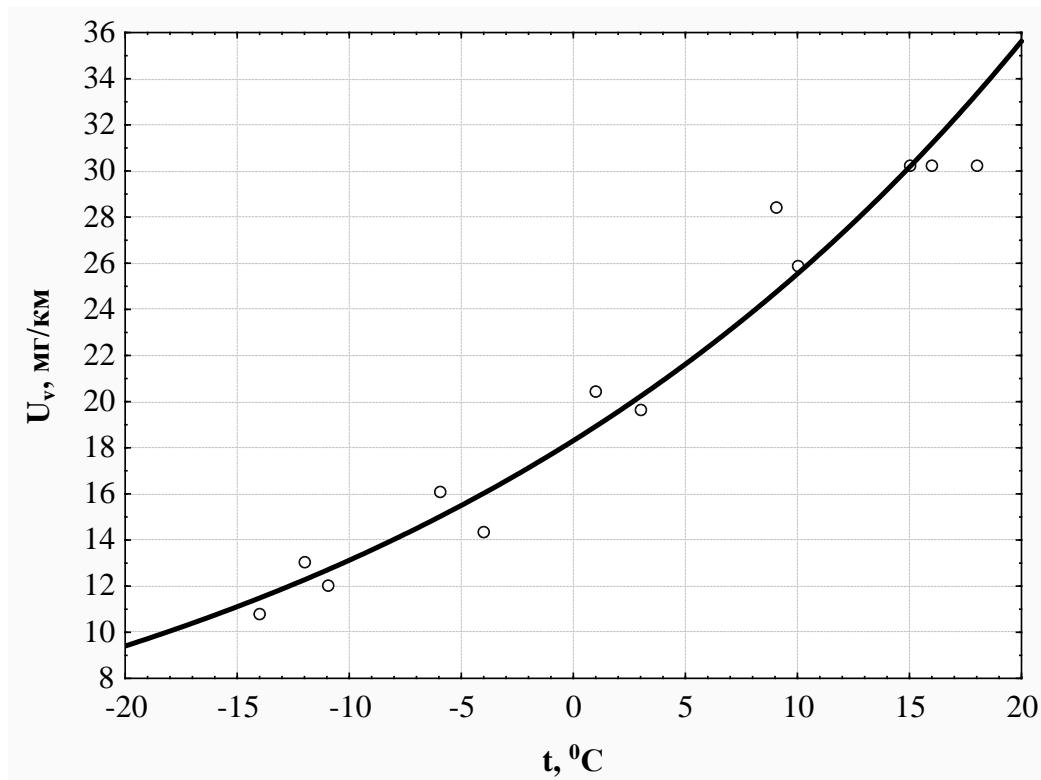


Рис. 8. Влияние температуры воздуха на интенсивность засорения воздушных фильтров

Интенсивность засорения масляных и воздушных фильтров коррелирует с температурой воздуха, количеством осадков, средним суточным пробегом, средней технической скоростью.

Исходя из того, что выше перечисленные факторы статистически значимо коррелируют между собой, в модели оставляем один фактор – температуру воздуха.

$$U_m = 10,65 \cdot e^{0,01t} \quad (9)$$

$$U_v = 18,3 \cdot e^{0,033t} \quad (10)$$

В результате проведенных экспериментальных исследований проверены гипотезы о видах математических моделей влияния эксплуатационных факторов на интенсивность засорения масляных фильтров автомобилей, определены численные значения параметров данных моделей.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТОВ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

Рассоха В.И., Исхаков М.М.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Резкое увеличение численности подвижного состава коммерческого маршрутного пассажирского транспорта в последние годы привело к тому, что улично-дорожные сети большинства крупных и средних городов России оказались перегруженными. В ряду проблемных участков одно из «почетных» мест занимают остановочные пункты городского пассажирского транспорта, которые, вследствие недостаточной пропускной способности, создают значительные помехи движению транспортных потоков и становятся причиной возникновения заторов [1].

В разные годы вопросами, так или иначе связанными с остановочными пунктами – определением оптимального места расположения и геометрических параметров, расчетом пропускной способности, повышением качества обслуживания пассажиров, безопасности дорожного движения и экологической безопасности – занимались Л.Л. Афанасьев, М.Д. Блатнов, Г.А. Варелопуло, Е.П. Володин, В.Д. Герами, И.М. Головных, В.А. Гудков, И.П. Димова, И.С. Ефремов, А.В. Зедгенизов, П.А. Кулько, М.Ю. Марушкеев, Л.Б. Миротин, А.Ю. Михайлов, И.В. Спирин, А.Т. Таранов, В.Н. Федотов, М.В. Хрущев, Г.А. Чернова и другие отечественные авторы. Несмотря на значительные результаты, полученные ими, нельзя не отметить механистичности подхода к исследованию функционирования остановоч-

ных пунктов. Складывается впечатление, что в используемых моделях как со стороны водителей транспортных средств, участвующих в дорожном движении, так и со стороны потенциальных пассажиров маршрутных транспортных средств, участвуют некие роботы, действия которых изначально запрограммированы. Вместе с тем, влияние «человеческого фактора» огромно и сказывается, например, на выборе водителем маршрутного транспортного средства места остановки на/перед/за остановочным пунктом, на выборе потенциальными пассажирами маршрутного транспортного средства для поездки, исходя из своих наклонностей и привычек, на других «мелочах», тем не менее, в значительной степени определяющих время обслуживания пассажиров на остановочных пунктах [2, 3]. Авторам представляется, что в этом и заключается основная причина расхождения расчетных и реальных показателей пропускной способности остановочных пунктов.

В связи с этим, авторы считают, что назрела необходимость коррекции общепризнанной и широко используемой в моделировании системы «Водитель – Автомобиль – Дорога – Среда». В частности, в системе ВАДС необходимо из подсистемы «Дорога» на правах полноценной подсистемы выделить «Остановочный пункт» и ввести дополнительно подсистему «Пассажир». В результате получаем систему «Водитель – Автомобиль – Дорога – Среда – Пассажир – Остановочный пункт» (ВАДСПО), укрупненно представленную на рис. 1.

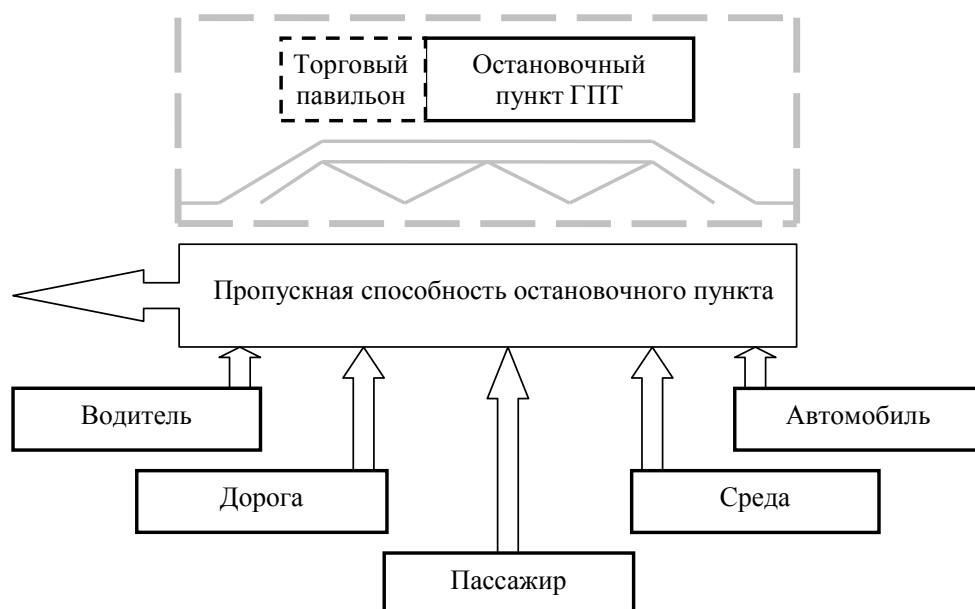


Рис. 1. Система ВАДСПО

Анализ системы позволил выявить 76 факторов, в той или иной степени влияющих на пропускную способность остановочных пунктов город-

ского пассажирского транспорта. Факторы, разнесенные по соответствующим подсистемам, представлены на рис. 2-4.

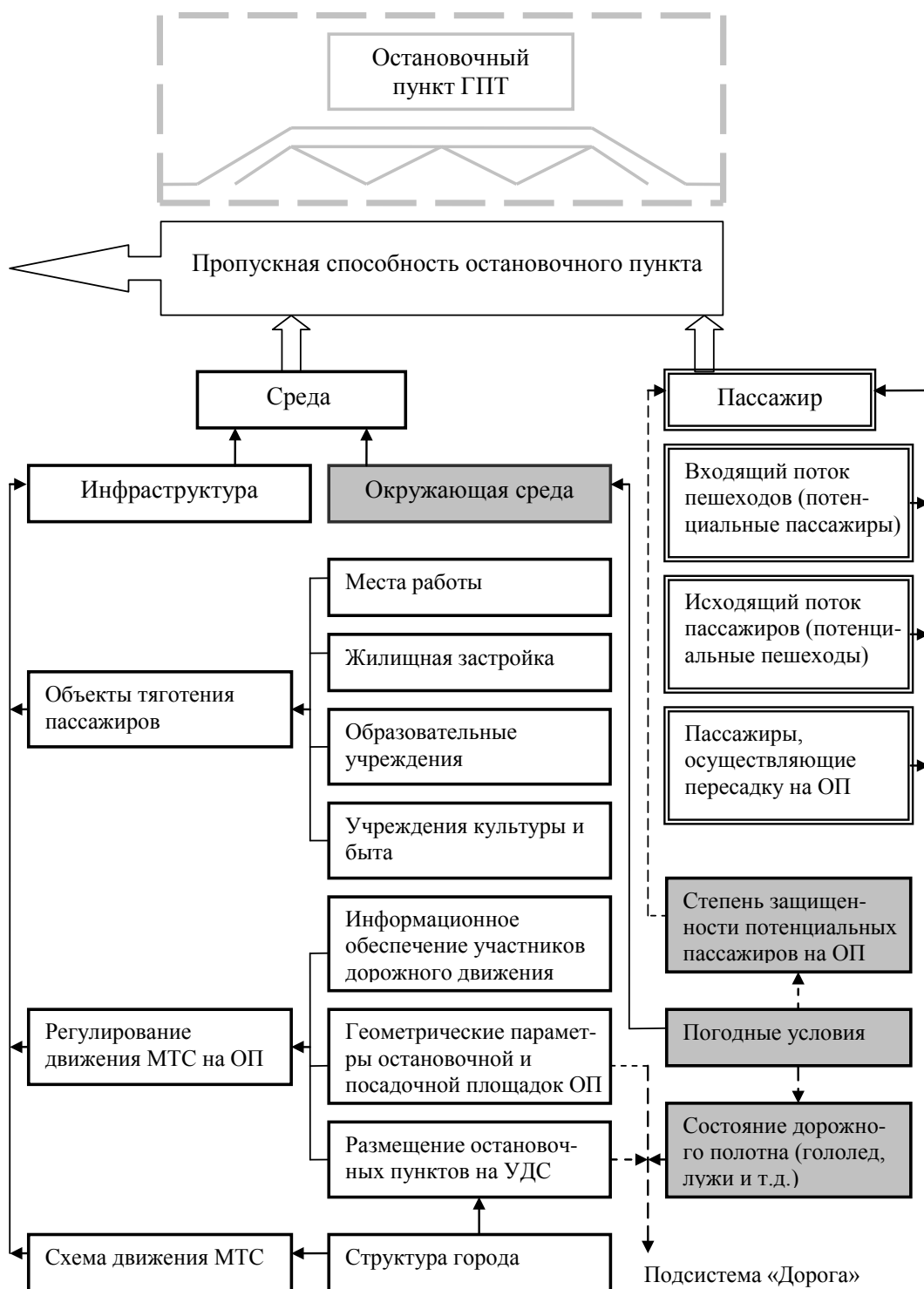


Рис. 2. Схема факторов, входящих в подсистемы «Среда» и «Пассажир»: ГПТ - городской пассажирский транспорт; ОП – остановочный пункт; УДС - улично-дорожная сеть; МТС – маршрутное транспортное средство



Рис. 3. Схема факторов, входящих в подсистемы «Автомобиль» и «Дорога»

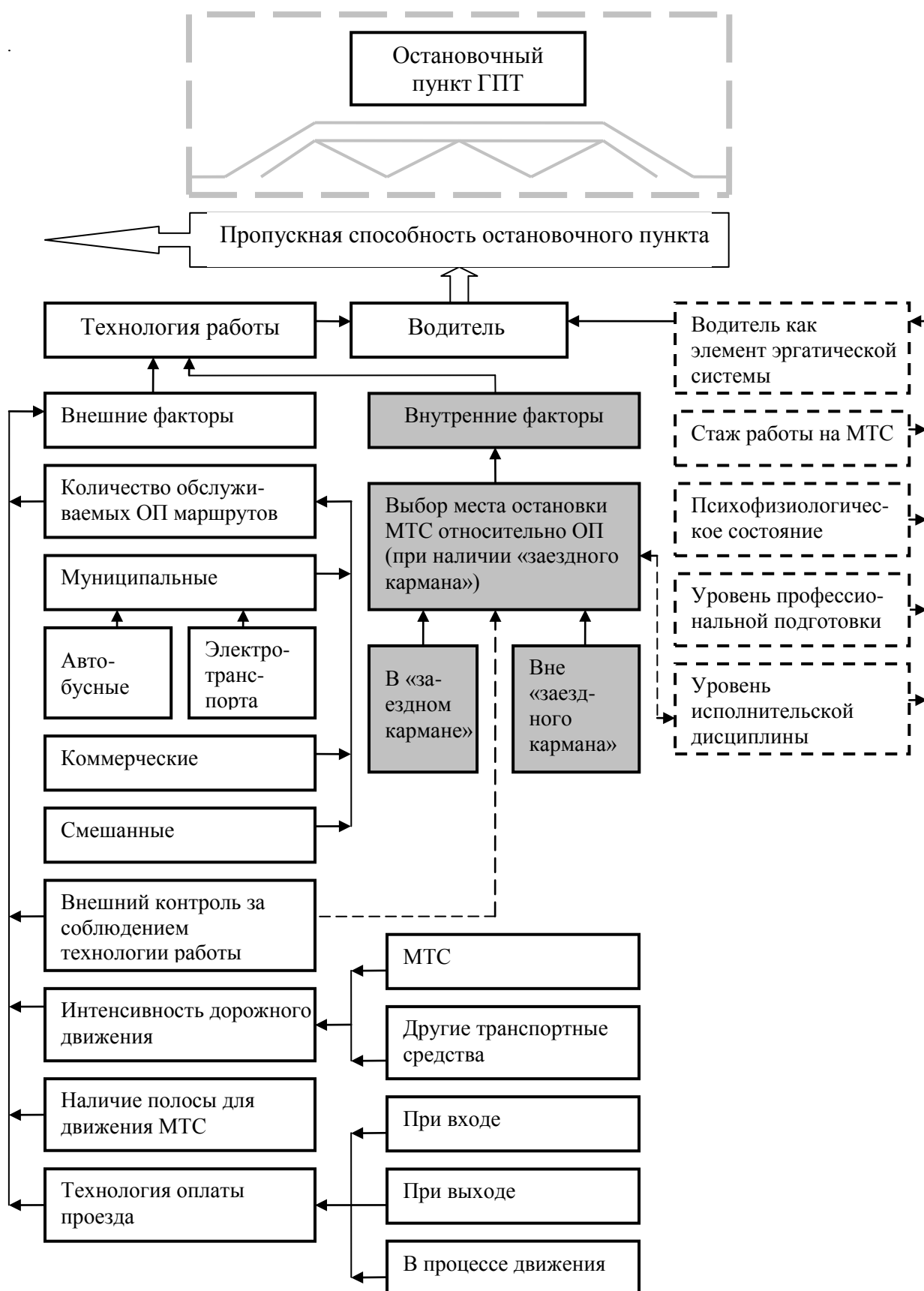


Рис. 4. Схема факторов, входящих в подсистему «Водитель»

ЛИТЕРАТУРА

1. Исхаков, М.М. Комплексное исследование остановочных пунктов городского пассажирского транспорта г. Оренбурга / М.М. Исхаков, В.И. Рассоха // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2007. - № 9(73). - С. 207-214.
2. Исхаков, М.М. «Человеческий фактор» в организации работы маршрутных транспортных средств на остановочных пунктах / М.М. Исхаков, В.И. Рассоха // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2008. - № 1(80). - С. 144-149.
3. Исхаков, М.М. Проблемы в организации работы маршрутных транспортных средств на остановочных пунктах / М.М. Исхаков, В.И. Рассоха // Проблемы эксплуатации и обслуживания транспортно-технологических машин : материалы международной научно-техн. конференции. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2008. - С. 63-67.

ВЛИЯНИЕ СИЛЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ВЕТРА НА ПРИСПОСОБЛЕННОСТЬ АВТОМОБИЛЯ К ЗИМНИМ УСЛОВИЯМ ЭКСПЛУАТАЦИИ.

Резник Л.Г., Бахмат В.Г.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

В статье описывается постановка задачи о влиянии низкой температуры окружающего воздуха и направления ветра на эффективность работы двигателя в зависимости от конструктивных особенностей расположения двигателя.

Проблеме снижения эффективности эксплуатации автомобилей в зимних условиях посвящено большое количество работ различных авторов: Авдонькина Ф.Н., Бакуревича Е.С., Толкачева С.С. и Шевелева Ф.Н., Великанова Д.П., Говорущенко Н.Я., Иларионова В.А., Колесника П.А. и Шейнина В.А., Эртмана С.А., Резника Л.Г. и многих других. Исследования влияния зимних условий эксплуатации на работу автомобильного транспорта проводились в НИИАТ, НАМИ, МАДИ, СиБАДИ, ТюмГНГУ, а также в других организациях и учреждениях.

Ухудшение эффективности и качества автомобилей зимой исследователи связывают, как правило, с ухудшением температурного режима двигателей.

Снижение эффективности работы двигателя в зимних условиях сказывается, прежде всего, на легкости запуска непрогретого агрегата, на интенсивности износа его деталей, на расходе топлива.

Дифференцированное влияние зимних условий на температурный режим двигателей автомобилей различных марок и моделей обусловлено различным уровнем приспособленности этих автомобилей к зимним условиям [3].

Определение приспособленности, как одной из наиболее важных характеристик качества автомобиля, впервые сформулировано и обосновано

проф. Л.Г. Резником: "Под приспособленностью автомобилей понимается их свойство обеспечивать в определенных условиях использования заданные значения эксплуатационных показателей".

Исследователи отмечают, что одним из резервов повышения эффективности использования автомобильного транспорта является улучшение уровня приспособленности автомобилей разных моделей к тем или иным условиям эксплуатации.

Во время эксплуатации на автомобиль действует совокупность факторов внешней среды, которые различаются по механизму влияния на транспортное средство. В их числе природно-климатические, дорожные, транспортные и организационные факторы. Если автомобиль не приспособлен к таким условиям эксплуатации, т.е. эксплуатация проходит в отличных от стандартных (нормальных) условиях, то такие условия называют суровыми. Для повышения эффективности работы автомобилей и обеспечения сопоставимости различных суровых факторов условий эксплуатации необходимо учитывать влияние каждого из переменных факторов внешней среды, а также их совместное влияние. При этом возникает необходимость сравнивать различные по природе возникновения и физической сущности факторы, ранжировать их между собой, обоснованно выбирать конструкторско-технологические, эксплуатационные и прочие меры, обеспечивающие эффективность работы автомобиля в заданных суровых условиях внешней среды [4].

В целях оценки суровости условий эксплуатации автомобилей для обеспечения сопоставимости различных факторов применена универсальная шкала суровости H , предложенная профессором Л.Г. Резником. Шкала суровости основана на использовании индекса суровости, который представляет собой количественный показатель степени отличия условий эксплуатации от стандартных. Минимальному значению суровости соответствует наименьшее отклонение значения фактора. В стандартных, нормальных условиях критерий суровости $h = 0$. Именно в стандартных условиях автомобиль имеет номинальные значения показателей эффективности и качества, которые и приводятся в нормативно-технической документации. Поэтому за начало отсчета суровости факторов приняты *стандартные* (нормальные) значения факторов условий эксплуатации автомобиля.

Максимальному значению суровости фактора h_{max} соответствует наибольшее возможное отклонение показателя фактора от стандартного значения. Это значение выбирается, исходя из анализа изменений фактора.

Таким образом, значение индекса суровости изменяется от наименьшего значения $h = 0$ до наибольшего h_{max} . Диапазон изменения индекса суровости является одинаковым для разных факторов, и шкала суровости принимается равномерной.

Для обеспечения сопоставимости уровней суровости разных факторов максимальное значение индекса суровости h_{max} для всех переменных

факторов одинаково и принимается равным 12 баллам. Из этого следует, что шкала суровости условий эксплуатации имеет пределы $0 \leq h \leq 12$ [3]

Так как важнейшими климатическими факторами, учитываемыми при решении вопросов, связанных с зимней эксплуатацией автомобилей, являются температура воздуха и скорость ветра, именно с этими факторами связана оценка влияния климатических условий на температурный режим двигателя.

Максимальным значением отклонения температуры окружающего воздуха от температуры при стандартных условиях является температура минус 60 °С. Это значение температуры для РФ и многих других стран является наиболее низким, поэтому именно этой температуре соответствует наибольший индекс суровости h_{max} . В таблице 1 приведены интервалы суровости по температуре окружающего воздуха.

Таблица 1

Интервалы суровости по температуре окружающего воздуха

Наименование интервала	Интервал температур воздуха, °С	Средняя температура интервала, °С	Интервал суровости, R	Средняя суровость интервала, R
Умеренный I	[-10; 0)	-5	[0; 2)	1
Умеренный II	[-20; -10)	-15	[2; 4)	3
Умеренно-суровый	[-30; -20)	-25	[4; 6)	5
Суровый I	[-40; -30)	-35	[6; 8)	7
Суровый II	[-50; -40)	-45	[8; 10)	9
Очень суровый	[-60; -50)	-55	[10; 12]	11

При характеристике суровости условий по скорости ветра в качестве наибольшего отклонения от стандартного значения (0 м/с) h_{max} принимается скорость ветра 12 м/с, согласно ГОСТ 16350-80 "Климат СССР. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей". Хотя абсолютный максимум скорости ветра превышает 12 м/с, экспериментальные исследования влияния скорости ветра на темп охлаждения двигателя, проведенные в Тюменском государственном нефтегазовом университете на кафедре «Эксплуатация автомобильного транспорта», показали, что изменение темпа охлаждения двигателей происходит при увеличении скорости ветра до 10 ... 12 м/с. Дальнейшее увеличение скорости ветра не оказывает влияния на изменение темпа охлаждения двигателей. В таблице приведены интервалы суровости по скорости ветра.

Таблица 2.

Интервалы суровости по скорости ветра

Наименование интервала	Интервал скорости ветра, м/с	Средняя скорость ветра, м/с	Интервал суровости, в баллах R	Средняя суровость интервала, R
Умеренный	0 ... 2,9	1,5	[0, 3]	1,5
Умеренно-суровый	3,0 ... 5,9	4,5	(3, 6]	4,5
Суровый	6,0 ... 8,9	7,5	(6, 9]	7,5
Очень суровый	9,0 ... 12 и более	10,5	(9, 12]	10,5

Одним из показателей эффективной работы двигателя является темп его прогрева и охлаждения.

В изученной литературе влияние отрицательной температуры окружающего воздуха и ветра на установленный в автомобиле двигатель изучено мало, хотя влияет на уровень приспособленности автомобиля к суровым условиям.

При расчетах влияния ряда факторов, таких как температура внешней среды, направление и сила ветра, наличие осадков и др. следует использовать одну из двух моделей:

- Модель 1. Двигатель расположен в подкапотном пространстве (рис.1).

Такая компоновка характерна для большинства легковых автомобилей.

При расчете темпа нагрева или охлаждения, двигатель следует представлять как шар помещенный в полый цилиндр, закрытый с одной стороны.



Рис.1 Двигатель расположен в подкапотном пространстве

- Модель 2. Двигатель расположен под кабиной (рис. 2).

Такое расположение двигателя встречается преимущественно у грузовых автомобилей.

При расчете темпа нагрева или охлаждения, двигатель следует представлять как шар находящийся внутри двух ограждающих конструкций.

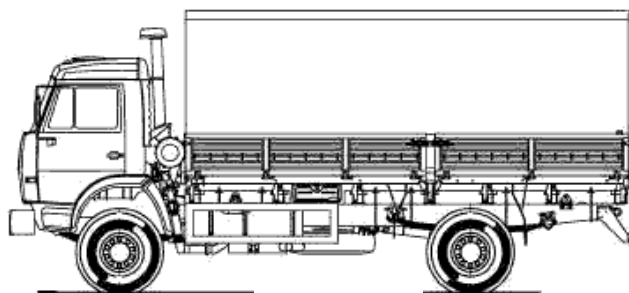


Рис. 2. Двигатель расположен под кабиной

Первая расчетная модель более простая для теплофизического расчета и может быть описана формулами свободной конвекции сплошного шара внутри полого цилиндра (оболочки). И уравнениями вынужденной конвекции обтекания цилиндра с учетом продольного и поперечного вектора скорости потока. При этом необходимо учесть возможное нарушение режима свободной конвекции в подкапотном пространстве, при сильном ветре, проникающем через торцевую стенку цилиндра, которая в реальных условиях является радиатором и решеткой радиатора. При поперечном обдуве, таким нарушением можно пренебречь. Так же на стадии прогрева можно пренебречь лучистым теплообменом между двигателем и ограждающими конструкциями, так как процесс начинается при низких температурах и продолжается до достижения температур наружной поверхности двигателя исключаящих существенное влияние излучения [5].

При расчете второй модели так же должны быть использованы уравнения свободной и вынужденной конвекции, но придется дважды учитывать сопротивление ограждающих поверхностей, что значительно затрудняет расчеты. В связи с тем что не известны теплопроводящие свойства кабины и конструкции, ограждающей двигатель от кабинного пространства.

В практическом отношении расчеты по приведенным ранее моделям позволяют определить оптимальное расположение транспортного средства на стоянке, с точки зрения скорости охлаждения и прогрева двигателя, учитывая направление и скорость ветра, а так же конструктивные особенности автомобиля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бахмат Г.В., Тюлькин В.А. Коэффициент приспособленности автомобиля к зимним условиям эксплуатации // Известия вузов. Нефть и газ, - 1999, № 3. - С. 92 - 101.
2. Кислицын А.А., Шабаров А.Б. УМК по дисциплине "Тепломассообмен" для студентов ОДО специальности "Теплофизика". - Тюмень: ТюмГУ, 2007. - 219 с.
3. Резник Л.Г., Петров А.И. Основные направления, цели и задачи теории приспособленности автомобиля к суровым условиям эксплуатации // Проблемы эксплуата-

ции машин в суровых условиях Сибири: Межвузовский сб. научн. тр./ ТюмИИ - Тюмень, 1991. - С. 3-4.

4. Тюлькин В.А. Оценка приспособленности автомобилей к зимним условиям эксплуатации по темпу охлаждения двигателя / Диссертация на соискание ученой степени кандидата техн. наук. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2000. - 136 с.

5. Эртман С.А. Приспособленность автомобилей к зимним условиям эксплуатации по температурному режиму двигателей / Диссертация на соискание ученой степени кандидата техн. наук. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2000. - 136 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИСПОСОБЛЕННОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН К ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ ТЕМПЕРАТУРАМ ВОЗДУХА ПО КОЭФФИЦИЕНТУ СОПРОТИВЛЕНИЯ КАЧЕНИЮ

Резник Л.Г., Лямзин А.М.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

В современных условиях рыночной экономики особенно актуальна проблема экономного расхода топлива автомобилями. Большая часть автомобилей в России значительное время работает при низких температурах окружающего воздуха.

Под влиянием зимних условий эксплуатации существенно изменяется расход топлива, что объясняется повышением сопротивления движению. Потери на качение шин составляют значительную долю в общем балансе сопротивления движению автомобиля. Эти потери принято оценивать коэффициентом сопротивления качению. Большое влияние при эксплуатации автомобилей на сопротивление движению оказывают различные типобразующие особенности шин. Эта зависимость особенно значительно проявляется при эксплуатации автомобилей в зимних условиях и обусловлена различным уровнем приспособленности шин различных марок и моделей.

Методика нормирования расхода топлива действующая в настоящее время не учитывает влияние характеристик используемых шин на изменение расхода топлива, что препятствует объективному нормированию и ведёт к снижению эффективности автомобильного транспорта в зимних условиях эксплуатации.

Таким образом, для повышения эффективности использования автомобилей зимой необходима объективная оценка приспособленности шин по коэффициенту сопротивления качению. Поэтому работа, посвященная влиянию низкотемпературных условий эксплуатации автомобилей на сопротивление качению автомобильных шин, является актуальной.

При эксплуатационных испытаниях автомобильных шин в протокол заносятся присущие шине признаки путем анализа ее маркировки. В

таблице 1 представлены численные значения параметров математической модели и статистических характеристик для испытанных автомобильных шин. На рис. 1 представлена зависимость сопротивления качению автомобильных шин от температуры воздуха (1 – Omskshina, 2 – Rosava, 3 – Toyo).

Анализ кривой зависимости коэффициента сопротивления качению от температуры окружающего воздуха в системе прямоугольных координат дает возможность применить эмпирическую формулу вида:

$$f = a \cdot e^{-b \cdot T},$$

где a, b – параметры модели;

T – температура окружающего воздуха.

Таблица 1

Численные значения параметров и статистических характеристик математической модели для автомобильных шин

Параметры, статистические характеристики	Значение показателей для автомобильных шин		
	Toyo GRG30 175/70R13	Omskshina O-144 175/70R13	Rosava BC-11 175/70R13
a	0,0063	0,0144	0,0107
b	- 0,0309	- 0,0147	-0,039
Коэффициент корреляции	-0,97	-0,98	0,99
Коэффициент детерминации	0,95	0,96	0,99
Средняя ошибка аппроксимации	0,045	0,018	0,008
Дисперсионное отношение Фишера	10,96	16,69	213,24
Уровень адекватности	0,9	0,9	0,95

В результате эксплуатационных испытаний определены численные значения коэффициента приспособленности автомобильных шин. Установлена принадлежность каждой из них к одному из трех диапазонов приспособленности. В итоге были получены исходные данные для многомерного анализа - матрица “шина - признак”.

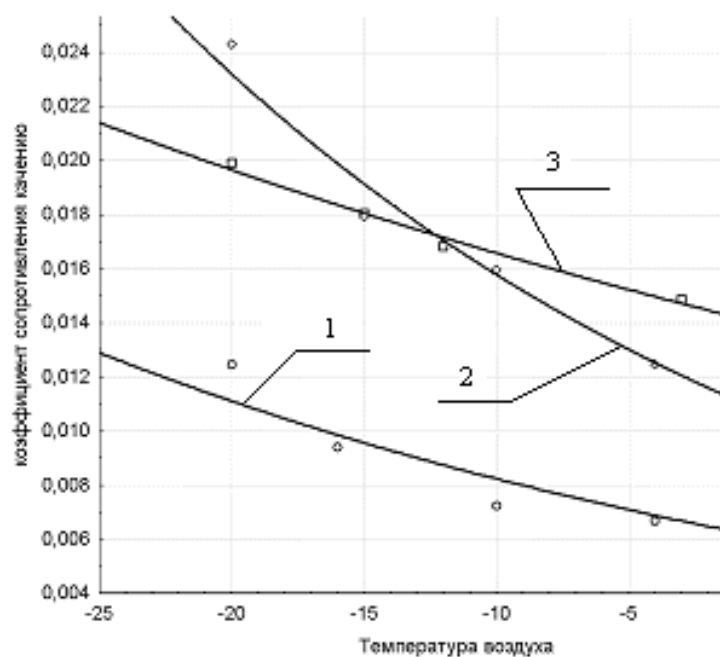


Рис. 1 Зависимость коэффициента сопротивления качению автомобильных шин и расхода топлива автомобиля от температуры окружающего воздуха

ПРИСПОСОБЛЕННОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ К НИЗКИМ ТЕМПЕРАТУРАМ ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА И СНЕГУ ПО СКОРОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ И ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПРОГРЕВА ДВИГАТЕЛЯ.

Резник Л.Г., Пелымский К.А.

Тюменский государственный нефтегазовый университет г.Тюмень

Специфика природно-климатических условий зоны холодного климата (низкие температуры окружающего воздуха, большая продолжительность зимнего периода со снежным покровом, с заснеженными дорогами) обуславливает целый ряд особенностей эксплуатации автомобилей. Под влиянием зимних условий существенно изменяется температурный режим двигателей автомобилей, в связи с этим резко возрастает время прогрева двигателей после пуска, и сокращается период их охлаждения после остановки.

В ряде работ установлено, что двигатели автомобилей различных марок и моделей в одинаково суровых условиях эксплуатации имеют различную интенсивность теплоотдачи, то есть характеризуются разными значениями темпов прогрева и охлаждения. Это объясняется различной приспособленностью автомобилей к зимним условиям, что недостаточно учитывается при их эксплуатации и ведет к снижению эффективности автомобильного транспорта в этих условиях.

При рассмотрении проблем охлаждения и нагрева двигателей, связанных со снегом немаловажным фактором является компоновка автомобиля по расположению двигателя, а именно капотная или бескапотная. В случае с капотной компоновкой автомобиля либо когда двигатель без утепления, влияние снега на температурный режим двигателя будет более ярко выраженным. Таким образом предлагается выделить 3 уровня приспособленности автомобилей: низкий, средний и высокий. К низкому относятся автомобили, двигатели которых дольше всего прогреваются и быстрее всего охлаждаются, к высокому автомобили, двигатели которых прогреваются быстрее и охлаждаются медленнее остальных. К среднему – автомобили, имеющие средние показатели по скорости прогрева и охлаждения двигателя.

Снег – Атмосферные осадки, выпадающие в виде белых звездообразных кристаллов или в виде хлопьев, представляющих собою скопление таких кристаллов. В последствии сплошная масса, слой таких осадков, покрывающий какое-либо пространство.

Различают 2 основные формы кристаллов снега — пластинчатые и столбчатые. В зависимости от физических условий образования и роста кристаллов снега (прежде всего от температуры и влажности воздуха) их размеры и формы весьма разнообразны. С ростом температуры увеличиваются размеры кристаллов снега и доля пластинчатых форм. Звёзды с игольчатыми лучами достигают в поперечнике 6—8 мм, звёзды с пластинчатыми лучами — 4—5 мм, ежи — 2—3 мм, пластинки — 1—2 мм; длина столбиков 1—2 мм, игл 3—5 мм. Снежные кристаллы возникают вследствие **сублимации водяного пара** на замёрзших каплях облаков и туманов или на кристаллических пылинках. Мелкие облачные кристаллы имеют простую форму пластинок или столбиков. Усложнение форм обычно начинается при достижении кристаллами размеров 0,1—0,2 мм. При сильных ветрах снежные кристаллы дробятся до 0,1 мм и менее.

При выращивании образуются различные типы кристаллов льда, форма которых зависит главным образом от температуры и влажности воздуха. Такая зависимость иллюстрируется морфологической диаграммой.

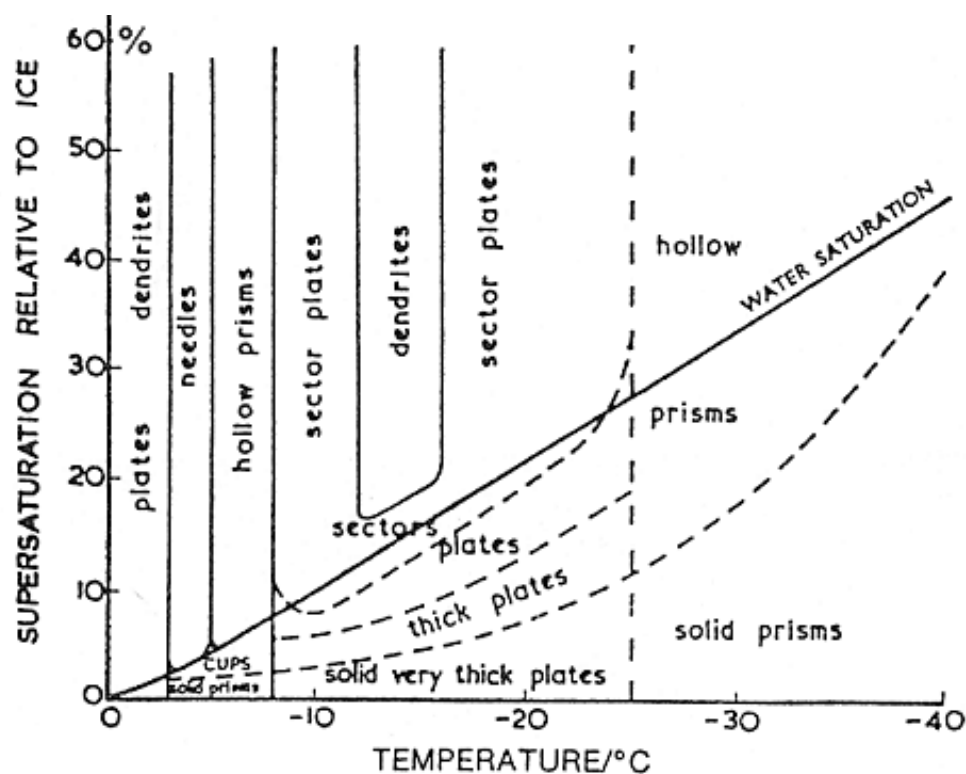


Рис. Морфологическая диаграмма

Из этой диаграммы мы видим, что на очень низких уровнях пересыщения, скажем меньше чем несколько процентов относительно льда, кристаллы растут главным образом в виде простых шестиугольных призм. С понижением температуры происходит образование сначала пластин (-2 C), столбиков (-5 C), затем в обратном порядке - пластики (-15 C), и снова столбики (-30 C). С ростом перенасыщения кристаллы становятся более структурированными; так, например при -15 C наблюдаются правильные шестигранные. В небе уровень перенасыщения - обычно близок к уровню насыщенности воды или ниже его (отмечена линией на диаграмме); в облаках уровень перенасыщения устанавливается вблизи значения для воды, так как облако содержит очень много мелких переохлажденных капель. В соответствии с этим трудно ожидать увидеть звездные дендриты в естественном снегопаде, в действительности же они наблюдаются. Решение этого парадокса - в том, что кристаллы снега в атмосфере, находятся в постоянном хаотическом движении, в результате которого с поверхности снежинок частично испаряется вода, поднимая эффективный уровень перенасыщения, при котором возможно образование дендритов[2]. Исходя из этого становится, очевидно, что при более низкой температуре кристаллы снега имеют более мелкую форму и следовательно снежный слой имеет большую плотность, а значит и площадь контакта с поверхностью, а значит изменяется и коэффициент теплопроводности снега.

Коэффициент теплопроводности - важнейший теплофизический параметр вещества, определяемый экспериментально. Его значения у различных веществ лежат в широких пределах. Точные значения λ зависят от температуры и давления, однако во многих практически важных случаях этот коэффициент можно считать постоянным и использовать значения, приводимые в справочных таблицах.[3] В таблице 1.1 приведены теплофизические параметры некоторых веществ: коэффициент теплопроводности λ , теплоемкость c , плотность ρ , а также коэффициент температуропроводности.

$$\alpha = \frac{\lambda}{c \cdot \rho}.$$

В этой же таблице приведены значения коэффициента теплопроводности для некоторых газов и жидкостей, однако необходимо иметь ввиду, что в этих средах перенос тепла часто определяется не столько теплопроводностью, сколько конвекцией.[1]

Таблица

Теплофизические параметры некоторых веществ

Вещество	λ , $Вт/(м \cdot К)$	c , $кДж/(кг \cdot К)$	ρ , $кг/м^3$	$\alpha = \lambda/(c\rho)$, $м^2/с$
Лед	2.20	2.09	917	$1.15 \cdot 10^{-6}$
Снег рыхлый	0.10	2.09	120	$4.0 \cdot 10^{-7}$
Вода, 20 °С	0.60	4.18	997	$1.44 \cdot 10^{-7}$

Вывод: из классификации снега следует, что изучение приспособленности автомобилей к снегу необходимо проводить совместно с учетом температуры воздуха. Так как с понижением температуры окружающего воздуха плотность выпавшего снега увеличивается, а значит, изменяются и скорость прогрева, и период охлаждения двигателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кислицын А.А., Шабаров А.Б. УМК по дисциплине "Тепломассообмен" для студентов ОДО специальности "Теплофизика". - Тюмень: ТюмГУ, 2007. - 219 с.
2. Международная комиссия по снегу и льду. <http://www.glaciology.su.se/ICSI/>
3. Теория тепломассообмена / Под ред. А.Н.Леонтьева. - М.: изд-во МГТУ, 1997

ПРИСПОСОБЛЕННОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ГРУЗОВ К СУРОВЫМ УСЛОВИЯМ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Резник Л.Г., Сидоров С.А.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

В условиях перехода к рыночным отношениям проблема сохранения качества продукции при перевозке скоропортящихся грузов становится актуальной. Нарушение температурного режима перевозки скоропортящихся грузов ведет к утрате перевозимого груза.

Возрастающие требования рынка заставляют автотранспортников находить новые пути для повышения эффективности использования подвижного состава. Прежде всего, это проявляется в применении специализированных кузовов, приспособленных к перевозкам определенных грузов. Однако определение уровня приспособленности автомобилей для перевозки скоропортящихся грузов (СГ) с учетом влияния условий эксплуатации изучено недостаточно. Таким образом, работа, направленная на оценку приспособленности автомобилей для перевозки скоропортящихся грузов к суровым условиям эксплуатации является актуальной.

Целью исследования является повышение эффективности использования автомобилей для перевозки скоропортящихся грузов путем выбора наиболее приспособленной марки ПС, рационального развозочного маршрута и оптимальной загрузки АТС на основе установления и использования закономерностей влияния температуры окружающего воздуха и суммарного времени разгрузки на температурный режим грузового отсека.

Совершенствование и развитие конструкций специализированных автотранспортных средств (АТС), осуществляющих перевозки продовольственных товаров, реализуется в трех основных направлениях: повышение приспособленности АТС к перевозкам грузов с конкретными потребительскими свойствами; обеспечение соответствия конструктивных параметров СПС технологическому процессу доставки груза потребителю; повышение эффективности использования подвижного состава.

Для реализации первого направления необходимо разработать показатели приспособленности автомобилей-рефрижераторов к суровым условиям эксплуатации. Приспособленность автомобиля для перевозки скоропортящихся грузов – это свойство АТС, характеризующее его способность сохранять необходимый температурный режим грузового отсека в течение всего времени езды с грузом.

Рабочая гипотеза исследования – температурный режим грузового отсека автомобилей-рефрижераторов и сохранность скоропортящихся грузов зависит от суровости условий перевозки и приспособленности АТС к этим условиям.

Наиболее важными факторами, влияющими на температурный режим грузового отсека (t_{mp}) являются температура груза (t_c) на момент окончания погрузки, температурный режим грузового отсека (t'_{mp}) в момент окончания последней разгрузки, температура окружающего воздуха (t_o), время ездки с грузом (τ_{ez}) и суммарное время разгрузки (τ_{npp}), в течение которого возможно поступление теплого воздуха в грузовой отсек.

С учетом наличия корреляционной связи между временем ездки с грузом и суммарным временем разгрузки при построении многофакторной модели температурного режима грузового отсека необходимо учитывать три фактора: температуру окружающего воздуха, суммарное время разгрузки и время ездки с грузом:

,

где t_o - температурный режим грузового отсека на момент окончания погрузки, °C;

t'_{mp} - температурный режим грузового отсека на момент окончания последней разгрузки, °C;

S_t - параметр чувствительности к изменению температуры окружающего воздуха;

S - параметр чувствительности к изменению времени разгрузки и ездки, температуры окружающего воздуха;

t_o - температура окружающего воздуха, °C;

τ_{npp} - суммарное время разгрузки, ч;

τ_{ez} - время ездки с грузом, ч.

На внутригородских перевозках необходимо учитывать характеристики маршрутов доставки грузов. При выборе подвижного состава для перевозки скоропортящихся грузов учитываются и другие условия. При междугородных перевозках СГ используют автономные холодильные установки с большим запасом прочности, чтобы исключить вероятность порчи товара ввиду отказа двигателя автомобиля, а, следовательно, и холодильной установки. Это подтверждает гипотезу о различной приспособленности автомобилей для перевозки скоропортящихся грузов к высокотемпературным условиям эксплуатации.

Затраты энергии на создание и поддержание температурного режима грузового отсека автомобиля-рефрижератора зависят от холодопроизводительности холодильной установки и термоизолирующей способности фургона защитить грузовой отсек от воздействия высокой температуры окружающего воздуха. Приспособленность автомобилей для перевозки скоропортящихся грузов к высокотемпературным условиям эксплуатации зависит от конструктивных характеристик холодильной установки (типа, мощности, вида первичной энергии), применяемых материалов для

теплоизоляции фургона, конструкции грузового отсека (площади и количества дверей грузового отсека).

Количественную оценку приспособленности автомобиля можно представить с помощью коэффициента приспособленности

$$\kappa_Q = \frac{Q_x}{Q_m},$$

где Q_x - холодопроизводительность холодильной установкой автомобиля, Вт;

Q_m - теплоприток грузового отсека автомобиля, Вт.

Существенное влияние на температурный режим грузового отсека, помимо приспособленности автомобилей-рефрижераторов оказывает суровость условий эксплуатации.

Для оценки суровости условий эксплуатации автомобиля-рефрижератора к высокотемпературным условиям работы на развозочном маршруте необходимо учитывать температуру наружного воздуха, частоту и продолжительность открывания дверей фургона для разгрузки. Учесть совместное влияние вышеперечисленных факторов, имеющих различную размерность, на температурный режим грузового отсека можно с помощью теплопритока в грузовом отсеке автомобиля-рефрижератора, который является показателем суровости условий перевозки СГ.

Наименьшее значения теплопритока ($Q_m=0$ Вт) соответствует маршруту, на котором количество пунктов разгрузки минимально (маятниковый маршрут с разгрузкой у одного грузополучателя с обратным не груженым пробегом) и температура окружающего воздуха соответствует температурному режиму перевозки СГ. Наиболее суровыми для автомобилей-рефрижераторов с точки зрения сохранности СГ считаются условия эксплуатации при высоких температурах окружающего воздуха и работа на развозочных маршрутах с большим количеством остановок для разгрузки. Результаты экспериментальных исследований по влиянию температуры окружающего воздуха и суммарного времени разгрузки на температурный режим грузового отсека автомобилей разных марок и моделей представлены на рис. 1.

Зависимость температуры грузового отсека от температуры окружающего воздуха при различной продолжительности времени разгрузки для автомобиля-рефрижератора Ивеко представлены на рис.2. Результаты экспериментальных исследований позволяют рассчитать значения показателя приспособленности автомобиля к условиям эксплуатации, которые представлены в табл. 1.

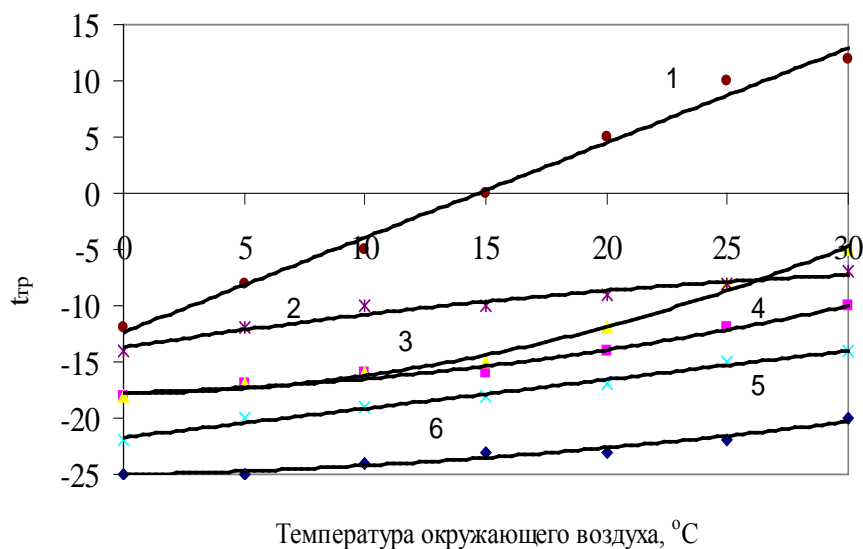


Рис. 1. Влияние температуры окружающего воздуха на температурный режим грузового отсека автомобилей при разном времени разгрузки
 1 – Газель с задней дверью ($\tau_{нпр} = 105$ мин); 2 – Газель с боковой дверью ($\tau_{нпр} = 105$ мин); 3 – Газель с задней дверью ($\tau_{нпр} = 7$ мин); 4 – Газель с боковой дверью ($\tau_{нпр} = 7$ мин); 5 – Ивеко ($\tau_{нпр} = 105$ мин); 6 – Ивеко ($\tau_{нпр} = 7$ мин)

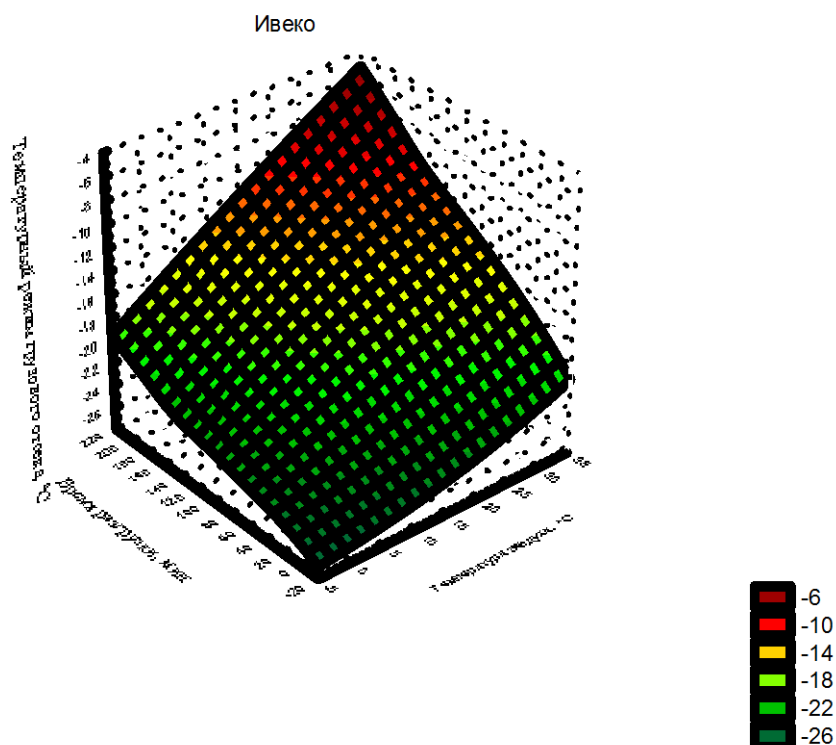


Рис. 2 Влияние времени разгрузки и температуры окружающего воздуха на температурный режим грузового отсека автомобиля-рефрижератора Ивеко

Таблица 1

Коэффициент приспособленности автомобилей к условиям эксплуатации

Суровость условий эксплуатации (теплоприток Q_m , Вт)	Условия перевозки СТ	Коэффициент приспособленности автомобиля (K_Q)	
		Газель с задними дверями	Ивеко с боковыми дверями
[0 - 2091]	($\tau_{npp} = 7$ мин, $t_g = 30$ °C)	0,385	0,67
(2091 - 4354]	($\tau_{npp} = 105$ мин, $t_g = 30$ °C)	0	0,625
(4354 - 6457]	($\tau_{npp} = 196$ мин, $t_g = 30$ °C)	0	0,417

Анализ результатов исследования показывает, что наименьшее влияние высокие температуры окружающего воздуха и время разгрузки на температурный режим грузового отсека наблюдается у автомобилей Ивеко с холодильной установкой эфtekтоидного типа и боковыми дверями фургона.

Рекомендации по поддержания заданного температурного режима грузового отсека автомобилей для перевозки скоропортящихся грузов с различными уровнями приспособленности автомобилей для различных интервалов суровости условий эксплуатации представлены в табл.2.

Таблица 2

Рекомендации по выбору ПС для перевозки скоропортящихся грузов

Интервал суровости	Суровость условий эксплуатации (теплоприток Q_m , Вт)	Марка автомобиля, рекомендуемая для использования в различных условиях		
		высокий	средний	низкий
умеренный	[0 - 2091]	Ивеко	Ивеко/Газель*	***
умеренно-суровый	(2091 - 4354]	Ивеко**	Ивеко	***
суровый	(4354 - 6457]	Ивеко**	Ивеко	***

* Газель с боковыми дверями

** Ивеко с частичной загрузкой грузового отсека

*** Автомобили с низкой приспособленностью использовать на развозочных маршрутах в летний период не рекомендуется

Экономический эффект от выбора наиболее приспособленной к высокотемпературным условиям эксплуатации модели автомобиля-рефрижератора, определения оптимальной загрузки ПС и рационального развозочного маршрута образуется за счет:

уменьшения затрат энергии (химической, электрической) для поддержания необходимого температурного режима перевозки СГ;

уменьшения затрат энергии на повторную заморозку СГ;

уменьшения непроизводительного пробега с грузом при возвращении АТС к грузоотправителю для разгрузки и повторной заморозки СГ.

Экологический эффект от использования результатов исследования образуется за счет уменьшения количества вредных веществ в отработавших газах автомобильного двигателя при уменьшении количества потребляемого топлива.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ГЕНЕРАТОРОВ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ

Романов В.А.

ФГУП «15 Центральный автомобильный ремонтный завод»

Министерства обороны РФ, г. Новосибирск

Эксплуатация транспортной техники в условиях низких температур окружающей среды всегда связана с трудностями надежного пуска двигателя, поддержания его теплового состояния, обогрева кабины (салона) при движении и особенно на стоянке. В большинстве случаев для решения этих проблем используются тепловые генераторы - предпусковые подогреватели и отопители. Обладая рядом преимуществ перед другими средствами предпускового разогрева двигателя и отопления кабины, подогреватели и отопители имеют существенный недостаток - расходуют энергию аккумуляторных батарей в течение всего периода работы. Поэтому продолжительность их работы, при неработающем двигателе, ограничивается допустимой степенью разряженности аккумуляторных батарей.

С понижением температуры возрастает сопротивление электролита, а также внутреннее сопротивление сепараторов за счет сужения каналов, в которых находится электролит, в результате чего уменьшается напряжение на зажимах аккумуляторной батареи. Одновременно с падением напряжения при низких температурах снижается и емкость батареи. В среднем при понижении температуры электролита на 1 °С емкость аккумуляторной батареи снижается на 1,0-1,5 %.

Вместе с тем, продукты сгорания, выбрасываемые из обсуждаемых генераторов теплоты в окружающую среду, обладают значительным запасом высокопотенциальной энергии. Например, тепловой баланс одогревателя ПЖД-30 выглядит следующим образом:

полезная теплопроизводительность	- 50-65%
потери теплоты с продуктами сгорания	- 41-28%
потери через поверхность подогревателя	- 6-8 %

Если принять во внимание, что теплопроизводительность подогревателя ПЖД-30 составляет 30 кВт, то становится понятным, что с выбрасываемыми в атмосферу продуктами сгорания теряется значительное (около 15 кВт) количество энергии.

Одним из возможных направлений утилизации теплоты продуктов сгорания является ее трансформация в электрическую энергию при помощи двигателей с внешним подводом теплоты, в основе действия которых лежит термодинамический цикл Стирлинга, совмещенных с электрическим генератором.

Для экспериментальной проверки возможности обеспечения теплового генератора электроэнергией, вырабатываемой за счет утилизации теплоты выбрасываемых в атмосферу продуктов сгорания автором был использован двигатель Стирлинга с размерностью 5,5/2,1, совмещенного с электрическим генератором [1]. Основные характеристики этого двигателя приведены в таблице.

Таблица

Основные характеристики двигателя ДС 5,5/2,1

Параметр	Значение
Максимальная эффективная мощность, кВт	0,15
Частота вращения коленчатых валов, мин ⁻¹	до 2000
Рабочее тело	Гелий
Диаметр цилиндра, мм	55
Ход рабочего поршня и вытеснителя, мм	21
Степень сжатия	1,65
Тип картера	сухой
Тип механизма привода	ромбический
Дезаксаж, мм	12
Радиус кривошипа, мм	9
Длина шатуна, мм	25
Сдвиг фаз	69°20'
Объемы, см ³ : - рабочий - регенератора (геометрический) - нагревателя - холодильника	49,2 61,0 2,3 1,9
Тип рекуперативных теплообменников	щелевой
Полость насадки регенератора	0,8

В качестве теплового генератора был использован отопитель ОВУ-65Б, широко используемый на объектах современной транспортной техники.

Результаты испытаний созданной автором экспериментальной установки (см. рисунок), включавшей указанный отопитель и утилизационный

стирлинг-генератор, соединенный с камерой сгорания отопителя тепловой трубой, подтвердили возможность обеспечения длительной работы отопителя (длительность работы ограничивается только наличием в нем топлива), без использования внешних источников электрической энергии после выхода установки на нормальный режим работы. Тепловая производительность отопителя ОВ-65Б при автономном в отношении внешних источников электрической энергии функционировании в составе изученной технической системы снижается на 4,2 % при работе на полном и на 4,8 % - при работе на частичном режимах (что, однако, не выходит за границы паспортной тепловой производительности отопителя).

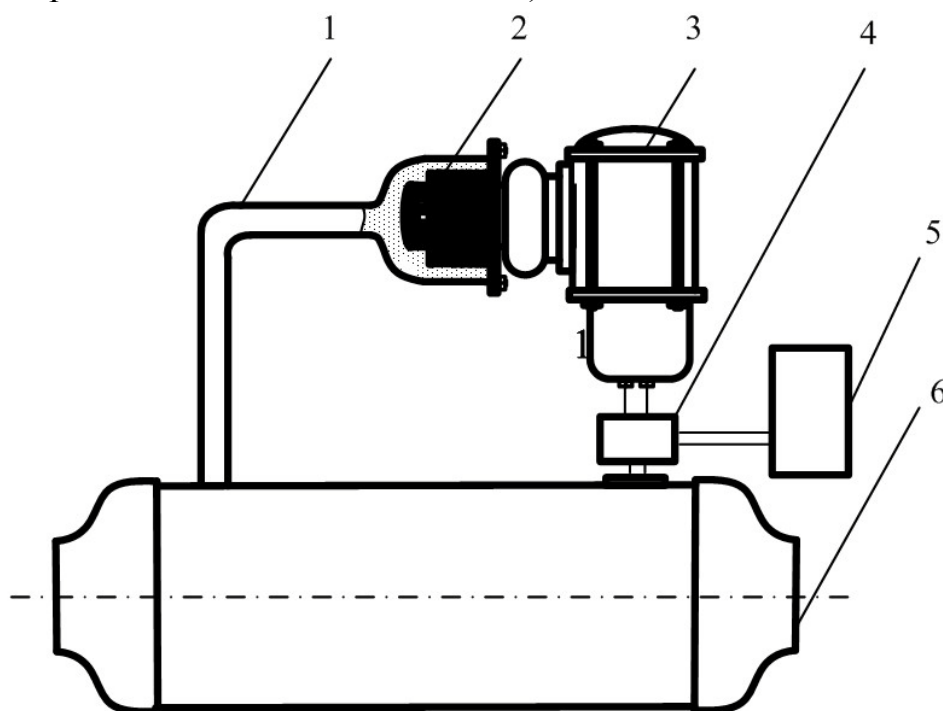


Рис. Отопитель ОВ-65Б с утилизирующим стирлинг-генератором: 1 – тепловая труба; 2 – нагреватель двигателя Стирлинга; 3 – картер двигателя Стирлинга, совмещенный с электрическим генератором; 4 – внешний потребитель электрической энергии; 5 – отопитель ОВ-65Б; 6 – отопитель ОВ-65Б

При этом в первом случае кроме теплого воздуха предложенная техническая система вырабатывала для внешних потребителей 127 Вт электроэнергии на полном и 173 Вт на частичном режимах работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Романов В.А. Первичный двигатель стирлинг-электрического генератора для утилизации теплоты отработавших газов поршневых ДВС / В.А. Романов, В.С. Кукис // Материалы II съезда инженеров Сибири (20-21 марта 2008). – Ч. 2. – Омск: изд-во ОМГТУ, 2008. – С. 137–143.

ОЦЕНКА ПУСКОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЗЕЛЕЙ ТИПА Ч13/14 И ЧН13/14 В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР ОКУРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА

Селедкин А.А.

*ФГУП «15 Центральный автомобильный ремонтный завод»
Министерства обороны РФ, г. Новосибирск,*

Малозёмов А.А.

ОАО «НИИ Автотракторной техники», г. Челябинск

Пусковые характеристики дизелей во многом определяют потребительские свойства объектов их применения. Дизели типа Ч13/14 и ЧН13/14 широко применяются в составе тракторов, комбайнов, сельскохозяйственных машин, энергоустановок и т.д. Для оценки эффективности различных мероприятий по улучшению пусковых свойств дизелей типа Ч13/14 и ЧН13/14 были проведены испытания двигателей Д-442И и Д-461И с индивидуальными головками цилиндров в различных вариантах комплектации (в том числе турбокомпрессором (ТКР) и без). На дизелях Д-461И отсутствует декомпрессионный механизм, но увеличена на 40 % цикловая подача топлива на пусковых режимах, введен двухступенчатый (двухскоростной) редуктор пускового двигателя. Базовые модели дизелей оборудуются системами пуска с пусковым двигателем, а модели с турбонаддувом системами пуска, как с пусковым двигателем, так и с электростартером (ЭССП). Дизели с электростартерной системой пуска также могут быть оборудованы устройствами электрофакельного подогрева впускного воздуха (ЭФП).

Проведение пусковых испытаний в условиях окружающей среды крайне неэффективно, так как возможно только зимой при нестабильных температурах воздуха. Проведение испытаний в составе объекта в «климатических» камерах большого объема требует существенных затрат. Поэтому в настоящем исследовании пусковые испытания проводились в специальной «климатической» камере ОАО «Научно-исследовательский институт автотракторной техники» (г. Челябинск). «Климатическая» камера (габаритные размеры (Д х Ш х В) – 5 х 5 х 2,7 м, объем камеры, 67,5 м³) обеспечивает минимальную температуру окружающей среды -55 °С, максимальная отводимая от объекта испытаний тепловая мощность в условиях теплового баланса – 130 кВт. Объект испытаний помещается на перекаточной стенд и подсоединяется к измерительным системам. Методика испытаний – по ГОСТ 18509, требования к номинальным пусковым характеристикам – по ГОСТ 20000.

Испытания показали, что наличие газотурбинного наддува не сказывается на пусковых характеристиках двигателей. Пусковые характеристики

дизелей Д-442И и Д-461И с электростартерной системой пуска приведены на рис. 1.

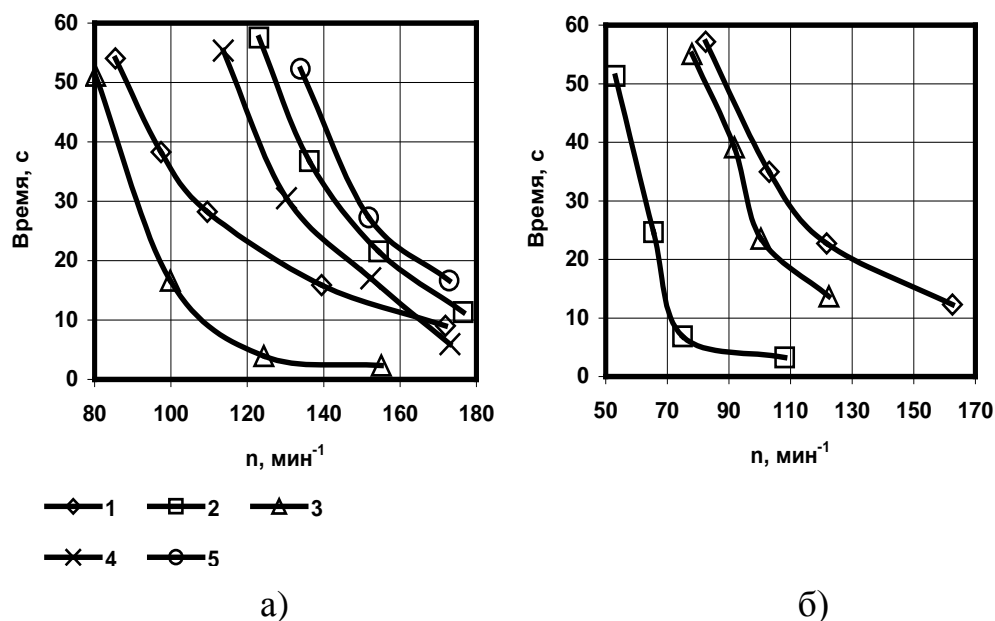


Рис. 1. Пусковые характеристики дизелей Д-442И (а): 1 – $t_0 = -5^\circ\text{C}$ без ЭФП и обогатителя, 2 – $t_0 = -10^\circ\text{C}$ без ЭФП, с обогатителем, 3 – $t_0 = -10^\circ\text{C}$ с ЭФП, 4 – $t_0 = -15^\circ\text{C}$ с ЭФП, 5 – $t_0 = -20^\circ\text{C}$ с ЭФП; Д-461И (б): 1 – $t_0 = -10^\circ\text{C}$ без ЭФП и обогатителя, 2 – $t_0 = -15^\circ\text{C}$ с ЭФП, 3 – $t_0 = -20^\circ\text{C}$ с ЭФП

Сравнение характеристик показывает на более высокие пусковые качества дизеля Д-461И по сравнению с Д-442И. Дизель Д-461И без применения ЭФП и пускового обогатителя топлива запускается при температуре минус 10°C , тогда как Д-442И без ЭФП и обогатителя топлива – минус 5°C . При температуре минус 10°C дизель Д-442И запускается с применением пускового обогатителя топлива.

С применением ЭФП при температуре минус 20°C дизель Д-461И запускается при частоте вращения коленчатого вала около 100 мин^{-1} , а дизель Д-442И – при частоте 135 мин^{-1} . Минимальная температура пуска дизелей Д-442И и Д-461И без применения ЭФП составляет минус 10°C , а с применением ЭФП – минус 15°C для дизеля Д-442И и минус 20°C для дизеля Д-461И. Запуск дизеля Д-442И при температуре минус 20°C обеспечивается при использовании для питания стартера 321.3708 полностью заряженных аккумуляторных батарей.

Анализируя характеристики прокручивания коленчатого вала дизелей, приведенные на рис. 2, необходимо отметить, что дизель Д-461И при температуре минус 20°C на масле М-4з/8В₂ прокручивается с частотой $100\ldots 110\text{ мин}^{-1}$, а дизель Д-442И – с частотой 120 мин^{-1} .

Зависимость момента сопротивления прокручиванию коленчатого вала дизелей от температуры показана на рис. 3. Момент сопротивления прокручиванию дизеля Д-461И на 12...13 % выше, чем дизеля Д-442И.

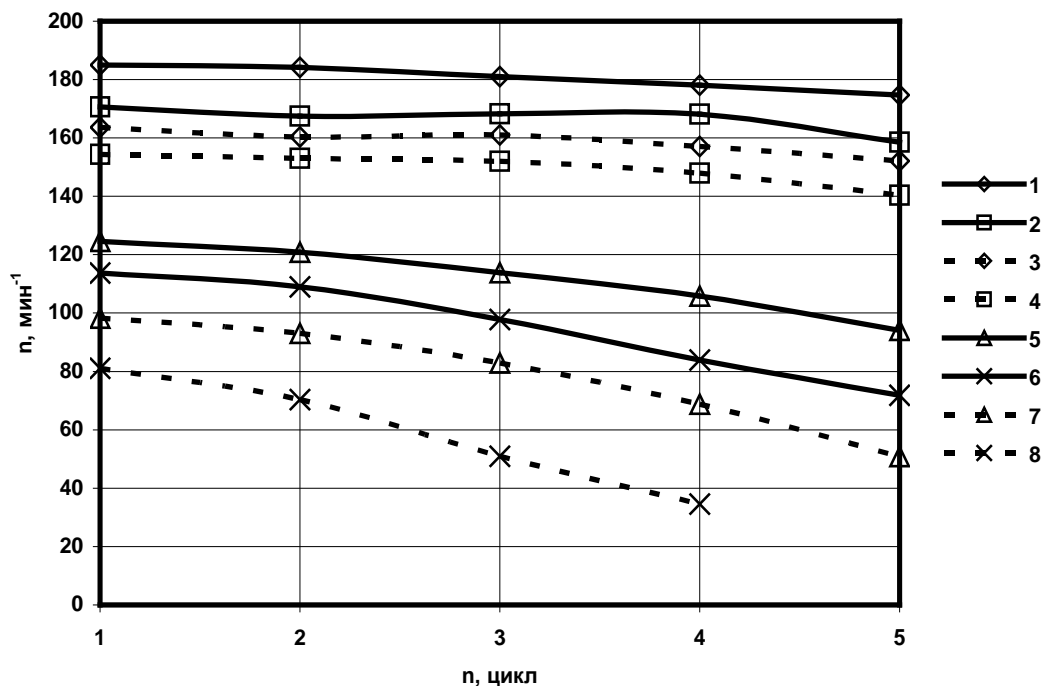


Рис. 2. Характеристика прокручивания коленчатого вала дизелей Д-461И (1, 3, 5, 7) и Д-442И (2, 4, 6, 8) на масле М-8Г_{2К} (3,4,7,8) и М-4₃/8В₂ при температуре $t_0 = -10^\circ\text{C}$ (1, 2, 3, 4) и $t_0 = -20^\circ\text{C}$ (5, 6, 7, 8)

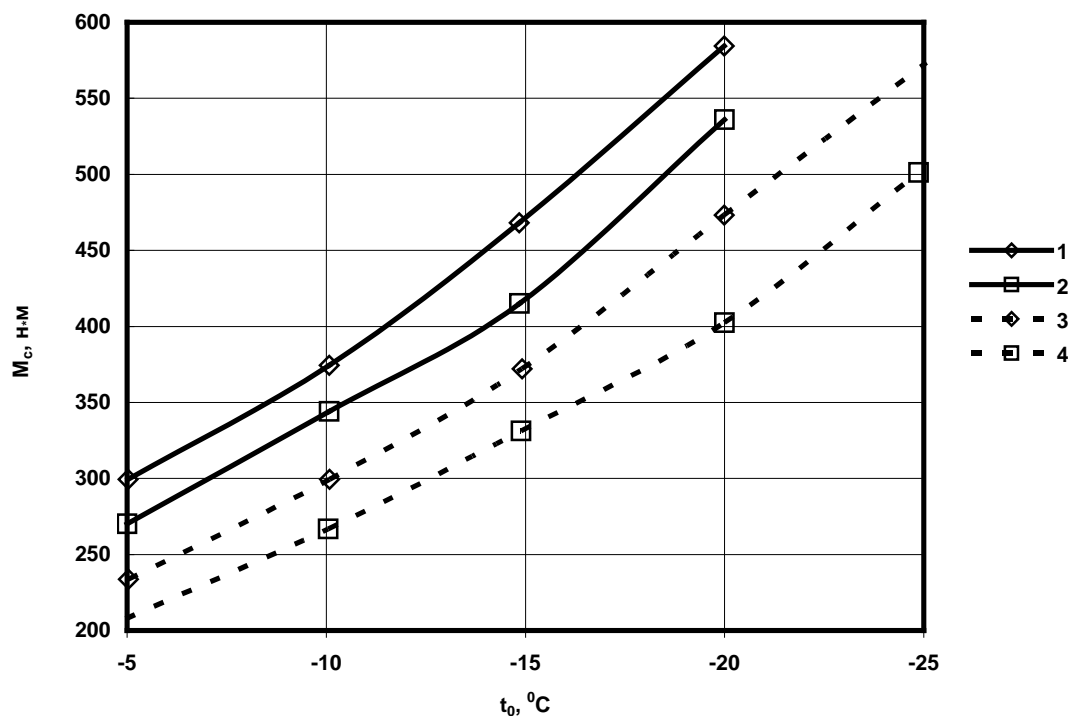


Рис. 3. Зависимость момента сопротивления прокручиванию коленчатого вала дизелей: 1, 3 – Д-461И, 2, 4 – Д-442И; 1, 2 – масло М-4₃/8В₂, 3, 4 – масло М-8Г_{2К}

Применение маловязкого масла М-4з/8В₂ позволяет снизить момент сопротивления в среднем на 20 %, что, в свою очередь, обеспечивает повышение скорости прокручивания на 16...18 %.

Кроме повышения скорости прокручивания применение масла М-4з/8В₂ позволяет уменьшить время задержки появления давления масла в главной магистрали. При температуре минус 10 °С на масле М-8Г_{2К} и при температуре минус 20 °С на масле М-4з/8В₂ продолжительность задержки появления давления масла в ГММ дизеля Д-461И практически одинакова и составляет около 10 с от начала прокручивания. Давление масла М-8Г_{2К} при температуре минус 20 °С появляется только через 35...40 с от начала прокручивания.

При проведении испытаний двигателя Д-461И с ЭССП при температуре окружающего воздуха минус 40 °С был использован подогреватель ПЖД-30. В процессе проведения опыта подогреватель проработал около 30 мин, за это время температура антифриза на выходе из двигателя достигла 53 °С, а масло в поддоне (область маслошупа) нагрелось до 5 °С, время пуска составило 6 с (масло М-8Г_{2К}).

Характеристики прокручивания коленвала дизелей с ЭССП приведены на рис. 4.

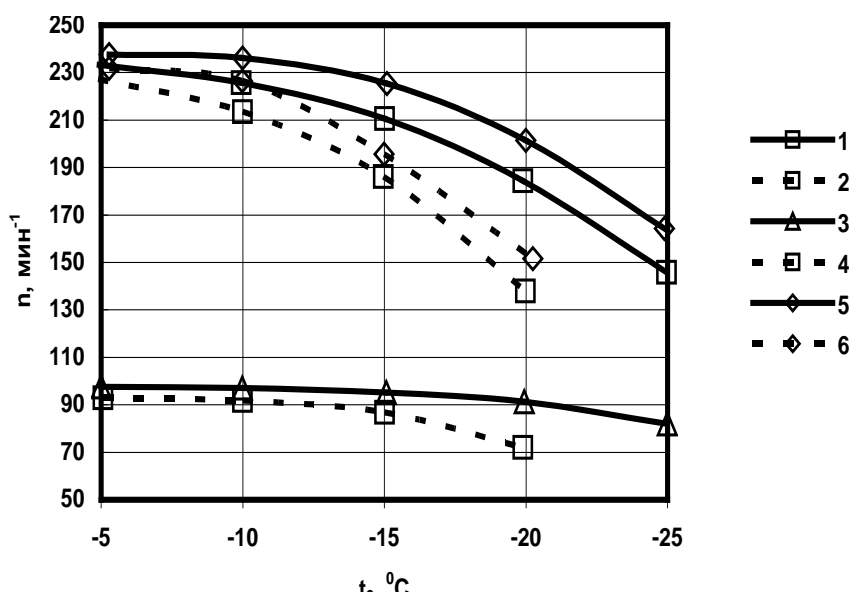


Рис. 4. Характеристика прокручивания коленчатого вала дизеля Д-461И:
1, 2 - двухскоростной редуктор, ускоренная передача, 3, 4 - двухскоростной редуктор, замедленная передача 5, 6 – односкоростной редуктор;
1, 3, 5 – масло М-4з/8В₂, 2, 4, 6 – масло М-8Г_{2К}

Частота прокручивания дизеля Д-442И на маслах М-8Г_{2К} и М-4з/8В₂ при температуре минус 10 °С составляет соответственно 225 и 233 мин⁻¹, а при температуре минус 20 °С – 152 и 200 мин⁻¹. При температуре минус 20 °С начало прокручивания коленвала дизелей затруднено даже на масле М-4з/8В₂ и происходит только после длительной работы пускового двигателя (не менее 4...5 мин для дизеля Д-442И и не менее 8...10 мин для ди-

зеля Д-461И) на холостом ходу, которая необходима для его прогрева и подготовки к принятию нагрузки.

Применение двухскоростного редуктора в системе пуска дизеля Д-461И облегчает работу пускового двигателя за счет использования замедленной передачи в начальный период прокручивания. После прокручивания коленвала дизеля на замедленной передаче в течение 1,5...2 мин при температуре минус 20 °С пусковой двигатель обеспечивает прокручивание коленвала на ускоренной передаче. На замедленной передаче частота прокручивания коленвала дизеля составляет 80...90 мин⁻¹, а на ускоренной (прямой) передаче при температуре минус 20 °С на масле М-8Г_{2К} – 135 мин⁻¹, на масле М-4з/8В₂ – 180 мин⁻¹.

Анализ характеристик продолжительности пуска (рис. 5) показывает, что продолжительность пуска дизеля Д-461И выше, чем дизеля Д-442И, особенно при температурах минус 15 °С и ниже.

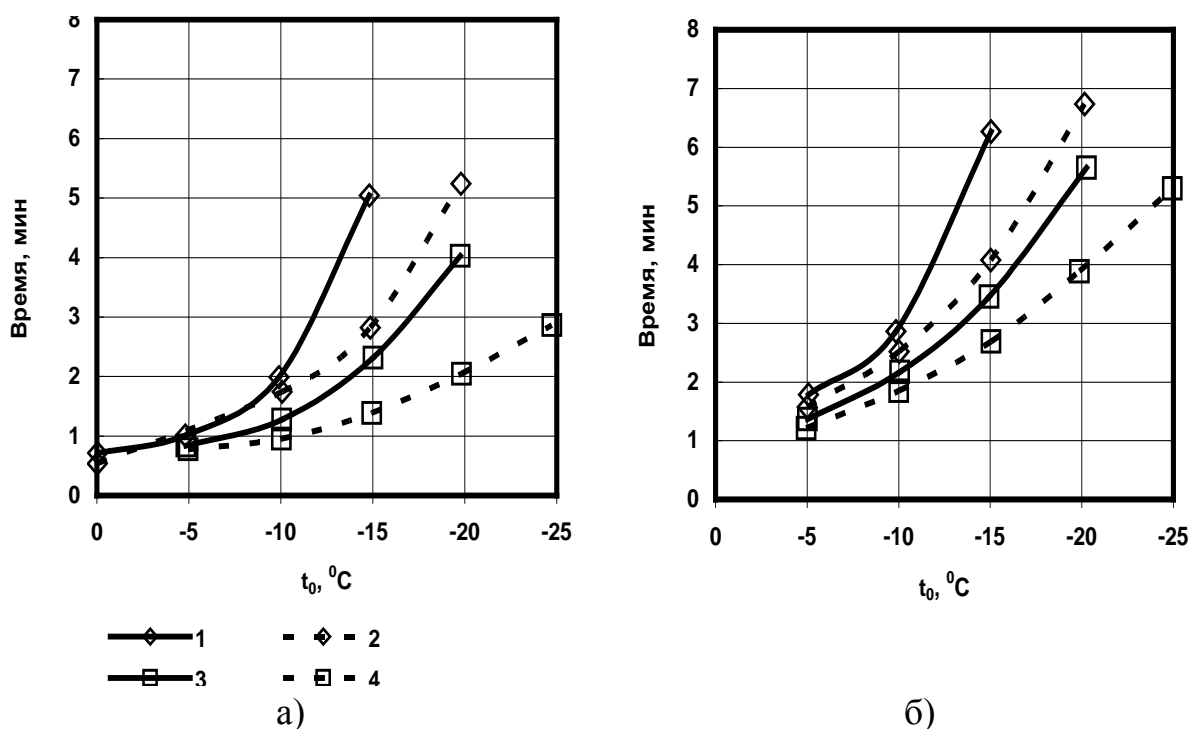


Рис. 5. Характеристики продолжительности пуска дизелей Д-442И (а) и Д-461И (б) пусковым двигателем П-530-1: 1,2 – без ЭФП, 3,4 – с ЭФП; 1,3 – масло М-4з/8В₂, 2,4 – масло М-8Г_{2К}

Это увеличение продолжительности пуска связано с дополнительным временем прокручивания коленвала дизеля на замедленной передаче редуктора, тогда как пуск дизеля Д-442И производится на одной передаче. Однако общее время работы пускового двигателя с применением односкоростного редуктора больше на 5...7 мин, чем с применением двухскоростного редуктора, так как. ГОСТ 18509 предусматривает определение про-

должительности пуска дизеля временем прокручивания коленчатого вала до отключения пускового устройства.

Таким образом, по результатам экспериментального исследования можно сделать следующие выводы:

1. Применение ЭФП позволяет снизить минимальную температуру пуска дизелей с ЭССП на масле М-8Г_{2К} с минус 5 °С до минус 10 °С, на масле М-4з/8В₂ – до минус 20 °С, с пусковым двигателем П-350-1 на масле М-8Г_{2К} до минус 15 °С, на масле М-4з/8В₂ – до минус 25 °С. Применение пускового обогатителя топлива позволяет снизить минимальную температуру пуска дизелей на 5 °С (до минус 10 °С).

2. Применение двухскоростного редуктора облегчает работу пускового двигателя при его подготовке к выходу на полную мощность и сокращает общую продолжительность его работы при пуске дизеля при низких температурах на 5...7 мин.

3. Применение пускового подогревателя обеспечивает пуск дизелей типа Ч413/14 и ЧН13/14 при температуре до минус 40 °С.

Результаты исследования были использованы ОАО «ПО Алтайский моторный завод» при модернизации выпускаемой продукции и разработке новых моделей двигателей.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ КОЛИЧЕСТВА ПОСТОВ ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА С Я

Сергиенко Е.В.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Расчет оптимального числа постов ТР можно производить двумя методами:

- детерминированный;
- вероятностный;

Для расчета количества постов по детерминированному методу необходимо знать среднегодовой пробег автомобилей. Если этот пробег меняется в течение года, то скорее всего будет и меняться потребность в постах ТР. Зная изменения среднемесячного пробега в течение года можно определить потребность в постах ТР за каждый месяц и влияние на них интенсивности эксплуатации автомобилей.

Вероятностный подход позволяет более гибкий метод расчета количества постов ТР, используя различные критерии. Например, можно сделать расчет количества постов ТР используя как постоянный параметр коэффициент технической готовности, а можно использовать критерий минимума суммарных затрат от простоя автомобилей в ожидании и ремонте.

Интенсивность эксплуатации автомобилей можно выразить через их среднемесячный пробег. Сезонные колебания интенсивности эксплуатации грузовых автомобилей НУТТ в пос. Пангоды представлены на рис. 1 и 2.

Как видно из графиков в летние месяцы наблюдается спад интенсивности эксплуатации автомобилей, что говорит о характерной для тех мест сезонной неравномерности.

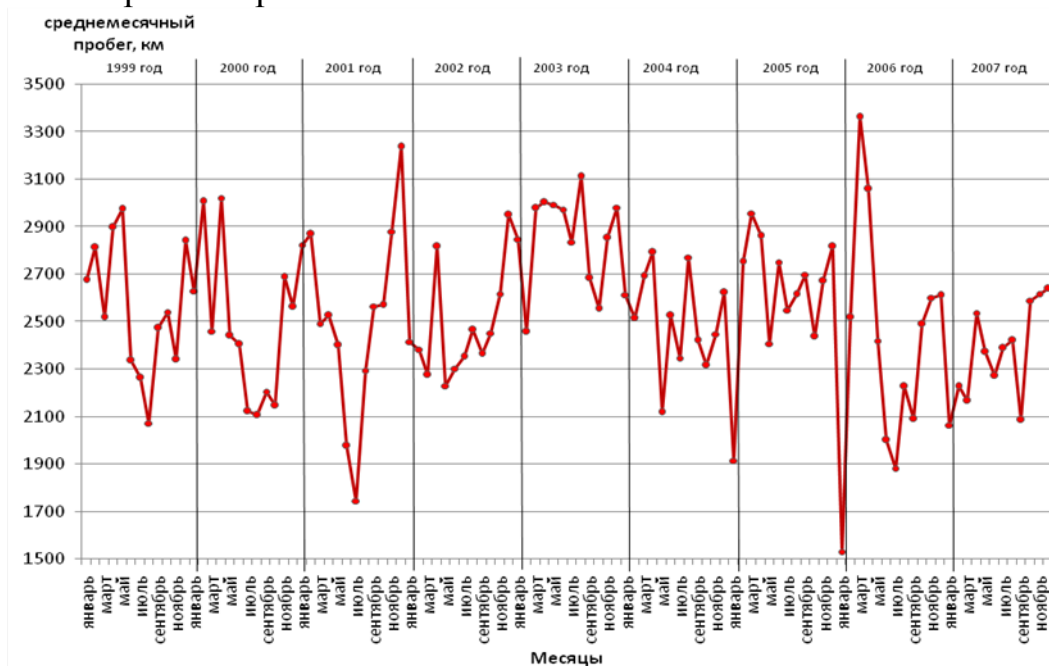


Рис. 1. Изменение среднемесячного пробега автомобилей в течение восьми лет по а/к №5

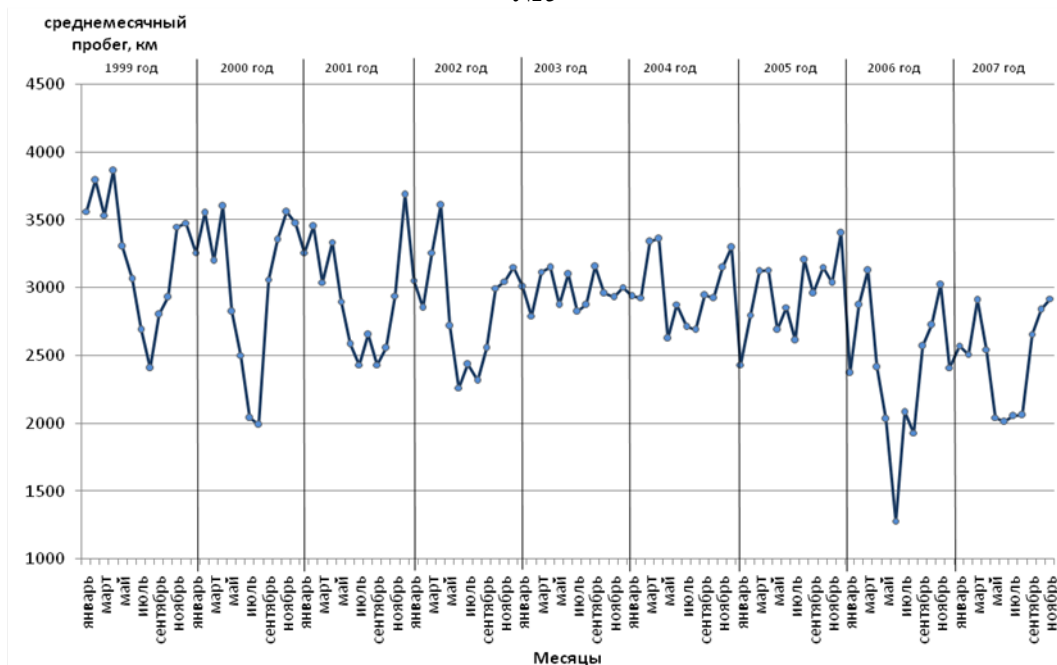


Рис. 2. Изменение среднемесячного пробега автомобилей в течение восьми лет по а/к №6

Для моделирования работы зоны ТР в программном пакете «Matlab R2006b» с использованием среды Simulink была разработана имитационная модель работы зоны ТР. Зона ТР в модели представлена как система массового обслуживания.

Исходными данными для расчета параметров систем системы массового обслуживания являются.

1. Интенсивность потока отказов автомобилей (λ). Изменение ежедневного количества отказов автомобилей в течение года представлено на рис. 3

2. Среднее время обслуживания одного автомобиля (t_d) – 4,6 дня. Гистограмма распределения времени устранения одного отказа представлена на рис. 4.

3. Число постов текущего ремонта для которого осуществляется моделирование: возьмем типоразмерный ряд от 1 до 40.

Среднее время устранения отказов также зависит от типа отказавшего узла или системы. На рис. 5 представлена гистограмма распределения отказов автомобилей по системам.

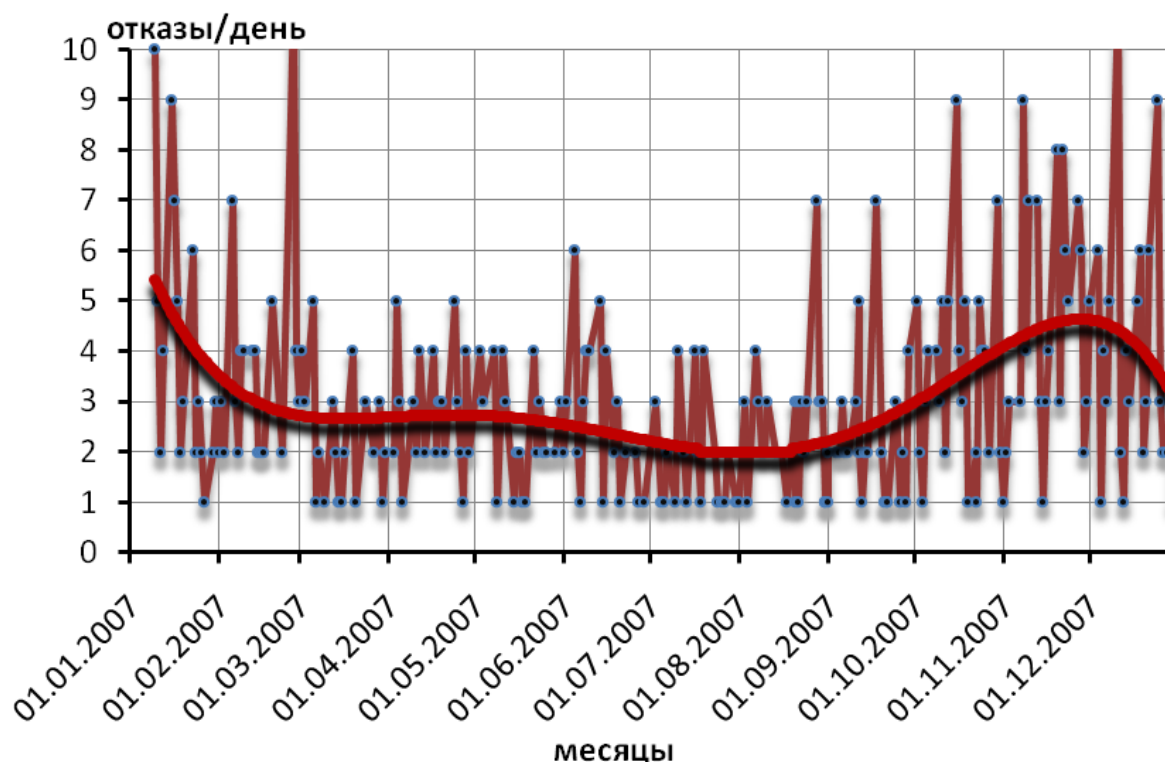


Рис. 3. Изменение ежедневного количества отказов автомобилей в течение года

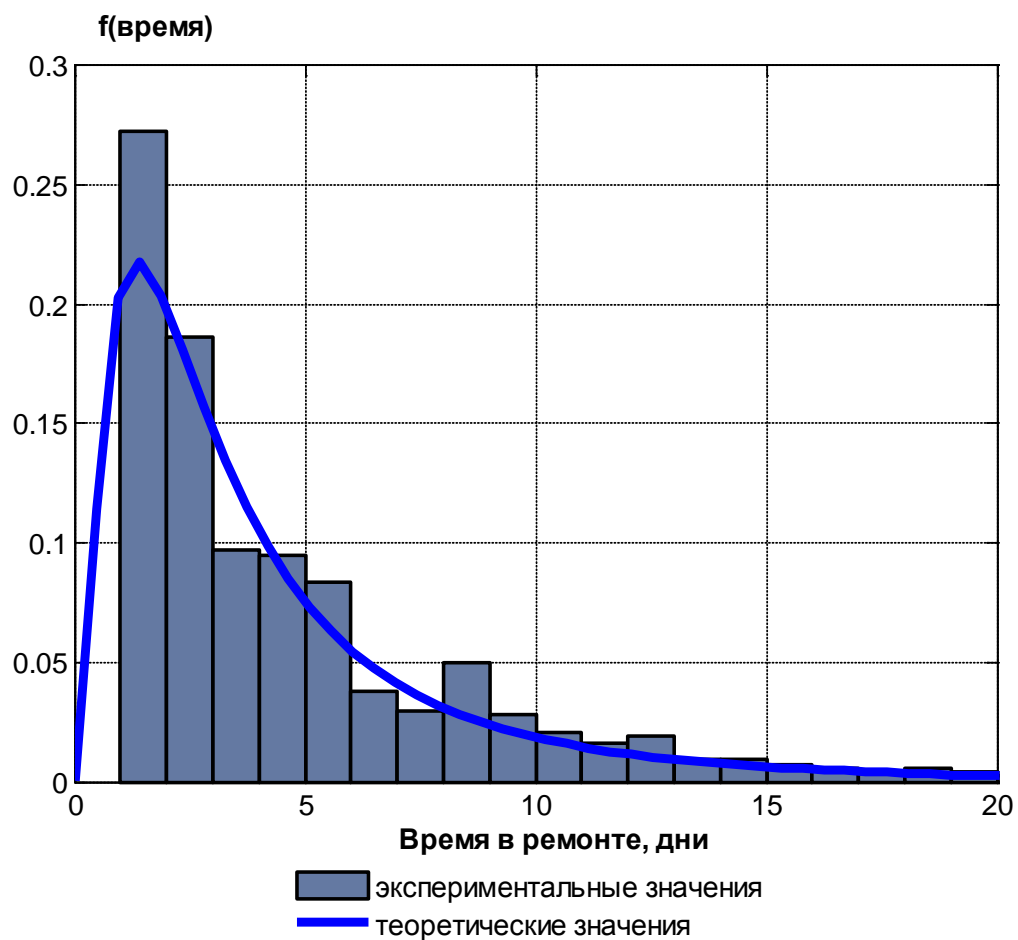


Рис. 4. Распределение времени простоя в ремонте автомобилями НУТТ

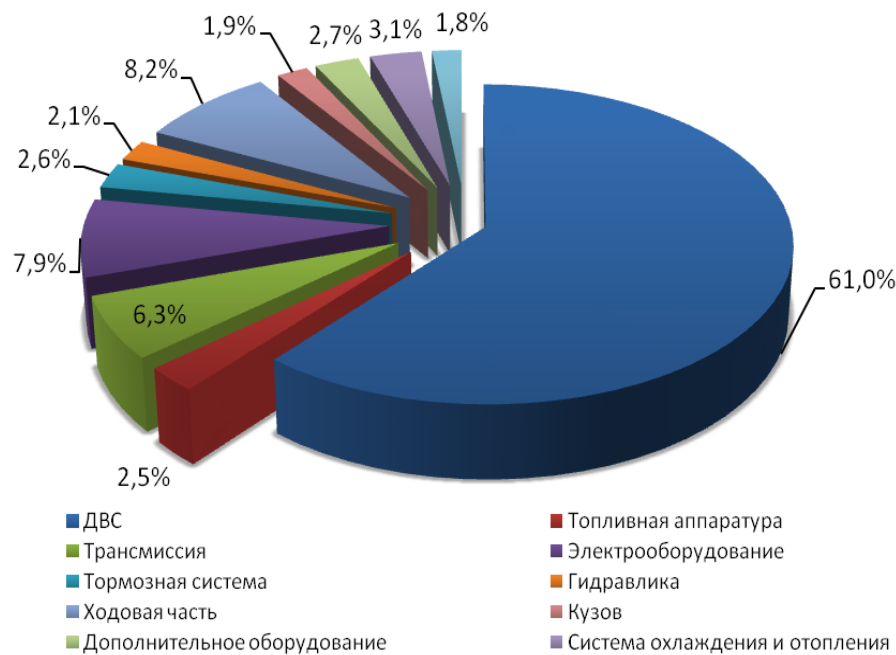


Рис. 5. Распределение отказов по системам автомобилей

Кроме того, используя имитационную модель, можно задавшись необходимым уровнем коэффициента технической готовности парка рассчитать необходимое количество постов ТР.

На рис. 3.11 представлен график изменения коэффициента технической готовности в течение года при различном количестве постов ТР (n).

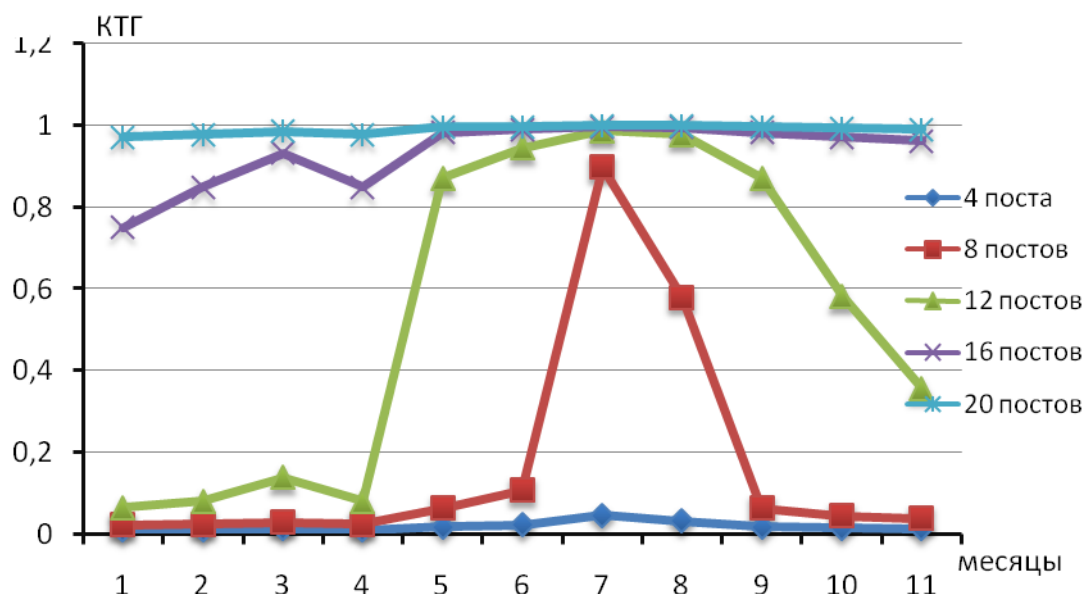


Рис. 6. Изменение коэффициента технической готовности в течение года при различном количестве постов

Используя заданный коэффициент технической готовности равный 0,82, была определена потребность в постах ТР в течение года помесечно.

График изменения количества постов ТР в течение года, рассчитанного по вероятностному методу с $КТГ=0,82$ представлен на рис. 7.

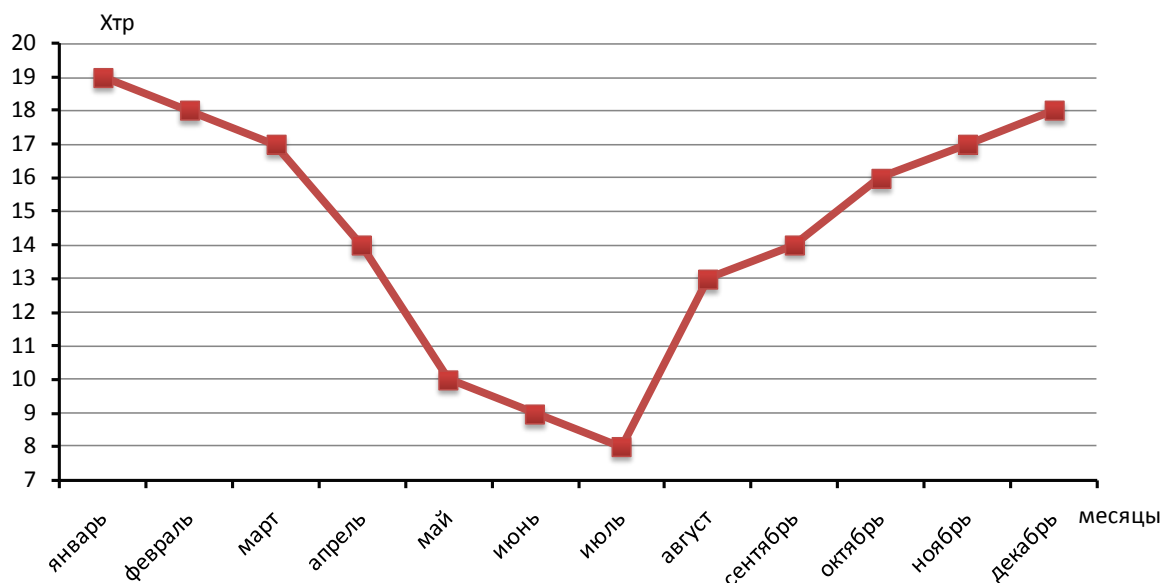


Рис. 7. Изменение количества постов ТР в течение года, рассчитанного по вероятностному методу с $КТГ=0,82$

Таким образом, было рассчитано изменение потребности в постах текущего ремонта в течение года с использованием вероятностного и детерминированного метода

Таким образом, можно сделать вывод, что использование имитационного моделирования зон ТР позволяет проводить оптимизацию количества постов в зависимости от различных критериев: КГТ, затраты от простаивающих автомобилей, средняя длина очереди в ожидании ремонта и пр. Регулируя же дисциплину очереди можно смоделировать ситуацию, когда наиболее востребованная техника требует срочного ремонта (без очереди) как это практикуется во многих транспортных предприятиях нефтегазодобывающей отрасли.

ВОПРОСЫ ДИАГНОСТИКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРИГОДНОСТИ ВОДИТЕЛЯ

Смирнова О.Ю., Тиханович А. Н.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Человек-оператор является ключевым ресурсом любой хозяйственной системы, а на автомобильном транспорте его роль отличается особой спецификой. Непосредственно в перевозочном процессе большая степень ответственности за правильное оформление документации, безопасность движения и сохранности объекта транспортировки и соблюдение скоростного движения относится к водителю. К тому же сам процесс протекает в условиях влияния случайных факторов, к которым можно отнести: дорожно-транспортные происшествия, действия непреодолимой силы, противоправные действия третьих лиц. И именно от квалификации водителя перевозчика, его способности в короткий временной интервал принять единственно правильное решение во многом зависит надежность перевозочного процесса и последующее конкурентное преимущество, вследствие чего влияние человеческого фактора при осуществлении автотранспортной деятельности нельзя не принимать во внимание. Необходимо отметить и особенности операторской деятельности водителя автотранспортного средства от другого транспортного средства. Так летчик может использовать автопилот периодически ослаблять режим слежения или передать эти функции другому пилоту, машинист поезда двигается по рельсовым дорогам, где нет острой необходимости следить за встречным потоком. Ослабление же водителем при слежении за транспортным процессом, в том числе и за движением справа, слева и встречным даже на 1-2 секунды может привести к возникновению аварийной ситуации.

В период административно-плановой экономики на автомобильном транспорте активно действовал институт классности водителей по профес-

сиональному уровню (первый, второй и третий класс), включающий работу опытных водителей-наставников со стажерами, который в настоящее время, как инструмент оценки и повышения квалификации, опыта и мотивации, практически разрушен. Практика свидетельствует о том, что можно иметь новый современный и технически исправный подвижной состав, который при отсутствии квалифицированных водителей с определенным уровнем мотивации не только не будет приносить прибыль, но и вызывать определенные затраты (убытки). К тому же априори не вызывает никаких сомнений утверждение что акцент на профессиональное мастерство водителя стоит в ряду таких важных факторов, влияющих на безопасность и эффективность транспортного процесса, как уровень развития транспортной инфраструктуры и дорожного хозяйства и уровень безопасности современных транспортных средств.

Итак, можно констатировать, что существующие ранее положения методические разработки, активно применявшиеся в советский период, аннулированы, а новый механизм и методика проведения мероприятий по повышению надежности перевозочного процесса отсутствуют в настоящее время (имеется в виду применение на практике в ходе осуществления автотранспортной деятельности).

В обязательном порядке на практике применяется обязательный медицинский отбор на право управления автотранспортным средством, задачами которого является выявление и отстранение лиц, которые по состоянию здоровья непригодны к такой деятельности. Необходимо отметить, что данный отбор в России, если сравнивать его с европейским, то он не проводится по нескольким важным показателям (например темновая адаптация). Существует и образовательный отбор в виде обязательного профессионального обучения в автошколах с последующей сдачей квалификационного экзамена на право управления автотранспортным средством.

Этих двух видов профессионального отбора недостаточно для такой сложной профессии как водитель автотранспортного средства. В большинстве развитых стран применяются еще два этапа: психофизические и социальные отборы. У нас в стране такие отборы проводят только для небольшой группы водителей, работающих в органах Министерства обороны, МВД, ФСБ. Особую актуальность при проведении психофизиологического отбора водителей представляет поиск информативных методов оценки индивидуальных особенностей водителей в соответствии с профессиограммой, как грамотного описания труда. Существующие формулировки профессиограммы водителя автотранспорта [<http://www.avto-advokat.ru>] носят общие фразы и интерпретируются как:

- хорошие интеллектуальные способности, профессиональный опыт, специальная подготовка;

- высокая способность к переключаемости, подвижности, гибкости психических процессов (отсутствие черт ригидности, инертности в мышлении, эмоциях и моторике);
- оперативность, быстрота реакций, автоматизм навыков вождения, хорошая пространственная ориентация, ловкость и гибкость движений, незаторможенность; отсутствие дефектов слуха и зрения;
- расчетливость, дипломатичность, проницательность, сообразительность, изобретательность;
- высокая сознательность и нормативность поведения: высокая требовательность к себе, к соблюдению социальных нравственных норм поведения, обязательность, ответственность, чувство долга, исполнительность;
- высокий волевой контроль эмоций, их стабильность, уравновешенность без признаков фиксации на отрицательных переживаниях, впечатлительности, раздражительности, возбудимости, мстительности;
- хорошая зрительная, слуховая и ассоциативная память;
- внимательность, точность, собранность и аккуратность, способность длительное время концентрировать внимание;
- физическая и психическая выносливость.

Любой работодатель высоко оценит претендента, обладающего такими качествами, на любую должность вплоть до своего заместителя. Професиограмма в целях профессионального отбора или оценки должна содержать описание конкретной водительской деятельности, с учетом класса автотранспортного средства и назначения перевозочного процесса. Специалистам-практикам по организации перевозочного процесса известно, что водитель, успешно справляющийся с работой на городе на автобусе, необязательно будет надежным и успешным при выполнении междугородных грузовых перевозок. А из водителя-дальнобойщика не получится водитель персонального легкового автомобиля для высшего руководства. Разные условия работы требуют наличия разных психофизиологических свойств и навыков. Отчасти это связано с тем, что резко различаются условия работы: если в городе высокая интенсивность движения и наличие большого количества светофоров, то для движения на автомагистрали характерны однообразный пейзаж и незначительная интенсивность движения. От водителя междугородных перевозок требуется высокая степень устойчивости к монотонным раздражителям, достаточная работоспособность в течении длительного времени, способность принимать самостоятельные решения в вопросах, которые городские водители не участвуют. Отличие во многом характерно при перевозке пассажиров и грузов. Среди водителей, работающих на грузовых перевозках, найдется небольшое количество тех, кто способен грамотно и надежно перевозить режим-

ные грузы, а ответственность и условия работы водителей пассажирского транспорта несоизмеримо выше, чем на грузовых.

Для научного подхода к решению проблемы профессионального отбора и диагностики водительского состава необходимо разработать модель профессиональной пригодности водителей с учетом характера их последующей или текущей деятельности. В транспортной науке сложилось устойчивое мнение о том, что квалификационная профпригодность зависит от давности прохождения последней подготовки [2]. Вследствие чего диагностика (тестирование) водителей на соответствие по разработанной модели может дать четкий ответ на вопросы.

1. Пригоден ли данный водитель к таким перевозкам?
2. Насколько он успешен?
3. Существует ли необходимость его переподготовки?

Таблица 1.

Профессионально важные качества водителей грузовых автомобилей, выполняющих рейсы в междугородном сообщении

Основные профессионально важные качества	Свойства	Причина необходимости
Психофизиологические		
1. Технический интеллект	Уровень технических знаний о конкретной марке АТС	Высокий технический уровень современных АТС, наличие существенных различий, и новых технических решений между разными марками АТС.
2. Внимание	Концентрация, устойчивость к монотонным раздражителям	Необходимость постоянного контроля за ситуацией на дороге
3. Выносливость	Психофизиологические резервы к перегрузкам, порог утомляемости, темновая адаптация	Работа на междугородных трассах в течении 2-3 недель в разное время суток и без возможности отдыха в домашних условиях
Личностные		
4. Уровень дорожного поведения в условиях риска	Способность предвидеть аварийную ситуацию, частота попадания в ДТП, неагрессивное поведение	Высокий уровень дорожно-транспортной аварийности
5. Ответственность	Точность, деловая направленность	Личная ответственность за дорогостоящие грузы

Модель профессиональной пригодности представляет собой математическую зависимость показателя профпригодности от уровня развития профессионально важных психофизиологических и личностных качеств, определяемых по результатам тестирования [3]. В качестве первого этапа

разработки модели профессиональной пригодности водителя грузового автомобиля на междугородном сообщении авторы планируют выполнить исследования по определению профессионально важных качеств путем специального анкетирования, как самих водителей, так и экспертов. Первоначальный перечень профессионально важных качеств представлен в таблице 1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Спирина И.И. Подготовка кадров автомобильного транспорта и пути ее совершенствования: Монография. — М.: Каталог, 2001. — 56 с.
2. Глебова Е.В. Снижение риска аварийности и травматизма в нефтегазовой промышленности на основе модели профессиональной пригодности операторов. Автореферат на соискание на соискание ученой степени доктора технических наук: 05.26.03 Уфа – 2008 г. — 43 с.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

Стацура В.В., Колмыков В.А.

*Сибирский федеральный университет, ФГУП «Красмашзавод»,
г. Красноярск*

Проблемы эксплуатации и обслуживания транспортно-технологических машин нефтегазовой, как и многих других отраслей, связаны со сроком службы защитных покрытий, наносимых на рабочие поверхности деталей. Назначение защитных покрытий может быть самыми разными, но защита деталей от коррозии и эрозии является наиболее актуальной задачей. В качестве материалов используемых для защиты от коррозии и эрозии рабочих поверхностей, применяются оксиды, карбиды, нитриды, металлы, полимерные и другие композиционные соединения в зависимости от условий их эксплуатации (в основном это температура, давление и окружающая среда).

После выбора материала покрытия, исходя из специфики условий его эксплуатации, становится основной вопрос создания и реализации технологии его нанесения на рабочие поверхности (в заводских или полевых условиях).

В настоящее время существуют и совершенствуются большое количество технологий нанесения покрытий [1,2]. Всем очевиден тот факт, что решать инженерные задачи, наиболее целесообразно используя различные способы нанесения покрытий, т.е. изготавливать детали из более дешевого материала, а повышение эксплуатационных характеристик рабочих поверхностей осуществлять защитными покрытиями. Над решением этой задачи исследователи постоянно ведут работы, т.к. эксплуатационные свой-

ства в первую очередь определяет прочность сцепления (адгезия) покрытия с защищаемой рабочей поверхностью. Идеальным вариантом любой технологии нанесения является процесс, когда адгезия равна когезии, т.е. прочность сцепления в переходной зоне равна прочности наиболее слабого из соединяемых материалов ($\sigma_{\text{адгезии}} = \sigma_{\text{когезии}} = \sigma_{\text{max}}$).

Теоретический расчет прочности сцепления можно представить следующим образом:

где $I_{\text{вз}}$ – энергия, необходимая для взаимодействия соединяемых материалов;

$I_{\text{под}}$ – энергия, подводимая в процессе нанесения защитного покрытия.

На практике произвести расчет будущей прочности сцепления затруднен, в связи с отсутствием точных данных толщины и химического состава адсорбированных и хемосорбированных слоев, т.к. существуют сложные и недостаточно точные зависимости скорости роста этих слоев во времени при различных условиях окружающей среды. Поэтому точное знание исходного состояния физического контакта между соединяемыми материалами в момент их контакта будет определять возможность прогнозирования будущего качества покрытия. На рисунке представлены качественные результаты многолетних исследований нашего коллектива по влиянию основных технологических параметров на прочность сцепления покрытий, наносимых любыми существующими способами.

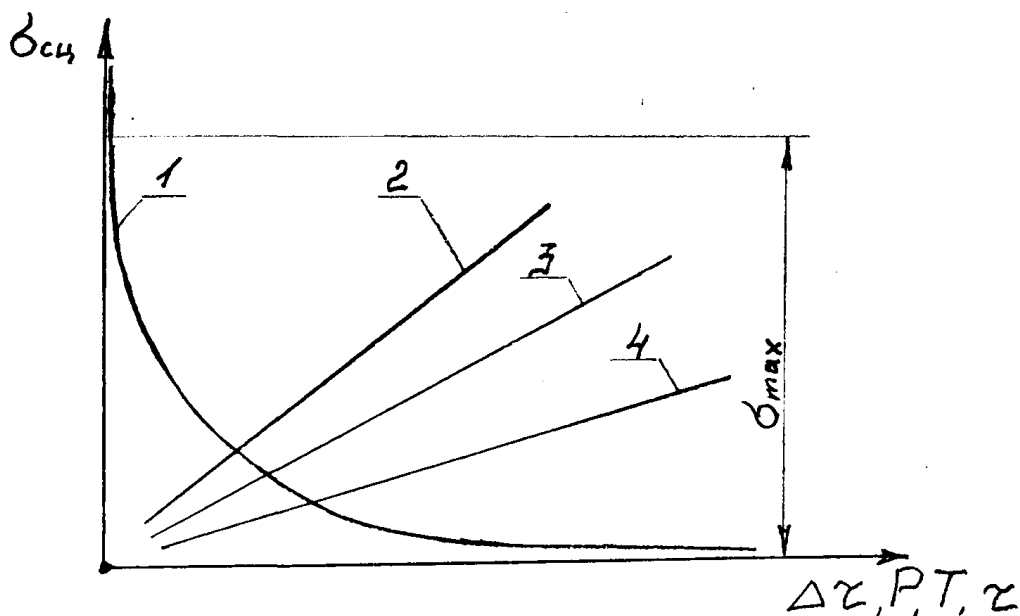


Рис. 1 – ($\Delta\tau$) время разрыва между процессами удаления адсорбированных и хемосорбированных слоев и нанесения покрытия; 2 – (P) давление в зоне физического контакта

та соединяемых материалов; 3 – (Т) температура в зоне физического контакта; 4 – (τ) время контакта в процессе формирования покрытия.

Практические результаты полностью подтверждают зависимости представленные на рисунке. Известно, что твердофазные способы нанесения покрытий (детонационные, плакирование, диффузионные, трением и др.) имеют наибольшую прочность сцепления, нежели чем жидкофазные (окунанием, с помощью газопламенной или плазменной струи, электрометализацией и другими газотермическими вариантами), и тем более парогазовыми процессами (термовакuumные, эжекционные в инертной или реактивной среде т.д.). Основным объяснением таких результатов является тот факт, что при твердофазных процессах происходит совместная деформация контактной зоны, одновременное разрушение адсорбированных и хемосорбированных слоев, что улучшает физический контакт и снижает время разрыва Δt в соответствии с представленным рисунком.

Металлографические исследования и механические испытания защитных покрытий из различных материалов, нанесенные многими способами выявляют очевидную взаимосвязь между наличием диффузионной зоны в местах физического контакта соединяемых материалов и их адгезионной и когезионной прочностью.

Из полученных теоретических и экспериментальных результатов появляется новый, более совершенный и эффективный путь повышения эксплуатационных свойств покрытий различного назначения за счет снижения величины Δt вместо роста таких энергоемких технологических параметров как давление (Р), температура (Т) и время (τ).

Относительно наилучшие эксплуатационные характеристики имеют термодиффузионные покрытия (карбидизация, азотирование и т.д.), но для их создания требуется значительный нагрев деталей (для стальных $T=800\div 1100^{\circ}\text{C}$) и время ($\tau=20\div 60$ час), что существенно затрудняет и использование их в производстве. Разработанные нами способы, с использованием электрохимических сил взаимодействия, повышают технологичность процессов и качество диффузионных защитных покрытий, при резком снижении себестоимости их нанесения. Теоретические основы механизма взаимодействия материалов при электро-химико-термических способах (ЭХТС) позволили реализовать технологии создания на стальных (Ст. 10-40) поверхностях диффузионные слои карбидов или нитридов толщиной 1 мм за 1 час и их твердость составляет по HRC 60÷80 ед. Кроме создания защитных покрытий ЭХТС позволяют их использовать в качестве восстановительных и упрочняющих операций.

Результаты производства изделий на предприятиях полностью подтверждают изложенный материал.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стацура В.В. Технологические процессы изменения свойств деталей с помощью покрытий /В.А.Моисеев, А.Е.Михеев – Красноярск: Изд.КГУ, 1988. – 134 с.
2. Михеев А.Е. Повышение эксплуатационных характеристик поверхностей элементов конструкций летательных аппаратов /В.А.Колмыков. – М.: МАКС Пресс, 2002. – 224 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МАРОЧНОЙ И ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ АВТОБУСНОГО ПАРКА Г. ВЛАДИМИРА

Судариков В.Г., Аблаев А.А.

Владимирский государственный университет. г. Владимир

Известно, что возрастная структура парка оказывает существенное влияние на показатели работы автотранспортного предприятия (АТП) и, в частности, на потребность в запасных элементах, на периодичность технического обслуживания.

Как правило, в АТП имеется значительное различие средних возрастов подвижного состава, что побуждает определять потребность в запасных элементах, в технических воздействиях отдельно по каждому предприятию.

Для достоверного прогнозирования потребности в запасных элементах и технических воздействиях желательно знать характер зависимости их фактического расхода от возраста и пробега подвижного состава.

Исследование структуры автобусного транспорта г. Владимира проводилось по данным Транспортной инспекции Владимирской области, Департамента транспорта администрации Владимирской области, ГИБДД г. Владимира по отчётам автотранспортных предприятий.

Исследовался линейный подвижной состав осуществляющий пассажирские перевозки на 71 маршруте г. Владимира и пригорода.

На 01.09.2007 года подвижной состав составляет 424 единиц автобусов. Используемый подвижной состав разномарочный. Основными марками автобусов являются: МАН, Мерседес-Бенц, ПАЗ -3205, Газель, автобусов DAEWOO составляют 15 ед., Neoplan-29 ед., Икарус – 256 – 9ед.

Количество предприятий производящих перевозку пассажиров в городе Владимире увеличилось до сорока.

Некоторые индивидуальные предприниматели имеют от 1 до 4 автобусов. Основными перевозчиками в г. Владимире являются: ООО "БигАвтоТранс"; ООО "ПОАТиС", ПАТП-1, ООО "ВЛАДИМИРСКИЕ АВТОБУСНЫЕ ЛИНИИ".

Используемые в пассажирских перевозках автобусы марок МАН, Мерседес-Бенц выпуска с 1976 по 1996 годы, а ПАЗ с 1996 по 2004 годы и имеют разные пробеги с начала эксплуатации (рис. 1-3).

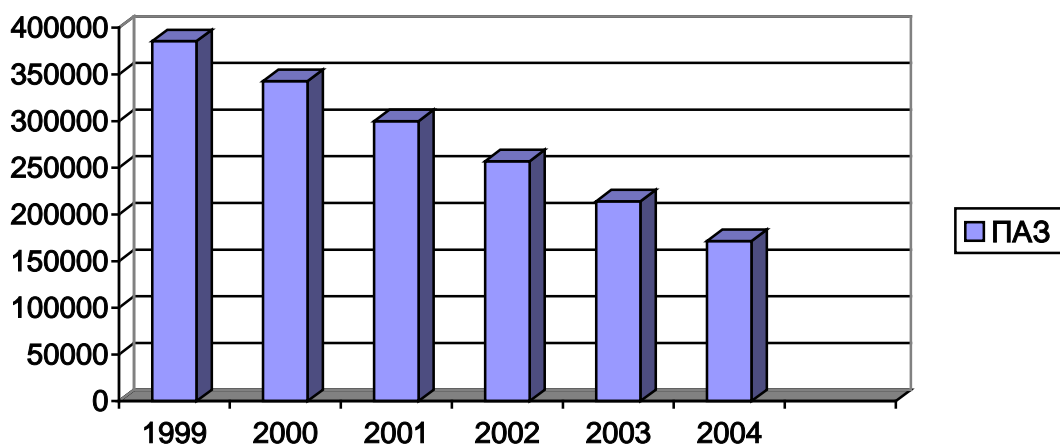


Рис.1. Пробег автобусов марки **ПАЗ 3205** в зависимости с начала эксплуатации

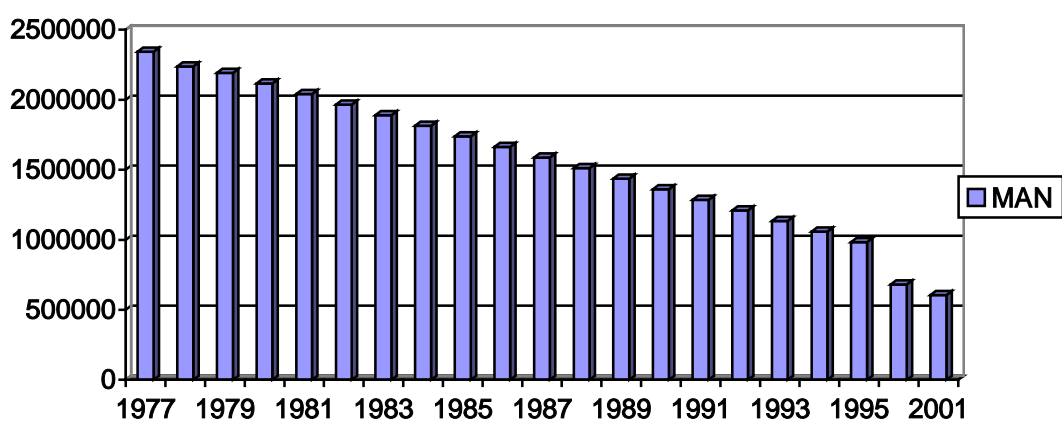


Рис. 2. Пробег автобусов марки **MAN** в зависимости с начала эксплуатации

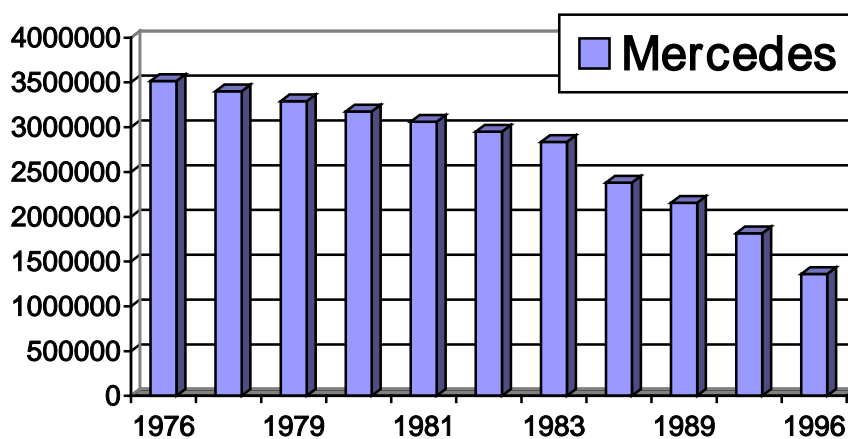


Рис.3. Пробег автобусов марки **MERCEDES** в зависимости с начала эксплуатации

Средний суточный пробег автобусов составляет: для марки **MERCEDES** – 250 км/сут, **MAN** – 260 км/сут, **ПАЗ 3205** -170 км/сут, При

этом средний годовой пробег перечисленных марок автобусов составляет: для марки **MERCEDES** – 63000 км/год, **MAN** – 65500 км/год, **ПАЗ 3205** - 42800 км/год.

Исследование показывает наличие многочисленных линейных простоев несущих экономические и социальные потери.

Согласно статистической отчетности автопредприятий можно отметить причины простоев, это простои по причине отсутствия водителя, отсутствия аккумуляторных батарей и шин, нахождения автобусов на ТО-2 и нахождения автобусов в вынужденном ремонте по причине отказа транспортного средства. В основном простои вызваны вынужденным ремонтом (табл.1.).

Таблица 1

Средние простои автотранспорта

n/n	Марка автобуса	ТО-2 (дн./год)	Простой в ремонте (дн./год)
1	Mercedes	3	23
2	МАН	4	42
3	ПАЗ	4	73

По плану предприятия ТО-2 должно проводиться: для автобусов ПАЗ - 3205 через каждые 10000 км., а для автобусов **MERCEDES** и **MAN** через каждые 15000 км., на практике проводится реже, что приводит к частым отказам транспорта на линии, следствие чего - максимальные простои при вынужденном ремонте.

Выводы.

1. За периоды наблюдения структура парка ежегодно ухудшалась.
2. Количественный состав автобусов постоянно увеличивался при увеличении разномарочности. Пополнение парка автобусами новых и эксплуатируемых марок не компенсировало снижение списочного состава парка.
3. Возраст подвижного состава парка увеличивается.
4. Возрастная структура парка оказывает влияние на все показатели работы парка и в частности инженерно-технической службы. Которая должна анализировать возрастную структуру и формировать предложения по её управлению.
5. Изменение возрастной структуры парка зависит от исходной структуры, темпов пополнения и списания, и от установленного срока службы автобусов. Регулируя списание и пополнения парка возможно получить желаемую возрастную структуру с нужными показателями эффективности.

6. Провозные способности парков в различные периоды существования различны. Поэтому для выполнения одинакового объема транспортной работы размер парка при старении должен увеличиваться.

7. Увеличение сроков службы автобусов до списания приведет к ухудшению показателей эффективности парка.

8. Возрастная структура парка изменяется в зависимости от ее исходного состояния темпов списания и пополнения подвижного состава, а также от установленного (принятого) срока службы.

9. Изменяя списание и пополнение парка можно получить необходимую возрастную или по пробегу структуру, что актуально для АТП с небольшим списочным составом линейных автобусов.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО) ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Суетова А.А. , Олейников А.В., Васильев В.А.

*Хакасский технический институт – филиал ФГОУ ВПО
«Сибирский федеральный университет»*

Введение. Автомобильный транспорт является сложной производственной системой, эффективность которой зависит от уровня технической готовности и поддержания необходимой работоспособности автомобилей. От того, насколько будут сохранены технико-эксплуатационные качества автомобиля, зависит срок службы, техническая готовность и его способность удовлетворять потребности в перевозках грузов и пассажиров. Развитие рынка конкуренции транспортных работ и услуг ставит перед авто-транспортным предприятием (АТП) задачу реконструкции производства, обновления его производственно-технической базы, повышения качества работ по техническому обслуживанию (ТО) и текущему ремонту (ТР), экономии топливно-энергетических, финансовых и трудовых ресурсов.

Постановка задачи. Установлено, что в настоящее время существует два основных метода расчёта производственной программы АТП.

Первый метод базируется на «Положении о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта». В его основу положено использование нормативной трудоемкости на 1000 км пробега, а затем распределение суммарной годовой трудоемкости по постам и отделениям. Такой подход является детерминированным, поскольку не учитывает случайного характера многих факторов, таких как суточный пробег, момент поступления в зону ТО и ТР, содержание и объем работ и др.

Более точен второй метод, основанный на применении аппарата теории массового обслуживания (ТМО). ТМО изучает системы, в которых переменными и случайными являются моменты поступления требований (заявок) на обслуживание и продолжительность самих обслуживаний. При использовании ТМО требуется соблюдение определенных условий: стационарности, ординарности и отсутствия последствия.

Стационарным потоком требований называется такой поток, у которого вероятность поступления заявки (автомобили на ТО и ТР) зависит только от значения рассматриваемого текущего пробега, а не от значения этого пробега в общем пробеге автомобиля с начала эксплуатации. Применительно к автомобилям, стационарность потока можно принять реальной только на каком-то ограниченном участке пробега или времени. Ясно, что за один и тот же отрезок времени в начале эксплуатации автомобиля вероятность поступления в ТР гораздо ниже, чем после длительной эксплуатации.

Ординарным потоком называется поток требований, когда в любой момент времени практически невозможно одновременное появление двух или большего числа требований. На практике это происходит не всегда, так как приблизительно 20% заявок приходится на несколько агрегатов или систем.

Отсутствие последствия – это независимость в данный момент поступлений требований от того, когда и сколько требований поступило до этого момента.

В ТМО рассмотренные условия предусмотрены для упрощения математической модели. Если эти условия нарушаются, математическое описание процессов значительно усложняется и требует громоздких аналитических зависимостей. Кроме того, в ТМО принято, что время между очередными поступлениями заявок и трудоемкость ТО и ТР распределены по показательному закону ($f(x) = \lambda \cdot e^{-\lambda \cdot x}$). Однако, как следует из проведенных исследований, этот закон иногда нарушается, что приводит к дополнительным погрешностям в расчетах.

В реальных условиях АТП представляет собой сложную замкнутую систему, в которой выходные параметры одной подсистемы являются входными параметрами другой. Например, от производительности систем ТО и ТР зависит поток автомобилей, которые возвращаются в исправное состояние. Практическое исследование подобных систем с использованием аналитических зависимостей является достаточно сложным и трудоемким.

Наиболее эффективным является метод статистического моделирования (метод Монте-Карло), который позволяет учесть практически все вероятностные характеристики системы ТО и ТР. Разработка имитационной модели, позволяет решить задачу оптимизации производственной программы АТП с учетом оперативного планирования и управления. Кроме того, на модели можно проследить влияние различных вероятностных

факторов на эффективность функционирования технической службы автотранспортного предприятия в целом.

Описание метода. Метод статистического моделирования (метод Монте-Карло) – это численный метод решения математических задач при помощи моделирования случайных величин.

Математической основой метода служат предельные теоремы теории вероятности - теоремы Чебышева П.Л. и Я. Бернулли, т.е. закон больших чисел.

Основная идея метода статистического моделирования заключается в возможности воспроизведения с достаточно высокой достоверностью исследуемого физического процесса при помощи вероятностных математических моделей и вычислении характеристик этого процесса. Это достигается за счет многократных расчетов по разработанной математической модели.

Время функционирования системы разделяется на достаточно большое количество подинтервалов (единиц времени, в течение которых не может возникнуть более одной заявки или завершиться выполнение более одной заявки). Для каждого такого подинтервала последовательно моделируется факт появления новой заявки (да/нет), проверяется наличие свободного канала (закончено ли обслуживание какой-то заявки) и загрузка его заявкой из очереди, проверяется наличие мест в очереди с последующим выводом (принять в очередь/отказать в обслуживании) и т.д. При этом фиксируется число отказов, время ожидания заявок в очереди и в системе вообще, число заявок в очереди в каждый момент и другие значения, которые позволяют найти вероятность отказа, распределение времени ожидания и среднее время, вероятность простоя каналов и т.п. Для надежности выводов такое разовое моделирование повторяется достаточно много раз.

Для этих испытаний математической модели используются равномерно распределённые случайные числа. Числа можно выбирать "вручную" из специальных таблиц, можно использовать генераторы случайных чисел, а также случайные числа могут моделироваться на ЭВМ с помощью соответствующих программ. Очень часто вместо случайных применяют, так называемые, псевдослучайные числа. Они распределяются по тем же законам, что и случайные числа, но формируются не случайно, а так, что каждое последующее число получается из предыдущего с помощью формул и других искусственных преобразований.

Алгоритм решения задачи. Для решения задачи статистического моделирования функционирования АТП должны быть заданы следующие исходные данные:

- описание АТП, как замкнутой системы массового обслуживания (тип, параметры, критерии эффективности работы системы);
- параметры закона распределения периодичности поступлений требований в систему;

- параметры закона распределения времени пребывания требования в очереди;
- параметры закона распределения времени обслуживания требований в системе.

Решение задачи статистического моделирования функционирования АТП складывается из следующих этапов.

1. Вырабатывают равномерно распределенное случайное число ξ_i .
2. Равномерно распределенные случайные числа преобразуют в величины с заданным законом распределения:
 - интервал времени между поступлениями требований в систему Δt_{Ti} ;
 - длительность времени обслуживания требования каналами Δt_{Oi} .
3. Определяют моменты наступления событий:
 - поступление требования на обслуживание;
 - окончание обслуживания требования в каналах системы.
4. Моделируют функционирование АТП в целом и накапливают статистические данные о процессе обслуживания.
5. Устанавливают новый момент поступления требования в систему, и вычислительная процедура повторяется в соответствии с изложенным.
6. Определяют показатели качества функционирования АТП путем обработки результатов моделирования методами математической статистики.

Методика решения задачи. Рассмотрим простейший пример. Представим АТП, как замкнутую систему массового обслуживания.

Описание системы: пусть система имеет два однотипных канала, причем моменты времени окончания обслуживания на первом канале обозначим через t_{1i} , на втором канале - через t_{2i} . Закон распределения интервала времени между смежными поступающими требованиями задан плотностью распределения $f_1(t_T)$. Продолжительность обслуживания также является случайной величиной с плотностью распределения $f_1(t_O)$. Процедура решения задачи будет выглядеть следующим образом:

1. Вырабатывают равномерно распределенное случайное число ξ_i .
2. Равномерно распределенное случайное число преобразуют в величины с заданным законом распределения. Определяют реализацию случайного интервала времени (Δt_{Ti}) между поступлениями требований в систему.
3. Вычисляют момент поступления заявки на обслуживание:

$$t_i = t_{i-1} + \Delta t_{Ti}.$$
4. Сравнивают моменты окончания обслуживания предшествующих заявок на первом $t_{1(i-1)}$ и втором $t_{2(i-1)}$ каналах.
5. Сравнивают момент поступления заявки t_i с минимальным моментом окончания обслуживания (допустим, что $t_{1(i-1)} < t_{2(i-1)}$):

а) если $\lfloor t_i - t_{1(i-1)} \rfloor < 0$, то заявка получает отказ в обслуживании в данный момент и встает в ожидание;

б) если $\lfloor t_i - t_{2(i-1)} \rfloor \geq 0$, то происходит обслуживание.

6. При выполнении условия 5 б) определяют время обслуживания i -й заявки на первом канале Δt_{1i} путем преобразования случайной величины ξ_i в величину (время обслуживания i -й заявки) с заданным законом распределения.

7. Вычисляют момент окончания обслуживания i -й заявки на первом канале $t_{1i} = \lfloor t_{1(i-1)} + \Delta t_{1i} \rfloor$.

8. Устанавливают новый момент поступления заявки, и вычислительная процедура повторяется в соответствии с изложенным.

9. В ходе моделирования АТП накапливаются статистические данные о процессе обслуживания.

10. Определяют показатели качества функционирования системы путем обработки накопленных результатов моделирования методами математической статистики.

Выводы. Метод статистического моделирования позволяет решать задачи определения оптимальной производственной мощности автотранспортного предприятия как замкнутой системы в зависимости от реальных вероятностных факторов (суточного пробега, наработки на отказ определенного агрегата или системы, времени восстановления и других).

Метод статистического моделирования позволяет оптимизировать производственную программу АТП. Прежде всего, провести оптимизацию зоны ТО и ТР АТП. Далее выбрать оптимальную политику управления при нестационарном входящем потоке требований на обслуживание и ремонт. А также, создав адекватную имитационную модель, можно получать и другие параметры, характеризующие работу предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вентцель, Е.С. Исследование операций / Е.С. Вентцель. – М.: Высшая школа, 2001. – 432с.
2. Ковалев М.Я. Исследование операций / М.Я. Ковалев. – Минск: БГУ, 2004. – 46с.
3. Соболев И.М. Метод Монте-Карло / И.М. Соболев – М.:Наука, 1968. – 63с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН РАЗРУШЕНИЯ НЕФТЕПРОВОДА

Сюмак А.Л., Пимнев А.Л.

ОАО «Сибнефтепровод», г. Тюмень

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

В настоящее время в системе трубопроводного транспорта остро встает проблема старения основных фондов [1]. Срок эксплуатации значительной части нефтегазопроводов превысил нормативный и теоретически они подлежат замене. Но, в ряде случаев, трубопровод продолжает работать и после истечения сроков нормативной эксплуатации, и, как показывает практика, на действующих трубопроводах возникают различные аварийные ситуации.

На исследование поступила катушка диаметром 1020 мм, толщина стенки 11 мм, вырезанная из нефтепровода с места инцидента. Материал катушки, предположительно, сталь 14ХГС. В процессе эксплуатации нефтепровода произошло разрушение трубы вдоль продольного заводского шва. В ходе осмотра излома было установлено, что разрушение произошло по границе основного и наплавленного металла внутреннего заводского сварного шва. В изломе наблюдаются две зоны: зона хрупкого и вязкого разрушений. Наплавленный металл в зоне разрушения подвержен язвенной коррозии. Сварной шов в зоне разрушения имеет дефекты: наплывы, подрезы, цепочки пор по оси шва. Площадь коррозионных повреждений достигает 1 см², а глубина отдельных язв достигает 3 мм. Разрушение произошло по зоне термического влияния нижнего внутреннего сварного шва трубы. По данным эксплуатационных служб разрушение нефтепровода началось в месте расположения трещины длиной 460 мм. Впоследствии выяснилось, что трещина, явившаяся инициатором разрушения нефтепровода, распространяется на расстоянии 1 м от места разрыва металла.

Для исследований причин разрушения трубы были вырезаны два фрагмента на расстоянии 1 м от места разрушения: один фрагмент с продольным швом, вдоль которого произошло разрушение; другой – с продольным швом, противоположным разрушившемуся.

В процессе исследования проводились: осмотр и измерение фрагментов; определение химического состава стали; макроструктурный анализ сварных соединений; измерение твердости; микроструктурный анализ сварного соединения и зоны термического влияния.

Предварительная оценка причин разрушения катушки диаметром 1020×11 мм, вырезанной из нефтепровода с места инцидента, выполненная на основании осмотра зоны разрушения и исследования фрагментов, вырезанных на расстоянии 1 м от места разрыва металла показала, что причиной разрушения явились протяженные продольные трещины в зоне термического влияния заводского продольного сварного шва с внутренней сто-

роны, в которых выявлено наличие продуктов коррозии по всей глубине, в том числе в их вершинах, что свидетельствует о том, что первоначальное зарождение и рост трещин произошло задолго до разрушения трубы, возможно, на этапе изготовления и заводских испытаний. В устье трещин на макрошлифах выявлены микротрещины, ориентированные вдоль поверхности основного металла, что привело к развитию коррозии в этом направлении и выкрашиванию металла.

Для окончательного определения причины разрушения трубопровода необходимо выполнить исследования на образцах, вырезанных непосредственно из места разрушения. Однако даже предварительные результаты исследований показывают актуальность своевременного проведения диагностических работ с целью выявления возможных развивающихся дефектов и оценки напряженно-деформированного состояния с учетом локальных повреждений для предотвращения подобных нештатных ситуаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тарасенко А.А. Разработка научных основ методов ремонта вертикальных стальных резервуаров. Дисс. на соиск. уч. ст. д.т.н. – Тюмень, ТюмГНГУ, 1998.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Тахтамышев Х.М., Дауров Д.С., Кидакоев М.М.

*Невинномысский государственный гуманитарно-технический институт,
г.Невинномысск*

При обосновании математических моделей, аппроксимирующих процессы технического обслуживания совокупности автомобилей, следует учитывать особенности операций технического обслуживания, методы выполнения, формы организации труда и другие факторы.

Ежедневное обслуживание ЕО и Т0-I, как правило, выполняется на поточных линиях, ТО-2 чаще производится на тупиковых и прямоточных постах.

В отличие от работ по текущему ремонту, количество автомобилей и примерная трудоемкость работ на смену при техническом обслуживании регламентированы и заранее известны.

Если определенный вид обслуживания производится в межсменное время работы автомобилей, входящий поток требований приближается по характеристикам к детерминированному. Однако при совпадении времени выполнения ТО со временем работы автомобилей на линии, организация своевременного поступления автомобилей в зону становится затрудни-

тельной. В этой связи в общем случае предполагается, что входящий поток требований носит стохастический характер, трудоемкость работ также имеет определенную вариацию.

Как видим, это задача массового обслуживания, которая и должна решаться с использованием соответствующего математического аппарата.

Рассмотрим вначале математические модели для процесса

ТО-2, выполняемого на универсальных тупиковых постах.

Массовый характер поступления автомобилей в зону ТО-2 дает основание рассматривать его как процесс массового обслуживания на параллельных приборах (постах). Однако функционирование подобной СМО связано с рядом особенностей.

Техническое обслуживание № 2 осуществляется, как правило, в первую смену и сопровождается большим числом разборочно-сборочных операций, что в большой степени приближает этот вид обслуживания к текущему ремонту. При этом наличие сопутствующего ремонта, проводимого профилактически, приводит к еще большему рассеиванию трудоемкости ТО-2.

Совмещение времени работы зоны ТО-2 со временем работы автомобилей на линии, естественно, приводит к неизбежной потере прибыли, связанной с простоями автомобилей в зоне ТО. При этом следует считать неоправданными простои исправных автомобилей в ожидании свободных постов с начала смены.

В этой связи целесообразно выпускать на линию автомобили, направленные в зону ТО-2 в определенной очередности, ограничивая их время в наряде предполагаемыми продолжительностями времени окончания обслуживания предыдущих автомобилей.

Такая СМО будет иметь ряд особенностей, в числе которых несоответствие законов распределения потоков требований и среднего времени обслуживания автомобилей таковым в классических СМО. Так, входящий поток будет существенно отличаться от пуассоновского, а время обслуживания - от экспоненциального.

Применение известных формул разомкнутых систем массового обслуживания в этих условиях может дать определенную погрешность, которая зависит в основном от соответствия коэффициентов вариации законов распределения исходных параметров таковым показателям для простейшего потока требований и экспоненциального времени обслуживания.

Для установления характеристик такой СМО наиболее предпочтительным способом аппроксимации является имитационное моделирование. Вместе с тем необходимость ведения расчетов на компьютерах делает их использование неудобными и затрудняет в последующем процесс оптимизации. Поэтому для технологического расчета наиболее целесообразным является использование приближенной аналитической модели для целей корректирования выходных характеристик зоны ТО-2 с помощью ко-

эффициентов вариации законов распределения, получаемых при статистическом наблюдении.

При этом следует учесть, что номинальное число постов ТО-2 в современных АТП колеблется в пределах 3-10, вследствие чего каждый дискретный шаг поиска оптимума имеет существенную значимость для показателей зоны, что снижает требования к точности вычислений эффекта от очередного шага оптимизации.

Итак, определим исходные параметры зоны ТО-2 как системы массового обслуживания.

Согласно известным детерминированным методам расчета в основу определения мощности зоны ТО-2 заложены следующие параметры:

N - суточная программа по ТО-2;

R_p - число рабочих на одном посту;

T_d - время на установку и сход автомобиля с поста, ч;

$t_{то}$ - средняя трудоемкость выполнения работ ТО-2 одного автомобиля, чел-ч;

$t_{см}$ - продолжительность работы зоны ТО-2 в течение суток, ч;

η_p - коэффициент технологически возможной загрузки поста;

$T_{то}$ - суточный объем работ по техническому обслуживанию, чел.-ч.

Для определения интенсивности потока требований будет справедливо выражение:

$$\lambda = \frac{N}{t_{см} \cdot C_{см}} . \quad (1)$$

Среднее время обслуживания получается из известной формулы

$$t_{cp} = \frac{t_{то}}{P \cdot \eta_n} .$$

Тогда технологически необходимое число постов или обобщенный параметр α определится из выражения

$$\alpha = \lambda \cdot t_{cp} = \lambda / \nu . \quad (2)$$

Итак, в качестве основной модели работы зоны ТО-2 принимается классическая разомкнутая СМО с ожиданием, показатели которой корректируются в соответствии с коэффициентами выражений, обусловленных отличием законов распределений процессов технического обслуживания от таковых для текущего ремонта. Случайный характер поступления автомобилей в зону ТО-2 объясняется, как указывалось выше, экономической целесообразностью использования исправных автомобилей на линии.

Однако при четкой организации планирования ТО-2 и наличии информационной связи с автомобилями, выполняющими транспортный про-

цесс, можно практически минимизировать простои автомобилей в ожидании свободного поста в зоне ТО-2. Очередь исключается также при допущении целодневных простоев в ТО-2.

С другой стороны, принимая во внимание большую дисперсию продолжительности ТО-2, вызванную сопутствующим текущим ремонтом, можно записать приближенные выражения для получения показателей зоны ТО-2 как СМО с произвольными законами распределения потоков требований и обслуживаний.

1. Среднее количество автомобилей, находящихся в зоне ТО-2

$$MC = \frac{\psi \cdot (v_{\lambda}^2 + v_v^2)}{2 \cdot (1 - \psi)} = \frac{\alpha \cdot (v_{\lambda}^2 + v_v^2)}{2 \cdot (n - \alpha)} . \quad (3)$$

2. Среднее число автомобилей в очереди

$$MA = \frac{\psi^2 \cdot (v_{\lambda}^2 + v_v^2)}{2 \cdot (1 - \psi)} = \frac{\alpha^2 \cdot (v_{\lambda}^2 + v_v^2)}{2n \cdot (n - \alpha)} . \quad (4)$$

3. Среднее число свободных постов

$$MP = n - \alpha . \quad (5)$$

где V_{λ} , V_v - коэффициенты вариации законов распределения промежутков времени между поступлениями очередных требований и их обслуживанием соответственно.

Из выражений (3) - (5) видно, что в данном случае принимается в качестве базового вариант организации с полной взаимопомощью между исполнителями, что оправдано в условиях существующей бригадной формы организации труда при выполнении Т0 - 2 и широкого фронта работ, свойственного данному виду обслуживания.

Заметим, что при $V_{\lambda} = V_v = 1$ расчетные формулы (3) и (4) вырождаются в обычные классические выражения для пуассоновских процессов.

Варьируя коэффициентами V_{λ} и V_v , можно определить с помощью выражений (3) - (5) эффект от уменьшения степени рассеивания исходных параметров не только зоны ТО, но и текущего ремонта.

Таким образом, эти выражения могут быть приняты в виде расчетных для определения числа тупиковых постов Т0-2. Большую сложность представляет установление аппроксимирующих выражений для процессов технического обслуживания на поточных линиях.

Как правило, линии Т0-1 и ТО-2 из технологических соображений проектируются с числом постов не более 3-х. Такие линии с точки зрения теории массового обслуживания представляют собой СМО с последовательным расположением аппаратов (приборов).

Однако аналитических выражений для таких систем еще не получено даже для классических СМО, вследствие чего такая задача решалась ранее методом статистического моделирования. Вместе с тем, использование статистической модели невозможно без применения компьютеров, что для целей оптимизации не всегда приемлемо. Поэтому рассмотрим математическую модель работы поточных линий обслуживания периодического действия на основе приближенных методов вычислений аналитическими методами.

В связи с ограниченностью числа постов линий (2...3) можно заранее задаться их числом $x_{\text{л}}$ и определить технологически необходимое количество постов зоны:

$$, \quad (6)$$

где $K_{\text{пр}}$ - коэффициент повышения производительности труда рабочих, обусловленных поточным методом производства.

Коэффициент полезного действия линии или коэффициент использования линии $\eta_{\text{л}}$ в отличие от аналогичного показателя для универсальных постов имеет более низкие значения из-за действия трех дополнительных неблагоприятных факторов: потерь времени из-за неодновременности начала и окончания работ на всех постах линии в начале и в конце смены; необходимости перемещения автомобилей между постами и значительной величины степени рассеивания трудоемкости работ на каждом посту.

Рассмотрим влияние каждого из названных факторов на показатели работы линий.

Механизм действия неодновременности начала и окончания работ на постах линий следующий.

В начале смены рабочие вторых и последующих постов простаивают в ожидании выполнения работ на предыдущих постах. В конце смены наблюдается обратная картина: рабочие первых постов простаивают в ожидании окончания работ на последних постах.

Ступенчатое распределение времени начала и окончания рабочего дня для исполнителей одной линии нецелесообразно ввиду рассеивания времени фактического выполнения работ на постах и связанной с этим вероятностью простоя линии в ожидании явки рабочих. Расчеты показывают, что в указанных условиях фактическая производительность линий для выполнения суточной программы в пределах рабочей смены должна быть выше на величину $m(x_{\text{л}}-1)$ автомобилей в смену.

Тогда коэффициент потерь от неодновременности начала и окончания работ равен:

$$K_{\text{нд}} = \frac{N}{N + m \cdot (x_{\text{л}} - 1)}. \quad (7)$$

Простои рабочих из-за неустановившихся режимов работы и связанные с передвижением автомобилей на линии, можно оценить с помощью относительного показателя:

$$K_{hd} = \frac{t_d \cdot (x_l - 1)}{t_{cm}}. \quad (8)$$

Простои от неодновременности (несинхронности) окончания работ на постах зависят от нескольких факторов:

$$K_{nc} = f \cdot (V \cdot D \cdot X_l),$$

где V - коэффициент вариации продолжительности обслуживания на посту;

$$D = \frac{t_n}{t_{cm}} - \text{относительная величина, характеризующая среднее}$$

значение продолжительности обслуживания на посту.

Исследования связи K_{nc} с указанными факторами производились различными авторами, однако при этом не было получено уравнения, количественно оценивающего их влияние на коэффициент потерь K_{nc} . Этот пробел был восполнен автором путем обобщения результатов исследований различных авторов по эмпирическому выражению:

$$K_{nc} = 0,2 \cdot v \cdot (x_l - 1) \cdot (0,9 + \sqrt{\frac{t_n}{t_{cm}}}). \quad (9)$$

Среднее число технологически необходимых постов при поточном методе работы равно $\alpha = \alpha_l \cdot X_l$.

Фактическое число постов необходимо определять с учетом неизбежных простоев, которые могут быть компенсированы повышением производительности труда

$$. \quad (10)$$

Очевидно, что количество постов должно корректироваться в соответствии с кратностью их с числом постов на линии, что и определит количество линий:

$$m = \frac{n}{x_l}.$$

Подводя итоги обоснованию математических моделей для линий технического обслуживания, можно отметить следующее.

При выполнении работ в межсменное время потоки заявок на линии технического обслуживания можно считать детерминированными.

В качестве характеристик в этом случае целесообразно рассматривать следующие показатели.

1. Среднее число технологически необходимых постов из выражения (6).
2. Фактическое число постов всех линий из выражения (10).
3. Коэффициент загрузки зоны.

$$\psi = \frac{\alpha}{n}.$$

Эти показатели характеризуют производительность труда и могут использоваться для обоснования варианта организации работ (поточным методом или на универсальных постах).

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ СНАБЖЕНИЯ АТП ЗАПАСНЫМИ УЗЛАМИ И АГРЕГАТАМИ

Тахтамышев Х.М., Добровольский Н.П.

*Невинномысский государственный гуманитарно-технический институт,
г.Невинномысск*

Создание запасов на складах автотранспортных предприятий экономически целесообразно, так как отсутствие их требует больших эксплуатационных расходов на ежедневную поставку запчастей из баз снабжения.

С другой стороны, поставка запчастей необоснованно большими партиями приводит к омертвлению средств и необходимости привлечения дополнительных складских помещений. Если соотнести стоимости хранения запчасти определенного наименования и издержки от простоев автомобилей, то величина экономически оправданного времени простоев автомобилей практически равна нулю. Однако среднее число автомобилей, ежедневно простаивающих из-за отсутствия запчастей $A_{с.}$, будет все же иметь существенные значения из-за большой номенклатуры запчастей, суммарная стоимость хранения и транспортировки которых соизмеримы с удельной стоимостью простоя автомобиля. В условиях стохастичности процесса расхода запчастей и их поставок целесообразно также создание страховых запасов на случай возникновения дефицита за периоды между поставками.

Таким образом, издержки системы снабжения зависят от периодичности и партионности поставок, а количество простаивающих автомобилей - от величины страховых запасов. Принимая во внимание, что оборотный фонд деталей, узлов и агрегатов при малой номенклатуре и большой стоимости оказывает существенное влияние на техническую готовность парка

автомобилей, в качестве базовой модели принимается процесс обеспечения автомобилей восстанавливаемыми запчастями.

Судя по роли, которую играет оборотный фонд при агрегатном методе ремонта, можно заключить, что процесс его пополнения и расходования является массовым.

Это дает основание рассматривать его как систему массового обслуживания, в которой:

- обслуживающей системой является оборотный фонд узлов и агрегатов;
- обслуживающими аппаратами являются узлы и агрегаты;
- источниками требований являются автомобили;
- время обслуживания требования есть время оборота узла, агрегата;
- при наличии в оборотном фонде исправного элемента требование удовлетворяется немедленно, в противном случае получает отказ;
- критерием оценки системы является вероятность отказа требованию и величины очереди автомобилей.

Из описания процесса следует, что по формализованной постановке задачи рассматриваемые процессы описываются математическими моделями системы массового обслуживания с потерями при неограниченном количестве требований и ограниченном числе обслуживающих аппаратов, характеристики которой имеют вид:

1. Вероятность того, что все обслуживающие аппараты (агрегаты) свободны (исправны):

$$P_0 = \left[\sum_{m=1}^n \frac{1}{m!} \cdot \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^m \right]^{-1}. \quad (1)$$

2. Вероятность отказа очередному требованию на исправный агрегат:

$$P_n = \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \cdot \frac{P_0}{n!}. \quad (2)$$

3. Среднее число исправных агрегатов

$$M = n - \sum_{k=1}^n \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^k \cdot P_0}{(k-1)!} \approx n - \frac{\lambda}{\mu}. \quad (3)$$

В этих выражениях отношение $\frac{\lambda}{\mu}$ для удобства можно заменить обобщенным параметром α .

Принятая модель СМО с потерями (отказами) вовсе не означает, что при отсутствии исправного агрегата автомобиль будет простаивать время, равное времени оборота агрегата. Очевидно, что на практике будет произведена экстренная поставка такого агрегата за время t_n , равное продолжительности активного ремонта его на соответствующем участке. В соответствии с этими рассуждениями можно записать выражение для среднего числа простаивающих автомобилей из-за отсутствия исправных агрегатов.

Среднее число простаивающих автомобилей из-за отсутствия исправных узлов и агрегатов

$$MA = \lambda \cdot t_n \cdot P_n. \quad (4)$$

Представленные математические модели процесса обеспечения автомобилей узлами и агрегатами могут быть применены для расчета оборотного фонда как самостоятельной категории запасов при различных критериях оптимальности. В данном случае ее использование предполагается для установления количества автомобилей, простаивающих из-за отсутствия исправных узлов и агрегатов A_s во взаимосвязи с мощностью участков технической службы. Итак, среднее число автомобилей, простаивающих ежедневно из-за отсутствия запасных частей, будет равно

(5)

где K_m - число марок автомобилей на АТП;

K_{dj} - количество (номенклатура) деталей, узлов и агрегатов с ресурсом, меньшим ресурса автомобилей.

Принятые в качестве базовых математические модели аппроксимации процесса обеспечения АТП запасными узлами и агрегатами (1) - (5) могут быть использованы и для определения запасов в системе снабжения невосстанавливаемыми запчастями. Однако при решении подобной задачи для этого вида запчастей необходима разработка коэффициентов корректирования, учитывающих влияние на уровень запасов партионности поставок.

ГАРМОНИЗАЦИЯ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ПО ТРЕБОВАНИЯМ БЕЗОПАСНОСТИ АТС И МЕТОДАМ КОНТРОЛЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМИ ТРЕБОВАНИЯМИ

*Турсунов А.А., Топалиди В.А. *, Исмаилов Э.Н. **, Федцов Д.В. ***

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими,
Таджикистан, г. Душанбе,*

** УНЦ «BILIMINTERTRANS» Академии международного союза автомо-
бильного транспорта, Узбекистан, г. Ташкент,*

***ЭКО «Автоконтроль Т», Россия, г. Санкт-Петербург*

Научно-исследовательским институтом безопасности движения (НИИБД ТТУ) Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими разрабатываются стандарты: «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию» и «Автотранспортные средства. Периодический осмотр. Методы контроля», направленные для реализации требований, установленных в Законе Республики Таджикистан (РТ) «О дорожном движении» и Постановления Правительства Республики Таджикистан «Порядок проведения обязательного технического осмотра транспортных средств, а также прицепов (полуприцепов) к ним, участвующих в дорожном движении в Республике Таджикистан» (№ 406 от 14 сентября 1999 г.).

За 15 лет действия межгосударственного стандарта ГОСТ 25478 – 91 «Автотранспортные средства. Требования к техническому состоянию по условиям безопасности движения. Методы проверки» резко повысилась интенсивность движения автотранспорта, существенно изменился технический уровень АТС и средств контроля их технического состояния.

Признавая рост объема дорожного движения во всех странах и обусловленное этим увеличение опасности и негативных последствий, ЕЭК ООН разработала в 1997 г. «Соглашение о принятии единообразных условий для периодических технических осмотров колесных транспортных средств и взаимном признании таких осмотров». В настоящий момент уже 28 стран подписали это «Соглашение».

Во всех развитых странах нормативные требования к техническому состоянию узлов и систем АТС, обеспечивающих безопасность движения, установлены отдельными стандартами или взяты из действующей директивы 96/96 ЕС. В свою очередь, директивы ЕС гармонизируются с Правилами ЕЭК ООН.

В мировом сообществе активно ведется работа по взаимному признанию периодических технических осмотров АТС. В настоящий момент 28 стран подписали, а 12 ратифицировали «Соглашение о принятии единообразных условий для периодических технических осмотров колесных

транспортных средств и взаимном признании таких осмотров», разработанное ЕЭК ООН в 1997 г.

Разработка двух стандартов проводилась одновременно, так как стандарты технологически связаны между собой и имеют одну цель – осуществление контроля и повышения безопасности АТС.

I. ГОСТ РТ «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию».

В настоящем стандарте установлены нормативные требования к техническому состоянию элементов, узлов и систем автотранспортных средств по условиям обеспечения безопасности движения.

Основные положения требований к элементам, узлам и системам АТС, установленные настоящим стандартом, гармонизированы с аналогичными нормативами стран СНГ и положением Сводной резолюции о конструкции транспортных средств (СР.3), принятой Комитетом по внутреннему транспорту ЕЭК ООН, о допустимости снижения до 10% нормативных параметров свойств узлов и систем АТС, находящихся в эксплуатации

Перечень контролируемых частей АТС максимально гармонизирован с Приложением 2 к Сводной резолюции о дорожном движении (СР.1) КВТ ЕЭК ООН – Периодический осмотр транспортных средств – обязательные проверки.

Приведенный в стандарте перечень элементов, узлов и систем АТС в полном объеме должен быть включен в программу периодических технических осмотров.

В стандарт введено несколько новых процедур и нормативных требований относительно межгосударственного стандарта ГОСТ 25478 – 91:

1. Уточнены и полностью гармонизированы нормативы тормозной эффективности для АТС с аналогичными данными Правил № 13 ЕЭК ООН «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств М, N и O в отношении торможения» (см. таблицу). Приняты рекомендации по снижению данных нормативов на 10% для АТС, находящихся в эксплуатации, предложенные в сводной резолюции СР. 3 КВТ ЕЭК ООН. Как показывают многолетние исследования тормозной эффективности новых АТС, проведенных на Центральном автополигоне (г. Дмитров, Московская область), все АТС, начиная с 70-х годов, сконструированы с большим запасом тормозной эффективности. У легковых автомобилей j – замедление достигнет 7.5 м/сек^2 , у автобусов и грузовых АТС до 6.5 м/сек^2 .

2. Скорость начала торможения АТС при дорожных испытаниях принята $V = 50 \text{ км/час}$, против 40 км/час , установленных в ГОСТ 25478 – 91. Это объясняется тем, что скорость $V = 40 \text{ км/час}$ неинформативна по условиям контроля устойчивости торможения АТС в заданном коридоре. При разработке ГОСТ 25478-91 заказчики ВНИЦ БД МВД СССР согласи-

лись только на снижение ширины коридора безопасности при торможении до 2.5 м для АТС категории М₁, М₂, N₁ и 3.0 м для АТС категории М₃, N₂, N₃.

3. Установлены требования для регуляторов тормозных сил (РТС) и антиблокировочных систем (АБС), контроль которых в ГОСТ 25478-91 не предусматривался.

4. Учитывая, что, начиная с 70-х годов, на все грузовые автомобили и весь прицепной состав обязательно устанавливаются РТС, то нормативы по тормозной эффективности для снаряженных и с полной массой АТС в стандарте приняты одинаковыми.

5. Предложен новый метод измерения времени срабатывания тормозной системы $t_{\text{ср}}$ АТС при дорожных испытаниях (см. Приложение В). Известный метод измерения $t_{\text{ср}}$ по тормозной диаграмме носил демонстрационный характер, так как практически точно невозможно поймать «момент времени, при котором замедление принимает установившееся значение». Реально кривая измерения давления воздуха или ускорения асимптотически приближается к своему максимуму. Поэтому $t_{\text{ср}}$ тормозной системы (такого показателя в Правилах № 13 ЕЭК ООН вообще нет) при дорожных испытаниях АТС необходимо замерять до нормативного замедления $j_{\text{норм}}$. Если при испытаниях не достигается нормативное замедление, то $t_{\text{ср}}$ замеряется до достигнутого замедления.

6. В целях уменьшения объема и времени контроля эффективности торможения АТС на стенде, где для замера времени срабатывания тормозной системы необходимо второй раз нажимать на педаль тормоза в экстренном режиме, стандарт допускает, вместо последнего измерения, замер времени срабатывания тормозного привода. Это производится переносными приборами, одновременно с работами по контролю за давлением в приводе тормозов АТС и утечками воздуха. Данные операции предшествуют стендовому контролю тормозных сил АТС. Замер времени срабатывания тормозного привода АТС сократит общее время инструментального контроля АТС, а также повысит точность контроля.

7. В стандарте, в целом, значительно увеличены требования ко многим элементам систем и узлов АТС, обеспечивающих безопасность движения. Это относится к внешним световым приборам, где в виде таблицы 4.9 даны нормы на силу света различных фонарей АТС, установлены детальные требования к системам вентиляции картера двигателя и выпуска отработавших газов. Введен дополнительный раздел 4.5 требований к обзорности АТС, где собраны требования к узлам, обеспечивающим данное свойство. Повышены и детализированы требования к зеркалам заднего вида АТС.

II. ГОСТ «Автотранспортные средства. Периодический осмотр. Методы контроля».

В настоящем стандарте приводятся методы контроля элементов, узлов и систем, которые должны быть включены в программу периодического технического осмотра автотранспортных средств, в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ РТ «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию».

При этом соблюдаются следующие основные принципы:

1. Периодические (технические) осмотры проводятся с помощью общепринятых методов контроля без разборки или снятия какого-либо элемента конструкции автотранспортного средства. Используемое контрольное оборудование должно иметься на рынке, а также должно быть

2. приспособленным для внедрения на станциях технического осмотра (контроля).

3. Периодические осмотры должны производиться в пределах ограниченного времени. Считается, что для этого достаточно в среднем 30 минут на одно автотранспортное средство. Фактическое время может изменяться в зависимости от категории и состояния контролируемого транспортного средства;

4. Периодический осмотр не ограничивается контролем безопасности технического состояния АТС. Он также охватывает узлы и системы АТС, связанные с охраной окружающей среды.

Структура стандарта и перечень контролируемых частей АТС максимально гармонизированы с Приложением 2 к Сводной резолюции о дорожном движении (СР. 1) Комитета по внутреннему транспорту ЕЭК ООН: Периодический осмотр транспортных средств – обязательные проверки. Установленный перечень элементов, узлов и систем и методы их контроля применяются ко всем категориям транспортных средств (грузовые транспортные средства, пассажирские транспортные средства, легковые автомобили, автопоезда, прицепы).

В связи с тем, что стандарт унифицирован с Приложением 2 к Сводной резолюции КВТ ЕЭК ООН СР. 1 «Периодический осмотр транспортных средств – обязательные проверки», он кардинально отличается от ГОСТ 29478 – 91 в части «Методы контроля».

1. Принципиальным отличием рассматриваемого стандарта от межгосударственного ГОСТ 25478-91 в части «Методы контроля» является то, что вначале контролируются отдельные элементы, узлы и системы АТС, а только затем свойства, которые они обеспечивают. Такой подход позволяет более достоверно оценивать свойства АТС в снаряженном состоянии.

2. Построение стандарта выполнено аналогично Приложению 2 к СР. 1 в виде таблицы, где указываются объект контроля, методы контроля, неисправное состояние, и дополнено пунктом наличия нормативного параметра. Представление контроля в таком виде весьма удобно. По каждой системе или узлу, влияющих на безопасность движения АТС, расписывается технология контроля, начиная с деталей отдельных элементов, узлов и

систем, кончая контролем свойств, которые они обеспечивают. Тут же делается заключение о техническом состоянии контролируемого элемента, узла или системы АТС.

3. В стандарте по каждой системе, узлу, начиная с тормозного управления АТС, подробно приводятся состояние контролируемого элемента или узла, место контроля и используемый способ, а также по каким признакам, причинам они могут быть считаться неисправными.

Приведены условия, при которых производится контроль тормозных свойств АТС на стенде и на дороге, а также указаны допустимые погрешности измерения параметров, характеризующих эффективность и устойчивость АТС при торможении. Заданную точность измерения тормозных свойств АТС обеспечивают диагностические стенды и приборы, выпускающиеся промышленностью Европы и России.

Анализ совокупности количественных и качественных характеристик стандартов показал, что их научно-технический уровень соответствует мировому. При разработке стандартов использовались результаты научно-исследовательских, опытно-конструкторских и экспериментальных работ, научно-техническая литература, каталоги, справочники, а также международные (ЕЭК ООН, Директивы ЕС, СНГ) и национальные Правила, стандарты и рекомендации, касающиеся объектов стандартизации.

Таблица

Сопоставительная таблица нормативных параметров по эффективности торможения АТС рабочей тормозной системой

Категории АТС	Правила № 13 ЕЭК ООН для АТС полной массы для новых АТС				Директива ЕС 85/647 88/134 Требов. к торм. систем. АТС. Для новых автомоби- лей полной мас- сы. Установив- шие замедление м/с ² (с 1.04.89 г.)	Директива ЕС 92/54 – Положе- ние о проведении регулярн. техн. осмотр. АТС. Раздел испыт. торм. γ – удел. тормоз. сила АТС- полной массы (контр. на тормозных стен- дах)	Действующий ГОСТ 25478-91 для АТС полной массы		ГОСТ РТ	
	Нач. скорость, км/ч	Тормозной путь, м	Тормозной путь, м V=50 км/ч	Норм. Замедление, м/с ²			Тормозной путь, м V=50 км/ч	Норм. Замедление, м/с ²	Тормозной путь, м 50 км/ч	Норм. Замедление, м/с ²
M ₁	80	50.6	21.6	5.8	6	0.5	12.9 (12.2)	6.3 (6.8)	23.5	5.2
M ₂	60	36.6	26.7	5.0	6	0.45	17.0 (13.6)	5.4 (6.8)	28.9	4.5
M ₃	60	36.6	26.7	5.0	6	0.45	17.4 (16.8)	5.4 (5.7)	28.9	4.5
N ₁	80	61.23	26.7	5.0	6	0.45	19.0 (15.1)	4.5 (5.7)	28.9	4.5
N ₂	60	36.7	26.7	5.0	6	0.45	20.1 (17.3)	4.5 (5.7)	28.9	4.5
N ₃	60	36.7	26.7	5.0	6	0.45	19.7 (16.0)	4.5 (6.2)	28.9	4.5
M ₁ '	80	50.6	23.0	5.4	5.5	0.5	16.5 (13.6)	4.6 (5.9)	24.6	4.9
N ₁ '	80	61.23	26.7	5.0	5.5	0.45	21.8 (17.7)	3.7 (4.6)	28.9	4.5
N ₂ '	60	36.6	26.7	5.0	5.5	0.45	21.3 (18.8)	4.5 (5.5)	31.4	4.5
N ₃ '	60	36.6	26.7	5.0	5.5	0.45	20.8 (18.4)	4.5 (5.5)	31.4	4.5

(в скобке) – нормативы для АТС снаряженной массы.

M1'.....N3' – автопоезда, с тягачами M1..... N3

МЕТОД ОЧИСТКИ ПРОБОЗАБОРНОГО УСТРОЙСТВА ЩПУ-1 БЕЗ ДЕМОНТАЖА

Тюканов В.Л., Кайзер Ю.Ф., Безбородов Ю.Н., Желукевич Р.Б.

*Сибирский федеральный университет, Институт нефти и газа,
г. Красноярск*

Приемо-сдаточный пункт (ПСП) «Уяр» Рыбинской линейно-производственной диспетчерской станции предназначен для определения количества и качества нефти с погрешностью, не превышающей 0,25 % по массе брутто, для ведения коммерческого учета нефти, транспортируемой Красноярским районным нефтепроводным управлением ОАО «Транссиб-нефть» на ООО «Нефтетранспортная компания» по нефтепроводу Ду 720 мм шлейфа Уярского ПСП.

Основная схема учета нефти реализована с применением измерительно-вычислительного комплекса ИМЦ-03. Метод измерения массы – объемно-массовый динамический. Поставка нефти осуществляется по отводу Ду 720 мм от магистрального нефтепровода через ПСП. На входе ПСП установлены регулятор давления, предохранительные клапаны, фильтры грязеуловители, блок контроля качества нефти. Далее нефть поступает на одну из трех рабочих линий или последовательно подключенную контрольную. В каждой измерительной линии установлены запорная арматура, фильтр тонкой очистки, струевыпрямитель, турбинный преобразователь расхода, контрольная аппаратура, регулятор расхода. На выходе ПСП установлен блок регуляторов давления системы измерения количества нефти (СИКН). После ПСП нефть поступает в сырьевые резервуары ООО «Нефтетранспортная компания».

Резервная схема учета нефти реализована с применением поверенных резервуаров РВС-5000 № 1-4 и РВСП-20000 № 5-6, принадлежащих ООО «Нефтетранспортная компания».

На участке от фильтров-грязеуловителей до блока измерительных линий в трубопровод врезано щелевое пробозаборное устройство ЩПУ-1, по которому нефть поступает в блок измерения качества (БИК).

Отбор проб через автоматический пробоотборник осуществляется каждые 14 секунд по 1,4 см³ в течение смены (12 часов), и тем самым, за смену набирается резервуар с пробой объемом 4600 мл.

Щелевое пробозаборное устройство предназначено для отбора проб нефти из трубопровода. Представляет собой металлическую трубку с отверстием-щелью, помещенную в тело трубопровода и ориентировано навстречу потоку.

В процессе эксплуатации, из-за наличия в нефти механических примесей (песок, резина и глина), на внутренней поверхности щелевого пробозаборного устройства происходит образование отложений, застревание частиц в щели.

С увеличением толщины слоя отложений происходит уменьшение проходного сечения трубки, что влияет на достоверность и качество отбираемой пробы. Для удаления отложений требуется проводить очистку щелевого пробозаборного устройства. Согласно действующим нормативным документам (ГОСТ 2517-85. Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб; Рекомендации по определению массы нефти при учетных операциях с применением систем измерений количества и показателей качества нефти. Приказ Минпромэнерго России № 69 от 31.03.2005 г.) очистку необходимо проводить не реже одного раза в 3 месяца. В процессе эксплуатации ЩПУ-1 загрязняется, но момент появления загрязнения не определен, а следовательно не определен момент недостоверного отбора проб, влияющий на качество пробы.

Проведенный анализ показывает, что на объектах СΙΚН ОАО «Транссибнефть» при эксплуатации ЩПУ-1 наибольший фактор при забивании щели оказывают отходы герметизаторов скребков (резиновая крошка) и парафинистые отложения. Ранее, при применении глины в качестве герметизаторов, щель забивалась глиной.

В настоящее время очистку пробозаборных устройств производят с обязательным извлечением из трубопровода с механической чисткой и промывкой жидкостью. Достоинством этого метода является то, что всегда известно, что устанавливается чистое ЩПУ-1. К недостаткам относятся большая трудоемкость метода и проведение работ с обязательной остановкой СΙΚН.

Сущность данной работы заключается в возможности применения метода очистки ЩПУ-1 путем создания обратного потока, без извлечения ЩПУ-1 и без прекращения учета нефти по СΙΚН.

Для проверки метода очистки ЩПУ-1 разработан и изготовлен экспериментальный образец для исследования процессов удаления механических примесей и тяжелых углеводородов.

Разработанная технологическая схема экспериментального образца промывки пробозаборного устройства ЩПУ-1 представлена на рис. 1.

Сборка модели проводится последовательно, начиная от насоса, герметичность соединений обеспечивается применением ленты ФУМ и автомобильного герметика. После сборки, производят опрессовку системы. После опрессовки, вынимается ЩПУ-1. На внутреннюю поверхность модели наносится слой глины (выполняющую роль механических отложений), затем модель устанавливается в трубопровод 3. После сборки системы, производится запуск насоса 1.

Поток жидкости, создаваемый насосом 1, через запорный вентиль 2 поступает в трубопровод 3, далее через запорный вентиль 4 поступает в щелевое пробозаборное устройство 7, расход регулируется вентилями 6 и 9 путем перепуска части жидкости в емкость 8, контроль давления осуществляется по манометру 5.

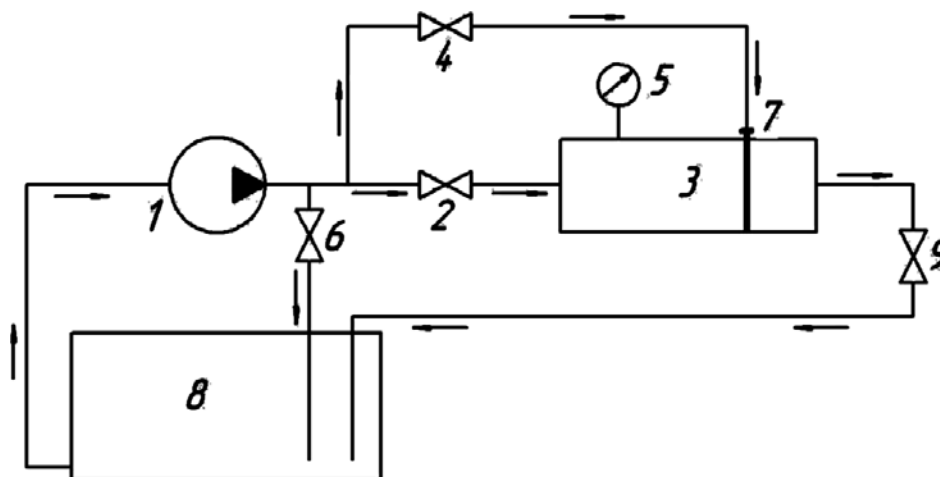


Рис. 1. Технологическая схема промывки пробозаборного устройства ЩПУ-1: 1 – насос (БЦ-0,5-20 «КАМА-10»); 2, 4, 6, 9 – запорные вентили; 3 – трубопровод; 5 – манометр; 7 – щелевое пробозаборное устройство; 8 – ёмкость

После определенного промежутка времени останавливается насос, вынимается ЩПУ-1 и осуществляется контроль размыва. Испытание длится от 5 до 10 минут, с контролем через каждую минуту. Кроме глины были использованы деревянная щепка, резиновые крошки и парафин.

На экспериментальном образце были проведены следующие исследования работы устройства. По участку трубопровода, было выбрано пять точек с расходами 0; 0,25; 0,5; 1 и 1,5 м³/ч, по ЩПУ-1 пять точек с расходами 0,05; 0,1; 0,15; 0,2 и 0,25 м³/ч (табл. 1), дальнейшее увеличение расхода не проводилось в целях безопасности.

Таблица

Параметры исследования

Расход через ЩПУ-1, м ³ /ч	Расход по участку трубопровода, м ³ /ч				
	0	0,25	0,5	1	1,5
0,05	+	-	-	-	-
0,1	+	+	-	-	-
0,15	+	+	+	-	-
0,2	+	+	+	+	-
0,25	+	+	+	+	+
«+» размыв происходит					
«-» размыв не происходит					

Результаты исследования представлены на рис. 2. Серым цветом окрашена область, в которой происходит вымывание механических частиц из пробозаборного устройства.

Таким образом, проведенные исследования доказывают возможность очистки ЩПУ-1 путем создания через него обратного потока определенной скорости без применения специальных растворителей.

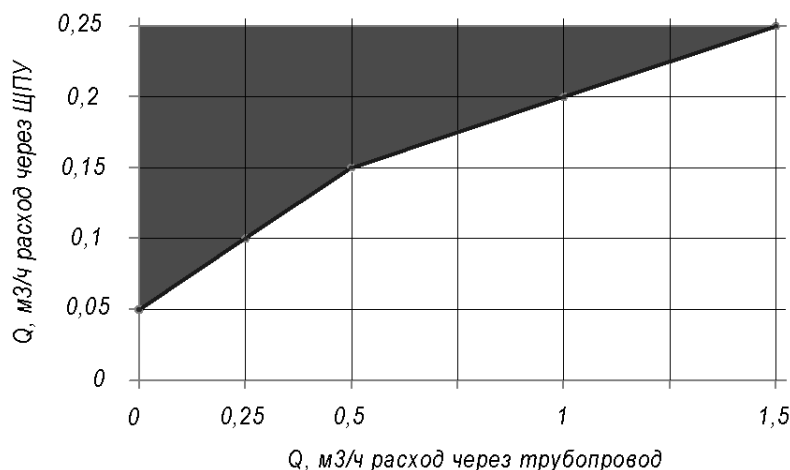


Рис. 2. Результаты исследования очистки пробозаборного устройства ЩПУ-1

Для организации системы промывки ЩПУ-1 обратным потоком не требуется капитальных затрат, так как в существующих схемах БИК имеется все необходимое оборудование и технология за исключением организации реверса потока.

Для организации реверса необходимо на входе и выходе в БИК установить две дополнительные задвижки.

При появлении перепада давления на ЩПУ-1 выше допустимого значения, согласно построенным графикам, на чистом ЩПУ-1 при различных расходах в трубопроводе и в БИК, очистка производится в следующей последовательности: открыть дополнительные задвижки; закрыть штатные задвижки на входе и выходе в БИК; проработать обратным потоком через ЩПУ 5 минут; после промывки восстановить схему, вначале открыв штатные задвижки, после чего закрыть дополнительные задвижки и измерить перепад давления на ЩПУ-1.

В случае, если перепад давления остался выше нормы, процедуру промывки повторить. При проведении промывки все приборы качества нефти БИК продолжают работать.

В идеальном случае процесс промывки можно автоматизировать, для этого необходимо на дополнительных задвижках установить электроприводы, установить преобразователь перепада давления на ЩПУ-1, с передачей измеренного сигнала на автоматизированное рабочее место оператора.

ЭВМ будет сравнивать измеренное значение перепада давления с расчетным, и при необходимости выдавать сигнал на переключение технологической схемы по алгоритму указанному выше.

В связи с тем, что работа щелевого пробозаборного устройства ЩПУ-1 напрямую связана с достоверностью проведения операций по учету качества и количества сдаваемой нефти, необходимо быть уверенными в качестве промывки.

Наиболее рациональный способ контроля качества промывки по измерению перепада давления на ЩПУ-1. По мере загрязнения щели скорость потока на входе в ЩПУ-1, а значит и перепад давления на нем будет увеличиваться. Для оценки степени загрязнения щели необходимо построить график зависимости перепада давления на чистом пробозаборном устройстве от расходов в трубопроводе и в БИК (рис. 3).

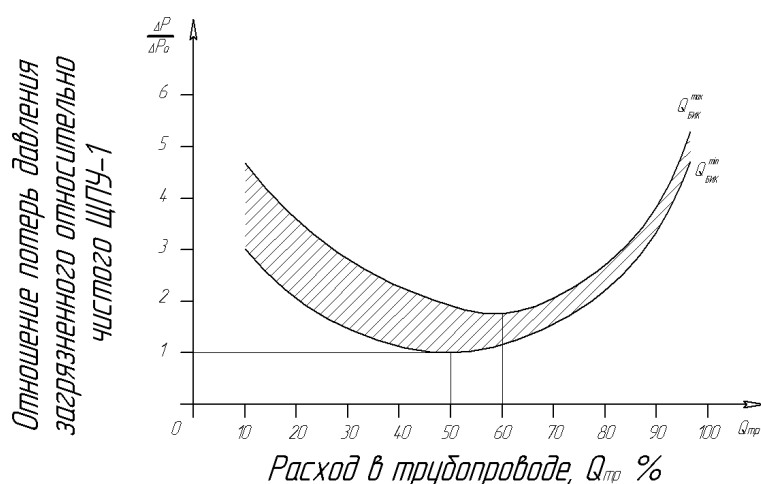


Рис. 3. График зависимости перепада давления на чистом пробозаборном устройстве от расходов в трубопроводе и в БИК

Сравнивая текущее значение перепада давления на ЩПУ-1 со значением перепада давления при текущих значениях в трубопроводе и БИК согласно графику можно оценить, загрязнилось ли пробозаборное устройство. Если построить график зависимости перепада давления на ЩПУ-1 от степени перекрытия его сечения то по текущему значению перепада давления, возможно определить степень перекрытия щели.

Распространенный метод очистки пробозаборного устройства ЩПУ-1, заключающийся в демонтаже из полости трубопровода, промывке нефрасом, является затратной технологической операцией. Предложенный же метод позволяет сократить время выполнения работ при неизменном качестве очистки пробозаборного устройства.

Для узаконивания предложенного способа необходимо внести изменения в существующую нормативную документацию, в частности: МИ 2825-2003. Рекомендации. ГСОЕИ. СИКН. Метрологические и техниче-

ские требования к проектированию; РД-75.180.30-КТН-006-07 СИКН. Типовые проектные решения; а также в документацию по ТО СИКН.

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЗА СЧЕТ ЭКСПЛУАТАЦИИ В МАЛОИЗНОСНЫХ РЕЖИМАХ

Тюняев И.В., Котов В.В., Калимуллин Р.Ф.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Практика эксплуатации автомобилей свидетельствует о том, что долговечность автомобильных двигателей определяется, как правило, интенсивностью изнашивания подвижных сопряжений, в числе которых износ шатунных и коренных подшипников скольжения коленчатого вала является лимитирующим. Конструкция подшипников и системы смазки должны обеспечивать минимальный износ трущихся поверхностей на эксплуатационных режимах работы двигателя. Вместе с тем, известно, что различные режимы вносят разный вклад в эксплуатационный износ. Так, многочисленными исследованиями установлено, что ускоренное изнашивание подшипников характерно для условий низкотемпературного пуска. Однако, вопрос о влиянии других эксплуатационных режимов на износ подвижных сопряжений решен не в полном объеме, несмотря на то, что известны как ранние исследования закономерностей износа ЦПГ и подшипников КШМ от частоты вращения коленчатого вала и среднего эффективного давления, так и современные.

Результаты подобных исследований позволяют утверждать об эффективности преимущественной эксплуатации двигателя в малоизносных режимах работы как одного из методов повышения долговечности. Применение данного метода сдерживается затрудненностью адекватного определения малоизносных режимов работы двигателей. Известные методики определения износа основаны на традиционных методах взвешивания, спектрального анализа, микрометрирования и т.п., что делает их использование для анализа широкого диапазона нагрузочного и скоростного режима чрезвычайно трудоемкими и затратными [1].

В связи с этим, реализация нового подхода к повышению эксплуатационной надежности двигателей возможна на основе разработки и анализа специальных критериев, характеризующих напряженность работы различных подвижных сопряжений с точки зрения смазки и изнашивания (трибонапряженность). При этом, материальные и трудовые затраты экспериментального получения численных значений критериев трибонапряженности должны быть существенно меньше, чем затраты на традиционные методы определения износа.

В связи с этим, целесообразнее использовать для анализа изнашивания двигателя на эксплуатационных режимах методику безразборной оценки параметров смазочного процесса в системе подшипников коленчатого вала, описанную в работах [2, 3]. В основе методики лежит расчетно-экспериментальное определение параметра относительной продолжительности существования смазочного слоя (параметра $P_{жс}$) в так называемом “эквивалентном подшипнике” с обобщенными свойствами всех подшипников системы. Параметр $P_{жс}$ принимает значение от 0 до 1 в зависимости от вида взаимодействия сопрягаемых поверхностей и его длительности. Значение $P_{жс}=0$ свидетельствует о том, что в паре трения происходит постоянное контактное взаимодействие поверхностей в условиях сухого или граничного трения; $P_{жс}=1$ – постоянное бесконтактное взаимодействие поверхностей в условиях жидкостного трения; $0 < P_{жс} < 1$ – последовательное во времени чередование контактного и бесконтактного видов взаимодействий в условиях переходного смазочного процесса. Для замера данного параметра используется оригинальная автоматизированная система оценки смазочного процесса [4-6].

Исходя из вышеизложенного, представляет интерес исследование закономерностей смазочного процесса в подшипниках коленчатого вала в зависимости от значений параметров нагрузочного и скоростного режимов, а также установление на основе анализа критерия трибонапряженности подшипников параметров режимов работы с минимальным износом.

Обоснование критерия трибонапряженности подшипников основано на анализе модели изнашивания подшипников коленчатого вала при переходном смазочном процессе [7]. Эта модель устанавливает для некоторого интервала времени функциональную связь между величиной линейного износа поверхностей трения и средним значением параметра относительной продолжительности существования смазочного слоя $P_{жс}$, обуславливающего величину суммарной протяженности металлических контактов. С учетом результатов теоретического исследования введен новый параметр T_n , определяемый по формулам:

где $N_{ном}$ – номинальная эффективная мощность двигателя;

N_e – эффективная мощность на текущем режиме работы двигателя.

Параметр T_n назван критерием трибонапряженности подшипников. Этот параметр безразмерен и принимает значения от 0 до 1, зависит от режима взаимодействия трущихся поверхностей и нагрузочно-скоростного режима работы двигателя. Физический смысл - критерий характеризует долю мощности, воспринимаемой трущимися поверхностям при их контактировании.

Для проверки выдвинутых теоретических положений проведены экспериментальные исследования, направленные на определение закономерностей изменения значений критерия трибонапряженности подшипников коленчатого вала на различных нагрузочно-скоростных режимах работы двигателя автотранспортного средства.

Испытания проводились на автомобиле ВАЗ-21074 в маловетреную погоду при температуре 12..15 °С на дороге с сухим асфальтовым покрытием. Испытания включали два вида: 1) активный на разных передачах при установившихся скоростях; 2) пассивный в городском режиме.

Испытания на разных передачах при установившихся скоростях. Последовательно задавались установившиеся режимы движения с 1 передачи до 4 при ступенчатом повышении частоты вращения коленчатого вала на каждой передаче $n=2000, 2500, 3000 \text{ мин}^{-1}$, а затем аналогично в обратном порядке с 4 до 1 передачи при снижении частоты $n=3000, 2500, 2000 \text{ мин}^{-1}$. Длительность каждого опыта составляла около 30 с.

Получены зависимости средних значений параметра $P_{жс}$ на каждой передаче от частоты вращения вала. Проведен расчет эффективной мощности на текущем режиме работы двигателя и рассчитаны значения критерия T_n при различной скорости движения автомобиля V_a . Результаты расчета приведены на рисунке 1.

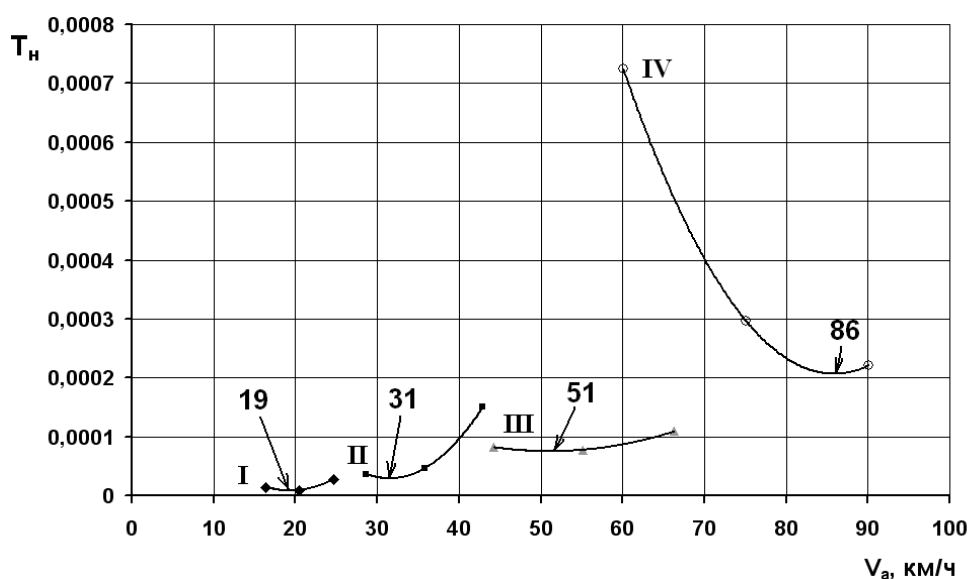


Рис. 1 - Зависимости значений критерия T_n на различных передачах от установившейся скорости движения автомобиля

Полученные данные аппроксимированы квадратичными моделями следующего вида:

$$\begin{aligned} \text{I передача: } T_n &= 0,000274 - 0,00002755 V_a + 0,000000713 V_a^2; \\ \text{II передача: } T_n &= 0,000945 - 0,00005818 V_a + 0,000000925 V_a^2; \\ \text{III передача: } T_n &= 0,000452 - 0,00001479 V_a + 0,000000145 V_a^2; \\ \text{IV передача: } T_n &= 0,005976 - 0,00013448 V_a + 0,000000784 V_a^2. \end{aligned}$$

Найдены значения скоростей движения, соответствующие минимальным значениям критерия трибонапряженности T_n на каждой передаче: I передача: $V_a = 19$ км/ч; II передача: $V_a = 31$ км/ч; III передача: $V_a = 51$ км/ч; IV передача: $V_a = 86$ км/ч.

Полученные результаты хорошо согласуются с данными, приведенными в работе [1], однако используемый в наших исследованиях метод определения малоизносных режимов требует существенно меньших трудовых и материальных ресурсов.

Испытание в городском режиме. Испытания проводились в условиях реального движения по улицам г. Оренбурга. Режим движения обуславливался скоростными ограничениями, дорожными знаками и условиями движения. Однако при испытаниях придерживались следующих правил: набор скорости на каждой передаче проводился в диапазоне частот $2000 \dots 3000 \text{ мин}^{-1}$; при установившемся движении обороты поддерживались около 2500 мин^{-1} ; при снижении скорости устанавливалось нейтральное положение рычага переключения передач и торможение осуществлялось тормозной системой. Набор скорости происходил в среднем темпе.

Для каждой передачи группировались значения параметра $P_{жс}$ и рассчитывались средние значения критерия трибонапряженности T_n . Диаграммы распределения критерия T_n на разных передачах приведены на рисунке 2.

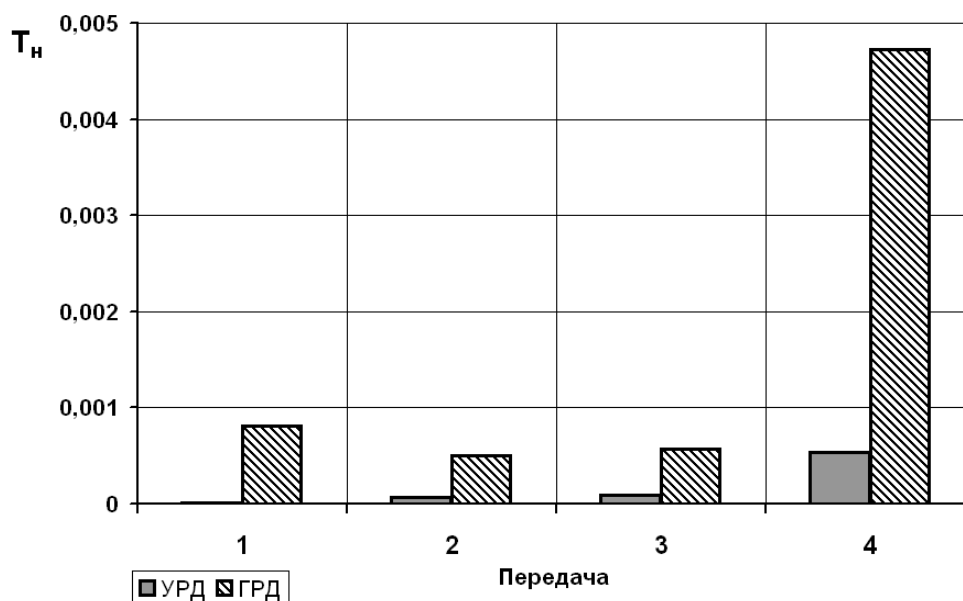


Рис. 2 - Диаграммы распределения критерия T_n на разных передачах для установившегося (УРД) и городского режимов движения (ГРД)

Анализ полученных результатов показывает, что в городском режиме малоизносными являются режимы движения на второй и третьей передачах. Городской режим вносит существенный вклад в расходование ре-

сурса подшипников. Трибонапряженность в городском режиме значительно выше (от 6 до 48 раз), чем в установившемся режиме движения.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что повышение долговечности автомобильных двигателей возможно за счет эксплуатации на малоизносных режимах, установленных с помощью оригинального метода экспресс-анализа смазочного процесса в подшипниках коленчатых валов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Шабанов, А. Где живет износ / А. Шабанов.//За рулем. - 2009. - № 3 - С.150 – 152.
- 2 Калимуллин, Р.Ф. Метод оценки трибологического состояния подвижных сопряжений автомобильных двигателей / Р.Ф. Калимуллин, Н.Н. Якунин, И.В. Тюняев /Вестник Оренбургского государственного университета, 2005. - № 12 (Приложение “Прогрессивные технологии в транспортных системах”)- С.50 – 55.
3. Калимуллин, Р.Ф. Совершенствование методики оценки качества приработки подшипников коленчатых валов автомобильных двигателей/Р.Ф. Калимуллин, А.П. Фот, Н.Н. Якунин//Вестник Оренбургского государственного университета, 2006. - № 9.- С.335 – 342.
4. Патент RU№66046 U1, МПК G 01 M 13/04. Устройство для контроля состояния подшипников / Р.Ф. Калимуллин, С.Ю. Коваленко, С.Б. Цибизов, М.Р. Янучков (РФ). – №2007112656/22. – Заявлено 04.04.2007 – Решение о выдаче патента от 04.04.2007 г. – Оpubл. 27.08.2007г., Бюл. №24. – 3 с.: ил.
- 5 Патент RU№70414 U1, МПК H 01 R 39/64. Ртутный токосъемник/Р.Ф. Калимуллин, С.Ю. Коваленко, И.В. Тюняев, С.Б. Цибизов, М.Р. Янучков (РФ).– №2007136773/22. – Заявлено 03.10.2007 – Решение о выдаче патента от 03.10.2007 г. – Оpubл. 20.01.2008 г., Бюл. № 2. – 2 с.: ил.
6. Свид. об отрасл. рег. разработки № 7845 «Программное обеспечение для автоматизированной системы оценки смазочного процесса»/Р.Ф. Калимуллин, С.Ю. Коваленко, С.Б. Цибизов, М.Р. Янучков.; заявитель и обладатель ГОУ ВПО «Оренбургский государственный университет». – №50200700519; зарегист. 12.03.2007. – 3 с.
7. Якунин, Н.Н. Оценка приспособленности автомобильных двигателей к режимам пуска и прогрева по параметрам смазочного процесса в подшипниках коленчатого вала / Н.Н. Якунин, Р.Ф. Калимуллин, С.Ю. Коваленко//Транспорт Урала. – 2008. – № 2. – С. 110 – 114.

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ АВТОТРАНСПОРТА В СБЫТОВЫХ СИСТЕМАХ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Тюрин А.Ю.

Кузбасский государственный технический университет, г. Кемерово

Использование принципов логистики становится неотъемлемым фактором производственной деятельности различных предприятий и фирм, а формирование логистической системы всех участников продвиже-

ния материального потока позволяет выработать единые правила управления логистическими процессами в различных отраслях экономики. Рассмотрение цепи «поставщик – транспорт – потребитель» как логистической системы позволяет учесть интересы всех сторон и выработать компромиссное решение, удовлетворяющее всем ограничениям.

Учет прямых и косвенных издержек возможен при анализе ритма выпуска готовой продукции, режимов работы сбытовых организаций производства, распределения спроса по торговым точкам в течение дня, учете тенденций изменения спроса в течение длительного периода времени и провозной способности транспортных средств.

Рассмотрим логистическую систему сбыта готовой продукции в хлебопекарной промышленности. Производственный процесс характеризуется относительно равномерным выпуском хлебобулочных изделий, а процесс сбыта определяется соотношением между количеством подготовленных отгрузочных партий и наличием транспортных средств. В случае ограниченного режима работы транспортных средств на складе экспедиции накапливается запас готовой продукции, который необходимо вывезти в течение небольшого периода времени. Иначе могут исчерпаться ресурсы складской площади в связи с поступлением новой продукции, в худшем случае возникнут потери из-за ограниченного срока хранения товара (до 14 ч).

Быстрое реагирование на предъявленный спрос и доставка свежей продукции позволят поддержать объем продаж на достигнутом уровне, а задержка поставки, скорее всего, приведет к оттоку части покупателей и снижению спроса в данной торговой точке. Также необходимо отметить особенности работы транспорта по доставке хлебобулочных изделий. Для больших транспортных сетей с числом потребителей более 100 задача разработки маршрута доставки является сложной даже для одного типа транспортных средств. А в сбытовых системах хлебопекарной промышленности работает подвижной состав различной грузоподъемности и принадлежности. Поэтому возникают дополнительные задачи по выбору и распределению транспортных средств по маршрутам доставки.

Для решения поставленной задачи предлагается двухэтапный подход. На первом этапе происходит оптимальное распределение объемов поставок по периодам завоза с учетом динамики спроса. На втором этапе под оптимальные партии поставок подбираются транспортные средства различной грузоподъемности и принадлежности и формируется график доставки хлебобулочной продукции потребителям.

Решение задачи первого этапа основано на учете всех логистических издержек и потерь, связанных с процессом сбыта. Предполагается, что общие затраты состоят из транспортных расходов по доставке оптимальных партий поставок, потерь вследствие несвоевременного удовлетворения

спроса, организационных расходов по формированию партии поставки, а также возможных потерь из-за задержки вывоза ночного запаса.

На втором этапе корректируются транспортные расходы и формируются окончательные затраты на управление процессом сбыта. Так как для доставки продукции в свежем виде требуется осуществлять два-три заезда одному и тому же потребителю в течение дня, то принимаем максимальное количество поставок одному грузополучателю равным трем. На первом этапе для доставки продукции предполагается подвижной состав одной грузоподъемности, работающий по маятниковому маршруту. Таким образом, моделируется наихудший вариант транспортного обслуживания и, соответственно, наибольшие транспортные расходы.

Спрос на готовую продукцию по периодам времени в каждом пункте потребления устанавливается в результате анкетного опроса или анализа соответствующих данных. Суточный спрос на готовую продукцию по 14 потребителям показан на рисунке.

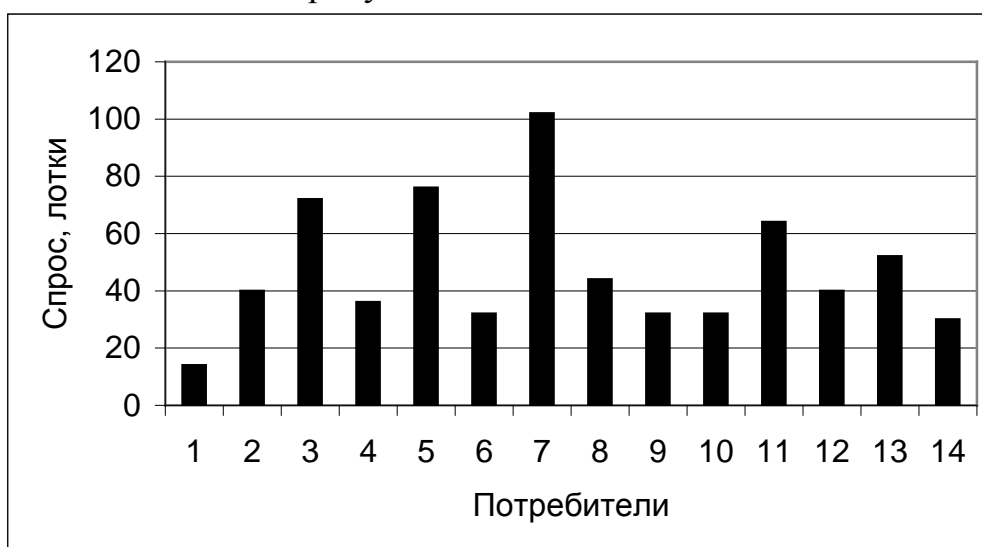


Рис. Суточный спрос по потребителям

При решении задачи первого этапа используется методика, изложенная в [1]. В результате решения этой задачи получаем оптимальное распределение заезда продукции потребителям по периодам времени, показанное в таблице 1.

Таблица 1

Оптимальное распределение готовой продукции

№ потреби-теля	1 завоз, лотки		2 завоз, лотки		3 завоз, лотки		Суточная потребность, лотки
	план	оптим.	план	оптим.	план	оптим.	
1	4	2	4	6	6	6	14
2	8	8	8	8	24	24	40
3	14	14	22	22	36	36	72

4	4	8	14	10	18	18	36
5	8	8	30	30	38	38	76
6	4	6	12	10	16	16	32
7	12	10	38	40	52	52	102
8	18	18	8	8	18	18	44
9	10	10	6	6	16	16	32
10	6	6	10	10	16	16	32
11	12	10	26	28	26	26	64
12	4	10	16	10	20	20	40
13	10	10	10	10	32	32	52
14	6	8	12	10	12	12	30

Используя информацию из таблицы 1, для каждого завоза продукции на втором этапе формируем маршруты доставки с помощью известных методов [2-4].

Для формирования маршрутов перевозок используем матрицу расстояний, представленную в таблице 2.

Таблица 2

Матрица расстояний между пунктами в км

№	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	-	8,4	11,6	4,1	8,1	8,7	7,2	4,5	3,5	9,6	6,8	7,9	8,2	1,3	9,2
1	8,6	-	14,5	6,2	8,1	1,3	9,0	5,1	9,8	12,5	2,5	1,9	3,2	8,6	9,1
2	11,6	14,5	-	9,8	8,1	15,3	7,2	12,1	14,6	4,2	13,6	14,5	15,8	11,3	9,2
3	3,6	6,1	10,0	-	6,6	6,9	5,6	2,9	6,5	8,0	5,2	6,1	7,4	3,3	7,6
4	8,1	8,1	8,1	6,3	-	8,9	1,8	8,4	11,2	6,2	7,2	8,1	9,4	7,9	1,3
5	8,7	1,3	15,3	7,0	8,9	-	9,8	5,2	9,8	13,3	2,4	1,6	2,9	8,7	9,9
6	7,2	9,0	7,2	5,4	1,8	9,8	-	7,8	10,3	5,2	8,1	9,1	10,4	6,9	2,7
7	4,5	5,1	11,9	3,0	8,4	5,2	7,5	-	5,9	9,9	3,4	4,4	5,7	4,5	9,4
8	3,5	9,8	14,6	6,5	11,2	9,8	10,3	5,9	-	12,7	7,9	9,0	8,4	4,3	12,3
9	9,6	12,5	4,2	7,8	6,2	13,3	5,2	10,2	12,7	-	11,6	12,5	13,8	9,3	7,2
10	6,8	2,5	13,6	5,3	7,2	2,4	8,1	3,4	7,9	11,6	-	1,6	2,9	6,9	8,2
11	7,9	1,9	14,5	6,3	8,1	1,6	9,1	4,4	9,0	12,5	1,6	-	1,6	7,9	9,1
12	8,2	3,2	15,8	7,6	9,4	2,9	10,4	5,7	8,4	13,8	2,9	2,3	-	8,4	10,4
13	1,3	8,5	11,3	3,9	7,9	8,7	6,9	4,5	4,3	9,3	6,9	7,9	8,4	-	8,9
14	9,2	9,1	9,2	7,4	1,3	9,9	2,7	9,4	12,3	7,2	8,2	9,1	10,4	8,9	-

Примечание. Пункт 0 – поставщик, пункты 1-14 – потребители.

Предварительно маршруты формируем с помощью метода Кларка-Райта, а затем порядок объезда пунктов на маршрутах проверяем методом ветвей и границ. Окончательные результаты маршрутизации показаны в таблице 3.

Таблица 3

Результаты решения задачи

№ п/п	Порядок объезда пунктов	Объем перевозок на маршруте, лотки	Грузовместимость, лотки	Степень использования грузовой вместимости
1 завоз				
1	0-2-9-6-14-4-1-5-11-12-10-7-0	86	96	0,90
2	0-8-3-13-0	42	84	0,50
2 завоз				
3	0-9-2-6-14-4-1-5-0	80	84	0,95
4	0-7-10-11-12-0	88	96	0,92
5	0-8-3-13-0	40	84	0,48
3 завоз				
6	0-1-4-14-6-2-9-0	92	96	0,96
7	0-5-1-12-0	84	84	1,00
8	0-7-10-0	68	84	0,81
9	0-8-3-13-0	86	96	0,90

Анализ результатов таблицы 3 показывает, что кроме 2 и 5 маршрутов неплохо используется грузовой вместимостью автомобилей (0,81-1,00). Низкие значения степени использования грузовой вместимости на 2 и 5 маршрутах объясняются остатком груза для развоза и минимальной вместимостью автомобиля в 84 лотка. В результате для организации 3 завозов хлебобулочной продукции 14 потребителям за сутки необходимо использовать два типа автомобилей: вместимостью в 84 и 96 лотков.

Так как производство хлебобулочной продукции является относительно непрерывным, то для снижения уровня запасов у поставщика и потребителей необходимо согласовывать транспортные и складские процессы во времени. Также можно определить устойчивость оптимального распределения, при котором темп выпуска и доставки хлебобулочных изделий получателям по периодам времени не изменится.

В заключение хочется отметить, что уточнение функции затрат и параметров, влияющих на оптимальное решение, позволит правильно планировать выпуск хлебобулочных изделий, определять графики доставки продукции потребителям в приемлемый срок, планировать задействование автотранспорта на маршрутах, определять трудозатраты на этапе подготовки отгрузочных партий и в целом определять внепроизводственные расходы, влияющие на конечную цену готовой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тюрин А.Ю. Моделирование логистических процессов на стадии сбыта с учетом распределения спроса // Вестн. КузГТУ. - 2002. - №6. - С.92-95.
2. Житков В.А. Планирование автомобильных перевозок грузов мелкими партиями. - М.: Транспорт, 1976.- 112 с.
3. Геронимус Б.Л., Царфин Л.В. Экономико-математические методы в планировании на автомобильном транспорте. - М.: Транспорт, 1988. - 192 с.
4. Корягин М.Е, Тюрин А.Ю. Планирование автомобильных перевозок в торговой сети // Вестн. КузГТУ. - 2000. - №1. - С.43-45.

ФИЛЬТР ДЛЯ ОЧИСТКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Удлер Э.И., Петров Г.Г., Лысунец А.В.

*Томский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Томск*

В практике очистки дизельного топлива в двигателях дорожных машин широкое распространение получили фильтры с фильтрующими элементами поверхностного типа. В качестве фильтрующего материала при их изготовлении используют специальные виды фильтровальных бумаг или картонов с известными фильтрационными характеристиками. Основным недостатком элементов подобной конструкции является их ограниченный ресурс. Одним из перспективных направлений совершенствования фильтрующих элементов поверхностного типа является разработка конструкций имеющих две ступени очистки, одна из которых обеспечивает задержку крупнодисперсной фазы загрязнений, другая задержку частиц загрязнений в соответствии с установленными требованиями. Один из вариантов подобной конструкции приведен на рис. 1.

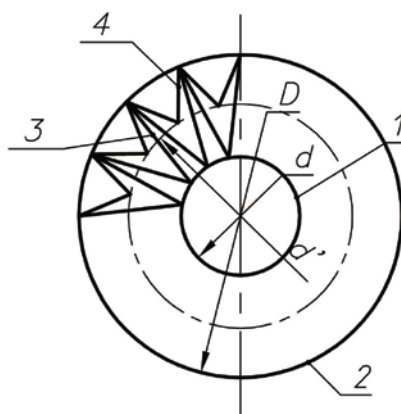


Рис. 1. Фильтрующий элемент 1 – перфорированный каркас; 2 – обечайка; 3 и 4 – фильтрующие шторы тонкой и грубой очистки соответственно

Конструктивно фильтрующий элемент состоит из перфорированного каркаса 1 вокруг которого установлены два слоя фильтрующего материала, выполненных в виде звездообразных штор 3 и 4 и перфорированной обе-

чайки 2. В процессе работы поток очищаемого топлива последовательно проходит через обечайку 2, фильтрующую штору 4, где происходит задержка крупнодисперсных частиц загрязнений, фильтрующую штору 3, которая обеспечивает задержку мелкодисперсных частиц загрязнений, и далее через перфорированный каркас очищенное топливо выходит из фильтра. Подобная конструкция фильтрующего элемента позволяет обеспечить двухступенчатую очистку топлива и повысить ресурс работы фильтрующего элемента.

Основными показателями эффективности очистки фильтрующего элемента являются:

- коэффициент отфильтровывания φ_x ;
- коэффициент полноты фильтрации φ_p .

Коэффициент отфильтровывания для фильтра с двухступенчатой очисткой топлива может быть определен по формуле [2]

(1)

где φ_{x1} и φ_{x2} – коэффициенты отфильтровывания частиц загрязнений размером x первой и второй ступени очистки соответственно.

Коэффициенты φ_{x1} и φ_{x2} могут быть определены по формулам [2]

$$\varphi_{x1} = 1 - (1 + b_1 \cdot x) \cdot e^{-b_1 \cdot x}; \varphi_{x2} = 1 - (1 + b_2 \cdot x) \cdot e^{-b_2 \cdot x}, \quad (2)$$

где $b_1 = 1,679/d_{0,5(1)}$; $b_2 = 1,679/d_{0,5(2)}$ – параметры определяемые через 50% тонкость фильтрации каждой из ступеней очистки.

Связь между 50% и 95% тонкостью устанавливается зависимостью [1]

(3)

Коэффициент полноты отсева определяется по формуле [2]

$$\varphi_p = 1 - \frac{a_m^2}{(a_m + b_1 + b_2)^2} \cdot \left[1 + \frac{2b_1}{(a_m + b_1 + b_2)} + \frac{2b_2}{(a_m + b_1 + b_2)} + \frac{6b_1b_2}{(a_m + b_1 + b_2)} \right] \quad (4)$$

где $a_m = 1,679/x_{0,5}$ параметр массового распределения частиц загрязнений по размерам;

$x_{0,5}$ - размер частиц загрязнений делящий интегральную функцию $F(x)$ распределения частиц загрязнений пополам.

Одной из задач проектирования фильтрующего элемента подобной конструкции является определение рационального соотношения площадей фильтрующих штор по условию их равного ресурса.

Эта задача может быть решена путем анализа уравнения материального баланса загрязнений задержанных системой состоящей из двух последовательно установленных фильтров. Уравнение баланса такой системы имеет вид [2]

$$Q \cdot c_0 = Q \cdot c_0 \cdot \eta_G + Q \cdot c_G \cdot \eta_T + Q \cdot c_T, \quad (5)$$

где Q – объем топлива, прошедшего через фильтры;

c_0, c_G, c_T – концентрация загрязнений в топливе бака машины, после ФГО и после ФТО соответственно;

η_G и η_T – коэффициенты очистки, характеризующие задерживающую способность фильтрующих элементов в условиях эксплуатации.

В общем случае коэффициент очистки i -го фильтрующего элемента η_i определяется по формуле [1]:

$$\eta_i = \frac{c_i - c'_i}{c_i}, \quad (6)$$

где c_i и c'_i – концентрация загрязнений в жидкости до и после ее очистки соответственно.

Тогда коэффициент очистки ФГО η_G будет:

$$\eta_G = \frac{c_0 - c_G}{c_0}, \quad (7)$$

а коэффициент очистки ФТО η_T с учетом влияния ФГО:

$$\text{или } \eta_T = (1 - \eta_G) \cdot \eta_T. \quad (8)$$

Известно, что процесс фильтрации дизельного топлива протекает с постоянной скоростью ($V\text{-const}$) и удовлетворительно оценивается промежуточной схемой закупоривания порового пространства, а ресурсная характеристика фильтрующего элемента поверхностного типа может быть описана уравнением вида [1]:

$$q_i = \frac{Q_i}{F_i} = \frac{1}{m'_i} \cdot \ln \frac{\Delta p_i}{\Delta p_{0i}}, \quad (9)$$

где Q_i – объем топлива, прошедший через i -й фильтрующий элемент;

F_i – площадь i -ого фильтрующего элемента;

Δp_i и Δp_{0i} – перепад давления на фильтрующем элементе в конце и в начале процесса фильтрования соответственно;

m'_i – постоянная процесса, характеризующая промежуточный характер закупоривания пор [1]:

$$m'_i = \frac{m_i}{V_o}, \quad (10)$$

где m_i – постоянная времени фильтрования фильтра;

V_o – скорость фильтрации:

$$m_i = \frac{k_z \cdot \varphi_i \cdot c_{vi} \cdot V_o}{\psi_i \cdot b_i}, \quad (11)$$

где k_z – коэффициент, учитывающий условия эксплуатации фильтрующего элемента (влияние смолистых загрязнений и т.п.);

φ_i – коэффициент полноты отсева;

ψ_i – пористость фильтрующего материала;

b_i – толщина пористой перегородки;

c_{vi} – объемная концентрация загрязнений.

Связь между объемной c_{vi} и массовой c_i концентрацией устанавливается зависимостью [2]:

$$c_{vi} = \frac{c_i \cdot \rho_z}{\rho_T}, \quad (12)$$

где ρ_T и ρ_z – удельная плотность топлива и загрязнений соответственно.

Заменим коэффициент полноты отсева φ на коэффициент очистки η , как параметр, характеризующий эффективность очистки топлива фильтрующим элементом в реальных условиях эксплуатации. Уравнение (9) ресурса i -го фильтрующего элемента с учетом (11) и (12) примет вид:

$$Q_i = \frac{F_i \cdot \psi_i \cdot b_i \cdot \rho_z}{k_z \cdot \eta_i \cdot c_0 \cdot \rho_T} \cdot \ln \frac{\Delta p_i}{\Delta p_{0i}}. \quad (13)$$

Тогда уравнение ресурса ФГО будет:

$$Q_G = \frac{F_G \cdot \psi_G \cdot b_G \cdot \rho_z}{k_z \cdot \eta_G \cdot c_0 \cdot \rho_T} \cdot \ln \frac{\Delta p_G}{\Delta p_{0G}}. \quad (14)$$

То же для ФТО, с учетом (8):

$$Q_T = \frac{F_T \cdot \psi_T \cdot b_T \cdot \rho_z}{k_z \cdot (1 - \eta_G) \cdot \eta_T \cdot c_G \cdot \rho_T} \cdot \ln \frac{\Delta p_T}{\Delta p_{0T}}. \quad (15)$$

Условие равноресурсности фильтров ФГО и ФТО будет

$$Q_G = Q_T \text{ и } \left(\frac{\Delta p_G}{\Delta p_{0G}} \right) = \left(\frac{\Delta p_T}{\Delta p_{0T}} \right).$$

Полученные зависимости могут быть использованы при проектировании фильтрующих элементов имеющих две ступени очистки. Заменяя параметры фильтров ФГО и ФТО на соответствующие параметры фильтрующего элемента (F_G и F_T на S_{n1} и S_{n2} ; ψ_G и ψ_T на ψ_{n1} и ψ_{n2} ; b_G и b_T на b_{n1} и b_{n2} ; η_G и η_T на η_{n1} и η_{n2}), и приравняв уравнения (14) и (15), решая их относительно соотношения поверхностей ступеней грубой и тонкой очистки получим

$$(16)$$

В работе [1] установлена корреляционная связь коэффициентов очистки топлива с 50% номинальной тонкостью очистки фильтровальными бумагами и картонами, которая имеет вид:

$$\eta_{ni} = 0,504 \cdot d_{0,5(i)}^{-0,53}, \quad (17)$$

здесь $d_{0,5(i)}$ в мкм.

Подставляя (17) в (16) получаем следующую формулу применимую для оптимизации выбора соотношения поверхностей фильтрации при двухступенчатой очистке топлива

$$(18)$$

Пример:

Требуется определить соотношение поверхностей ступени грубой и тонкой очистки топлива в системе включающей ступень тонкой очистки из бумаги БТ-3П ($\psi_{n2}=0,55$, $b_{n2}=0,46$ мм, $d_{0,5(2)}=0,94$ мкм) и ступень грубой очистки из бумаги БТ-15П ($\psi_{n1}=0,72$, $b_{n1}=0,53$ мм, $d_{0,5(1)}=3,45$ мкм)

Подставляя в формулу (18) соответствующие значения параметров получаем

$$\frac{S_{n1}}{S_{n2}} = \left(\frac{0,55}{0,72} \right) \cdot \left(\frac{0,46}{0,53} \right) \cdot \left[\frac{\left(\frac{3,45}{0,94} \right)^{-0,53}}{\left(1 - 0,504 \cdot 3,45^{-0,53} \right)} \right] = 0,482,$$

т.е. площадь фильтрующей шторы ступени грубой очистки должна составлять 48,2% от площади ступени тонкой очистки для обеспечения их равноресурсности.

С целью получения максимального ресурса фильтроэлемента желательно чтобы соотношение площадей находилось в пределах $S_{n1}/S_{n2}=0,7 \div 0,9$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Удлер, Э.И. Фильтрация нефтепродуктов. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1988. – 215 с.

2. Лысунец А.В. Совершенствование топливных систем и средств их технического обслуживания с целью повышения надежности дорожных и строительных машин: Дис... канд. техн. наук. – Томск, 2006. – 150 с.

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЧЕРЕЗ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА УРОВНЯ КАЧЕСТВА ТРУДА.

Чекардовская И.А., Мальцева Т.Н.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г.Тюмень

На современном этапе развития сферы сервиса и услуг в швейной промышленности наблюдается проблема низкого уровня обслуживания клиентов. На сегодняшний день сформирована задача, поднять качество продукции и услуг до уровня лучших отечественных и мировых достижений.

Высокое качество продукции и услуг обуславливается высоким качеством труда.

Качество зависит от комплексной диагностики.

Основной принцип комплексной диагностики заключается в комплексном сборе, обработке, анализе исходных данных по организационно – техническому и экономическому состоянию производственной системы и выявлению преимуществ и слабых мест производственной системы с последующей разработкой рекомендаций по реструктуризации и стратегии повышения конкурентоспособности производственной системы.

В анализ исходных данных по организационно – техническому и экономическому состоянию производственной системы входит: анализ рынка потребителей г. Тюмени; анализ средней заработной платы населения г. Тюмени; анализ технологической последовательности пошива и ремонта изделия, анализ стоимости готового изделия по прейскуранту.

Таблица 1

Данные заработной платы потребителей г. Тюмени

процент опрошенных	Приходится на одного человека в семье, руб
40	6000-10000
35	3000-6000
25	Превышает 10000

В данной работе приведен анализ исследования рынка потребителей города Тюмени. В ходе маркетинговых исследований были опрошены респонденты в возрасте от 18 до 29 лет (45 %), от 30 до 45 лет (45 %) и старше 45 лет (10 %), имеющие средний заработок на одного человека в семье 9300 рублей (таблица 1).

Результаты маркетинговых исследований обрабатывались и представлены в виде столбчатых диаграмм (с вариантами вопросов) на рисунках 1-3.

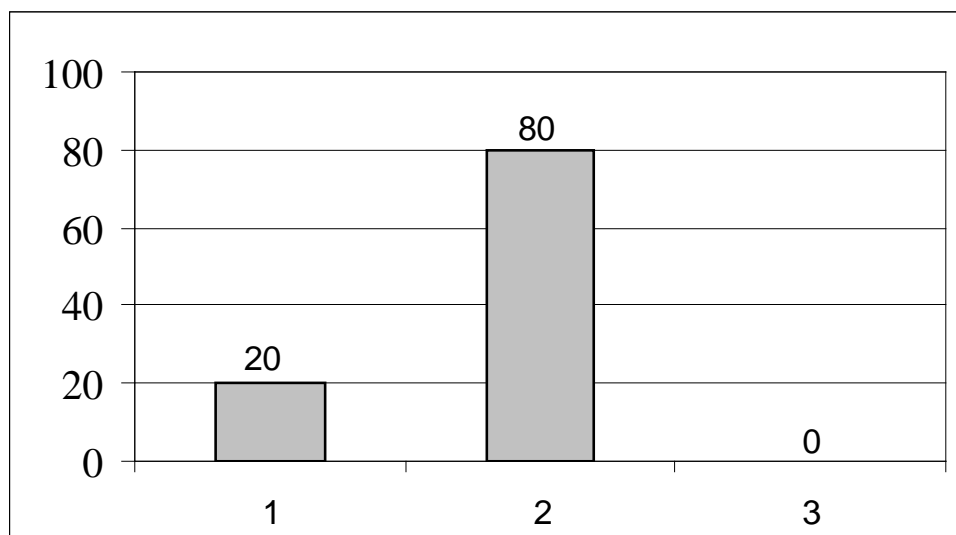


Рис. 1. Диаграмма ответов на вопрос № 1. Одежду каких производителей Вы покупаете? 1 – отечественных; 2 – зарубежных; 3 – свой вариант (указать).

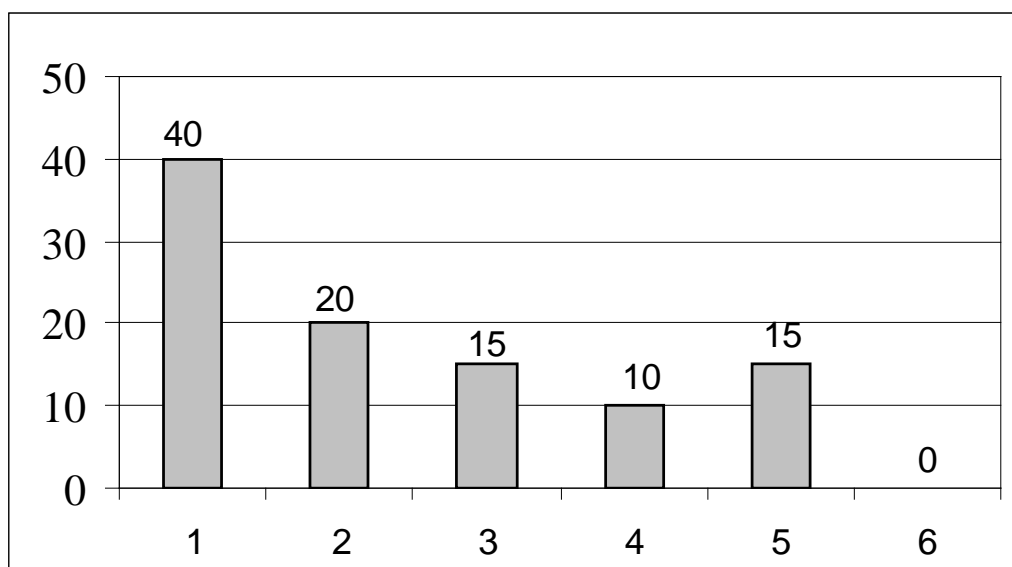


Рис. 2. Диаграмма ответов на вопрос № 2. Какой критерий при выборе одежды является для Вас наиболее важным (указать только один вариант ответа)? 1 – качество; 2 – цена; 3 – марка производителя; 4 – мода; 5 – материалы; 6 – свой вариант ответа (указать).

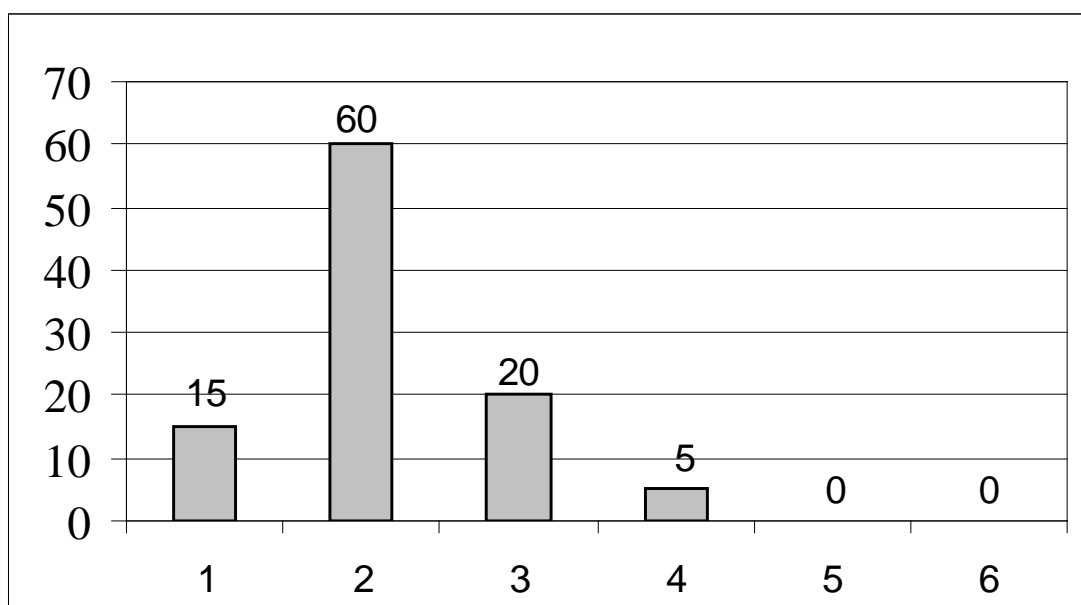


Рис. 3. Диаграмма ответов на вопрос № 3. Как часто вы ходите в магазин за новыми вещами? 1 – более одного раза в месяц; 2 – один раз в месяц; 3 – один раз в сезон; 4 – один раз в пол года; 5 – один раз в год; 6 - свой вариант ответа (указать).

Проанализировав данные, полученные с помощью маркетинговых исследований, можно сделать вывод, о том что население города Тюмени при выборе одежды ориентируется на качество обслуживания, качество товара, цену, и производителя данного изделия.

Качество продукции является крупным резервом экономического роста страны. Без высокого качества труда сегодня невозможно выпускать конкурентоспособную продукцию.

Основными принципами деятельности предприятия в области обеспечения качества продукции являются:

- предупреждение возможных несоответствий продукции на всех стадиях её производства;
- вовлечение работников в управление качеством продукции путём доведения до персонала целей и политики руководства в области качества, информирование персонала о результатах деятельности предприятия;
- эффективная мотивация труда персонала, определение необходимой компетенции, обучение и аттестация персонала;
- оценка и выбор поставщиков на основе их способности поставлять свою продукцию в соответствии с нашими требованиями;
- проведение анализа и оценки информации о восприятии потребителем выполнения предприятием его требований к качеству продукции;
- лидерство руководителей и каждого подразделения в деятельности по обеспечению качества.

Концепция всеобщего обеспечения качеством исходит из того, что качество закладывается в продукцию еще до ее рождения, контролируется на всех этапах производства и эксплуатации изделия. Клиент стремится

получить первоклассную продукцию, и именно качество является главным фактором, влияющим на имидж предприятия.

Качество труда оценивается показателями основной трудовой деятельности.

Оценка качества труда рабочих и бригад производится по комплексу показателей, характеризующих труд исполнителей с двух точек зрения соответствия требованиям нормативно-технической документации (НТД) и требованиям заказчика.

Определение показателей качества основной трудовой деятельности осуществляют на основании: данных первичного и накопительного учетов в процессе приёмочного контроля, оценки качества одежды в баллах и качества услуг и обслуживания заказчиков.

Показатели качества труда рассчитывают по методике.

В основу разработки новой программы организации технологического процесса положен коэффициент уровня качества труда (Куд) который позволяет на основе разработанной шкалы критериев проводить оценку качества изделий, изготовленных или отремонтированных рабочим (бригадой), осуществлять учет численных значений показателей качества труда, выявлять упущения в работе и определять обобщенный показатель - коэффициент уровня качества труда.

Оценке подлежит качество труда закройщиков, портных, бригад и ателье.

Для расчета Куд следует определить основной коэффициент уровня качества труда и зачесть из него коэффициенты снижения, за допущенные упущения:

$$K_{уд} = K_0 - (K_{с1} + K_{с2} + \dots + K_{сn}),$$

где K_0 - основной коэффициент уровня качества труда по показателям качества основной трудовой деятельности;

$K_{с1}$, $K_{с2}$, $K_{сn}$ - коэффициенты снижения за первый, второй и n-й вид упущения в работе.

Основной коэффициент уровня качества труда K_0 рассчитывается по формуле:

$$K_0 = \sum_{i=1}^n Q_i \cdot \beta_i,$$

где Q_i - относительная величина i-го показателя качества труда;

β_i - коэффициент весомости i-го показателя качества труда;

n - количество единичных показателей качества труда.

Относительная величина каждого показателя качества труда определяется по формуле:

$$Q = Q_{ф} / Q_{б},$$

где Q_f - фактическая величина единичного показателя качества труда;
 Q_b - базовое значение единичного показателя качества труда.

Достигнутые значения следует сравнить с нормативными, установленными для данной категории рабочих.

Результаты оценки качества труда используют для:

-сравнения результатов качества труда отдельных исполнителей и коллективов за определенный период времени;

-организации материального и морального поощрения рабочих за выполнение и перевыполнение показателей качества услуг и обслуживания;

-определения уровня квалификации при повышении тарифных рядов

-регулирование качества пошива и ремонта одежды

-повышение имиджа предприятия.

С помощью разработанной программы расчета коэффициента уровня качества труда, можно сократить время на изготовление технологической схемы, на пошив изделия. Тем самым сокращается стоимость заказа, что в условиях экономического кризиса достаточно своевременно.

Успех деятельности предприятий, производящих швейные изделия, зависит от быстрого удовлетворения часто меняющихся запросов потребителей, сбалансированности предлагаемых услуг, состояния рынка и возможностей производства в условиях нестабильной экономики.

В качестве примера, можно рассчитать Кук портного, по разработанной методике, если по итогам месяца (сентябрь 2008) были достигнуты следующие результаты (таблица 2).

Таблица 2

Исходные данные

Показатель качества труда	Базовые значения показателей качества труда	ателье	Коэффициент весомости показателей качества труда
Технологический показатель "Соответствие пошива и влажно-тепловой обработки требованиям НТД"	$q_{1б} = 7$	$q_{1ф} = 6$	$\beta_1 = 0,4$
Процент заказов, получивших хорошие оценки заказчиков за качество изготовления и ремонт одежды	$Q_{2б} = 100$	$Q_{2ф} = 93$	$\beta_2 = 0,3$
Процент сдачи изделий с первого предъявления контролеру	$Q_{4б} = 100$	$Q_{4ф} = 97$	$\beta_4 = 0,3$
Упущения в работе Кс			
Нарушение сроков изготовления одного заказа по вине рабочего		0,1	
Превышение норм расхода материалов на одно изделие		0,1	
Нормативное значение Кук		0,944	

$$K_o = q_{1ф} \cdot \beta_1 / q_{1б} + Q_{2ф} \cdot \beta_2 / Q_{2б} + Q_{4ф} \cdot \beta_4 / Q_{4б} = 6/7 \cdot 0,4 + 93/100 \cdot 0,3 + 97/100 \cdot 0,3 = 0,913$$

$$K_{ук} = K_o - \Sigma K_c = 0,913 - 0,2 = 0,713$$

По итогам рассчитанного коэффициента уровня качества труда в сравнении с нормативным значением, наблюдаются отклонения в работе портного на 25%. Что приводит к потере клиентов, оставшихся недовольными предоставляемыми услугами. Следующим этапом методики является составление таблицы «потребления услуг» [таблица 3], которая наглядно отражает необходимость регулирования технологического процесса.

Таблица 3

Таблица «потребления услуг»

месяц	Сентябрь 2008	Октябрь 2008	Ноябрь 2008	Декабрь 2008
количество клиентов	117	89	95	119

При успешной регулировки процесса, предприятие получит качественно положительный эффект.

ПРИМЕНЕНИЕ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ АТС ПО УРОВНЮ ПРИСПОСОБЛЕННОСТИ

Чумляков К.С.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Появление мощной вычислительной техники в современном мире побудило огромный интерес к применению кластерного анализа и развитию аналитических методов оценки приспособленности на автомобильном транспорте, а без интенсивного развития информационных технологий анализ реальных данных практически не реализуем.

Изучению влияния различных факторов на свойства приспособленности и надежности эксплуатации автомобилей в особых условиях посвящено множество научных работ [1,3]. Комплексное изучение указанного влияния остается сложными для исследования.

В настоящее время в условиях сложившейся ситуации в стране резко усиливается необходимость снижения затрат на эксплуатацию автомобильного транспорта. Техническое состояние автотранспортного средства определяет величину затрат на его эксплуатацию. Проблема оценки уровня приспособленности автомобилей к низкотемпературным условиям эксплуатации, основанная на анализе конструктивных и эксплуатационных качеств, не исследована.

Необходимость в анализе определяется тенденцией современной науки все сильнее опираться в своих построениях на классификацию, без которой невозможна специализация знаний, что в свою очередь приводит к увеличению количества переменных, учитываемых при анализе объектов и явлений. Такая классификация, с все возрастающим набором характеристик объекта, оказывается более ненадежной, чем классификация, которая опирается на достаточно малое количество учитываемых признаков.

Для классификации автомобилей по набору показателей, определяющих уровень приспособленности [4], предлагается использовать кластерный анализ.

Кластерный анализ (впервые ввел Tryon, 1939) включает в себя различные процедуры, используемые для проведения классификации. В результате применения КА (англ. Data clustering) совокупность объектов разделяется на кластеры или группы (классы) схожих между собой объектов.

Кластер (англ. cluster – скопление) – объединение нескольких однородных элементов, которое может рассматриваться как самостоятельная единица, обладающая определёнными свойствами.

В.П. Боровиков предлагает следующее определение. Кластер – это группа объектов группа объектов, обладающая свойством плотности (плотность объектов внутри класса выше, чем вне его), дисперсией, отделенностью от других кластеров, формой (гиперсфера, эллипсоид и т.п.), размером [2]. Автор также упоминает, что строгого определения понятия не существует вообще.

Список прикладных областей, в которых применяется КА, достаточно широк. Наиболее часто КА используется в социологии, маркетинговых исследованиях, экономике, биологии, медицине, археологии, при сегментации изображений, в прогнозировании, анализе данных и текстов и др. Задачи кластеризации формулировали в таких научных направлениях, как статистика, распознавание образов, оптимизация и т.д., поэтому существует многообразие синонимов понятию кластер – класс, таксон, сгущение.

Сложность КА заключается в возможности классифицировать объекты, описываемые не одним, а несколькими параметрами, а также проводить объединение объектов в группы в пространстве многих измерений. Кроме того, не исключена возможность анализировать данные, имеющие нечисловой характер.

Методы кластеризации подразделяют на агломеративные (от лат. agglomeratio – присоединяю, накапливаю; агломерат – скопление) и итеративные дивизивные (от англ. division – деление, разделение).

В агломеративных методах описывается последовательное объединение наиболее близких объектов в один кластер. Дендрограмма (или дерево объединения) позволяет наглядно представить кластеризацию агломеративными алгоритмами. Исходными данными для анализа являются объекты и их параметры. Данные могут быть представлены в виде матри-

цы расстояний между объектами, в которой на пересечении строки i и столбца o записано расстояние между i -м и j -м объектом. В случае отсутствия значений расстояний между объектами, агломеративные алгоритмы их вычисляют. Данное расстояние является одной из возможных мер сходства и могут определяться в одномерном или многомерном пространстве. Чем меньше расстояние между объектами, тем они более схожи. Для измерения расстояния между объектами обычно используют евклидову метрику.

Евклидово расстояние является геометрическим расстоянием в многомерном пространстве и вычисляется следующим образом:

$$\text{расстояние}(x,y) = (\sum_i (x_i - y_i)^2)^{1/2}. \quad (1)$$

Для придания больших весов более отдаленным друг от друга объектам возникает необходимость в квадрате евклидова расстояния. Это расстояние вычисляется следующим образом (см. также замечания в предыдущем пункте):

$$\text{расстояние}(x,y) = \sum_i (x_i - y_i)^2. \quad (2)$$

Существуют некоторые замечания по использованию данных мер расстояния: вычисляются они по исходным, а не по стандартизованным данным. Этот способ имеет определенные преимущества и недостатки. К преимуществам можно отнести то, что расстояние между двумя объектами не изменяется при введении в анализ нового объекта. К недостаткам – то, что на расстояния могут сильно влиять различия между осями, например в единицах измерения, по координатам которых вычисляются эти расстояния.

Расстояние городских кварталов или манхэттенское расстояние является средним разностей по координатам. В большинстве случаев приводит к таким же результатам, как евклидово расстояние и его квадрат. В качестве преимущества отметим, что для этой меры влияние отдельных больших разностей (выбросов) уменьшается (так как они не возводятся в квадрат). Манхэттенское расстояние определяется по формуле:

$$\text{расстояние}(x,y) = \sum_i |x_i - y_i|. \quad (3)$$

Расстояние Чебышева используют для определения различия между двумя объектами, если они различаются одним измерением. Расстояние Чебышева определяется по формуле:

$$\text{расстояние}(x,y) = \text{Максимум}|x_i - y_i|. \quad (4)$$

Процент несогласия используется в тех случаях, когда данные являются категориальными. Это расстояние определяется по формуле:

$$\text{расстояние}(x,y) = (\text{Количество } x_i \neq y_i) / i. \quad (5)$$

Применение евклидовой метрики, манхэттенской метрики или какой-нибудь другой метрики, описанной выше, не позволяет обрабатывать нечисловые данные. Такого рода данные не всегда естественно представлять точками на плоскости или пространстве.

Важной мерой сходства являются статистические коэффициенты корреляции, например, коэффициент корреляции Пирсона.

Для бинарных (двоичных) данных в качестве меры сходства используют коэффициент ассоциативности (простой коэффициент совстречаемости). Двоичные данные обрабатываются только специализированным программным обеспечением, знающим их структуру, все остальные программы передают данные без изменений.

Также популярны коэффициент Жаккара и коэффициент Гауэра [5].

На вопрос: «Какую из мер сходства использовать, и какое правило объединения кластеров применять?» – однозначного ответа не существует. Это решается не формально, с привлечением теоретических результатов и испытания различных вариантов действий.

Из распространенных можно выделить следующие методы кластеризации – агломеративные методы: joining (tree clustering) – древовидная кластеризация, two-way joining – двуходовое объединение, и итеративный метод – метод k-средних.

Из правил иерархического объединения кластеров также отметим: метод одиночной связи, метод полной связи, невзвешенный метод «средней связи», взвешенный метод «средней связи», взвешенный центроидный метод, метод Уорда и др.

Таким образом, назначение алгоритма объединения (древовидной кластеризации) состоит в объединении объектов в достаточно большие кластеры, используя некоторую меру сходства или расстояние между объектами.

В методе одиночной связи связь нового элемента с кластером определяется по одному из элементов кластера. В методе полной связи мера сходства между объектом – кандидатом на включение в кластер и всеми членами кластера не может быть меньше некоторого порогового значения. В методе средней связи мера сходства между кандидатом и членами кластера усредняется. Метод Уорда проводит объединение, дающее минимальное приращение внутригрупповой суммы квадратов отклонений.

Двухходовое объединение позволяет проводить кластеризацию наблюдений и переменных одновременно и используется в обстоятельствах, когда наблюдения и переменные одновременно вносят вклад в обнаружение кластеров. Данный метод не получил широкого применения в науке,

хотя некоторые исследователи полагают, что он предлагает мощное средство разведочного анализа данных.

Итеративный метод *k*-средних работает непосредственно с объектами, а не с матрицей сходства – объект относится к тому классу, расстояние до которого минимально. Под расстоянием понимается евклидово расстояние, объекты рассматриваются как точки евклидова пространства. Расстояние от объекта до совокупности объектов определяется как расстояние от объекта до центра класса. Метод *k*-средних позволяет указывать число кластеров, определенное по наблюдениям или по переменным. В итоге метод *k*-средних строит ровно *k* различных кластеров, расположенных на возможно больших расстояниях друг от друга.

Метод *k*-средних «работает» по следующему алгоритму:

- 1) задается некоторое разбиение данных на кластеры;
- 2) вычисляются центры кластеров – центры тяжести;
- 3) происходит перемещение точек в ближайший к ней кластер;
- 4) вычисляются центры тяжести новых кластеров;
- 5) пункты 3, 4 повторяются, пока не будет найдена стабильная конфигурация (кластеры перестанут изменяться).

Итоговая конфигурация является искомой.

На сегодняшний момент число методов разбиения групп объектов на кластеры довольно велико. Использование методов кластеризации с точки зрения их применения для классификации автомобилей по конструктивным и эксплуатационным признакам актуально.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бакуревич Ю.Л., Толкачев С.С., Шевелёв Ф.Н. Эксплуатация автомобилей на Севере. М.: Транспорт, 1973. – 180 с.
2. Боровиков В. Statistica. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. СПб.: Питер, 2003. – 688 с.
3. Резник Л.Г., Ромалис Г.М., Чарков С.Т. Эффективность использования автомобилей в различных условиях эксплуатации. М.: Транспорт, 1989. – 128 с.
4. Резник Л.Г. Особенности автомобилей, определяющие уровень приспособленности к низкотемпературным условиям эксплуатации / Резник Л.Г., Чумляков К.С. // Материалы всероссийской научно-практической конференции; Проблемы эксплуатации систем транспорта. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2008. – С. 268-272.
5. Ким Дж.-О., Мьюллер Ч.У., Клекка У.Р. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. Пер. с англ. М: Финансы и статистика, 1987. – 215 с.
6. Мандель И.Д. Кластерный анализ. М: Финансы и статистика, 1988. – 176 с.

СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПРИСУТСТВИЯ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ НА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДА

Шакирова Е.Ф.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Показателем использования легкового автомобиля (ЛА) является пробег. Однако, годовой пробег автомобиля сам по себе не представляет интереса для модели, поскольку искомый коэффициент должен быть величиной относительной; тем не менее, интенсивность эксплуатации должна быть учтена в модели, поэтому имеет смысл использовать модернизированный КИП, когда число дней эксплуатации в году определяется исходя из годового (L_{Γ}) и среднесуточного (L_C) пробегов, этот показатель будет называться коэффициентом присутствия автомобиля на улично-дорожной сети (УДС) города:

$$K_{\text{п.а.}} = \frac{L_{\Gamma} / L_C}{D_K}.$$

Поскольку число календарных дней в году – величина постоянная, то коэффициент присутствия автомобиля на УДС (рис. 1) зависит от годового (L_{Γ}) и среднесуточного (L_C) пробегов. Годовой пробег разделяется на пробеги по городу (L_{Γ}^{Γ}) и междугородним трассам ($L_{\text{м.г.}}^{\Gamma}$), рамки данного исследования ограничиваются только городским передвижением автомобилей.

Годовой пробег по городу зависит от количества дней эксплуатации ($D_{\text{ЭК}}$) и среднесуточного пробега автомобиля (L_C), который в свою очередь, определяется объективной потребностью в использовании автомобиля (ППО) и субъективной потребностью (ППС) или моделью поведения общества (МПО).

Объективная потребность в использовании автомобиля определяется характером расселения жителей (ХРН), целесообразностью пользования автомобилем (ЦПА) и количеством водителей на один автомобиль в семье (n_A^B).

Субъективная потребность в использовании автомобиля выражается через отношение общества к пользованию автомобилем (ООА), отношение владельца к автомобилю (ОВА) и средний возраст автовладельца (СВ_C).

На рисунке:

$K_{\text{п.а.}}$ – коэффициент присутствия ЛА на УДС, L_{Γ} – годовой пробег ЛА, $L_{\text{м.г.}}^{\Gamma}$ – годовой пробег ЛА по междугородним трассам, L_{Γ}^{Γ} – годовой

пробег ЛА по городу, $D_{ЭК}$ – количество дней эксплуатации, L_C – среднесуточный пробег ЛА, $ПИ_О$ – объективная потребность в использовании ЛА, $ХРН$ – характер расселения населения, l_p – расстояние до работы, $СЗП$ – степень заселения пригородов, $Ч_{ПГ}$ – численность населения пригородов, $СР_{ИП}$ – степень развития инфраструктуры в пригороде, $СР_{ТСП}$ – степень развития транспортного сообщения с пригородом, $МПО$ – модель поведения общества, $P_{Г}$ – размер города, $Ч_{Н}$ – численность населения, $S_{Г}$ – площадь города, $ЦПА$ – целесообразность пользования ЛА, $z_A/z_{ОПТ}$ – соотношение затрат на пользование личным ЛА и ОПТ, D_C – доход семьи, $УПА$ – удобство пользования личным ЛА, $t_A/t_{ОПТ}$ – среднее время поездки на личном ЛА по отношению к ОПТ, $УДП$ – уровень доступности пользователю личных и общественных транспортных средств, $l_{ОСТ}/l_{ХРАН}$ – среднее расстояние до места остановки ОПТ по отношению к месту хранения личного ЛА, $УСП_{ЛА}$ – уровень свободы пользования личным ЛА, $n_{ПАР}$ – количество мест парковок в городе, $Ц_{ПАР}$ – стоимость парковки в городе, $НЗПА$ – наличие запретов на пользование ЛА, $УКП$ – уровень комфортности поездки, n_B^A – количество водителей на один ЛА в семье, $ПИ_C$ – субъективная потребность в использовании ЛА, $ОВА$ – отношение владельца к ЛА, $ООА$ – отношение общества к ЛА, l_{MIN}^A – минимальное расстояние поездки, когда выбор делается в пользу личного ЛА, $K_{П.А}^{K.Г}$ – средний по городу коэффициент присутствия ЛА на УДС, $D_{СТАНД}$ – стандартный способ использования ЛА, D_p – «рабочий» способ, D_B – способ «выходной», $D_{ЛЗ}$ – способ «летне-загородный», $СВ_C$ – средний возраст автовладельца

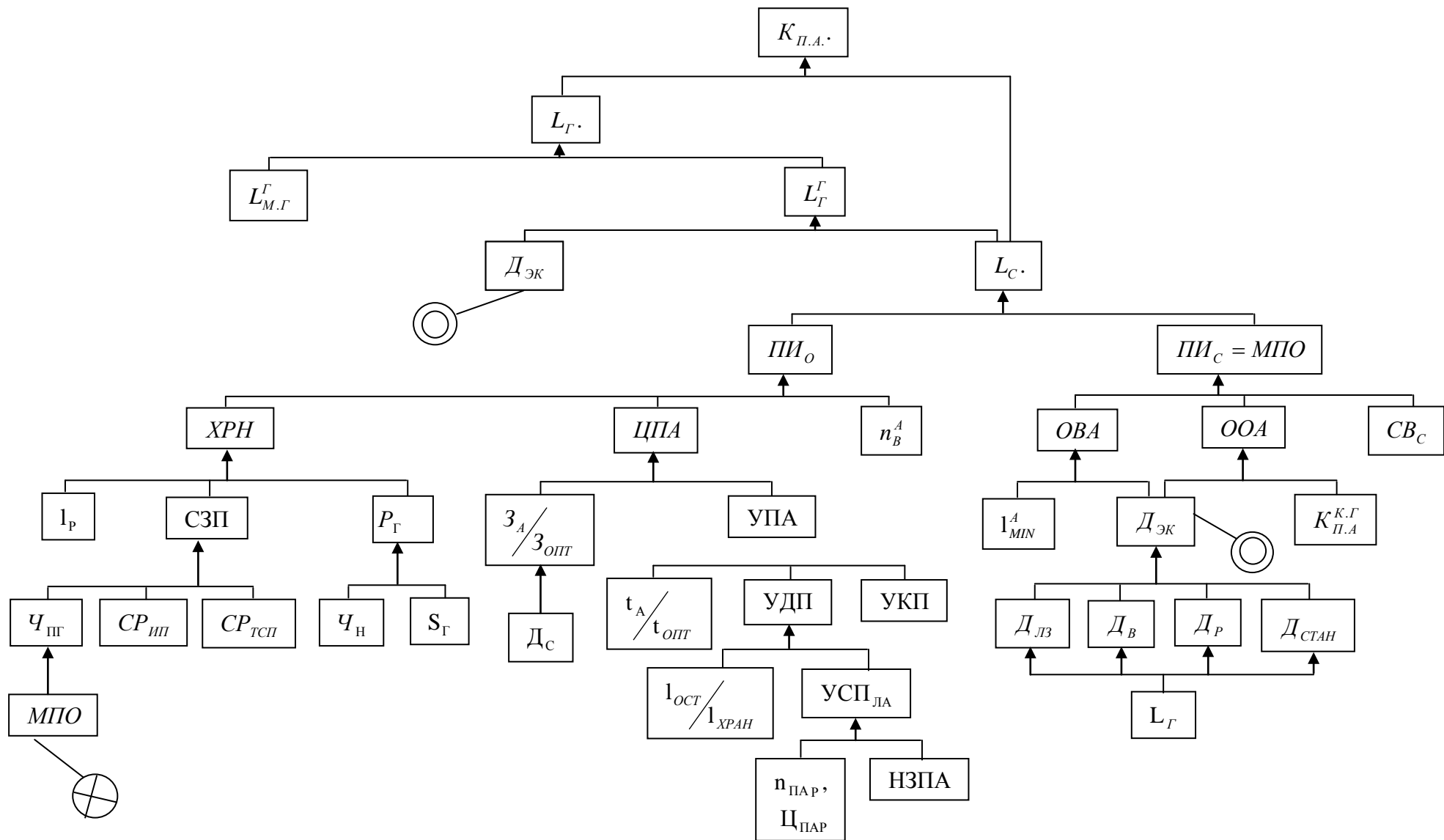


Рис. . Схема системы формирования коэффициента присутствия ЛА на УДС города

СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВА ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ В ГОРОДЕ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Шакирова Е.Ф.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Количество легковых автомобилей, зарегистрированных в городе, представляет собой пересечение возможного количества ЛА и количества ЛА, в котором есть потребность. При этом, можно выделить три варианта соотношения потребности в автомобилях и возможности их иметь (рис. 1): когда потребность много больше возможности, много меньше возможности или равна ей.

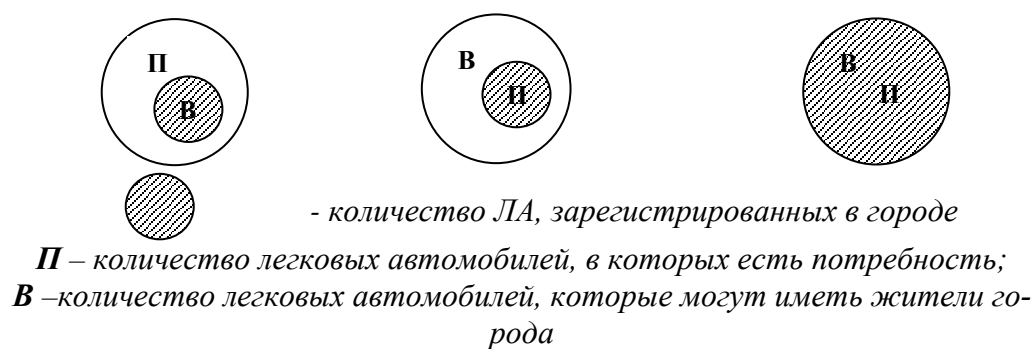
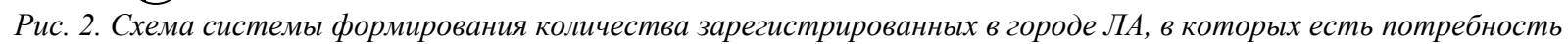


Рис. 1. Соотношение потребности в легковых автомобилях и возможности их иметь

Количество легковых автомобилей, в которых есть потребность ($N_{з.г.}''$) (рис. 2), складывается из потребности в легковых автомобилях для граждан ($N_{гр.}''$), организаций и органов власти ($N_{о.о.}''$).

Объем потребности в ЛА для граждан зависит, главным образом, от количества домохозяйств (семей) в городе (n_c) и удельного количества ЛА на одно домохозяйство (семью) (n_{a_c}).

Специфика данной системы состоит в том, что рассматриваемый объект изучения – процесс формирования парка легковых автомобилей на УДС города, подчиняется не только техническим, но и социально-экономическим закономерностям, «движущей силой» системы являются не автомобили, а их владельцы – фактические и потенциальные, поэтому в системе нельзя не учитывать такие факторы, как менталитет населения страны, политический и экономический строй, традиции в семьях и обществе, отношение общества к владельцам автомобилям, к автомобилю, к его использованию для различных целей. Поэтому в системе появляется фактор, который можно назвать моделью поведения общества.



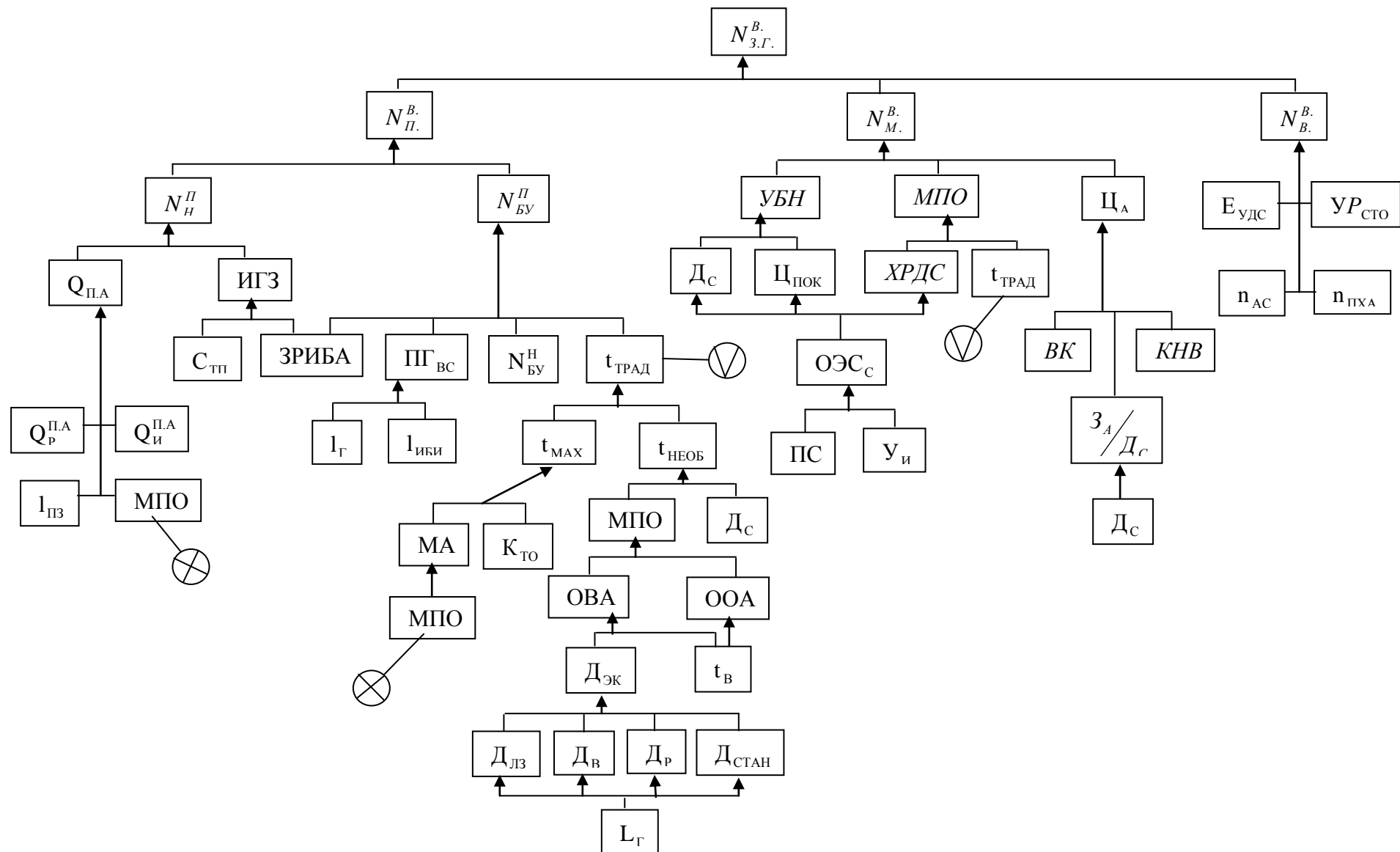


Рис. 3. Схема системы формирования возможного количества зарегистрированных в городе ЛА

На рис. 2 изображено:

$N_{3.Г.}''$ - количество ЛА, в которых есть потребность, $N_{ГП}''$ - количество ЛА, в которых есть потребность для граждан, $N_{ОО}''$ - количество ЛА, в которых есть потребность для организаций и органов власти, n_C - количество семей, $Ч_H$ - численность населения, P_C - размер семьи, n_C^A - количество автомобилей на семью, СПА - степень необходимости в ЛА, ВИ_{ОПТ} - возможность пользоваться общественным пассажирским транспортом (ОПТ), $N_{ОПТ}$ - наличие ОПТ, $Ц_{опт}/D_C$ - соотношение между стоимостью проезда на ОПТ и доходом семьи, D_C - доход на семью, ХРН - характер расселения населения, l_P - расстояние до работы, СЗП - степень заселения пригорода, $Ч_{ПГ}$ - численность населения пригородов, $СР_{ИП}$ - степень развития инфраструктуры в пригороде, $СР_{ТСП}$ - степень развития транспортного сообщения с пригородом, МПО - модель поведения общества, СС - состав семьи, $n_{КАТ}$ - количество членов семьи по категориям, n_P - количество работающих членов семьи, n_C - количество студентов в семье, ЦВА - целесообразность владения ЛА, $3_A/3_{опт}$ - соотношение затрат на пользование личным ЛА и ОПТ, ЭПА - эмоциональный подход к ЛА, t_B - срок владения ЛА одним человеком, $n_{чс}^A$ - количество автомобилей на человека в семье, ХОМВ - характер общественного мнения о владельце ЛА, N_{III}'' - количество ЛА, в которых есть потребность для предприятий, $N_{ОВ}''$ - количество ЛА, в которых есть потребность для органов власти, $Ч_{ААА}$ - численность служащих административного аппарата, $P_Г$ - размер города, ГП - государственная политика, ЗГ - значение города.

Пояснение обозначений рис. 3:

$N_{3.Г.}^B$ - возможное количество зарегистрированных в городе ЛА, N_M^B - возможное количество ЛА в продаже, $N_{П}^B$ - возможное количество ЛА, которых могут купить жители города, N_B^B - количество ЛА, которых может вместить город, N_H'' - количество новых ЛА в продаже, $Q_{П.А}$ - объем производства ЛА, $Q_{P}^{П.А}$ - объем производства ЛА на российских автозаводах, $Q_{II}^{П.А}$ - объем производства ЛА на иностранных автозаводах, $l_{П.З}$ - расстояние до автозаводов, МПО - модель поведения общества, ИГЗ - изменения в государственном законодательстве, $C_{Т.П.}$ - ставки таможенных пошлин, ЗРИБА - законодательное регулирование использования бывших в употреблении ЛА, $N_{Б.У}''$ - количество б/у ЛА в продаже, $ПГ_{В.С}$ - географическое положение города внутри страны, $l_Г$ - расстояние до государственной границы, $l_{ИБИ}$ - расстояние до крупных точек импорта б/у ЛА, $N_{Б.У}''$ - количество б/у ЛА, приобретенных в предыдущих периодах, $t_{трад}$ - традиционный срок использования ЛА, $t_{МАХ}$ - максимально возможный срок использования ЛА, МА - марка ЛА, $K_{ТО}$ - качество технического обслуживания ЛА, $t_{НЕОБ}$ - необходимый владельцу срок использования ЛА, D_C - уровень дохода на се-

мью, ОВА – отношение владельца к ЛА, ООА – отношение общества к ЛА, t_B – срок владения ЛА одним человеком, $D_{ЭК}$ – характер эксплуатации ЛА, $D_{СТАНД}$ – стандартный способ, D_P – «рабочий» способ, D_B – способ «выходной», $D_{ЛЗ}$ – способ «летне-загородный», УБН – уровень благосостояния населения, $C_{ПОК}$ – средняя стоимость совершаемой покупки, ХРДС – характер распоряжения денежными средствами, $OЭC_C$ – общее экономическое состояние в стране, ПС – политическая стабильность, Y_H – уровень инфляции, C_A – стоимость автомобильного продукта, $D_C/3_A$ – отношение уровня дохода семьи к сумме затрат на автомобильный продукт, КНВ – курс национальной валюты, ВК – возможность приобрести ЛА в кредит, $E_{УДС}$ – емкость УДС, n_{AC} – наличие автосалонов, $УР_{СТО}$ – уровень развития сети СТО, $n_{ПХА}$ – наличие мест постоянного хранения ЛА.

Модель поведения общества – это, своего рода, философия, образ мысли, жизни общества. Если говорить о возможной классификации, типизации МПО, то в данной работе она рассматриваться не будет. Стоит только обозначить, что можно говорить о МПО России 70-80-х гг. и 2000-х гг, МПО современной Швеции, МПО стран Западной Европы, МПО Гонконга и Сингапура.

Объем потребности в ЛА для организаций и органов власти складывается из потребности для предприятий и организаций ($N_{ПП}^H$) и органов власти разных уровней ($N_{ОВ}^H$).

Возможное количество легковых автомобилей, зарегистрированных в городе (рис. 3), определяется количеством ЛА, которые имеются в продаже (N_P^B), которые могут купить жители города (N_M^B), и которые может вместить город (степень развития транспортной инфраструктуры города) (N_B^B).

Количество автомобилей, имеющих в продаже, включают в себя новые (N_H^H) и бывшие в употреблении ($N_{Б.У.}^H$) автомобили. Возможное количество легковых автомобилей, которые могут купить жители города определяется стоимостью «автомобильного продукта» (C_A), уровнем благосостояния населения (УБН) и моделью поведения общества (МПО).

Возможное количество легковых автомобилей, которые может вместить город (степень развития транспортной инфраструктуры города) определяется емкостью улично-дорожной сети ($E_{УДС}$), наличием автосалонов (n_{AC}), уровнем развития сети станций технического обслуживания ($УР_{СТО}$), а также количеством мест постоянного хранения автомобилей ($n_{ПХА}$).

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ТЯЖЕЛЫХ БУЛЬДОЗЕРОВ- РЫХЛИТЕЛЕЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ГОРНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ПУТЕЙ

Шаповалов А.И.

Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар

При строительстве транспортных путей в горных условиях наиболее трудоемкими и экологически опасными являются земляные работы. Производство земляных работ в горах ведется в прочных грунтах, часть склонных при их разработке к оползням и обвалам. Перемещаемый в горных условиях грунт нередко является причиной отрицательных экологических явлений (последствий). Поэтому совершенствование техники и технологии строительства с целью снижения объемов земляных работ, является актуальным и несет в себе не только значительный экономический, но и экологический эффект.

Горы имеют два главных отличия от равнин: значительные уклоны (и в продольном, и в поперечном направлении) и повышенную природную неустойчивость. Неустойчивость природных процессов, разрушительные последствия нарушений сложившегося равновесия, крайне узкие диапазоны условий, в пределах которых сохраняется равновесие природных процессов, все это характеризует горные районы как природные зоны в которых транспортное строительство должно осуществляться методами, направленными в первую очередь на охрану природы.

При решении различных строительных технических задач в горах строитель сталкивается с взаимодействием атмосферы, гидросферы, морфосферы, метосферы и биотехносферы природных комплексов. Разнообразие сочетаний этих пяти сфер велико и они оказывают огромное влияние на весь комплекс технико-экономических и эксплуатационных показателей транспортных путей и в сфере эксплуатации, и в сфере строительства, на всех его этапах и компонентах и в первую очередь при возведении земляного полотна.

Производство земляных работ в горах ведется в специальных условиях. Работы ведутся, в основном на склонах. Основным видом земляных работ при устройстве земляного полотна транспортных путей является разработка грунта в выемках на склонах с перемещением его в насыпи, полунасыпи и в отвал. Грунты на горных склонах отличаются большим разнообразием, особенности по трудности разработки- вплоть до самых прочных.

Наибольшее применение для разработки прочных горных пород получали два способа: буровзрывной и с использованием бульдозеров-рыхлителей. Буровзрывной способ в своей сути несет ряд негативных технологических элементов, а также высокую степень экологической опасности,

из-за невозможности осуществления полного управления процесса взрыва. При использовании бульдозеров-рыхлителей для уменьшения негативных экологических последствий очевидны два направления:

- повышение установленной мощности бульдозерно-рыхлительных агрегатов, ввиду большой прочности горных пород;
- совершенствование конструкций рабочих органов и технологии работ.

Если первое направление за последние десятилетия весьма существенно развилось за счет создания бульдозерно-рыхлительных агрегатов на базе тяжелых и сверхтяжелых гусеничных промышленных тракторов. Доведя мощность и номинальное тяговое усилие до 500- 600 кВт и 900- 1100 кН соответственно. Это позволило наиболее экологически опасные буровзрывные работы довести до минимума. А развитие второго направления весьма существенно задерживается, что делает проблему совершенствования рабочих органов бульдозеров-рыхлителей актуальной как в настоящем, так и в обозримом будущем.

Анализ техники и технологии горных земляных работ с использованием тяжелых бульдозеров и рыхлителей позволяет отметить следующие основные недостатки.

1. Разрушение породы рыхлителем ведется в направлении ее наибольшей прочности.

2. Затруднена разработка нагорных конструктивных элементов.

Для исключения указанных недостатков рекомендуется.

1. Установка дополнительных рыхлительных зубов на отвале по всей его длине.

2. Обеспечение гидроуправляемого механизма управления продольного и поперечного наклона (перекоса) отвала.

3. Установка на задней поверхности отвала гидроуправляемой опорной плиты (плит).

В результате при подъеме отвала с упором на опорную плиту (плиты) появляются возможности разрушения пород на «отрыв», т.е. в направлении их наименьшей прочности с усилием, равным

$$R_H = G_m \frac{a_{mx}}{a_{ux}} \cdot \frac{l_{uo}}{l_{RO}},$$

где G_m – сила тяжести машины;

a_{mx} , a_{ux} – расстояние по горизонтали от передней опоры ходовой системы до центра масс и упряжного шарнира;

l_{uo} , l_{RO} – расстояние по горизонтали от опорной пяты до упряжного шарнира и режущей кромки зуба.

Для современных машин на базе тяжелых промышленных тракторов выполнимо $R_H - (8...12) G_m$ против $R_H = (0,8...1,0) G_m$ при отсутствии опорной плиты (плит).

Конструкция позволит вести разработку земляного сооружения с более высокой точностью вплотную с откосом, что уменьшит объемы земляных работ в целом, а следовательно, повысит эффективность и производительность бульдозеров-рыхлителей при одновременном уменьшении вредных экологических последствий.

Внедрение предлагаемых рекомендаций даст отрасли значительную экономическую выгоду и существенно уменьшит экологические последствия при строительстве в горных условиях.

В направлении дальнейших исследований предполагается опытная проверка рекомендуемых конструктивных решений желательно на натурном образце тяжелого или сверхтяжелого гусеничного промышленного трактора, а также и разработка исходных требований для проведения заводских экспериментальных и опытно-конструктивных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Захарчук Б.З. Бульдозеры и рыхлители.- М.: машиностроение. 1987.- 240с.
2. Трескинский С.А. Горные дороги. М.: Транспорт. 1974.-367с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ УНЕВЕРСАЛЬНОГО БУЛЬДОЗЕРА

Шановалов А.И.

Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар

Универсальные бульдозеры (с поворотным отвалом) находят широкое применение в горном, особенно транспортном строительстве. Поэтому задача оптимизации параметров этих машин несомненно актуальна.

Земляные работы в горах при транспортном строительстве ведутся в основном на склонах, основным видом их является разработка грунта в выемках с перемещением его в насыпи, полунасыпи и в отвал, т.е. поперек направлению трассы, а следовательно и основному движению универсальному бульдозеру, с периодическим изменением этого направления до 180° . Для этого и с целью обеспечения достаточной жесткости конструкции прогрессивные конструкции выполнены в серийных машинах (например Кейс 1150) по следующей схеме: базовая машина- гусеничный промышленный трактор, несущий с помощью упряжных шарниров на раме гусеничных тележек, охватывающую толкающую раму, гидроцилиндры подъема рамы, поворотный в плане отвал, соединенный с толкающей рамой при помощи центрального сферического шарнира и боковых толкателей состоящих из

двух продольных раскосов и ползунов, гидроцилиндры перекоса отвала в плане, перемещающие ползуны толкателей вдоль продольных брусьев толкающих рамы. Недостатками описанной конструкции является:

- изменение угла поворота отвала в плане с помощью двухсторонних цилиндров для реальных машин неэкономично из-за большой их начальной длины и недостаточного на раме пространства для обеспечения необходимого ($28^{\circ} \dots 30^{\circ}$) угла поворота;
- перевода рабочего сопротивления при работе отвала непосредственно на цилиндры поворота отвала в плане ведет к увеличению мощности гидропривода к снижению его надежности.

Для устранения указанных недостатков рекомендуется в качестве привода ползунов и толкателей вместо гидродвигателей поступательного действия (гидроцилиндров) принять гидродвигатели вращательного (реверсивные гидромоторы), а для преобразования вращательного движения в поступательное движение толкателей вдоль продольных брусьев толкающей рамы использовать винтовые самотормозящиеся передачи, для обеспечения бесступенчатого регулирования углов резания и поперечного перекоса отвала верхние тяги толкателей целесообразно выполнить в виде двухсторонних индивидуально управляемых гидроцилиндров, установленных под углом 30-40 градусов к нижним тягам на сферических шарнирах.

Таким образом при включении гидромоторов с противоположными направлениями вращения будут перемещаться в противоположных направлениях и ползуны толкателей, изменяя при этом угол перекоса отвала в плане вокруг центрального сферического шарнира соединения отвала с толкающей рамой. После достижения нужного угла поворота отвала в плане гидромоторы выключаются, при движении бульдозера с заглубленным отвалом грунт перемещается в одну из сторон. Для изменения направления перемещения грунта вновь включаются гидромоторы причем в противоположные стороны вращения.

С помощью верхних тяг- гидроцилиндров, выполненных с автономным управлением устанавливается угол поперечного перекоса отвала или угол резания (при синхронном движении штоков верхних тяг).

В результате очевидно, что при работе бульдозера рабочая нагрузка на отвале передается на самотормозящуюся винтовую передачу, а гидромоторы можно периодически отключать и сокращать чистое время их работы, тем самым обеспечивая более надежную работу гидропривода.

За счет обеспечения установки любых положений отвала в плане, бесступенчатого регулирования угла резания и поперечного перекоса значительно расширяются эксплуатационные возможности бульдозера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Забегалов Б.В., Ронинсон Э.Г. Бульдозеры и скреперы. М.: Высш. шк., 1986, 129с.

СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ АВТОМОБИЛЬНЫМИ ДИЗЕЛЯМИ, В ПЕРИОД ХОЛОДНОГО ПУСКА И ПРОГРЕВА, ПУТЕМ ДРОССЕЛИРОВАНИЯ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ

Шаринов Р.Р.

Челябинское высшее военное автомобильное командно-инженерное училище (военный институт), г. Челябинск

Прогрессирующее загрязнение окружающей среды и рост мирового автопарка заставляет правительства разных стран ужесточать законодательные ограничения на выброс вредных веществ с отработавшими газами двигателя. Так за последние пятнадцать лет предельно допустимые нормы на выброс вредных веществ в Европе были уменьшены в семь – восемь раз, и эта тенденция сохраняется. Кроме того, помимо введения более строгих норм, меняются и процедуры сертификации на соответствие этим нормам. Так, начиная с правил Евро 3, исключен 40с прогрев двигателя перед выполнением ездового цикла.

Внесение этих изменений заставляет автопроизводителей во всем мире уделять особое внимание повышенному выбросу СО и СН во время холодного пуска и прогрева двигателя. Дело в том, что выбросы углеводородов во время первой фазы городского ездового цикла составляет 60–80% от суммарного количества за все испытание и пропорционально возрастают при понижении температуры двигателя. Причем основная доля выбрасывается в первые 40с. Объясняется, это, во—первых, необходимостью обогащения топливовоздушной смеси на непрогретом двигателе, т. е. повышенной неполнотой сгорания, а, во—вторых, температура нейтрализатора в этот период меньше 250–300°С т. е. меньше температуры, необходимой для начала эффективных реакций окисления.

Для уменьшения выбросов СО, СН на режимах холодного пуска и прогрева необходимо в антитоксичную систему автомобиля ввести систему, повышающую эффективность разогрева нейтрализатора.

Один из путей, позволяющих ускорить разогрев нейтрализатора, – это повышение температуры отработавших газов (ОГ) на входе в нейтрализатор.

Одним из способов повышения температуры ОГ, в период холодного пуска и прогрева двигателя, является дросселирование ОГ на выпуске с последующей рециркуляцией во впускной коллектор.

Такая система была создана и испытана в Челябинском высшем военном автомобильном командно-инженерном училище (рис. 1, 2).

Объектом исследования являлась группа приборов системы выпуска дизеля КамАЗ – 740.10.

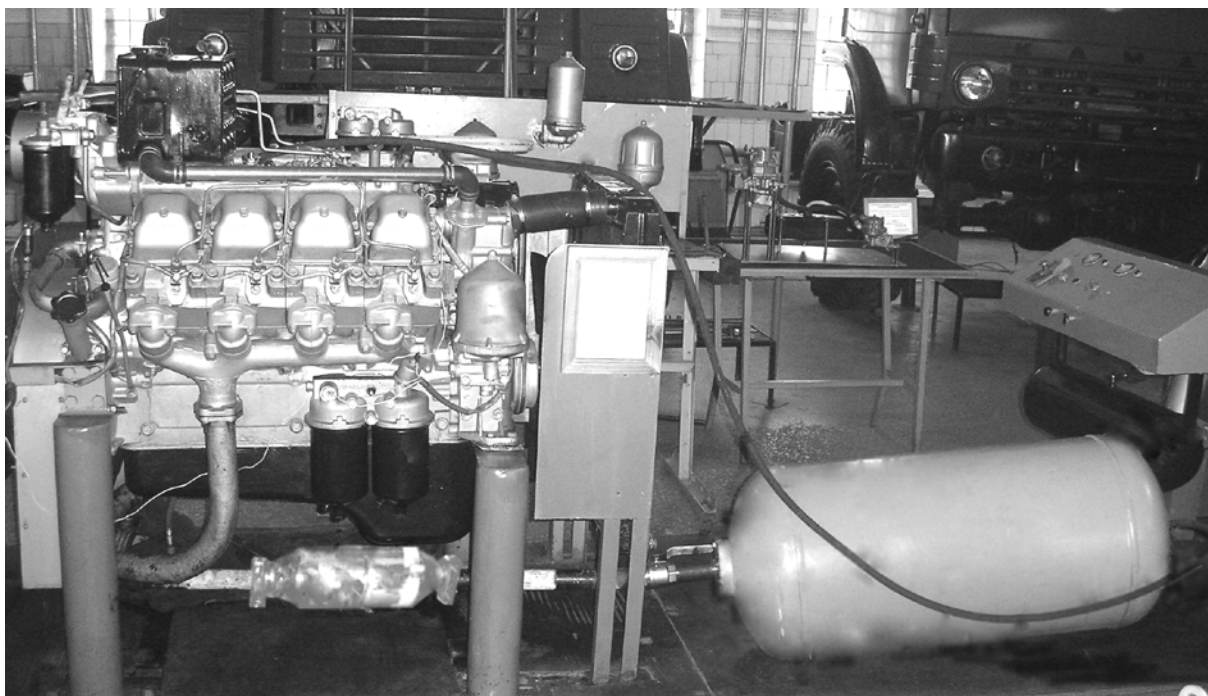


Рис. 1. Система снижения токсичности дизеля КамАЗ -740.10

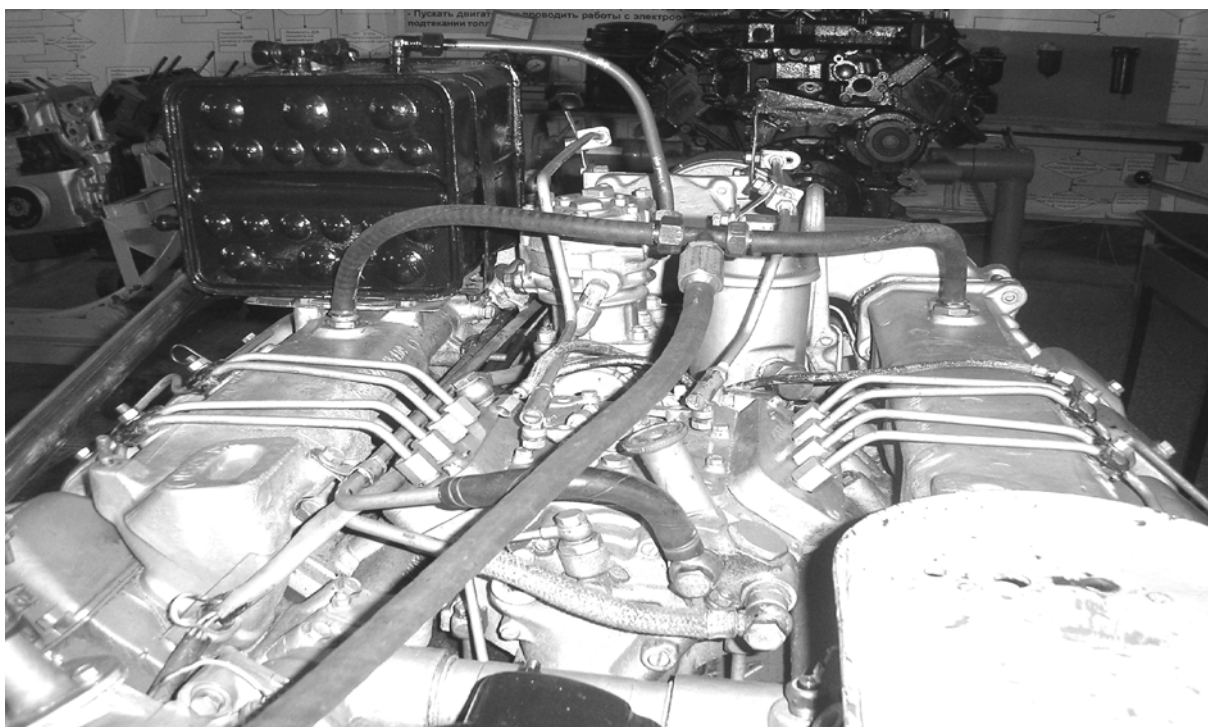


Рис. 2 Схема рециркуляции ОГ

Работает система следующим образом: при пуске холодного двигателя исключается выпуск газов в атмосферу, вследствие чего ОГ поступа-

ют в ресивер. Далее из ресивера через рециркуляционный шланг осуществляется перепуск ОГ во впускной коллектор (рис. 2). По мере достижения температуры ОГ на входе в КН необходимой для начала его эффективной работы рециркуляционный ресивер из работы исключается, выпуск ОГ осуществляется в атмосферу.

Результаты выполненных моторных испытаний по замеру температуры ОГ на входе в каталитический нейтрализатор (КН) и давления ОГ в системе выпуска дизеля КамАЗ-740.10 в штатной комплектации и комплектации с КН и ресивером представлены на рис. 3, 4.

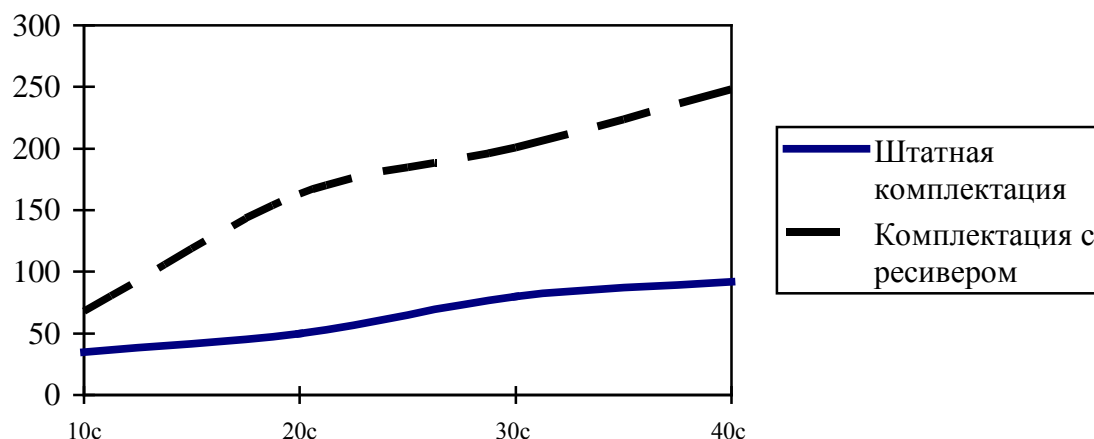


Рис. 3 Результаты замера температуры ОГ на входе в КН

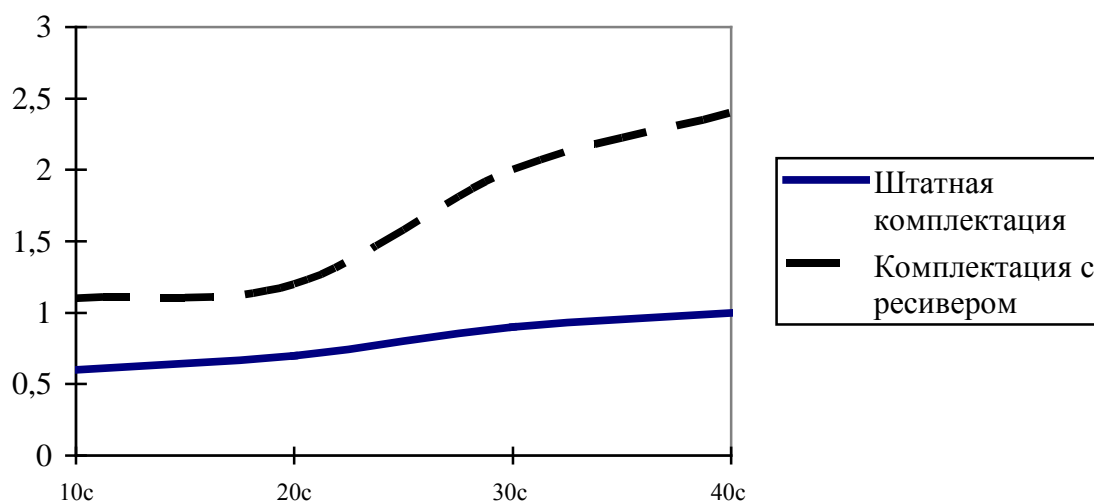


Рис. 4. Результаты замера давления ОГ в системе выпуска ОГ

Из анализа графиков видно, что при штатной комплектации системы выпуска ОГ, время достижения температуры ОГ на входе в КН необходимой для начала его эффективной работы составило 320с. Перепуск ОГ в ресивер с последующей рециркуляцией снижает время тепловой подготовки дизеля к принятию нагрузки, что соответственно влечет за собой повы-

шение температуры ОГ и тем самым снижению времени выхода КН на номинальный режим работы до 40с.

Таким образом, можно констатировать целесообразность применения такой системы на автомобильной технике.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОПОРЦИЙ ПЕРЧАТОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА БАЗЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ИЗМЕРЕНИЙ РУКИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Шевелева Н.П., Левко Ю.Р.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Пропорции руки человека, как и пропорции всего тела, не остаются неизменными из поколения в поколение. Поэтому они заметно изменяются, как минимум, один раз в 20 лет, однако если учесть возрастные изменения и те особенности, которые накладывает на наши руки род профессии и условия жизни, то можно сказать, что пропорции перчаточных изделий желательно пересматривать один раз в пять лет.

Кроме того, известно, что перчаточные изделия характеризуются только одним размером – номером, который равен полуобхвату кисти в сантиметрах (или французских дюймах - для западной промышленности). При этом длина пальцев далеко не всегда одинакова у людей с одним и тем же размером.

Слишком длинные или слишком короткие пальцы перчаток снижают комфортность их эксплуатации и в последнее время эта проблема все более актуальна (особенно для тканых и кожаных изделий, обладающих более низкой растяжимостью по сравнению с трикотажными полотнами), что объясняется несовершенством пропорционального решения современных перчаток.

С целью устранения указанного недостатка планируется провести исследование измерений руки 500 человек. По этим данным будут построены эмпирические зависимости между полуобхватом ладони и длиной пальцев, установлено наличие связи между длиной пальцев и длиной ладони, выявлены интервалы безразличия для данных измерений. С учетом таких интервалов нами рекомендуется ввести подробный размер перчаточных изделий, учитывающий как полуобхват кисти (существующий в настоящий момент номер), так и продольные размеры руки (длина пальцев, ладони).

Статистические исследования позволят уточнить доминирующие пропорции, число наиболее значимых интервалов безразличия для данного региона, процент затоваривания и неудовлетворенности, наиболее ходовые размеры.

Предполагается также установление среднестатистической длины каждого пальца перчатки, корреляционной связи между ними и номером перчатки. Так же подлежит более детальному изучению длина ладони, её связь с полуобхватом, поскольку проблема короткого подолика перчаток не менее очень актуальна.

ИССЛЕДОВАНИЕ УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНА РАЗМЕРНО-РОСТОВОЧНЫМ АССОРТИМЕНТОМ ОДЕЖДЫ

Шевелева Н.П., Лепунова Е.В.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Наблюдаемое в настоящий момент преобладание на Российском рынке текстильной продукции зарубежного производства нежелательно не только потому, что затрудняет развитие отечественной промышленности, но и в силу несоответствия размерно-ростовочного ассортимента этой продукции антропометрическим характеристикам потребителя.

Известно, что пропорции тела, полнота, рост, обхват груди и т.д. специфичны для людей, проживающих в различных географических регионах. Так, например, уроженки африканского континента имеют более удлиненные пропорции, более узкие плечи, иное расположение грудных желез и жировых отложений, чем у жительниц Евразии и т.п. Естественно, что в последние десятилетия процессы ассимиляции и миграции населения значительно осложнили выделение данных различий, однако даже сейчас они ощущаются потребителем массовой продукции.

Комплексные исследования в этой области, проводимые примерно один раз в пять лет, приостановились с начала 90-х годов прошлого века и сразу же возросли процент неудовлетворенности и процент затоваривания населения одеждой определенных размеров. Действующие в жестких условиях частные предприниматели, опираясь главным образом на свою интуицию и личные наблюдения, покупают и реализуют лишь самые «ходовые», по их представлениям размеры. В то время как большая часть населения, не соответствующая этим представлениям, вынуждена прибегать к услугам более дорогого индивидуального пошива. Опираясь же, по нашему мнению, на исследования прошлых лет проблематично, поскольку при относительно неизменном генотипе ускорились процессы акселерации, изменились условия жизни, питания, уровень физических нагрузок, что в свою очередь изменило значение преобладающего размера-роста у населения, а так же распределение населения по размерам и ростам.

В силу всего вышесказанного, задачами нашего исследования явились сбор информации о размерно-ростовочном составе населения юга

Тюменской области, выведение теоретического закона распределения населения по размерам и ростам, установление соответствия данного закона экспериментальным данным с помощью статистических критериев согласия с целью создания рекомендаций швейным и торговым организациям по формированию размерно-ростовочного ассортимента одежды.

На базе торговых точек был произведен опрос 250 покупателей, исследован предлагаемый размерный ряд. В рамках опроса производились измерения обхвата груди, талии, бедер, рост и размер обуви покупателей, уточнялся их возраст. Показано, что между всеми этими характеристиками имеется сильная корреляционная связь. Параллельно устанавливались модные и стилевые предпочтения потребителей, требования, предъявляемые ими к приобретаемой одежде. Можно сказать, что в последние годы увеличился процент «авангардных» и «продвинутых» потребителей и снизился процент равнодушных к моде. Все чаще требования практичности стоят на одном уровне с эстетическими запросами или уступают им.

В результате нами установлено действительное существование различий в предлагаемом и потребном ассортименте и необходимость его пересмотра и расширения. Наметилась тенденция увеличения роста потребителей, что в принципе соответствует существующим теориям, т.е. каждое последующее поколение выше предыдущего, если нет сильного влияния таких факторов как недостаток питания, пережитые эпидемии, всплеск радиоактивности и т.п. Кроме того, обнаружены значительные отклонения реальных измерений от измерений принятых типовых фигур, особенно у мужского населения – это увеличение жировых отложений в области талии, увеличение длины стопы при относительно небольшом росте и т.п. Данные отклонения значительно «помолодели», по сравнению с предыдущими периодами (40-45 лет в 80-х годах 20 века, 25-30 лет – 2009 год), что можно объяснить увеличением процента населения, занятого на малоподвижной работе (офисы), увеличением числа частного автомобильного транспорта, неправильным питанием и т.п.

После статистической обработки данных будет установлена асимметричность распределения населения по размерам и ростам, т.е. преобладание малых или больших размеров и ростов, эксцесс, характеризующий степень соответствия размерных характеристик населения региона современным стандартам. С помощью формулы Лапласа будет спроектировано оптимальное процентное соотношение предлагаемых размеров и ростов, установлены проценты неудовлетворенности и затоваривания одеждой соответствующих размеров.

Таким образом, исследования выявили тенденции в изменении средних значений размерно-ростовочных характеристик по региону, что позволило сформулировать рекомендации торговым предприятиям. Дальнейшее развитие темы представляется нам в направлении оценки пропорциональ-

ного соответствия зарубежной продукции антропометрии отечественного потребителя, что имеет как познавательную, так и практическую ценность.

ИССЛЕДОВАНИЕ УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНА РАЗМЕРНО-РОСТОВОЧНЫМ АССОРТИМЕНТОМ ОДЕЖДЫ

Шевелева Н.П., Лепунова Е.В.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Наблюдаемое в настоящий момент преобладание на Российском рынке текстильной продукции зарубежного производства нежелательно не только потому, что затрудняет развитие отечественной промышленности, но и в силу несоответствия размерно-ростовочного ассортимента этой продукции антропометрическим характеристикам потребителя.

Известно, что пропорции тела, полнота, рост, обхват груди и т.д. специфичны для людей, проживающих в различных географических регионах. Так, например, уроженки африканского континента имеют более удлиненные пропорции, более узкие плечи, иное расположение грудных желез и жировых отложений, чем у жительниц Евразии и т.п. Естественно, что в последние десятилетия процессы ассимиляции и миграции населения значительно осложнили выделение данных различий, однако даже сейчас они ощущаются потребителем массовой продукции.

Комплексные исследования в этой области, проводимые примерно один раз в пять лет, приостановились с начала 90-х годов прошлого века и сразу же возросли процент неудовлетворенности и процент затоваривания населения одеждой определенных размеров. Действующие в жестких условиях частные предприниматели, опираясь главным образом на свою интуицию и личные наблюдения, покупают и реализуют лишь самые «ходовые», по их представлениям размеры. В то время как большая часть населения, не соответствующая этим представлениям, вынуждена прибегать к услугам более дорогого индивидуального пошива. Опираясь же, по нашему мнению, на исследования прошлых лет проблематично, поскольку при относительно неизменном генотипе ускорились процессы акселерации, изменились условия жизни, питания, уровень физических нагрузок, что в свою очередь изменило значение преобладающего размеро-роста у населения, а так же распределение населения по размерам и ростам.

В силу всего вышесказанного, задачами нашего исследования явились сбор информации о размерно-ростовочном составе населения юга Тюменской области, выведение теоретического закона распределения населения по размерам и ростам, установление соответствия данного закона экспериментальным данным с помощью статистических критериев согла-

сия с целью создания рекомендаций швейным и торговым организациям по формированию размерно-ростовочного ассортимента одежды.

На базе торговых точек был произведен опрос 250 покупателей, исследован предлагаемый размерный ряд. В рамках опроса производились измерения обхвата груди, талии, бедер, рост и размер обуви покупателей, уточнялся их возраст. Показано, что между всеми этими характеристиками имеется сильная корреляционная связь. Параллельно устанавливались модные и стилевые предпочтения потребителей, требования, предъявляемые ими к приобретаемой одежде. Можно сказать, что в последние годы увеличился процент «авангардных» и «продвинутых» потребителей и снизился процент равнодушных к моде. Все чаще требования практичности стоят на одном уровне с эстетическими запросами или уступают им.

В результате нами установлено действительное существование различий в предлагаемом и потребном ассортименте и необходимость его пересмотра и расширения. Наметилась тенденция увеличения роста потребителей, что в принципе соответствует существующим теориям, т.е. каждое последующее поколение выше предыдущего, если нет сильного влияния таких факторов как недостаток питания, пережитые эпидемии, всплеск радиоактивности и т.п. Кроме того, обнаружены значительные отклонения реальных измерений от измерений принятых типовых фигур, особенно у мужского населения – это увеличение жировых отложений в области талии, увеличение длины стопы при относительно небольшом росте и т.п. Данные отклонения значительно «помолодели», по сравнению с предыдущими периодами (40-45 лет в 80-х годах 20 века, 25-30 лет – 2009 год), что можно объяснить увеличением процента населения, занятого на малоподвижной работе (офисы), увеличением числа частного автомобильного транспорта, неправильным питанием и т.п.

После статистической обработки данных будет установлена асимметричность распределения населения по размерам и ростам, т.е. преобладание малых или больших размеров и ростов, эксцесс, характеризующий степень соответствия размерных характеристик населения региона современным стандартам. С помощью формулы Лапласа будет спроектировано оптимальное процентное соотношение предлагаемых размеров и ростов, установлены проценты неудовлетворенности и затоваривания одеждой соответствующих размеров.

Таким образом, исследования выявили тенденции в изменении средних значений размерно-ростовочных характеристик по региону, что позволило сформулировать рекомендации торговым предприятиям. Дальнейшее развитие темы представляется нам в направлении оценки пропорционального соответствия зарубежной продукции антропометрии отечественного потребителя, что имеет как познавательную, так и практическую ценность.

СНИЖЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОВОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ ДЕТАЛЕЙ ФОРСИРОВАННОГО ДИЗЕЛЯ ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ 4ЧН15/20.5 УМЕНЬШЕНИЕМ СТЕПЕНИ СЖАТИЯ

Шикин А.С.

*Челябинское Высшее Военное автомобильное командно-инженерное
училище, г. Челябинск*

Анализ структуры теплового баланса двигателя показывает, что все образующееся при сгорании тепло, кроме эквивалента эффективной работы и тепла отработавших газов двигателя, идет на нагрев его узлов и деталей [1, 2, 3]. Особенно актуальна проблема снижения тепломеханических нагрузок при форсировании двигателя двойного назначения.

Повышение мощности 4ЧН15/20.5 путем увеличения среднего эффективного давления цикла двигателя связано с ограничениями, вызванными ростом тепломеханической напряженности деталей двигателя. Оно осуществляется взаимосвязанным повышением часовых расходов топлива и воздуха и, в соответствии с этим, распадается на два комплекса мероприятий.

Увеличение цикловой подачи топлива требует увеличения расхода воздуха и повышения коэффициента избытка воздуха. Проведенные ранее исследования двигателя 4ЧН15/20.5 показали, что в области мощностей выше 155...162 кВт требуемые значения коэффициента избытка воздуха обеспечивается серийным турбокомпрессором ТКР-8.5С.

Промежуточное охлаждение наддувочного воздуха (ОНВ) существенно увеличивает часовой расход воздуха через двигатель за счет повышения его плотности. Как показывает практика, применение ОНВ позволяет значительно снизить максимальные температуры и давления сгорания, поэтому он широко используется при форсировании двигателей, что необходимо при эксплуатации как в составе гражданской, так и в составе специальной техники [4]. Эффективность его установки на некоторые модификации 4ЧН15/20.5 доказана многочисленными стендовыми испытаниями.

Повышение давления сгорания существенно увеличивает механические нагрузки на детали и узлы двигателя, понижает надежность его работы в условиях длительной эксплуатации и вызывает значительное повышение содержания высокотоксичных окислов азота в отработавших газах. Для борьбы с этим явлением при стремлении сохранить исходную конструкцию двигателей и технологию их производства и наличии турбокомпрессоров с достаточно высокой степенью сжатия (не ниже 2.0...2.2) в практике мирового двигателестроения широко применяют снижение степени сжатия воздуха в двигателе и одновременное повышение степени

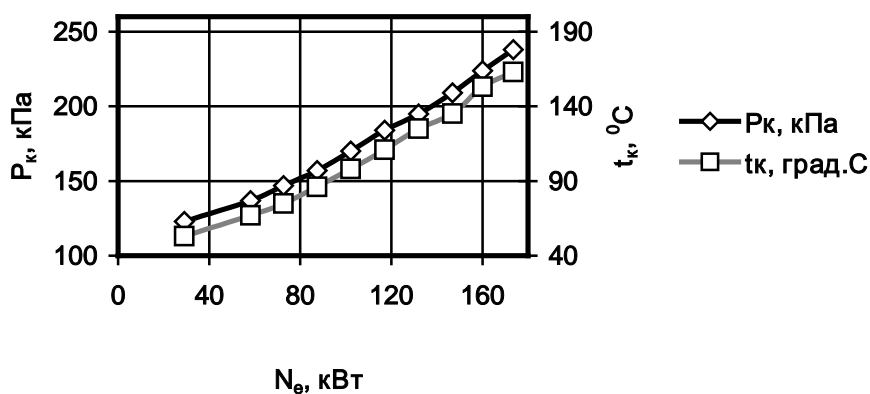
сжатия в компрессоре. Общая степень сжатия двигателя 4ЧН15/20.5 с турбокомпрессором ТКР-8.5С составляет 20.5, уменьшение геометрической степени сжатия до 12.5 приводит к снижению общей степени сжатия до 17.5. При этом ограничивается максимальное давление сгорания и максимальная температура сгорания, в период действия которой происходит передача основного количества тепла от рабочих газов к омываемым ими поверхностям цилиндров и поршней двигателя. Уменьшение этих энергопотерь увеличивает рабочее давление газов за зоной их максимального давления, в результате чего при меньшей величине этого давления возрастает время его воздействия на поршни, растет мощность и экономичность двигателя. Одновременно снижается и количество окислов азота в отработавших газах.

Существенной особенностью двигателя со сниженной степенью сжатия является возможность снижения температур внутренних поверхностей камер сгорания даже в процессе повышения его мощности и относительное снижение теплоотдачи в масло и в воду. Снижение степени сжатия с 14.7 до 12.5 обеспечивает двигателю возможность снижения теплоотдачи в воду и масло соответственно на 5...7 % и на 1...1.5 % от общего количества, введенного с топливом тепла, по сравнению с двигателем со степенью сжатия 14.7.

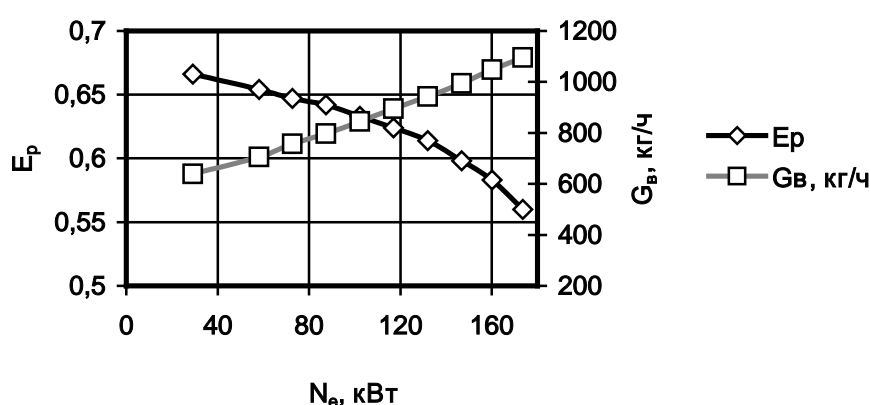
Рост величины максимального крутящего момента двигателя вызывает необходимость применения более изнosoустойчивых подшипников скольжения коленчатого вала из свинцовистой бронзы, которые более требовательны к качеству смазки. Поэтому на дизель 4ЧН15/20.5 был установлен дополнительный масляный насос на место крепления гидронасоса с соответствующей арматурой. Эта мера позволила поднять давление масла в главной масляной магистрали до требуемого - 0.4 МПа на режиме номинальной мощности.

Существенным недостатком дизеля с пониженной степенью сжатия является ухудшение пусковых качеств при низких температурах среды. Серийный двигатель 4ЧН15/20.5 без средств облегчения пуска запускается при температуре окружающего воздуха -20 °С, двигатель с пониженной до 12.5 степенью сжатия при +5 °С. Поэтому снижение степени сжатия целесообразно, в первую очередь, для первичных дизелей энергоустановок, которые эксплуатируются в помещениях электростанций с положительной температурой воздуха. При необходимости, минимальная пусковая температура может быть доведена до требуемых значений использованием средств облегчения пуска, например предпускового подогревателя (ПЖД или ПЖБ) или электрофакельного устройства (ЭФУ).

На рисунке 1 приведены нагрузочные характеристики, определенные при стендовых испытаниях макета первичного двигателя 4ЧН15/20.5 с указанными выше изменениями в конструкции, направленными на снижение тепломеханической напряженности деталей.



а)



б)

Рис. 1 – Характеристики воздухообеспечения дизеля 4ЧН15/20.5 с мероприятиями по снижению тепловой и механической нагруженности (P_k , t_k – давление и температура воздуха после компрессора, E_p – коэффициент охлаждения воздуха в ОНВ, G_v – часовой расход воздуха)

При номинальной частоте вращения коленчатого вала двигателя 1250 мин^{-1} , максимальное давление сгорания P_z достигает предельно допустимой величины 11 МПа при мощности 180 кВт. При мощности, соответствующей серийному двигателю 4ЧН15/20.5 (125 кВт), максимальное давление сгорания составляет 9.3 МПа, то есть на 5 % ниже, чем у серийного двигателя, что, безусловно, приведет к уменьшению пиковых нагрузок на детали дизеля. Работа двигателя в режиме $N_e=132 \text{ кВт}$ при частоте вращения коленчатого вала 1250 мин^{-1} характеризуется величиной максимального давления сгорания - 9.8 МПа, что также намного ниже предельно допустимой величины. При мощности, соответствующей номинальной частоте вращения двигателя, работающего в режимах $N_e=147 \text{ кВт}$ и $N_e=162 \text{ кВт}$, $P_z=10.5 \text{ МПа}$ и $P_z=10.7 \text{ МПа}$, соответственно (см. рисунок 2).

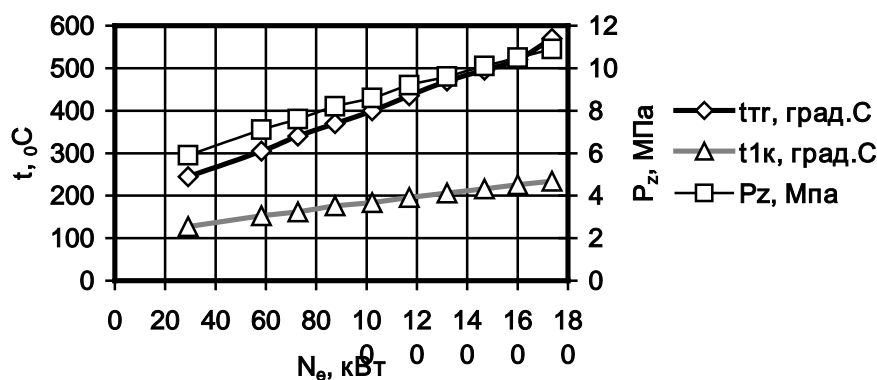


Рис. 2 – Ограничивающие параметры дизеля 4CH15/20.5 с мероприятиями по снижению тепловой и механической нагруженности (t_{Tr} – температура отработавших газов перед турбиной, t_{1k} – температура поршня над первым поршневым кольцом, P_z – максимальное давление сгорания)

Снижение степени сжатия приводит к значительному уменьшению величины t_{1k} во всем исследованном диапазоне частот вращения. При номинальной частоте вращения 1250 мин^{-1} величина температуры t_{1k} составляет 247°C для $\epsilon=14.7$, 234°C для $\epsilon=13.65$ и 212°C для $\epsilon=14.7$. Увеличение номинальной частоты вращения коленчатого вала до 1300 мин^{-1} влечет за собой дальнейшее снижение температур поршня, поэтому является целесообразным и с этой точки зрения.

На рисунке 3 приведены составляющие энергетического баланса двигателя работающего в режимах $N_e=125 \text{ кВт}$, $N_e=132 \text{ кВт}$ и $N_e=147 \text{ кВт}$.

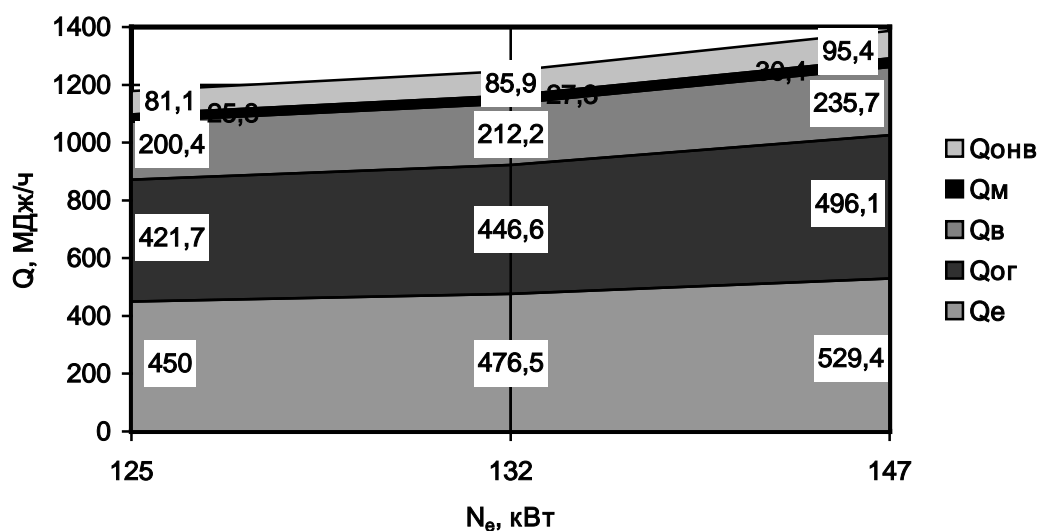


Рис. 3 - Составляющие энергетического баланса двигателя 4CH15/20.5 (Q - тепло уходящее в: м – масло, в – охлаждающую жидкость, ог – отработавшие газы; е – эквивалентное эффективной работе цикла)

Как следует из рисунка 3, при номинальной частоте вращения 1250 мин^{-1} и мощности 125 кВт, эффективный КПД двигателя составляет 39 %, при мощности 132 кВт – 38 %, при мощности 147 кВт - 38.5 %. С отработавшими газами уходит 35 %, 36 % и 35 %, соответственно. В системы смазки и охлаждения идет: 19 %, 20 % и 20 %, соответственно. Абсолютная величина расхода энергии на работу охладителя наддувочного воздуха постоянна для всех режимов работы дизеля – 80 МДж/час. Номинальная величина удельного эффективного расхода топлива снижается с 225 до 217 г/кВт·ч.

Таким образом, снижение геометрической степени сжатия двигателя 4ЧН15/20.5 до 12.5 единиц целесообразно с точки зрения снижения тепловой и механической нагруженности его деталей, повышения надежности и ресурса при форсировании, что отвечает требованиям к двигателям двойного назначения. Рекомендации настоящего исследования внедрены в опытное производство в ООО «ЧТЗ-Уралтрак», в частности, при разработке двигателя двойного назначения постоянной мощности для специальной техники и силовой установки трактора Т-170.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стефановский Б.С. Теплонапряженность деталей быстроходных поршневых двигателей. – М.: Машиностроение, 1978. – 128 с.
2. Чайнов Н.Д., Заребин В.Г., Иващенко Н.А. Тепломеханическая напряженность деталей двигателей. – М.: Машиностроение, 1977. – 152 с.
3. Костин А.К., Ларионов В.В., Михайлов Л.И. Теплонапряженность двигателей внутреннего сгорания. – Л.: Машиностроение, 1979. – 222 с.
4. Шелков С.М., Мирошников В.В., Иващенко Н.А. и др. Оптимизация конструкции теплонапряженных деталей дизелей. – М.: Машиностроение, 1983. – 112 с.

К ВОПРОСУ О ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОМ ЦИКЛЕ ДИЗЕЛЯ С ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ ТОПЛИВОПОДАЧЕЙ

Штайн Г.В.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Для обеспечения требований по экологическим показателям (не ниже ЕВРО-3) современные дизели имеют электронную систему управления топливоподачей типа «насос-форсунка» или «**Common Rail**». Общее для этих топливных систем - реализация больших давлений впрыскивания топлива форсункой (более 150...200 МПа). К этому необходимо добавить обязательное использование наддува свежего заряда. Таким образом, рабочий процесс двигателя сопровождается ростом термодинамических параметров: давления и температуры. Необходимо отметить, что в двигателях с топливоподачей типа «насос-форсунка» наблюдается отказ от применения

в качестве традиционного материала поршней – алюминиевого сплава. В качестве альтернативного материала используются чугун и сталь. Разработчики данного типа двигателей объясняют это обстоятельство тем, что при использовании алюминия прогорает днище поршня по причине высокой температуры рабочего процесса.

М.Ф. Чеповский в своих исследованиях (1) делает вывод о том, что во всех современных двигателях (не зависимо от типа смесеобразования) реализуется цикл, исключаяющий участки подвода теплоты как при $V=idem$, так и последовательно при $V=idem$ и $p=idem$ в классическом понимании. Далее автор отмечает, что дизельные двигатели отличаются от бензиновых лишь абсолютной величиной приращения давления на градус поворота коленчатого вала. С этим утверждением, в какой то мере можно согласиться, но только для рабочего процесса высокооборотного дизеля с традиционной разделенной топливной аппаратурой и давлением впрыскивания топлива не более 20...25 МПа. Для этих двигателей обязательно наличие угла опережения впрыскивания топлива, обеспечивающего физико-химическую подготовку топлива перед процессом сгорания вблизи В.М.Т. и далее на линии расширения. Малые давления впрыскивания топлива и тем самым наличие жидкой фазы в ядре топливного факела всегда приводят к зависимости организации рабочего процесса и соответствующих термодинамических параметров от угла опережения впрыскивания. Другие авторы (2) делают выводы, что для дизелей и бензиновых двигателей в качестве обобщенного термодинамического цикла наиболее соответствует цикл с изохорным подводом теплоты, т.е. цикл Отто.

Автор этой статьи считает, что для объяснения значительного роста температур деталей внутрицилиндрового пространства дизелей и прежде всего с топливоподачей типа «насос-форсунка» необходимо снова вернуться к анализу термодинамических циклов всех трех типов:

- циклу Отто;
- циклу Тринклера;
- циклу Дизеля.

На рис.1. представлены графики циклов Отто, Тринклера и Дизеля в координатах $p-v$ (давление – объем) и $T-S$ (температура - энтропия).

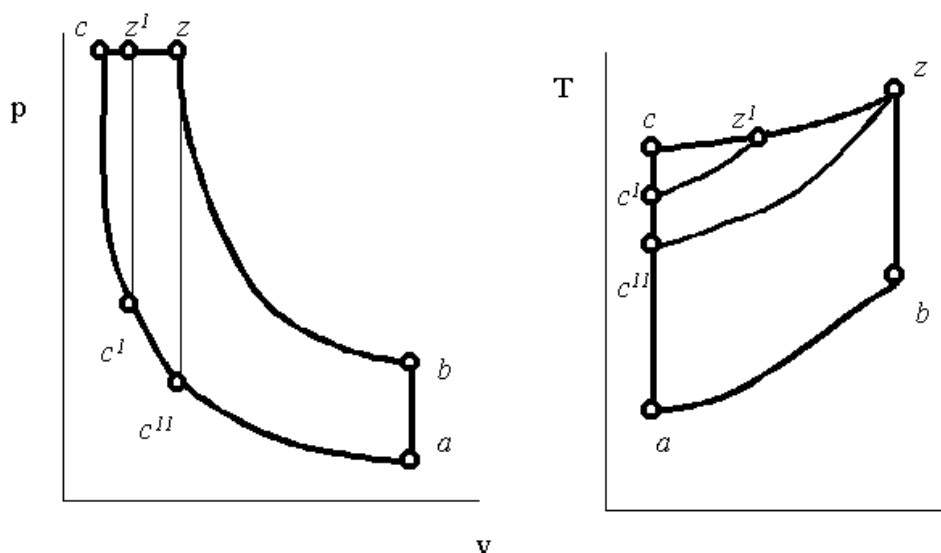


Рис.1. Графики сравнения циклов Отто, Тринклера, Дизеля

Цикл Отто на графике представлен фигурой с точками $(a-c^{11}-z-b)$, цикл Тринклера соответственно $(a-c^1-z^1-z-b)$, цикл Дизеля - $(a-c-z^1-z-b)$. Как видно из графиков, при высоких значениях давления конца сжатия (точка c^1), что характерно для современных двигателей с наддувом и сгоранием вблизи В.М.Т. наибольшая температура рабочего тела будет определяться параметрами точек (c, z^1) . Для дизелей с электронной системой управления топливоподачей типа «насос-форсунка», где высокое давление впрыскивания, нет надобности в подготовительном периоде физико-химической подготовки топлива к сгоранию, поэтому угол опережения впрыскивания практически отсутствует и сгорание переносится на линию расширения. Согласно уравнению состояния рабочего тела : $p v = R T$, при увеличении объема v , что имеет место при процессе расширения, рост температуры может происходить при постоянстве давления p (рост давления рабочего тела на линии расширения в рассматриваемых циклах исключается).

Таким образом, наибольшая температура рабочего тела и соответственно наивысший термодинамический К.П.Д. будет определяться параметрами точки z . Чем продолжительнее будет осуществляться процесс сгорания на линии расширения, тем больше будет температура. Процесс сгорания (подвод теплоты при постоянном давлении) соответствует термодинамическому циклу Дизеля. Для подтверждения приведенного анализа термодинамических циклов следует отметить, что в дизелях с электронной системой управления для ограничения участка $c-z^1-z$ и тем самым ограничения температуры применяют двухфазное впрыскивание топлива.

ЛИТЕРАТУРА

1.Чеповский М.Ф. Научные основы повышения технико-экономических, экологических и ресурсосберегающих характеристик силовых агрегатов транспортно-

технологических машин. Диссертация д.т.н. Тюмень, 2000.-71с.

2. Борисов А.О. и др. Рабочий процесс многотопливного поршневого двигателя. Уфа, 2008.-271с.

К ВОПРОСУ ОБ УЛУЧШЕНИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Шуваева И.М., Ерема Е.А., Сапожков К.А.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Реформы в экономической, управленческой и организационно-правовой сферах национального хозяйства Российской Федерации изменили условия работы организаций транспортного комплекса. Централизованная система хозяйствования уступила место рыночным отношениям. Автотранспортные организации (АТО) стали самостоятельными в условиях рыночной конкуренции. Под влиянием новых взглядов на процесс производственно-хозяйственной деятельности коренные изменения претерпело содержание управленческих функций.

Деятельность менеджеров теперь подвержена большому риску, т.к. теперь они самостоятельно принимают решения. А принятие решения немислимо без предварительного анализа существующего положения и возможного результата. Кроме того, при рыночных отношениях, тем более в момент глобального кризиса, аналитическая деятельность – это одно из важных условий процветания любой организаций, в том числе АТО. Для выживания организации в такой сложный период, квалифицированные специалисты обязаны владеть современной методикой системно-комплексного подхода к исследованию и оценке производственных и управленческих ситуаций, научно обоснованными методами всестороннего анализа производственно-хозяйственной деятельности, прогрессивными информационными технологиями управления. Все это необходимо для улучшения показателей работы АТО, что в свою очередь отразится на экономических результатах.

Анализируя деятельность предприятия возможно определение уровня показателей, характеризующих производственно - хозяйственную деятельность АТО, например доходов, себестоимости, прибыли, рентабельности. Также можно выявить различные факторы, оказывающих влияние на основную деятельность предприятия, как зависящие от работы АТО (организация маршрутов, правильное использование подвижного состава при перевозке грузов, рациональная организация технического обслуживания и ремонта подвижного состава, организация материально-технического снабжения и т.д.), так и не зависящие от нее (номенклатура и структура

грузооборота, расстояние перевозок неустройство подъездных путей к пунктам погрузки и выгрузки и т.д.).

Другими словами, уметь анализировать и оценивать работу предприятия в настоящее время очень важно, нужно и полезно. Дабы иметь способность и возможность своевременно выявить существующие недостатки и недочеты, определить причину их возникновения и в дальнейшем устранить ее, а, следовательно, повысить конкурентоспособность АТО, качество проводимых работ и услуг.

Полезные данные, объясняющие динамику рассматриваемого явления, могут быть получены при сравнении фактических темпов роста с базисными. Иногда некоторое снижение темпов предусматривается в самой стратегии. Чтобы установить, насколько это было обосновано, рекомендуется проанализировать в динамике показатели использования подвижного состава по времени и производительности, поскольку именно они оказывают решающее влияние на темпы роста объема перевозок.

Экономический эффект можно достичь за счет повышения технико-эксплуатационных показателей, путем устранения различных факторов, вызывающих снижение их значения. Например, экономический эффект от повышения значения коэффициента выпуска автомобилей на линию, получается за счет устранения уменьшающих его значение факторов, таких как продолжительность простоя в связи с ожиданием капитального ремонта, с проведением капитального ремонта и простоев в исправном состоянии по организационным причинам.

Таким образом, в ходе работы предполагается рассмотреть основные показатели деятельности ЗАО «Аэродромдорстрой». Провести анализ выполнения плана перевозок грузов и грузооборота, проанализировали основные технико-эксплуатационные показатели, такие как коэффициенты технической готовности и выпуска автомобилей на линию, грузоподъемность подвижного состава, коэффициент использования грузоподъемности, средний пробег с грузом за езду и среднее расстояние перевозок, коэффициент использования пробега, продолжительность работы автомобиля в наряде, продолжительность простоя под погрузкой и разгрузкой, средняя техническая и средняя эксплуатационная скорости. Проанализировать результат повышения значения технико-эксплуатационных показателей, оказывающих влияние на объем перевозок.

В ходе работы необходимо решить следующие задачи.

1. Оценить результат деятельности ЗАО «Аэродромдорстрой». Выявить, таким образом, основные слабые места в организации работы предприятия, определить значения каких именно ТЭП необходимо корректировать.
2. Оценить степень использования производственных ресурсов, состояния техники, организации производства с точки зрения их влияния на эффективность и качество работы.

3. Выявить основные направления совершенствования организации деятельности предприятия.

4. Выявить основные факторы, влияющие на показатели деятельности ЗАО «Аэродромдорстрой», а следовательно на работу всей организации в целом.

5. Проконтролировать мероприятия, направленные на ликвидацию негативных явлений и причин неудовлетворительной работы. Т.е. наглядно рассмотреть влияние, например, увеличения списочного состава автомобилей на результаты работы предприятия (объем перевозок и грузооборот).

6. Рассмотреть последствия возможного устранения основных факторов, отрицательно влияющих на эффективность использования ресурсов.

ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ РЕЖИМОВ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ GPS

Яблочкин И.В., Деменев М.А.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Как известно режимы движения автомобиля сильно меняется в зависимости от условий эксплуатации и значительно влияют на расход топлива. Действующая методика нормирования расхода топлива не достаточно полно учитывает изменение режимов движения. Их изучение поможет установить новые закономерности и усовершенствовать методику нормирования расхода.

Выделяют следующие режимы движения автомобиля: равномерный (установившийся), неравномерный (неустановившийся), циклический [1]. Неравномерные режим движения включает режим ускорения и замедления. Продолжительность работы в том или ином режиме, а также скорость автомобиля при движении по магистральным маршрутам зависит в большой степени от дорожных условий.

В свою очередь дорожные условия наиболее значительно изменяются по сезонам года. Зимой, по причине снежных заносов, наблюдается уменьшение ширины обочины и проезжей части, снижается коэффициент сцепления с дорогой. Кроме того, на скорость оказывают влияние низкие температуры, гололед, туман, уменьшение продолжительности светового дня. В осенний период наблюдается большое количество осадков, туманы, гололед. Весна характеризуется резкими перепадами температур, высокой влажностью дорожного покрытия, загрязнением обочин.

Использование навигационных систем на автомобилях дает возможность изучать режимы движения, а информация о маршруте движения позволяет учитывать влияние таких факторов как: ширина проезжей части,

радиусы кривых на плане, подъемы и съезды, габариты и длина мостов, тип и состояние дорожного покрытия, климатические условия для данного района.

Для оценки изменения режимов движения стандартное программное обеспечение, используемое в GPS системах мониторинга транспорта, не может применяться, так как не позволяет выявлять режимы движения автомобиля, а также запрашивать навигационные данные для определенного маршрута.

Для решения данной задачи было разработано программное обеспечение, основными функциями которого являются:

- импорт навигационных данных из базы данных MS Access;
- привязка растровых карт к координатам;
- запрос данных и отображение на карте перемещение объекта для определенного промежутка времени;
- запрос данных, входящих в определенную область на карте или участок дороги;
- определение режима движения автомобиля;
- построение графиков.

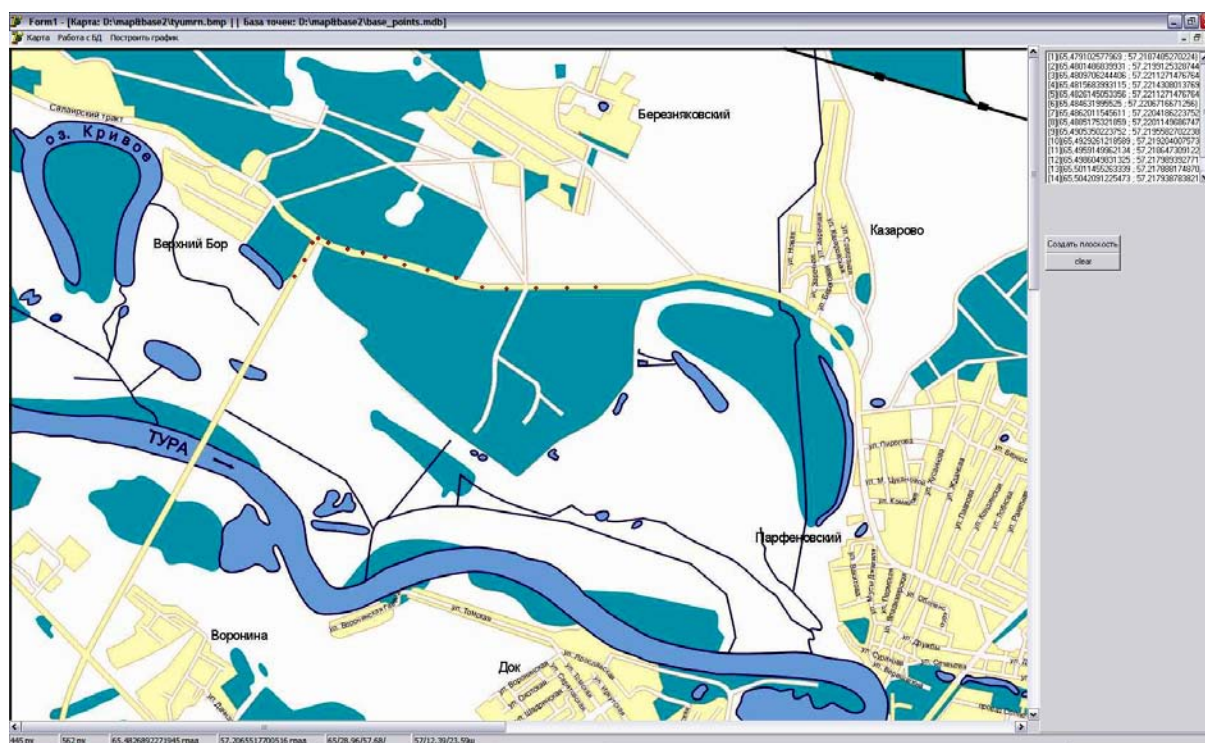


Рис.1. Главное окно программы

Для визуального представления маршрута движения автомобиля данный программный продукт позволяет использовать любую растровую карту в формате «Bitmap» (BMP). Привязка карты к географическим координатам осуществляется путем указания широты и долготы двух точек

вблизи углов карты. После выполнения данной операция любая точка на карте будет иметь свои географические координаты.

Данная программа поддерживает ввод информации из базы данных MS Access. База данных обязательно должна содержать следующие поля: дату, время, широту, долготу, скорость, направление движения.

Используя данные, полученные с GPS навигатора, программа способна оценивать параметры режимов движения (установившийся режим, ускорение, замедление, мгновенную скорость, среднюю техническую скорость).

Также эти данные могут быть отобраны для определенного промежутка времени или области на карте, например, для определения режимов движения на каком-либо участке дороги. Задание области для отбора данных осуществляется путем нанесения на карту точек, определяющих углы многоугольника. Навигационные данные, находящиеся внутри многоугольника, и будут отобраны.

Используя данный программный продукт, процесс выбора данных, необходимых для установления закономерностей изменения режимов движения автомобилей, становится более простым и менее трудоемким.

ЛИТЕРАТУРА

1. Токарев А.А. Топливная экономичность и тягово-скоростные качества автомобиля. – М.: Машиностроение, 1982. – 222 с.

ПРЕДПУСКОВАЯ ПОДГОТОВКА МОБИЛЬНОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ ЗА СЧЕТ ТЕПЛООВОГО АККУМУЛЯТОРА НА ОСНОВЕ АЦЕТАТА НАТРИЯ

Яркин А.В., Пустовалов И.А.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Предпусковая тепловая подготовка и пуск в работу мобильных транспортных и строительных машин в условиях низких температур при безгаражном хранении является сложной и многоплановой проблемой, исследование которой, несмотря на огромный опыт, по-прежнему актуально.

При эксплуатации мобильной техники в климатических условиях Западной Сибири при низких температурах в отсутствии тепловой подготовки происходит интенсивное охлаждение энергосистем машин и вывод энергосистем машины на рабочий режим в начале смены требует значительных затрат энергоресурсов и рабочего времени.

Задача обеспечения пуска энергосистем мобильной машины решается самыми различными способами - от практики примитивной межсменной работы двигателя на холостом ходу до применения подогревателей и

отопителей. Вследствие непрерывного изменения температурно-ветрового режима, как показывает опыт, целесообразно сочетать на машине средства сохранения тепла, средства его регенерации и средства выработки. Особое место в системе тепловой подготовки занимает система утилизации тепла отработавших газов приводного двигателя мобильной машины, создаваемая с использованием теплоаккумулирующих устройств на основе теплоаккумулирующих материалов, в том числе претерпевающих фазовый переход.

Из выше сказанного следует вывод о том, что налицо широкое поле деятельности для разработки новых прогрессивных устройств, способных с высокой надежностью и эффективностью обеспечить запуск холодного двигателя в автономных условиях эксплуатации, а также утилизации тепловой энергии для других целей (обогрев масла, кабин). С высокой степенью достоверности можно утверждать, что схема утилизации вторичного тепла в тепловые аккумуляторы с применением в качестве теплоаккумулирующей среды материалов с фазовым переходом является наиболее актуальным техническим решением. Так как эти материалы обладают достаточно высоким к.п.д., позволяющим хранить тепло достаточно долго, особенно при использовании явления переохлаждения жидкой фазы с последующим инициированием фазового перехода в минимально короткое время, а также отличаются простотой зарядки теплового аккумулятора.

Сегодня исследуются и используются в различных отраслях множество теплоаккумулирующих материалов с фазовым переходом: ацетат натрия, гидрат гидроксида бария, парафины, полиэтилен, различные виды воска и др.

Проанализировав все возможные теплоаккумулирующие материалы можно сделать вывод, что наиболее подходящим условиям эксплуатации является ацетат натрия.

Из справочной литературы следует, что ацетат натрия имеет температуру плавления 58°C , теплоту плавления - 220 кДж/кг , теплоемкость твердой фазы - $2,0 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$, жидкой - $2,8 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$, то есть это вещество по своим свойствам может являться перспективным теплоаккумулирующим материалом.

Метод дифференциально-термического анализа (ДТА) показал, что ацетат натрия плавится изотермично при температуре $(58\pm 0,2)^{\circ}\text{C}$. При охлаждении сильно переохлаждается (на $-30 - 40^{\circ}\text{C}$), а в отдельных случаях не кристаллизуется даже при температуре ниже -50°C и переходит в стеклообразное состояние.

Кристаллизацию ацетата натрия, как известно, можно осуществить введением готовых кристаллов данного вещества при температуре ниже 58°C или механическим перемешиванием. Однако, в этом случае, это вещество в качестве теплоаккумулирующего материала можно использовать

только в тех устройствах, где возможно такой метод снижения переохлаждения.

Хотя, вопросу снижения переохлаждения веществ посвящено ряд теоретических и экспериментальных работ, но до конца этот вопрос остается нерешенным. Поэтому на практике для каждого вещества этот вопрос решают методом проб и ошибок.

Запись кривых нагрева и охлаждения показали, что стабильность температуры плавления и кристаллизации при многократном цикле не нарушается, однако величина переохлаждения при этом изменяется. Это связано с тем, что при многократных циклах фазового перехода, из-за различной плотности веществ происходит частичное расслоение компонентов. Кроме того, при нагревании до 80-95 °С из-за частичного испарения кристаллизационной воды нарушается стабильность температуры плавления и кристаллизации.

В результате исследований было установлено, что если в ацетат натрия с инициаторами кристаллизации вводить загуститель, то можно исключить расслоение и испарение кристаллизационной воды. Из всех испытанных загустителей наиболее эффективным оказался карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ).

Также были проведены исследования на коррозионную стойкость конструкционных материалов к теплоаккумулирующим материалам. В результате было установлено, что этот материал коррозионностоек к меди, стали углеродистой, алюминий Д16 и других марок. Скорость коррозии для этих материалов не превышает 0,02 мм/год.

Однако для рекомендации этого вещества в качестве теплоаккумулирующего материала необходимо дополнительное исследование с целью определения всех необходимых характеристик. Для проведения исследования необходимо использование экспериментальной установки, которая моделировала бы теплоотдачу двигателя внутреннего сгорания строительной машины (Рис.1). Данная экспериментальная установка представляет собой металлическую емкость объемом 1 литр заполненной моторным маслом и расположенной в верхней ее части оболочки с ацетатом натрия. Имеются три датчика температуры которые определяют температуру моторного масла, температуру емкости под теплоизоляцией и вне ее. Нагрев установки происходит при помощи нагревательного элемента расположенного внутри емкости.

Металлическая емкость предварительно нагревается до рабочей температуры двигателя внутреннего сгорания приблизительно 75°С и далее помещается в морозильную при температуре минус 30°С. В течение 5 минут через каждую минуту снимаем показания трех датчиков температуры. По истечении 5 минут замеры производим через каждые 5 минут до тех пор, пока температура моторного масла не опустится ниже минус 10°С. В течении эксперимента температура моторного масла и емкости будет па-

дать, что приведет к процессу самокристаллизации ацетата натрия. В результате реакции самокристаллизации выделяется тепло, которое должно продлить период времени до наступления критической температуры минус 10°C .

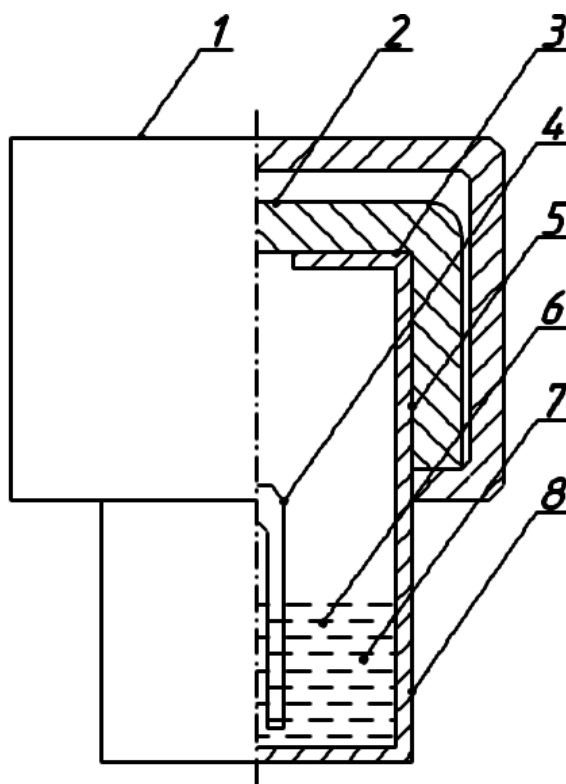


Рис.1. Экспериментальная установка:

1 – теплоизоляционный материал; 2 – оболочка с ацетатом натрия; 3 – металлическая емкость; 4 – нагревательный элемент; 5,6,8 – датчики для измерения температуры; 7 – моторное масло.

Результаты данного эксперимента могут подтвердить или опровергнуть, возможность использования ацетата натрия в качестве теплоаккумулирующего материала. Основным показателем эксперимента будет являться способность ацетата натрия продлить время до наступления температуры моторного масла минус 10°C , а также способность влиять на температуру масла выделяемым в результате реакции самокристаллизации теплом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каверзин С.В., Лебедев В.П., Сорокин Е.А. Обеспечение работоспособности гидравлического привода при низких температурах. Красноярск, 1998.
2. Карнаухов Н.Н. Приспособление строительных машин к условиям Российского Севера и Сибири. М.: Недра, 1994.
3. Юдаев Б.Н. Теплопередача. М.: Высш. школа, 1981.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Абакумов Г. В., Кожемяко Ю. А. УЛУЧШЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ С УЧЕТОМ СОЛНЕЧНОГО ОСЛЕПЛЕНИЯ ВОДИТЕЛЯ	3
Абакумов Г. В., Сабиров Т. С. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ БОРЬБЫ С ЗИМНЕЙ СКОЛЬЗКОСТЬЮ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ ШИН	4
Аблаев А.А. СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ, НАПЛАВЛЕННЫХ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ НА ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН	6
Аблаев А.А., Ратников А.С. ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ НАПЛАВКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЦИЛИНДРО-ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДВИГАТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН	12
Альмеев Р.И., Денисов А.С. АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗНАШИВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ХОЛОДНОМ ПУСКЕ ДВИГАТЕЛЯ	16
Анисимов И.А., Иванов А.С., Чикишев Е.М. ОЦЕНКА ПРИСПОСОБЛЕННОСТИ ГАЗОБАЛЛОННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ К НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫМ УСЛОВИЯМ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПО ТОКСИЧНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ	21
Анисимов И.А., Черменина Е.А., Буторин В.Ф. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА РАСХОД ТОПЛИВА АВТОМОБИЛЕМ ПРИ ПРОГРЕВЕ ХОЛОДНОГО ДВИГАТЕЛЯ	26
Анисимов И.А., Чикишев Е.М., Иванов А.С. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЫБРОС ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ С ОТРАБОТАВШИМИ ГАЗАМИ ГАЗОБАЛЛОННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ	29
Апсин В.П., Бондаренко Е.В., Пославский А.П., Зацепин П.П., Сорокин В.В. МЕТОД ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОЕЧНО-ОЧИСТНЫХ ПРОЦЕССОВ ЗАКРЫТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ	32
Арав Б.Л., Хаим М.Б., Бранд М., Кукис В.С., Александров Н.Е., Келлер А.В. ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ГИБРИДНЫХ МОТОРНО-ТРАНСМИССИОННЫХ УСТАНОВОК ПРИМЕНЕНИЕМ МИКРОГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ-ГЕНЕРАТОРОВ	37
Архирейский А.А., Баловнев С.В. ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ СЕРТИФИКАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ АВТОСЕРВИСА	42

Асеев С.А. К ВОПРОСУ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАБОТ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ МЕЖДУ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ И СЕРВИСНЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ	45
Асеев С.А., Поляков В.М. НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ СЕРВИСНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	48
Балин А.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА «СМЕНЫ ПОЛОСЫ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕМ».....	52
Балин А.А. МОТИВЫ КАК ОБЪЕКТЫ В МОДЕЛИРОВАНИИ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ	54
Белослудцев М.С., Нургалеев А.В. ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РАСХОД ТОПЛИВА АВТОМОБИЛЯМИ	56
Беспалова Ю.Э., Захаров Д.А. К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ	60
Болистянский А.П., Нестеренко И.С., Нестеренко Г.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАНЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ ПТБ ДЛЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА.....	64
Болистянский А.П., Щерба В.Е., Нестеренко И.С., Нестеренко Г.А. ОЦЕНКА ЗАТРАТ НА СОЗДАНИЕ ПЕРЕДВИЖНЫХ СТОА	67
Борщенко Я.А. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ И РЕГУЛИРОВОЧНЫХ РАБОТ ПО СИСТЕМЕ ПИТАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДИЗЕЛЕЙ.....	71
Бояркин А.В., Яблочкин И.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДАННЫХ О РЕЖИМАХ РАБОТЫ АВТОМОБИЛЯ	76
Быков Д.С. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ.....	78
Быкова С.П., Полищук Б.О., Шевелева Н.П. ДЕРИВАТОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПЛЕНОК ИЗ ТРИАЦЕТАТА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ	81

Власов Ю.А., Пономарева О.В., Саркисов Ю.С., Тищенко Н.Т., Тузовский А.И. СИСТЕМА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН В УСЛОВИЯХ РАЗРЕЗА «ШЕСТАКИ»	84
Власов Ю.А., Саркисов Ю.С., Гильц В.О., Пономарева О.В., Тузовский А.И. МЕТОД ОЦЕНКИ РАБОТАЮЩЕГО МАСЛА ПО ИНТЕНСИВНОСТИ СВЕЧЕНИЯ В ВЫСОКОВОЛЬТНОМ ТЛЕЮЩЕМ РАЗРЯДЕ	
Власов Ю.А., Саркисов Ю.С., Тищенко Н.Т., Пономарева О.В., Тузовский А.И. ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ГИДРОСИСТЕМ ПО ПАРАМЕТРАМ РАБОТАЮЩЕГО МАСЛА	93
Григорьян Е.А., Евтина Г.С., Кунгурова А.П. О НЕОБХОДИМОСТИ УЧЕТА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ТРУДОЕМКОСТИ ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА	98
Данильченко М.С. ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ДВИЖЕНИЯ НА НАРАБОТКУ АВТОМОБИЛЕЙ ДО ОТКАЗА	99
Денисов Ив.В., Баженов Ю.В. АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЯ, ВЛИЯЮЩИХ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ	102
Денисов Ил.В. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	106
Денисов Ил.В., Денисов Ив.В. К ВОПРОСУ О СВЯЗИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЯ С ВЕРОЯТНОСТЬЮ ИХ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ	110
Добрецов Р. Ю. КОМПЛЕКСНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ГУСЕНИЧНОГО ДВИЖИТЕЛЯ НА ОСНОВАНИЕ	113
Дудченко О.В., Ефимова О.А., Филиппов А.А. КОНЦЕПЦИЯ РАСШИРЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАЗОВОГО МОТОРНОГО ТОПЛИВА НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ	118
Жаров С.П. ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА УСЛУГ ТО И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ В СИСТЕМЕ АВТОСЕРВИСА	123
Желудкевич Р.Б., Безбородов Ю.Н., Кайзер Ю.Ф., Тюканов В.Л. РОТОРНЫЙ БЕСКОВШОВЫЙ РАБОЧИЙ ОРГАН С ДИСКОВЫМ ИНСТРУМЕНТОМ	127

Захаров Н.С., Вохмин Д.М. ВЛИЯНИЕ СРЕДНЕТЕХНИЧЕСКОЙ СКОРОСТИ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ-53215 НА НАДЕЖНОСТЬ ФОРСУНОК ДВИГАТЕЛЯ	131
Захарова А.Н. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА ТОПЛИВНУЮ ЭКОНОМИЧНОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ С БЕССТУПЕНЧАТЫМ ВАРИАТОРОМ В ТРАНСМИССИИ	133
Иванов А.С., Анисимов И.А., Чикишев Е.М. К ВОПРОСУ НЕОБХОДИМОСТИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО КОРРЕКТИРОВАНИЯ НОРМ РАСХОДА ТОПЛИВА ГАЗОБАЛЛОННЫМИ АВТОМОБИЛЯМИ.....	135
Ишкина Е.Г. ВЛИЯНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕГИОНА НА ТРАНСПОРТО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМУ	140
Ишков А.М., Жариков О.Н ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЯЖЕСТИ ОТКАЗОВ (КТО)	141
Ишмухаметов И.В., Нургалеев А.В. СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА АВТОМОБИЛЬ ВО ВРЕМЯ ДВИЖЕНИЯ.....	145
Каздыкпаева А.Ж., Полищук Б.О. ОЦЕНКА ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ ТРИАЦЕТАТА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В ПРИСУТСТВИИ ПРОИЗВОДНЫХ ФОРМАЗАНА	149
Катаргин В. Н., Писарев И. С. ПРОБЛЕМЫ УСТАНОВКИ ДУБЛИРУЮЩИХ ПЕДАЛЕЙ СЦЕПЛЕНИЯ И ТОРМОЗА НА УЧЕБНОЕ АВТОТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО	152
Клементьев А.С., Клементьева Т.С ВЛИЯНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	155
Коваленко Н.А., Кузьминов М.А. НАДЁЖНОСТЬ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВВ УСЛОВИЯХ ХОЛОДНОГО КЛИМАТА.....	166
Коваленко С.Ю., Цибизов С.Б., Калимуллин Р.Ф. ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ПРИСПОСОБЛЕННОСТИ ИХ К РЕЖИМАМ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	170
Колов Д.А. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕГИОНАЛЬНОГО ГОРОДСКОГО АВТОБУСНОГО ТРАНСПОРТА.....	175

Королёв А.Е., Белов А.Г. ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА НАЧАЛЬНЫЙ ИЗНОС ДВИГАТЕЛЕЙ.....	179
Корчагин В.А., Лопухов Ю.А., Сысоев Д.К. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАТРАТ НА УПРАВЛЕНИЕ РЕЗЕРВОМ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ОТ ЕГО ОБЪЕМА	183
Корчагин В.А., Ляпин С.А., Сысоев Д.К. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАТРАТ НА ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК.....	188
Корчагин В.А., Мусаелянц Г.Г., Павленко Е.А. СТАТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	194
Корягин М.Е., Нестерова А.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВЫБОРА СПОСОБА ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ЖИТЕЛЯМИ Г. КЕМЕРОВО	198
Косолапов А.В. ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНЫХ ЗАДЕРЖЕК С ПОМОЩЬЮ «ПЛАВАЮЩИХ» АВТОМОБИЛЕЙ	203
Кузьминов М.А. ПЕРИОДИЧНОСТЬ ВЛИЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИКИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА.....	207
Лямзин А.М. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕРВАЛОВ СУРОВОСТИ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН	211
Маняшин А.В., Маняшин С.А. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ В ИССЛЕДОВАНИИ ЦИКЛОВ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ.....	213
Маняшин С.А., Маняшин А.В. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМОВ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ НА БАЗЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	214
Матвеева А.С., Егоров А.Л. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ	217
Мезина Т.В., Полищук Б.О., Биктуганова О.Ю., Костюнина Ю.В., Полищук Л.Б. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ДЕСТРУКЦИИ ВОЛОКОН ИЗ АЦЕТАТОВ ЦЕЛЮЛОЗЫ.....	219

Мезина Т.В., Полищук Б.О., Зонова Н.В. ДЕФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ВОЛОКОН ИЗ АЦЕТАТОВ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ	222
Мешкова Т.А., Захаров Д.А. ПРИСПОСОБЛЕННОСТЬ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ К ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ И РЕМОНТУ	224
Миягашев С.В. ДИАГНОСТИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ МАШИН И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СРОКОВ ЗАМЕНЫ МАСЛА ПО ПАРАМЕТРАМ РАБОТАЮЩИХ СМАЗОЧНЫХ МАСЕЛ.....	230
Надейкин И.В., Шупранов Д.А., Орловская Н.Ф., Подвезённый В.Н. ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН НА ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ, ПОЛУЧЕННОМ ИЗ ЭВЕНКИЙСКИХ НЕФТЕЙ.....	235
Нефедов Д.В. МОДИФИКАЦИИ БАЗОВЫХ ПОДВИЖНЫХ МОДУЛЕЙ	239
Новоселов В.А., Балина Т.А. СОЗДАНИЕ СЕРВИСНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПО РЕМОНТУ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ КАК ПУТЬ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ УТТ ОАО «СУРГУТНЕФТЕГАЗ»	240
Новосёлов В. А., Зиганишин Р.А. ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ И РАЗВИТИЯ УПРАВЛЕНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА ОАО «СУРГУТНЕФТЕГАЗ»	243
Новоселов В.А., Науменко А.Н. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ОАО «СУРГУТНЕФТЕГАЗ»	247
Новоселов В.А., Юсупова А. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ СНАБЖЕНИЯ ЗАПАСНЫМИ ЧАСТЯМИ ПРЕДПРИЯТИЙ УТТ СТ И АД ОАО «СУРГУТНЕФТЕГАЗ»	251
Нургалеев А.В. ПРИСПОСОБЛЕННОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ К ДОРОЖНЫМ УСЛОВИЯМ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПО РАСХОДУ ТОПЛИВА	254
Певнев Н.Г., Раенбагина Э.Р. ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ГАЗОБАЛЛОННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА СУГ	258
Петров А.Ю., Нургалеев А.В. ДОРОЖНЫЕ УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ	263

Пимнев А.Л., Снегирева К.Г. РАСЧЕТ РЕСУРСА СТЕНКИ РЕЗЕРВУАРА РВС-20000 ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ДИАГНОСТИРОВАНИИ	267
Посевкин А.А., Семёнов А.Г., Ткачёв М.А., Элизов А.Д. ЭЛЕКТРОПРИВОДНЫЕ ИНВАЛИДНЫЕ КОЛЯСКИ С ИЗМЕНЯЕМОЙ КОЛЕЙ В ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ В САЛОНЕ САМОЛЁТА	269
Прохорченко Е.С. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИЗМЕНЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ЗАСОРЕНИЯ МАСЛЯНЫХ (ТОНКОЙ ОЧИСТКИ) И ВОЗДУШНЫХ ФИЛЬТРОВ АВТОМОБИЛЕЙ КАМАЗ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СЕЗОННЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	275
Рассоха В.И., Исхаков М.М. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОПУСКНУЮ	281
Резник Л.Г., Бахмат В.Г. ВЛИЯНИЕ СИЛЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ВЕТРА НА ПРИСПОСОБЛЕННОСТЬ АВТОМОБИЛЯ К ЗИМНИМ УСЛОВИЯМ ЭКСПЛУАТАЦИИ.	286
Резник Л.Г., Лямзин А.М. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИСПОСОБЛЕННОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН К ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ ТЕМПЕРАТУРАМ ВОЗДУХА ПО КОЭФФИЦИЕНТУ СОПРОТИВЛЕНИЯ КАЧЕНИЮ.....	291
Резник Л.Г., Пелымский К.А. ПРИСПОСОБЛЕННОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ К НИЗКИМ ТЕМПЕРАТУРАМ ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА И СНЕГУ ПО СКОРОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ И ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПРОГРЕВА ДВИГАТЕЛЯ.....	293
Резник Л.Г., Сидоров С.А. ПРИСПОСОБЛЕННОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ГРУЗОВ К СУРОВЫМ УСЛОВИЯМ ЭКСПЛУАТАЦИИ .	297
Романов В.А. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ГЕНЕРАТОРОВ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ.....	302
Селедкин А.А., Малождёмов А.А. ОЦЕНКА ПУСКОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЗЕЛЕЙ ТИПА 4С13/14 И ЧН13/14 В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР ОКУРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА.....	305
Сергиенко Е.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ КОЛИЧЕСАТВА ПОСТОВ ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА С Я.....	310

Смирнова О.Ю., Тиханович А. Н. ВОПРОСЫ ДИАГНОСТИКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРИГОДНОСТИ ВОДИТЕЛЯ	315
Стацура В.В., Колмыков В.А. ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ.....	319
Судариков В.Г., Аблаев А.А. ИССЛЕДОВАНИЕ МАРОЧНОЙ И ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ АВТОБУСНОГО ПАРКА Г. ВЛАДИМИРА.....	322
Суетова А.А. , Олейников А.В., Васильев В.А. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО) ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	325
Сюмак А.Л., Пимнев А.Л. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН РАЗРУШЕНИЯ НЕФТЕПРОВОДА	330
Тахтамышев Х.М., Дауров Д.С., Кидакоев М.М. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ.....	331
Тахтамышев Х.М., Добровольский Н.П. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ СНАБЖЕНИЯ АТП ЗАПАСНЫМИ УЗЛАМИ И АГРЕГАТАМИ	337
Турсунов А.А., Топалиди В.А., Исмаилов Э.Н., Федцов Д.В. ГАРМОНИЗАЦИЯ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ПО ТРЕБОВАНИЯМ БЕЗОПАСНОСТИ АТС И МЕТОДАМ КОНТРОЛЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМИ ТРЕБОВАНИЯМИ	340
Тюканов В.Л., Кайзер Ю.Ф., Безбородов Ю.Н., Желудкевич Р.Б. МЕТОД ОЧИСТКИ ПРОБОЗАБОРНОГО УСТРОЙСТВА ЩПУ-1 БЕЗ ДЕМОНТАЖА.....	346
Тюняев И.В., Котов В.В., Калимуллин Р.Ф. ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЗА СЧЕТ ЭКСПЛУАТАЦИИ В МАЛОИЗНОСНЫХ РЕЖИМАХ.....	351
Тюрин А.Ю. ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ АВТОТРАНСПОРТА В СБЫТОВЫХ СИСТЕМАХ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	355
Удлер Э.И., Петров Г.Г., Лысунец А.В. ФИЛЬТР ДЛЯ ОЧИСТКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА.....	360

Чекардовская И.А., Мальцева Т.Н. ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЧЕРЕЗ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА УРОВНЯ КАЧЕСТВА ТРУДА.	365
Чумляков К.С. ПРИМЕНЕНИЕ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ АТС ПО УРОВНЮ ПРИСПОСОБЛЕННОСТИ	370
Шакирова Е.Ф. СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПРИСУТСТВИЯ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ НА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДА	375
Шакирова Е.Ф. СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВА ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ В ГОРОДЕ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ.....	378
Шаповалов А.И. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ТЯЖЕЛЫХ БУЛЬДОЗЕРОВ- РЫХЛИТЕЛЕЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ГОРНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ПУТЕЙ	383
Шаповалов А.И. ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ УНЕВЕРСАЛЬНОГО БУЛЬДОЗЕРА	385
Шарипов Р.Р. СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ АВТОМОБИЛЬНЫМИ ДИЗЕЛЯМИ, В ПЕРИОД ХОЛОДНОГО ПУСКА И ПРОГРЕВА, ПУТЕМ ДРОССЕЛИРОВАНИЯ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ	387
Шевелева Н.П., Левко Ю.Р. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОПОРЦИЙ ПЕРЧАТОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА БАЗЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ИЗМЕРЕНИЙ РУКИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ	390
Шевелева Н.П., Лепунова Е.В. ИССЛЕДОВАНИЕ УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНА РАЗМЕРНО-РОСТОВОЧНЫМ АССОРТИМЕНТОМ ОДЕЖДЫ	391
Шевелева Н.П., Лепунова Е.В. ИССЛЕДОВАНИЕ УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНА РАЗМЕРНО-РОСТОВОЧНЫМ АССОРТИМЕНТОМ ОДЕЖДЫ	393
Шикин А.С. СНИЖЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОВОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ ДЕТАЛЕЙ ФОРСИРОВАННОГО ДИЗЕЛЯ ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ 4ЧН15/20.5 УМЕНЬШЕНИЕМ СТЕПЕНИ СЖАТИЯ.....	395
Штайн Г.В. К ВОПРОСУ О ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОМ ЦИКЛЕ ДИЗЕЛЯ С ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ ТОПЛИВОПОДАЧЕЙ.....	399

<i>Шуваева И.М., Ерема Е.А., Сапожков К.А.</i> К ВОПРОСУ ОБ УЛУЧШЕНИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ.....	402
<i>Яблочкин И.В., Деменев М.А.</i> ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ РЕЖИМОВ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ GPS.....	404
<i>Яркин А.В., Пустовалов И.А.</i> ПРЕДПУСКОВАЯ ПОДГОТОВКА МОБИЛЬНОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ ЗА СЧЕТ ТЕПЛОВОГО АККУМУЛЯТОРА НА ОСНОВЕ АЦЕТАТА НАТРИЯ	406