



ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

О РАЗРАБОТКЕ НОВОГО ТРАНСПОРТНОГО НАЛОГА

Кандидаты техн. наук **АЗАРОВ В.К., ВАСИЛЬЕВ А.В.**,
д-р техн. наук **КУТЕНЁВ В.Ф.**
ПАО "Татнефть", НАМИ
(vadimaz123@gmail.com; andrei.vasiliev@nami.ru; vakutenev@nami.ru)

Представлено обоснование оптимального транспортного налога, учитывающего комплексную экологическую безопасность АТС от всех его систем, выбрасывающих вредные вещества: с отработавшими газами, от износа шин, от износа тормозных систем, а также от износа асфальтодорожного полотна.

Ключевые слова: транспортный налог, автотранспортное средство, выброс вредных веществ, экологический ущерб, расход топлива, финансовая карточка расхода топлива.

Azarov V.K., Vasiliev A.V., Kuteniov V.F.
CONCERNING DEVELOPMENT OF NEW TRANSPORT TAX

This paper presents the justification of the optimum transport tax, which considers the complex environmental safety of motor vehicles regarding all their systems emitting harmful and hazardous substances: with the exhaust gases; caused by the wear of tyres, brake systems as well as asphalt roadway.

Keywords: transport tax, motor vehicle, emissions of hazardous substances, ecological damage, fuel consumption, fuel consumption financial card (record).

Существующий транспортный налог в Российской Федерации предусматривает начисление налога по величине максимальной мощности двигателя внутреннего сгорания, установленного на автотранспортное средство. Однако при движении в городских условиях на скоростях 50...70 км/час нагрузка на двигатель не превышает 30—50 %, и соответственно максимальная мощность используется далеко не постоянно. Таким образом, прямой зависимости между реальными показателями двигателя АТС и суммой транспортного налога нет, а значит, действующий сегодня налог никак не

способствует решению проблемы загрязнения городской воздушной среды.

Между тем по данным Всемирной организации здравоохранения именно от загрязнения воздушной среды вредными выбросами от всех видов транспортных средств, от промышленности и от внутреннего (бытового) в домах и квартирах в мире ежегодно в последние годы умирает более 7 млн человек [1]. Так, в отчёте о совещании экспертов ВОЗ "Методы и инструменты для оценки рисков для здоровья населения от загрязнения воздуха на местном, национальном и международном

уровнях", состоявшемся 12—13 мая 2014 г. в Бонне, было отмечено, что загрязнение воздуха является важным детерминантом здоровья и убедительные доказательства связывают загрязнители воздуха с риском заболевания, включая преждевременную смерть даже при относительно низком уровне загрязняющих веществ. Недавно было оценено несколько крупных проектов по борьбе с болезнями от воздействия загрязнения воздуха в различных популяциях и для различных групп населения. Например, недавно опубликованные цифры показывают, что около 3,7 млн и 4,3 млн преждевременных смертей относятся соответственно к загрязнению (наружного) и бытового (внутреннего) воздуха. В общей сложности воздействие загрязнения воздуха привело более чем к 7 млн смертей во всём мире.

Именно по этой причине, увеличивающейся проблемы с загрязнением воздушной среды в городах, в работе [2] было предложено разработать уточнённый транспортный налог в зависимости от двух критериев: изменённой (уменьшенной) налоговой мощности ДВС на транспортном средстве и от экологического налога, учитывающего экологические показатели АТС в соответствии с требованиями международных Правил ООН.

Однако для разработки проекта такого нового налога на транспортные средства отсутствовали сведе-

		04.2006—01.2008
Эк. класс 0	Эк. класс 1, 2	Эк. класс 2
		Эк. класс 2
1993—104.1998	10.1998—04.2006	04.2006—01.2008
01.2008—01.2010	01.2010—01.2014	с 01.2014
Эк. класс 3	Эк. класс 4	Эк. класс 5
Эк. класс 3, 4		Эк. класс 4, 5
01.2008—09.2010	09.2010—01.01.2015	с 01.01.2015

Рис. 1. Уровень требований по выбросам вредных веществ с отработавшими газами в рамках законодательства РФ (1993 — 2019 гг.)

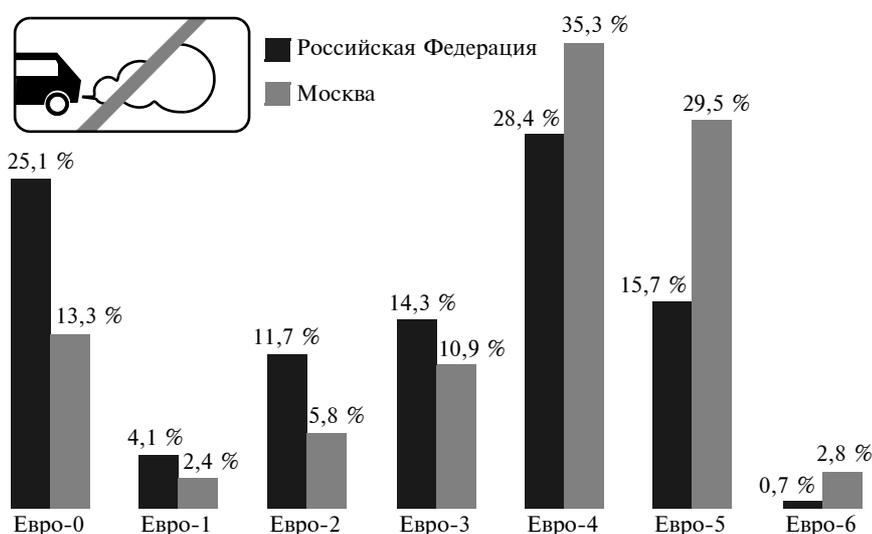


Рис. 2. Доля автопарков России и Москвы по нормативам Правил ООН № 83

ния по распределению состава парка АТС по действующим сегодня экологическим классам (от Евро-0 до Евро-6) Правил ООН № 49, № 83 и № 96 в Российской Федерации. Для решения этой проблемы были выполнены исследования, проведённые в НАМИ в 2019 г., на примере парка г. Москвы и по всему парку автотранспорта Российской Федерации.

На первом этапе была разработана методология определения экологического класса автопарка в Москве и в целом по России. Разрабатываемая методика предусматривала определение экологического класса транспортных средств, в том числе с использованием средств фото-видео-фиксации, с целью выявления АТС с низким экологическим клас-

сом, осуществляющих движение по территории Москвы. Задачами проводимых исследований предусматривалось формирование предложений по изменениям транспортного налога и необходимыми изменениями и дополнениями в нормативно-правовые акты РФ и города Москвы с целью создания условий администрирования и учёта транспортных средств в зависимости от экологического класса, к которому они отнесены.

Проведёнными исследованиями было установлено, что контроль требований по выбросам вредных веществ с отработавшими газами автотранспорта в рамках законодательства РФ, начавшийся в 1993 г., ведётся по настоящее время. Результаты аналитических исследований

представлены на рис. 1—5. Так, на рис. 1 приведена диаграмма, показывающая хронологию действовавшего в России законодательства, которым устанавливались процедуры оценки соответствия транспортных средств требованиям безопасности, включая требования к выбросам (загрязняющих) веществ с отработавшими газами, корреспондирующимися с международными требованиями от Евро-0 до Евро-6 Правил ООН № 49, 83 и № 96. На рис. 2 — доля автопарков РФ и г. Москвы по нормативным требованиям от Евро-0 до Евро-6.

По данным аналитического агентства "Автостат" по состоянию на 01.01.2019 г. 67,6 % столичного автопарка легковых автомобилей удовлетворяет нормам Евро-4 и выше. В целом по стране этот показатель составляет 44,8 %. Каждый третий (32,4 %) столичный легковой автомобиль имеет нормы выбросов, соответствующие экологическому классу Евро-3 и ниже. В целом по Российской Федерации таких транспортных средств около 55,2 % от общего объёма автопарка. На рис. 3 приведено процентное соотношение (распределение) структуры парка АТС РФ по нормативам Правил ООН № 49 и № 83. Из представленных материалов видна проблема с большим процентом АТС, имеющих старые нормативы на выброс вредных веществ с отработавшими газами ниже Евро-3: легковые ≈ 42 %, легковые коммерческие ≈ 60 %, а грузовые более 70 %.

В перспективе прогнозируется изменение структуры парков к 2023 г., а именно: значительно вырастет доля ТС, удовлетворяющих нормам Евро-4 и Евро-5, а доля автомобилей, соответствующих стандартам ниже Евро-4, сократится. На рис. 4 приведена структура парка России по нормативам требований Правил ООН № 49 и 83 с прогнозом распределения по экологическим классам Евро в 2023 г.

В процессе выполнения исследований проблемных вопросов определения экологических классов АТС учитывалось, что в РФ достаточно много эксплуатирующихся автомобилей зарубежного производства. С этой целью была проана-

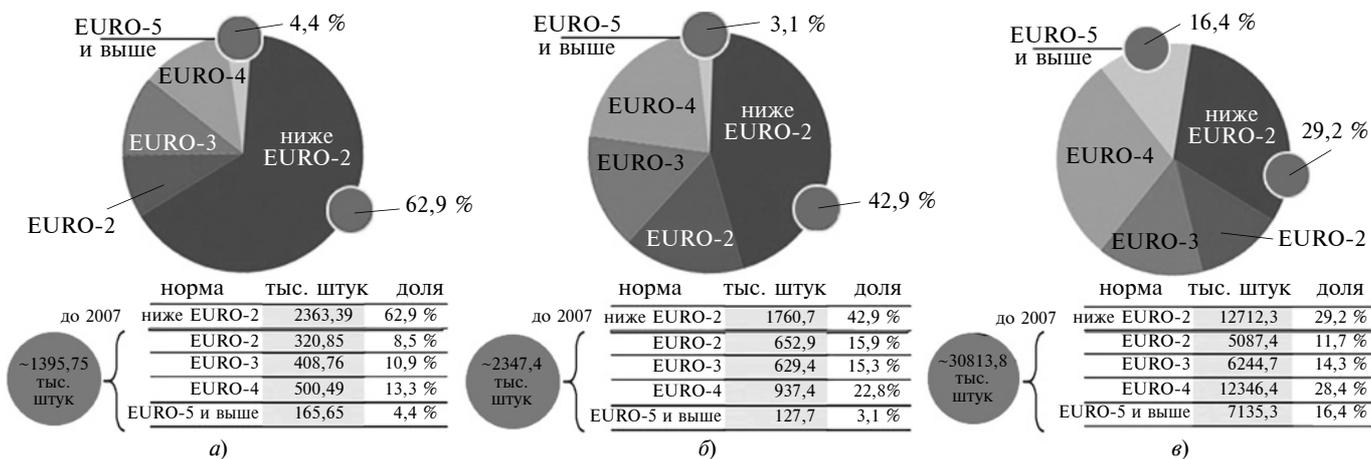


Рис. 3. Структура парка России по нормам Правил ООН:
а — грузовые; б — лёгкие коммерческие; в — легковые

лизирована разница требований к транспортным средствам как отечественного, так и зарубежного производства. На рис. 5 приведена оценка временного отставания нормативных требований ООН от Евросоюза, США и Японии. Следует особо отметить, что транспортные средства, бывшие в эксплуатации (подержанные) до вступления в силу технического регламента "О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории России вредных (загрязняющих) веществ", по требованиям к выбросам не оценивались.

Реализация Программы идентификации транспортных средств, находящихся в эксплуатации в РФ, предусматривает наличие: паспорта транспортного средства; свидетельства о регистрации транспортного средства; государственных регистрационных знаков. Следует отметить, что идентификация транспортных средств по экологическому классу при регистрационных действиях начала осуществляться с введением формы паспорта транспортного средства, утверждённой совместным приказом МВД РФ, Министерства промышленности и энергетики РФ и Министерства экономического развития и торговли РФ от 23 июня 2005 г. № 496/192/134.

Данные по экологическому классу транспортных средств стали вноситься в паспорт транспортного средства начиная с 2006 г., а в свидетельство о регистрации транспорт-

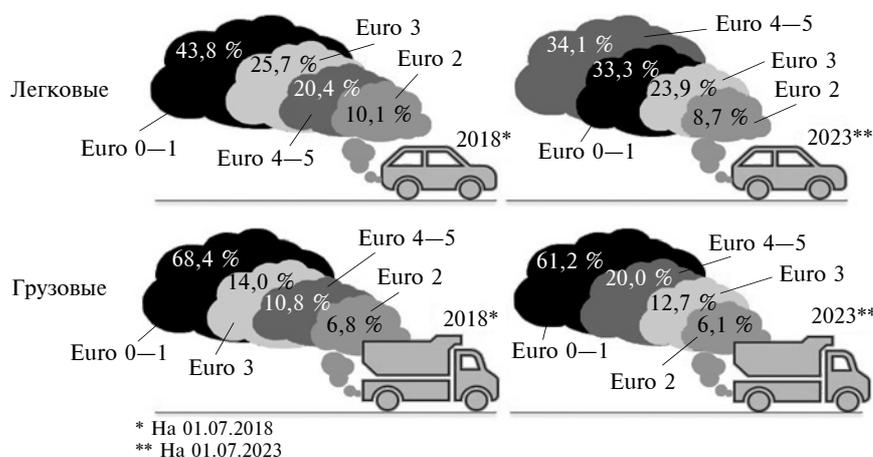


Рис. 4. Структура парка России по нормативам "Евро" Правил ООН № 49 и № 83 с прогнозом изменения их в 2023 г.

РФ	Евро-0		Евро-0 Евро-1		Евро-1, Евро-2					Евро-2		Евро-3					
	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09
ЕС	Евро-1		Евро-2			Евро-3					Евро-4						
США	Нет данных		~Евро-3 (N2, N3, M2, M3 с дизелями) Невозможно установить (M1, N1)														
Япония	Нет данных										~Евро-3						
РФ	Евро-4				Евро-5					Евро-6							
ЕС	Евро-5				Евро-6												
США	~Евро-4, 5 (N2, N3, M2, M3 с дизелями) Невозможно установить (M1, N1)																
Япония	~Евро-4, 5																

Рис. 5. Разница экологических требований к транспортным средствам отечественного и зарубежного производства

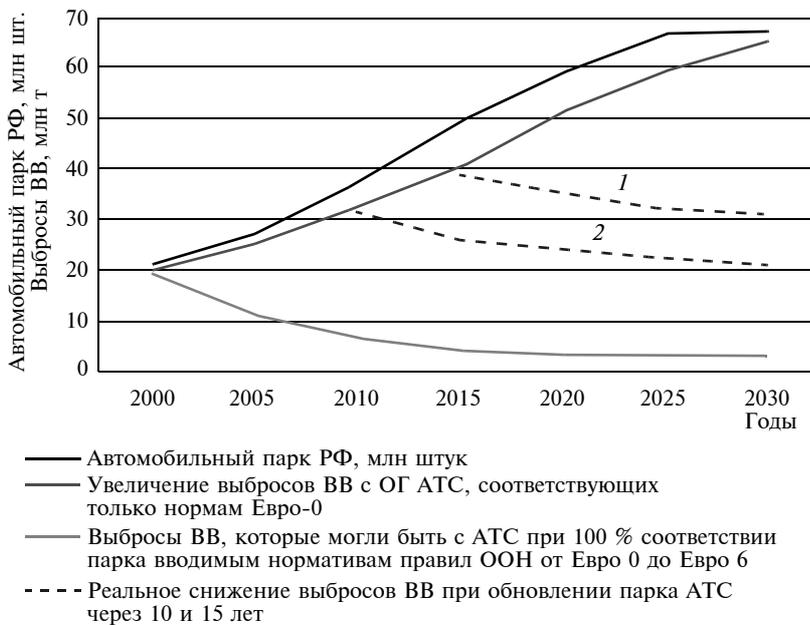


Рис. 6. Рост числа автомобилей в России в 2000–2020 гг., прогноз до 2030 г. и изменение суммарной массы выбрасываемых с отработавшими газами вредных веществ за год при эксплуатации автомобилей, соответствующих нормам Евро-0, и при изменении норм от Евро-0 до Евро-5:

1 — при обновлении парка через 15 лет; 2 — через 10 лет

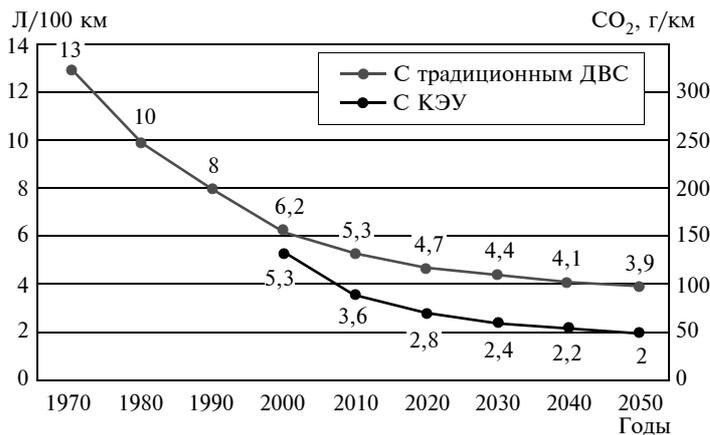


Рис. 7. Достигнутые и прогнозируемые уровни топливной экономичности легковыми автомобилями условной массой 1000 кг

ного средства с 2008 г. (с учётом утверждённой приказом МВД России от 24.11.2008 г. № 1001 формы свидетельства). На основании изложенного подготовленная база контроля экологического класса автотранспортных средств позволяет в Москве и в целом по Российской Федерации осуществить реальную разработку обоснованного справедливого комплексного налога на АТС, состоящего из 50 % налогооблагаемой величины мощности и 50 % налогооблагаемой величины экологического класса АТС.

На рис. 6 приведены данные по изменению (увеличению) автопарка РФ с 2000 по 2020 г. и прогноз до 2030 г. и ежегодный рост суммарной массы выброса вредных веществ с отработавшими газами при изменении нормативов Евро с учётом срока эксплуатации АТС [3].

Своевременное применение систем нейтрализации отработавших газов двигателей явилось эффективным мероприятием и позволило снизить общий выброс вредных веществ, несмотря на резкий рост парка автотранспорта РФ с 2000 го-

да к 2020 г. почти вдвое, и оценить перспективные изменения к 2030 г. (см. рис. 3). Естественно, величины выбросов ВВ напрямую связаны прежде всего с расходом топлива. На рис. 7 приведена эффективность работ по снижению расхода топлива легковых автомобилей, как наиболее массовыми, в период с 1970 г. по настоящее время. Он был снижен с 12,5 л/100 км до 4,7 л/100 км, т.е. почти в 3 раза, а это значит, существенно снижен и выброс парниковых газов (CO₂), а также и выброс вредных веществ и особо опасных твёрдых частиц. Таким образом, в течение последних пятидесяти лет прошло несколько этапов работ по совершенствованию конструкции ДВС, позволивших существенно уменьшить расход топлива автомобилями, и естественно по снижению выбросов вредных веществ и твёрдых частиц.

Несмотря на такие успехи науки и промышленности по снижению выбросов ВВ с отработавшими газами АТС, ВОЗ в 2012 г. предложило запретить использование дизельных автомобилей в городских условиях эксплуатации из-за выброса твёрдых частиц.

По нашим исследованиям, в период 2009–2012 гг., заявление ВОЗ являлось необоснованным и частично ошибочным, так как специалисты данной организации не обращали должного внимания на другие вредные выбросы, а именно твёрдых частиц, невыхлопного происхождения от эксплуатации автомобилей за счёт износа систем и агрегатов автомобилей. Исследованиями, выполненными в НАМИ, выброс твёрдых частиц от износа шин и тормозных механизмов был определён расчётным путём, на основании их гарантийного срока службы, которые подтвердили значительные превышения их выбросов над нормативами Правил ООН № 49 и № 83 от отработавших газов более чем в 40–60 раз, а по автобусам и грузовым автомобилям и коммунальному транспорту — более чем в 200–300 раз [3].

Выполненными специальными экспериментальными исследованиями в 2016–2018 годах было показано (рис. 8), что при движении лег-

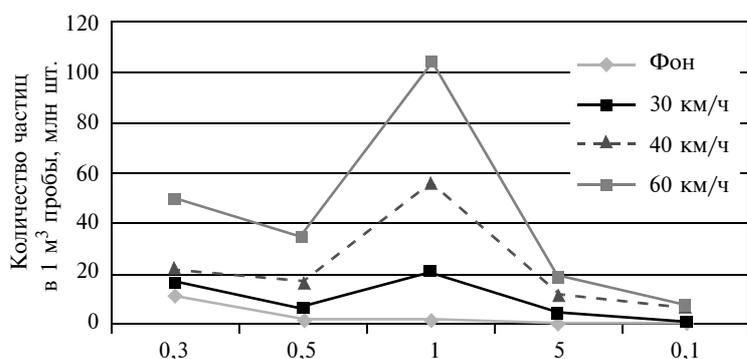


Рис. 8. Дисперсность и величины выбросов твёрдых частиц размером менее 10 мкм при постоянной скорости движения автомобиля

кового автомобиля выбросы твёрдых частиц, отбираемых непосредственно из-под пятна контакта шины с дорожным полотном при разных скоростях движения, значительно превышают фоновые загрязнения в воздухе над дорогой [4].

Полученные результаты показывают, что с увеличением скорости движения автомобиля от 30 до 60 км/ч происходит рост общего количества выбросов всех измеряемых размеров частиц в среднем в 5 раз. Распределение твёрдых частиц в общей массе выбросов при постоянных скоростях движения автомобиля 30–60 км/ч составляет: ТЧ 0,3 мкм — 23 %; ТЧ 0,5 мкм — 16 %; ТЧ 1,0 мкм — 49 %; ТЧ 5,0 мкм — 9 %; ТЧ 10,0 мкм — 3 %. Таким образом, важно констатировать, что основной выброс (>97 %) ТЧ при постоянной скорости составляют частицы размером от 0,3 до 5,0 мкм, которые Всемирной организацией здравоохранения считаются самыми опасными для человека.

На рис. 9 приведены усреднённые результаты исследования, современного анализа по сравнительному соотношению и прогнозу изменения выбросов твёрдых частиц в период с 2000 по 2030 г. от других систем автомобилей (тормозные системы и шины), а также от износа асфальто-дорожного полотна с нормативами Правил ООН № 49 и № 83 от выбросов твёрдых частиц с отработавшими газами на примере роста автопарка России.

Результаты исследований были доложены Российской Федерацией в период с 2013—2019 гг. на Между-

народной группе по загрязнению и экономии энергии (GRPE-68) и на Всемирном форуме по конструкции транспортных средств WP-29 Комитета внутреннего транспорта Европейской экономической комиссии ООН [5–7].

На основании результатов, представленных на рис. 9, можно оценить сложившуюся основную проблему с загрязнением воздушной среды городов. Итоговый вывод: основной выброс твёрдых частиц в 2020 г. происходит от износа асфальто-дорожного полотна (около 70 %), от износа шин — 7 %, от износа тормозных систем — 1 % и с отработавшими газами — 21 %. С увеличением парка АТС в городах к 2030 г. соотношение выбросов твёрдых частиц

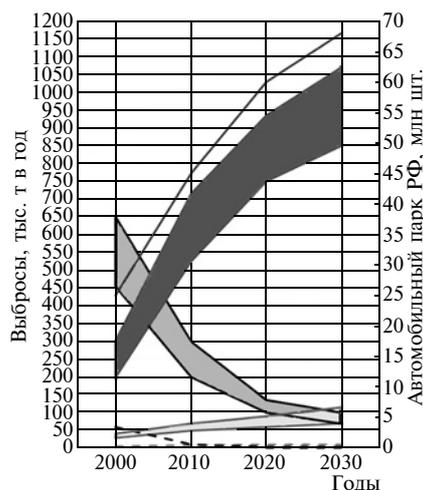


Рис. 9. Изменение и прогноз ежегодных выбросов твёрдых частиц с отработавшими газами от износа шин, тормозных механизмов и асфальто-дорожного полотна в РФ в тоннах по сравнению с уменьшением выбросов с отработавшими газами и нормативами на выброс твёрдых частиц с отработавшими газами

будет следующими: от дорожного полотна 78 %, от шин 8 %, от тормозных систем 1,5 % и с отработавшими газами ≈12,5 %.

Таким образом, в текущий период времени единственным реально доступным и наиболее эффективным мероприятием для снижения загрязнения атмосферы в целом и особенно воздушной среды в городах, является пробег автотранспортных средств. Для снижения пробега АТС необходимо ввести единые подконтрольные финансовые карты АТС на их заправку топливом. Расход топлива, выраженный финансовыми затратами, объективно оценивающий пробег автомобилей и вредные выбросы с отработавшими газами, и выброс других вредных веществ от эксплуатации АТС и должен быть объективным транспортным налогом, решающим проблему с загрязнением воздушной среды в городах.

Литература

1. https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0010/263629/WHO-Expert-Meeting-Methods-and-tools-for-assessing-the-health-risks-of-air-pollution-at-local,-national-and-international-level.pdf
2. Азаров В.К. К вопросу о необходимости разработки экологического налога на автотранспортные средства // Экология и промышленность России. — 2015. — Т. 19. — № 10. — С. 52–56.
3. Азаров В.К. Разработка комплексной методики исследований и оценки экологической безопасности автомобилей: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. М., 2014. — 135 с.
4. Васильев А.В. Повышение качества оценки комплексной экологической безопасности автотранспортных средств: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. М., 2019. — 103 с.
5. Доклад Российской Федерации "О безопасности окружающей среды от выбросов автомобилей" на 161-й сессии Всемирного Форума по конструкции транспортных средств, WP-29-161-22, ноябрь 2013, г. Женева (Швейцария).
6. Доклад Российской Федерации GRPE-68-10 "О рассеивании твёрдых частиц в городском атмосферном воздухе в результате износа шин и дорожного покрытия" (9 января 2014 г.).
7. Доклад Российской Федерации "О современных проблемах обеспечения безопасности человека при эксплуатации автотранспортных средств" на 179-й сессии Всемирного форума по разработке требований к конструкции транспортных средств WP-29 КВТ ЕЭК ООН (11–15 ноября 2019 г.).

АВТОМОБИЛЬНЫЙ РЫНОК РОССИИ В ЯНВАРЕ—ИЮНЕ 2021 Г.

(По информации ОАО "Автосельхозмаш-холдинг")

ЛЕГКОВЫЕ АВТОМОБИЛИ

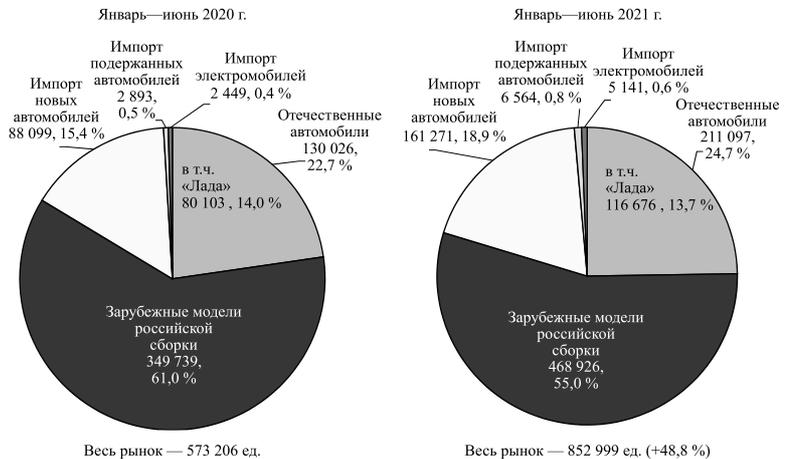
Продажи легковых автомобилей в первом полугодии 2021 г. выросли на 48,8 % по отношению к аналогичному периоду 2020 г. и составили 853 тыс. единиц. Сравнение структуры рынка легковых автомобилей по их происхождению выявляет рост объёмов продаж во всех сегментах. В отношении занимаемых долей рынка можно отметить снижение занимаемой доли в сегменте импорта новых автомобилей и рост долей в остальных сегментах рынка.

Продажи автомобилей отечественных марок выросли на 62 % (до 211,1 тыс. ед.) и их рыночная доля составила 24,7 %. Продажи автомобилей "Лада" выросли на 45,7 % (до 116,7 тыс. ед.), а их доля составила 13,7. Продажи зарубежных моделей российской сборки занимают доминирующее положение на рынке легковых автомобилей, их продажи выросли на 34,1 % и составили 469 тыс. ед., а их доля упала до 55,0 %. Совокупная доля продаж автомобилей, собранных в России (отечественных и зарубежных брендов), упала с 83,7 до 79,7 % в 2021 г.

Импорт новых автомобилей вырос на 83,0 % (до 161,3 тыс. ед.), а их доля на рынке выросла с 15,4 % до 18,9 %. Ввоз подержанных машин вырос в 2,3 раза и составил 6,6 тыс. ед. (без учёта импорта по ТПО). Импорт электромобилей в первом полугодии 2021 г. вырос в 2,1 раза и составил 5141 ед.

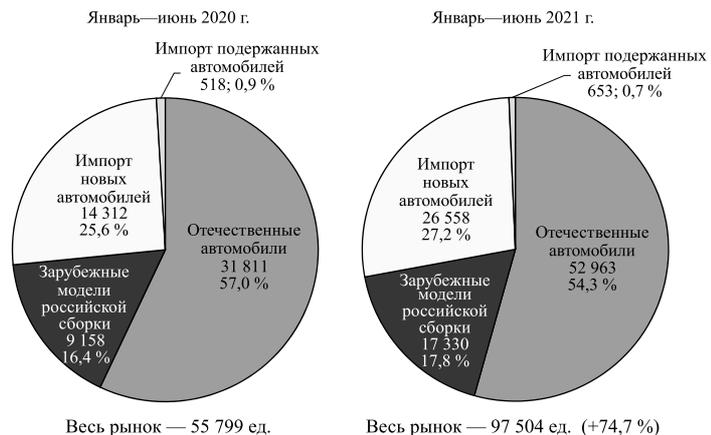
По данным Ассоциации Европейского Бизнеса совокупный объём дилерских продаж новых легковых и легких коммерческих автомобилей в России в январе—июне 2021 г. составил 870 749 ед., что на 36,9 % больше, за аналогичный период прошлого года (635 959 ед.). Импорт легковых автомобилей по ТПО в январе—марте 2021 г. составил 19 548 ед., что на 13,2 % меньше, чем в первом квартале 2020-го.

СТРУКТУРА РЫНКА ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ПО ПРОИСХОЖДЕНИЮ



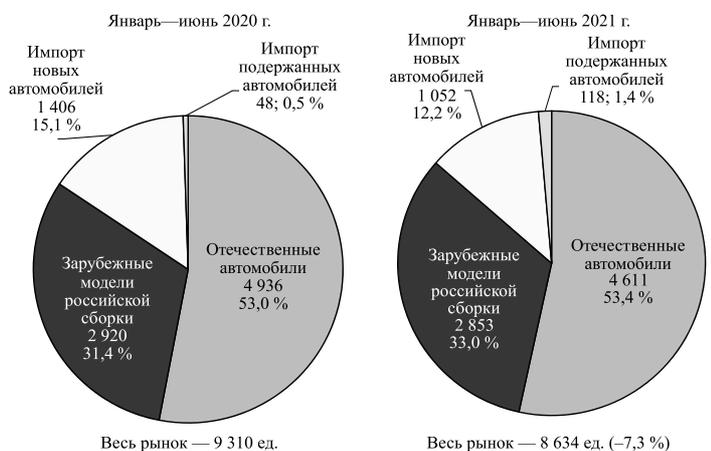
ГРУЗОВЫЕ АВТОМОБИЛИ (ВКЛЮЧАЯ МАЛОТОННАЖНЫЕ)

СТРУКТУРА РЫНКА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ПО ПРОИСХОЖДЕНИЮ



АВТОБУСЫ И МИКРОАВТОБУСЫ

СТРУКТУРА РЫНКА АВТОБУСОВ ПО ПРОИСХОЖДЕНИЮ





УДК 630.377.42

ЧЕТЫРЁХМОСТОВЫЙ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫЙ АВТОМОБИЛЬ ДЛЯ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Канд. техн. наук **КУЛЬМИНСКИЙ А.Ф.**

Сыктывкарский лесной институт (филиал)

Санкт-Петербургского ГЛТУ имени С.М. Кирова

(miolksli@hotmail.com)

К 2021 году в Республике Коми заготовлено 10 млн куб. м древесины из которых более 82 % — сортиментами на лесосеке. Из этого объёма подавляющая часть во двор потребителя вывезена автомобилями и автопоездами. Водный транспорт леса в РК практически не используется, а доля железнодорожного транспорта лесоматериалов неуклонно снижается из-за высокой стоимости перевозок.

Ключевые слова: лесотранспортный автомобиль, автопоезд, седельный тягач, проектирование.

Kulminsky A.F. FOUR BRIDGE FORESTRY VEHICLES FOR THE REPUBLIC OF KOMI

By 2021, 10 million cubic meters of timber have been harvested in the Komi Republic (RK), of which more than 82 % are assortments in the felling area. The overwhelming part of this volume was taken out to the consumer's yard by cars and road trains. Water transport of timber in the Republic of Kazakhstan is practically not used, and the share of rail transport of timber is steadily decreasing due to the high cost of transportation.

Keywords: forest transport vehicle, road train, truck tractor, design.

В настоящее время на перевозках лесоматериалов в Республике Коми используются разнообразные лесотранспортные автомобили и автопоезда различных отечественных и зарубежных брендов — КамАЗ, "Урал", МАЗ, "Мерседес", "Вольво", "Скания". Автопоезда — как прицепные, так и седельные (последние — с тягачами МАЗ и "Мерседес").

В качестве тягачей используют соответствующим образом оборудованные или переоборудованные трёхмостовые (трёхосные полноприводные) грузовые автомобили, а прицепным составом служат серийно выпускаемые неактивные прицепы и полуприцепы, также адаптированные под перевозку леса. На таких автопоездах, как правило (в 95 % случаев), перевозят три пакета сортиментов длиной 4 м, реже — два пакета по 6 м. Полная масса автопоездов достигает 50 т. Некоторые частные предприниматели перевозят четыре-пять пакетов лесоматериалов длиной 4 м. В этом случае полная масса автопоездов достигает 60—70 т.

В условиях низкого качества ведомственных лесовозных дорог и бездорожья у автопоездов наблюдаются проблемы с проходимостью и манёвренностью, особенно при движении задним ходом. Использование большегрузных лесотранспортных поездов явля-

ется основной причиной низких показателей долговечности (ресурса) дорожного покрытия дорог общей сети, существенных затрат на их содержание, ремонт, восстановление. Республика ежегодно выделяет большие средства на поддержание дорог общей сети в работоспособном состоянии, но этих денег не хватает для удовлетворительного состояния всей дорожной инфраструктуры, что вызывает справедливое недовольство населения. Кроме того, грузоподъёмность большинства автомобильных мостов через реки Республики Коми не превышает 30 т, и они испытывают значительные перегрузки от проезжающих лесотранспортных поездов полной массой 50 т и более. Из-за этого техническое состояние большей части мостов приближается к предельному. Эти обстоятельства в совокупности наносят существенный ущерб республике.

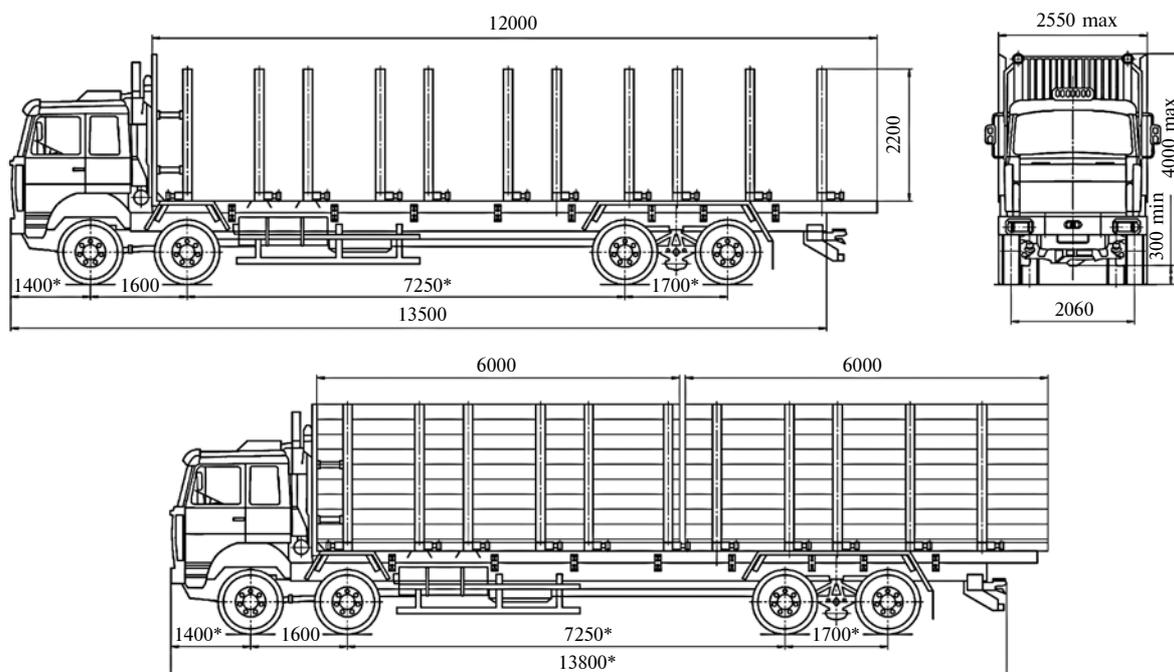
В последние годы при проектировании гражданских грузовых автомобилей наблюдается тенденция использования четвёртого моста с целью повышения эффективности грузоперевозок и снижения осевых нагрузок на дорожное покрытие дорог общей сети. В связи с этим перспективным направлением может стать проектирование четырёхмостовых специализированных лесотранспортных автомобилей для перевозки сортиментов.

Исходя из такого положения, перспективным для Республики Коми представляется вариант специализированного четырёхмостового лесотранспортного автомобиля с грузовой платформой, позволяющей разместить три пакета сортиментов длиной 4 м или два пакета длиной 6 м при условии соблюдения дорожных габаритов и осевых нагрузок согласно требованиям ГИБДД. Проектирование такого автомобиля предусматривает разработку нового изделия, аналогов которому в лесной отрасли пока нет.

Разработка такой конструкции включает анализ и выбор типа общей компоновки в зависимости от длины перевозимых сортиментов, определённого вида несущей системы, подбора двигателя, типа трансмиссии, колёсной формулы, нулевого устройства, подвески, ходовой и тормозной систем и решения ряда других сложных технических задач.

Необходимо отметить, что отсутствием теории и опыта проектирования, необходимого объёма испытаний и эксплуатации четырёхмостовых автомобилей предопределено большое разнообразие конструктивных решений и компоновок.

Выпускаемые четырёхмостовые автомобили отличаются размещением осей мостов относительно базы, наличием и системой привода ведущих мостов относительно базы, наличием и системой привода ведущих мостов, разнообразием рулевого управления и другими конструктивными особенностями. При проекти-



Общая компоновка специализированного четырёхмостового лесотранспортного автомобиля

ровании четырёхмостового лесотранспортного автомобиля необходимо руководствоваться практическим опытом, так как разработанные теория и расчёты двухмостовых автомобилей малопригодны для этой цели.

Конструктивные решения, определяющие общую компоновку специализированного лесотранспортного автомобиля, предусматривают следующие основные мероприятия: *выбор взаимного расположения двигателя и кабины; обоснование несущей системы (рамы); выбор схемы рулевого управления, путём анализа существующих вариантов исполнения; выбор варианта раздачи крутящего момента на колёса.* С учётом этих основных решений формируется главный и основные параметры, схемы решения общей компоновки. Другие конструктивные решения, определяющие выбор силового агрегата, типа трансмиссии, тормозной системы, вида подвески, определяют качественные показатели автомобиля.

В качестве основных рекомендуется бескапотная компоновка (кабина над двигателем), при которой значительно увеличивается полезный объём грузовой платформы за счёт её удлинения с целью размещения пакетов сортиментов, уменьшается габаритная длина (и база) транспортных средств по сравнению с автопоездами, что положительно отразится на манёвренности, управляемости и проходимости транспортного средства. Однако необходимо отметить, что при такой компоновке потребуются дополнительные меры для обеспечения приемлемых условий труда водителя при движении по некачественным лесовозным дорогам и бездорожью.

Учитывая вышеизложенное, предлагаются следующие конструктивные мероприятия при проектировании лесотранспортного автомобиля.

Несущая система — классическая монорамная конструкция, включающая два лонжерона и попереч-

ные связи. При проектировании несущей системы необходимо учесть её необычно длинную базу и нагрузки, действующие от трёх пакетов сортиментов длиной 4 м или двух пакетов длиной 6 м.

В соответствии с современными тенденциями в автомобилестроении предусматривается использование гидромеханической трансмиссии с приводом всех колёс с целью улучшения проходимости при перемещении по лесовозным дорогам и бездорожью. А с целью снижения расхода топлива необходимо предусмотреть отключение привода колёс двух передних мостов при движении по дорогам с качественным покрытием.

Рулевое управление: управляемые колёса — первого и второго мостов. В настоящее время разработаны и используются в автомобилестроении несколько вариантов исполнения данной системы, из которых по технико-экономическим показателям предпочтителен вариант конструкции рулевого управления КамАЗ.

Оптимальным размещением мостов относительно базы было бы равномерное, обеспечивающее равномерное же распределение нагрузок на колёса при движении лесотранспортного автомобиля с грузом с целью улучшения проходимости по деформируемым грунтам лесовозных дорог и бездорожью. Однако практически добиться такого размещения мостов относительно базы в силу ряда причин невозможно.

Вариант общей компоновки специализированного четырёхмостового лесотранспортного автомобиля представлен на рисунке.

Литература

1. Высоцкий М.С. Грузовые автомобили: проектирование и основы конструирования / М.С. Высоцкий, Л.Х. Гилелес, С.Г. Херсонский. — Москва: Машиностроение, 1995. — 256 с.
2. Кравец В.Н. Теория автомобиля: учебник / В.Н. Кравец, В.В. Семенов. — Москва: Грин-лайт, 2011. — 884 с.

УГЛЫ НАКЛОНА КОЛЁС. АНАЛИЗ ИХ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ СО СВОЙСТВАМИ ШИН И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ АВТОМОБИЛЯ

Д-р техн. наук БАЛАКИНА Е.В., КОЧЕТОВ М.С., САРБАЕВ Д.С., СЕРГИЕНКО И.В.

Волгоградский ГТУ

(fahrgestell2011@yandex.ru)

Исследование относится к области установки колёс автомобиля, а именно, к вопросу анализа углов их наклона в поперечной вертикальной плоскости и влиянию этого угла на свойства шин и эксплуатационные свойства автомобиля. В связи с некоторыми неточностями в принятой терминологии, с точки зрения фундаментальной механики, было предложено скорректировать термины, относящиеся к наклону колеса. На основании проведённых ранее экспериментальных и теоретических исследований было проанализировано влияние наклонного положения колёс на свойства шин и эксплуатационные свойства автомобиля. Выделены составляющие общего угла наклона колеса и проведена оценка значений их величин. Предварительно определён диапазон возможных значений угла наклона колеса по совокупности влияющих факторов.

Ключевые слова: колесо транспортного средства, наклон в поперечной вертикальной плоскости, конструктивная и эксплуатационная составляющие, свойства шин, эксплуатационные свойства автомобиля.

Balakina E.V., Kochetov M.S., Sarbaev D.S., Sergienko I.V.
WHEEL INCLINATION ANGLES AND ANALYSIS OF THEIR RELATIONSHIP WITH THE TIRE PROPERTIES AND OPERATING VEHICLE PROPERTIES

The study relates to the installation field of the vehicle wheels, namely, to the issue of analyzing the angles of their inclination in the transverse vertical plane and the effect of this angle on the tire properties and operational vehicle properties. Due to some inaccuracies in the accepted terminology, from the point of view of fundamental mechanics, it was proposed to correct the terms related to wheel incline. On the basis of previously conducted experimental and theoretical studies, the influence of the inclined position of the wheels on the tire properties and the operational vehicle properties was analyzed. The components of the total inclination angle of the wheel are identified and their values are estimated. The range of possible values of the wheel inclination angle has been preliminarily determined by the combination of influencing factors.

Keywords: vehicle wheel, inclination in the transverse vertical plane, structural and operational components, tire properties, operational vehicle properties.

Наклон колёс транспортных средств существует со времён конных экипажей, когда плоскость вращения колеса со спицами наклоняли с несколькими целями. Во-первых, при воздействии боковых сил колесо становилось менее склонным к отделению от экипажа. Во-вторых, это позволяло увеличить ширину нижней части повозки. В-третьих, такая установка колеса позволяла направлять потоки грязи, увлекаемой колёсами, в сторону от пассажиров и груза.

Автомобильное колесо лишено недостатков тележного. Однако его наклон при проектировании автомобиля сохранился. Связано это с тем, что детали колёсного узла имеют допуски на изготовление, в результате чего в нём имеется зазор, который в процессе износа при эксплуатации увеличивается. При на-

грузке автомобиля зазор наклонённого колеса выбирается и колёса принимают вертикальное положение. С совершенствованием технологий машиностроения появляется возможность назначения более низких квалитетов точности на те же сопряжённые поверхности. При этом допуски на изготовление уменьшаются и автомобильные узлы становятся практически беззазорными. Однако наклон колёс при проектировании автомобиля снова сохранили, теперь уже для других целей.

Этот наклон в настоящее время зовут развалом и значения его величины на современных автомобилях весьма невелики. При этом положительным развалом считается развал, при котором расстояние между верхними частями колёс одной и той же оси больше, чем между нижними. Так устанавливают передние уп-

равляемые колёса для уменьшения плеча обкатки (с целью уменьшения угловых колебаний управляемого колеса) и для способствования недостаточной поворачиваемости автомобиля, со значениями положительного развала от 0 до +2°. Отрицательным (обратным) развалом в настоящее время считается развал, при котором расстояние между верхними частями колёс одной и той же оси меньше, чем между нижними. Так иногда устанавливают задние колёса для некоторого улучшения оценочных параметров управляемости, со значениями отрицательного развала от 0 до -2,5°.

Принятая терминология, заметим, не является корректной. Это связано с тем, что в фундаментальной механике принято поворот против часовой стрелки считать со знаком "+", а поворот по часовой стрелке — со знаком "-". При наклонной установке левого и правого колёс одной и той же оси они наклоняются в противоположных направлениях в любом случае, поэтому нелогично называть развал, относящийся сразу к двум колёсам одной оси (левому и правому) положительным или отрицательным. В связи с этим предлагается уточнить терминологию, связанную с наклоном колёс, и применять термины "наружный наклон" и "внутренний наклон", как показано в табл. 1.

В процессе движения автомобиля его колёса могут наклоняться на угол, дополнительный по отношению к конструктивному. Причинами являются: наличие определённой кинематики подвески для обеспечения направления воздействий на её упругие и демпфирующие элементы, однако приводящей к наклону колеса при переезде неровности опорной поверхности и при крене кузова от воздействия боковой силы; наличие угла поперечного наклона оси поворота управляемого колеса (УК) для обеспечения его весовой стабилизации и для уменьшения плеча обкатки, однако приводящего к наклону колеса при повороте.

На рис. 1 показаны схемы конструктивной установки колёс оси с наружным и внутренним наклоном, а на рис. 2—4 — схемы эксплуатационного наклона колёс.

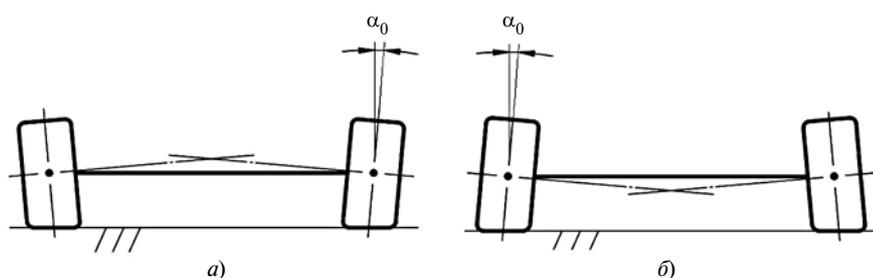


Рис. 1. Схемы конструктивного наклона колёс оси:
а — с наружным наклоном; б — с внутренним наклоном

Предлагаемый термин	Определение
Наклон колеса	Неперпендикулярность плоскости вращения колеса опорной плоскости
Конструктивный наклон колеса	Наклон колеса, заложенный в конструкцию автомобиля
Эксплуатационный наклон колеса	Дополнительный наклон колеса, появляющийся в процессе эксплуатации автомобиля: — при движении поддрессоренного колеса по неровности опорной поверхности; — при крене поддрессоренного кузова от действия боковой силы; — при повороте управляемого колеса вокруг оси, наклонённой в поперечной вертикальной плоскости; — при принудительном бортовом автоматическом регулировании наклона колеса
Угол наклона колеса	Угол между плоскостью вращения и продольной плоскостью колеса
Угол конструктивного наклона колеса	Угол наклона колеса, предусмотренный конструкторской документацией
Угол эксплуатационного наклона колеса	Дополнительный угол наклона колеса, появляющийся в процессе эксплуатации автомобиля
Наружный наклон колёс оси автомобиля	Наклон колёс, при котором оси их вращения пересекаются выше оси автомобиля, в пределах колеи автомобиля
Внутренний наклон колёс оси автомобиля	Наклон колёс, при котором оси их вращения пересекаются ниже оси автомобиля, в пределах колеи автомобиля
Разнонаправленный наклон колёс оси автомобиля	Наклон колёс, при котором оси их вращения пересекаются выше или ниже оси автомобиля, за пределами колеи автомобиля или не пересекаются
Одиночный наклон колёс оси автомобиля	Наклон одного из колёс оси автомобиля
Схождение колеса	Неперпендикулярность плоскости вращения колеса поперечной плоскости, заложенная в конструкцию автомобиля
Угол схождения колеса	Угол между плоскостью вращения колеса и продольной плоскостью автомобиля, предусмотренный конструкторской документацией
Наружное схождение колёс оси автомобиля	Схождение колёс, при котором их центральные продольные оси пересекаются позади оси автомобиля, в пределах колеи автомобиля
Внутреннее схождение колёс оси автомобиля	Схождение колёс, при котором их центральные продольные оси пересекаются впереди оси автомобиля, в пределах колеи автомобиля
Разнонаправленное схождение колёс оси автомобиля	Схождение колёс, при котором их центральные продольные оси пересекаются впереди или позади оси автомобиля, за пределами колеи автомобиля или не пересекаются
Одиночное схождение колёс оси автомобиля	Схождение одного из колёс оси автомобиля

Таким образом, общий угол наклона колеса определяется как $\alpha = \alpha_0 \pm \alpha_s \pm \alpha_\Theta$, где α_0 — угол конструктивного наклона колеса; α_s — углы эксплуатационного наклона колеса, появляющиеся при движении поддрессоренного колеса по неровности опорной поверхности и при крене поддрессоренного кузова от действия боковой силы; α_Θ — угол эксплуатационного наклона колеса, появляющийся при повороте управляемого колеса на угол Θ вокруг оси, наклонённой в поперечной вертикальной плоскости на угол β .

Существуют многочисленные исследования, связанные в том числе и с наклоном колёс [1—15]. Авторами проведена оценка значений составляющих общего угла наклона колеса. Ранее Козловым Ю.Н. и Балакиной Е.В. были выполнены экспериментальные исследования значений углов эксплуатационного наклона колеса α_s . Эксперименты проводились на автополигоне НИЦИАМТ ФГУП "НАМИ" [5, 8, 9]. Объектом исследований был переднеприводный легковой автомобиль с задней независимой подвеской. Проведённый анализ результатов исследования показал, что изменение углов установки передних колёс при изменении вертикального положения кузова приблизительно в 10 раз больше, чем задних. Это связано с кинематической особенностью подвески передних колёс типа "Макферсон".

Установлено, что при движении по дороге с малоизношенным асфальтобетонным покрытием как передние, так и задние колёса легкового автомобиля при переезде неровностей наклоняются в поперечной вертикальной плоскости на угол, меньший чем $0,1^\circ$, что до 30 раз меньше угла α_0 конструктивного наклона колёс. Это делает целесообразным решение задачи оптимизации углов наклона задних колёс для улучшения характеристик управляемости автомобилей. Проведены расчёты составляющей угла α_Θ эксплуатационного наклона колеса, появляющейся при повороте управляемого колеса на угол Θ вокруг оси, наклонённой в поперечной вертикальной плоскости на угол β . На современных автомобилях угол β не превышает 13° , а угол $\Theta \approx \pm 20^\circ$.

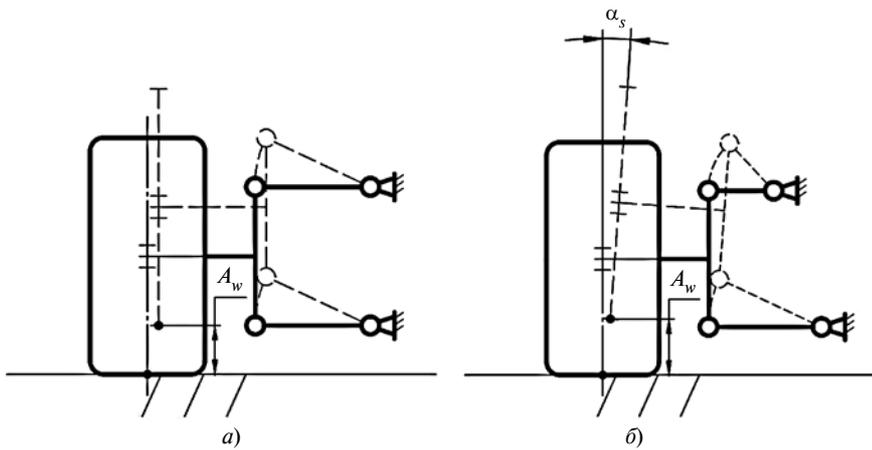


Рис. 2. Схемы появления эксплуатационного наклона колеса при движении поддрессоренного колеса по неровности опорной поверхности высотой A_w :

a — подвеска независимая на двойных симметричных рычагах; *б* — подвеска независимая на двойных несимметричных рычагах

На рис. 5 показана расчётная схема для определения угла α_Θ . На основании расчётной схемы из геометрических соображений получено выражение $\alpha_\Theta \approx \Theta \frac{\beta}{90}$, где α_Θ — угол эксплуатационного наклона УК в град; Θ — угол поворота УК в град; β — угол наклона оси поворота УК в поперечной вертикальной плоскости в град. В нём при $\beta = 0$ всегда $\alpha_\Theta = 0$ при любом значении Θ . При $\Theta = 0$ всегда $\alpha_\Theta = 0$ при любом значении β .

На рис. 6 показаны полученные по этой формуле графические зависимости $\alpha_\Theta = f(\Theta)$. Из графика $\alpha_\Theta = f(\Theta)$ можно сделать вывод, что даже при максимальных значениях углов β и Θ управляемое колесо наклоняется при повороте не более чем на 3° , что меньше угла α_0 конструктивного развала колёс, но соизмеримо с ним. Следует принимать

во внимание, что на максимальные углы $\Theta \approx \pm 20^\circ$ УК поворачивают только при малых скоростях автомобиля. При высоких скоростях движения автомобиля угол α_Θ будет иметь значения, не превышающие 1° .

Проведён анализ взаимосвязей наклона колёс со свойствами шин и эксплуатационными свойствами автомобиля. Наклон колеса существенно влияет на свойства шины и, как следствие, на эксплуатационные свойства автомобиля. На рис. 7 показана схема возможного влияния наклона колеса на свойства шины.

Сопротивление качению шины и всего автомобиля многие годы исследовал проф. Петрушов В.А. [11]. Им были получены многочисленные расчётно-экспериментальные зависимости, связывающие коэффициент сопротивления качению с поступательной скоростью оси колеса, с давлением в шине, с углом увода [11]. Он рассмотрел также из-

менение коэффициента сопротивления качению на разных дорожных покрытиях, для шин разных конструкций, для разной аэродинамики автомобиля [11].

Проф. Балабин И.В. оценил влияние наклонной установки колёс на сопротивление движения автомобиля [3]. Им было установлено, что при углах наклона колёс до 8° их влияние на сопротивление качению шины незначительно, а также, что возможность взаимокompенсации развала и схождения с точки зрения влияния на сопротивление качению исключена [3]!

На основании многочисленных экспериментальных исследований Задворнов В.Н. определил влияние наклона колеса на склонность шины к изнашиванию [7]. Результатом является вывод, что наклон колеса на угол до 3° , независимо от его направления, не оказывает заметного влияния на износ шин при схождении, не превышающем 10 мин [7]. Анализируя полученные им результаты, можно также сделать вывод, что при нулевом схождении угол наклона колёс можно увеличивать до 5° без увеличения износа шин.

Авторами данной работы ранее экспериментально установлены факты изменения коэффициентов жёсткости шин при наклонной установке колеса. С ростом угла наклона колеса: коэффициент боковой жёсткости шины увеличивается или уменьшается, в зависимости от сочетания направлений наклона и вектора боковой силы колеса; коэффициенты нормальной (радиальной) и продольной жёсткостей уменьшаются.

Уменьшение коэффициента радиальной жёсткости шины при на-

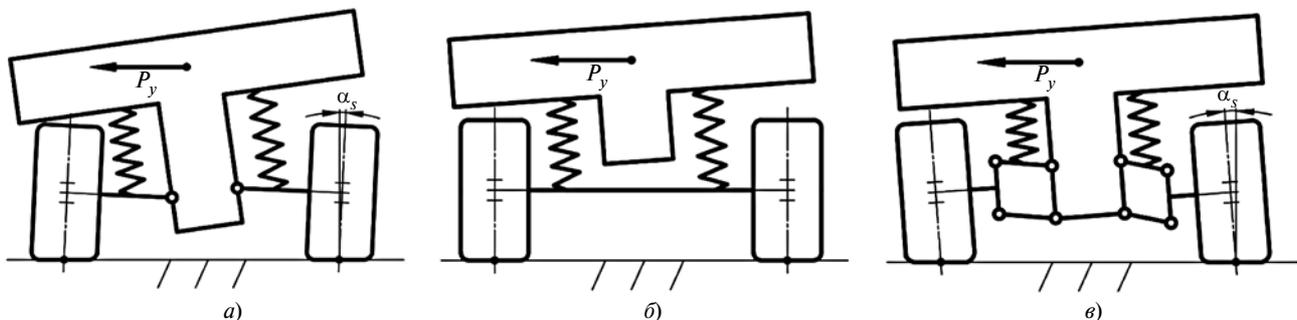


Рис. 3. Схемы появления эксплуатационного наклона колеса при крене поддрессоренного кузова от действия боковой силы:

a — подвеска зависимая; *б* — подвеска независимая на одинарных рычагах; *в* — подвеска независимая на двойных рычагах

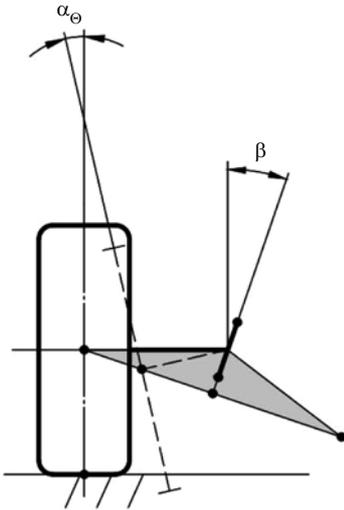


Рис. 4. Схема появления эксплуатационного наклона колеса при повороте управляемого колеса вокруг оси, наклонённой в поперечной вертикальной плоскости на угол β

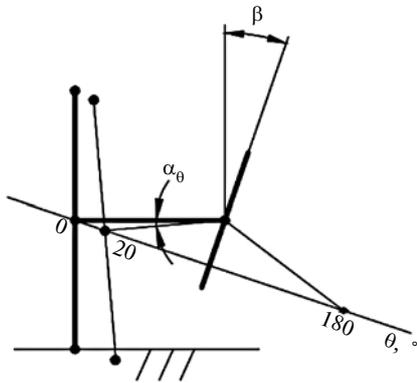


Рис. 5. Расчётная схема для определения угла α_θ

клоне колеса приводит к увеличению длины пятна контакта, что уменьшает угол увода. Уменьшение коэффициента боковой жёсткости приводит к увеличению боковой деформации шины, что увеличивает угол увода. На эти два параллельно протекающих процесса влияют и текущие значения нормальных и боковых нагрузок. Какой из этих процессов идёт быстрее в конкретных условиях, тот и определяет изменения угла увода наклонённого колеса.

Уменьшение коэффициента боковой жёсткости и, соответственно, рост боковой деформации шины увеличивает плечо продольной реакции опорной поверхности в контакте. Уменьшение коэффициента продольной жёсткости и, соответственно, рост продольной деформа-

ции шины увеличивает плечо боковой реакции опорной поверхности в контакте. Это способствует росту угловых колебаний управляемых колёс автомобиля.

На рис. 8 показана схема влияния наклона колеса на эксплуатационные свойства автомобиля.

Сопrotивление качению шин определяет топливную экономичность

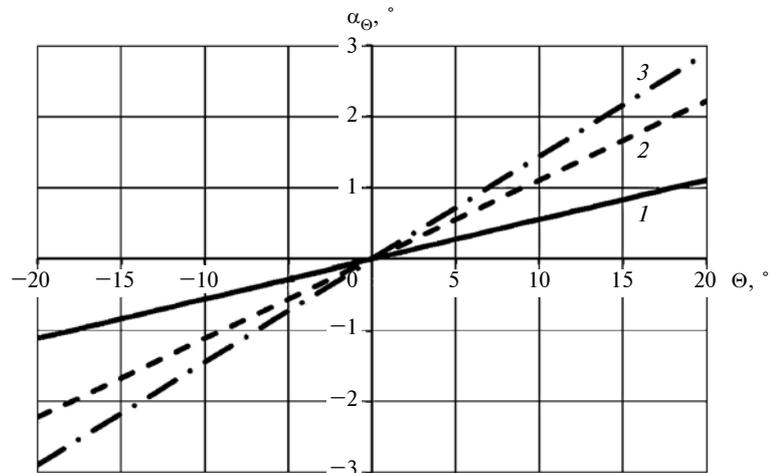


Рис. 6. Расчётные зависимости $\alpha_\theta = f(\theta)$:
1 — $\beta = 5^\circ$; 2 — $\beta = 10^\circ$; 3 — $\beta = 13^\circ$

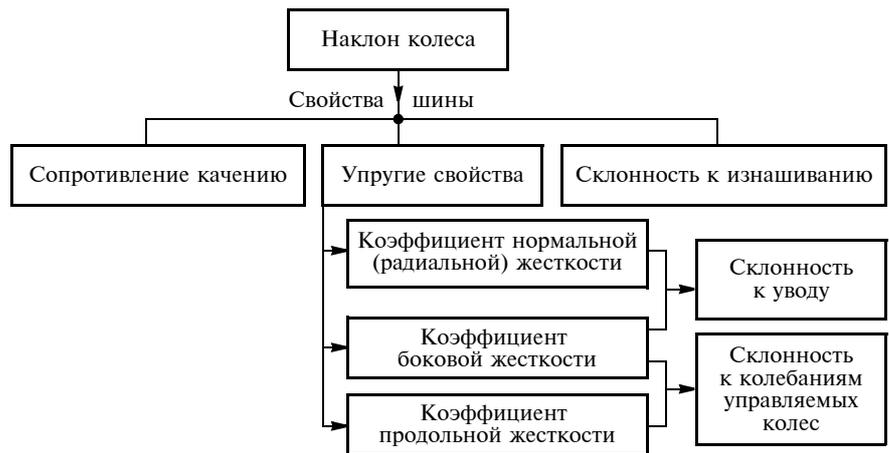


Рис. 7. Схема влияния наклона колеса на свойства шины



Рис. 8. Схема влияния наклона колеса на эксплуатационные свойства автомобиля

автомобиля. Поскольку И.В. Балабин установил, что сопротивление качению мало связано с наклоном колеса, то и топливная экономичность при наклоне колёс не изменится.

Коэффициенты жёсткости шины существенно влияют на устойчивость движения и управляемость автомобиля. Исследователем Козловым Ю.Н. расчётно-экспериментальным путём установлено некоторое улучшение оценочных параметров управляемости при наличии внутреннего наклона задних колёс до $3,5^\circ$ [8, 10, 12]. Поскольку коэффициенты жёсткости шины определяют склонность колеса к уводу и угловым колебаниям вокруг оси поворота, то наклон колёс будет влиять и на устойчивость движения, в существенной мере определяемую этими явлениями. Влияние наклонной установки колёс на оценочные параметры устойчивости движения требует дополнительных исследований.

Изменение значений боковых реакций в контакте шин с опорной поверхностью при наклонной установке колёс влияет на устойчивость автомобиля по поперечному скольжению. При наклонной установке колёс изменяются на какую-то величину колея автомобиля и вертикальная координата его центра масс,

что может сказаться на устойчивости автомобиля по поперечному опрокидыванию.

"Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-08-00011".

Литература

1. Балабин И.В. Автомобильные и тракторные колеса и шины / И.В. Балабин, В.А. Путин, И.С. Чабунин. — МГУ "МАМИ", 2012. — 920 с.
2. Балабин И.В. Колесо: истоки и генезис развития в доавтомобильный период / И.В. Балабин // Автомобильная промышленность. — 2014. — № 11. — С. 37—39.
3. Балабин И.В. Повышение устойчивости мобильной машины путём применения отрицательного развала колёс / И.В. Балабин, И.С. Чабунин // Автомобильная промышленность. — 2020. — № 7. — С. 8—9.
4. Балабин И.В. Углы установки управляемых колёс и их количественное влияние на сопротивление движению автомобиля / И.В. Балабин // Автомобильная промышленность. — 2016. — № 9. — С. 21—24.
5. Балакина Е.В. Изменение углов конструктивного наклона колеса при движении легкового автомобиля / Е.В. Балакина, Ю.Н. Козлов, А.Н. Тодоров // Автомобильная промышленность. — 2016. — № 12. — С. 16—19.
6. Балакина Е.В. Наклон колеса в поперечной вертикальной плоскости и его влияние на увод автомобиля / Е.В. Балакина, Ю.Н. Козлов // Автомобильная промышленность. — 2012. — № 8. — С. 15—19.
7. Задворнов В.Н. Влияние параметров установки колёс на износ шин в задней независимой подвеске легкового автомобиля. ГУП НИЦИАМТ. Дис. ... канд. техн. наук. — М., 2000.

8. Козлов Ю.Н. Влияние углов установки задних колёс на управляемость легкового автомобиля. Дисс. ... канд. техн. наук. — М., 2011.
9. Козлов Ю.Н. Исследование изменения углов установки колёс передней и задней оси легкового автомобиля при вертикальном перемещении / Ю.Н. Козлов, Э.Н. Никульников, Е.В. Балакина // Изв. ВолгГТУ. Серия "Наземные транспортные системы". Вып. 3: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. — Волгоград, 2010. — № 10. — С. 13—17.
10. Отрицательный развал задних колёс и управляемость легкового автомобиля / Н.Н. Яценко, Э.Н. Никульников, Е.В. Балакина, Ю.Н. Козлов // Автомобильная промышленность. — 2008. — № 10. — С. 22—23.
11. Петрушов В.А. Автомобили и автопоезда: Новые технологии исследования сопротивлений качения и воздуха. — М.: ТОРУС ПРЕСС, 2008. — 352 с.
12. РД 37.052.346—2007. Автотранспортные средства. Методы исследования влияния наклона задних колёс на управляемость и устойчивость легкового автомобиля: принят и введён в действие 10.12.2007 / В.И. Котляренко, А.П. Гусаров, А.А. Барашков, Э.Н. Никульников, М.Б. Сыропатов, Е.Б. Сперанский, Ю.Н. Козлов, А.А. Ревин, Е.В. Балакина; Федеральное гос. унитар. предприятие "Науч.-исслед. центр по испытаниям и доводке автотехники". — Дмитров: ФГУП НИЦИАМТ, 2007. — 11 с.
13. Pacejka H.B. Tire and Vehicle Dynamics. Published by Elsevier Ltd, USA, 2012. 672 p.
14. Reza N. Jazar Vehicle Dynamics: Theory and Application. Springer Science + Business Media, LLC, 2008, 1015 p.
15. Viehweger M., Vasseur C., van Aalst S., Acosta M., Regolin E., Alatorre A., Ivanov V., Victorino A. (2020). Vehicle state and tyre force estimation: demonstrations and guidelines. Vehicle System Dynamics, 1—28. Doi: 10.1080/00423114.2020.1714672.

УДК 621.31

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ БОРТОВОЙ СЕТИ АВТОМОБИЛЯ

Кандидаты физ.-мат. наук **ЗУЕВ С.М., КОНОПЛИН Н.А.**;
канд. техн. наук **МАЛЕЕВ Р.А., ШИРОКОВ П.С.**
МИРЭА, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,
Московский политехнический университет (МАМИ)
(sergei_zuev@mail.ru)

Описывается способ перепроектирования системы электроснабжения автомобиля на основе современных цифровых систем. Представлена структурная схема системы повышения напряжения на борту автомобиля, а также описывается принцип её работы. Проведено описание способов перепроектирования текущей системы электроснабжения автомобиля на основе современных цифровых систем. По результатам работы описаны преимущества и недостатки представленной структурной схемы системы повышения напряжения на борту автомобиля.

Ключевые слова: повышение напряжения, PoE, корректор мощности, DC/DC-преобразователи, датчик Холла.

Zuev S.M., Konoplin N.F., Maleev R.A., Shirokov P.S. OPTIMIZING THE VOLTAGE BOOST SYSTEM VEHICLE ON-BOARD NETWORK

The article describes a method for redesigning a car power supply system based on modern digital systems. The block diagram of the system for increasing the voltage on board the car is presented, and the principle of its operation is also described. It is shown that the voltage regulation system must take into account the operation with the engine off; therefore, the connection of this system with the storage battery, taking into account its charge and discharge, is considered. This paper describes how to redesign the current car power supply system based on modern digital systems.

Keywords: increase voltage, PoE, power factor correction, DC/DC converter, hall effect sensor.

Известно, что от напряжения бортовой сети автомобиля зависит, насколько полноценно будет заряжаться аккумуляторная батарея (АБ) от генератора [1]. Чтобы начался процесс заряда, в теории достаточно подать на батарею напряжение, превышающее её собственное. За счёт этого через неё потечёт ток, бла-

годаря которому будет протекать электрохимическая реакция, и заряд начнёт накапливаться на свинцовых пластинах. Однако это достаточное условие только для начала процесса заряда [2]. Чтобы аккумулятор накопил как можно больше электрической энергии, на него должно подаваться определённое напряжение, которое для случая автомобильных 12-вольтовых АБ должно быть равно 14,4 В. Если это значение напряжения подавать на клеммы батареи достаточно долго, то она накопит максимальное количество энергии [3]. Показателями этого состояния являются плотность в районе 1,26 единиц и стремящийся к нулю ток заряда [4].

В рамках данной работы актуален вопрос: что будет, если указанное напряжение подавать на клеммы АБ и после того, как она полностью зарядилась. В данном случае начнётся реакция электролиза содержащейся в электролите воды, которая будет разлагаться на составные компоненты и испаряться. В таких случаях говорят о том, что "батарея кипит", после чего возникает необходимость доливать дистиллированную воду [5].

Таким образом, отсюда следует, что постоянное напряжение бортовой сети автомобиля, равное 14,4 В, при достаточно долгой работе автомобиля неминуемо приведёт к кипению аккумулятора [6]. Если напряжение будет удерживаться ещё более высоким напряжением, тогда процесс электролиза начнётся гораздо быстрее, т.е. даже при более кратковременной поездке автомобиля.

Если же на АБ будет подаваться более низкое напряжение, то она не сможет полностью зарядиться, даже если пользователь будет ездить на автомобиле достаточно долго. В данном случае заряжаться батарея будет не на 100 %, что снижает её ресурс, а также повышается риск не запустить двигатель после длительного простоя [7].

Соответственно, чтобы аккумуляторная батарея автомобиля сохраняла свои характеристики долгое время, в бортовой сети необходимо поддерживать такое напряжение, при котором она будет максимально полноценно заряжаться, и не закипать при этом никогда. Это возможно при напряжении бортовой сети 14,2 В. При таких условиях АБ будет заряжаться до конца, но до кипячения доводиться не будет.

На борту транспортного средства имеются стандартный автомобильный генератор на 14 В и аккумуляторная батарея на 12 В [8]. Напряжение регулируется автоматической системой регулирования напряжения [9]. *Для повышения же эффективности и надёжности данную систему необходимо переработать на основе современного корректора мощности.*

Сегодня на борту автотранспортного средства появляется всё больше электронных устройств и электрических машин, требующих повышенного напряжения, например, те же новые компактные двигатели, регулирующие степень открытия клапанов в цилиндрах [10, 11]. Такие двигатели требуют напряжения питания 42 В, которое текущая система дать в полной мере не способна [12]. Кроме того, с повышением напряжения бортовой сети автомобиля появляется воз-

можность уменьшить сечения токоведущих кабелей, а значит и затраты на медные провода, существенно уменьшить габариты и улучшить размещение всей проводки.

Возможность использования технологий передачи энергии через *PoE (Power over Ethernet)* может помочь избавиться от множества проводов, так как в этом случае и "Сигналы данных", и питание того уже устройства будут обеспечиваться одной и той же витой парой. Такую технологию можно использовать в системах видеонаблюдения (переднего/заднего) обзора автомобиля [13, 14].

Для создания подобной системы, которая повысит напряжение в бортовой сети автомобиля до заданного уровня, а также заменит стандартный регулятор напряжения, необходимо для начала рассмотреть задачи, которые она будет выполнять. Система должна учитывать работу и при выключенном двигателе, т.е. следует рассмотреть связь системы с аккумуляторной батареей с учётом её заряда и разряда.

Необходимые функции и задачи системы — это: повышение напряжения в заданных пределах; обеспечение требуемого выпрямленного напряжения для каждого потребителя; возможность бесперебойной работы при старте/глушении двигателя, а также при неработающем двигателе внутреннего сгорания; стабильность напряжения при повышении/понижении оборотов двигателя внутреннего сгорания; защита системы от скачков тока/напряжения со стороны генератора, потребителя, а также извне; защита от электромагнитных импульсов и помех; отслеживание системой всех режимов работы каждого питающего устройства на борту. Последнее включает: а) отслеживание трёх основных режимов работы, а также одного дополнительно, если такой требуется устройству; б) опрос всех потребителей по требуемому току/напряжению в соответствии с текущим режимом работы устройства; в) четыре режима работы — *мало потребления* или его отсутствие (пассивный); *номинальной работы* (активный); *критической работы* (отключение); *аварийный* (если требуется). Помимо перечисленных выше функций необходимо предусмотреть ещё две — возможность передачи данных, а также и питание устройства через витые пары в системе *PoE*, и возможность подключения к шине *CAN* для диагностирования и информирования водителя о неполадках и прочих ситуациях.

Рассмотрим **общую структурную схему силовой части.**

С учётом поставленных задач, избавляясь от системы регулирования напряжения, обращаясь непосредственно к автомобильному генератору и АБ, составляем схему передачи и преобразования энергии. Структурная схема системы повышения напряжения представлена на рис. 1.

Проанализируем работу схемы системы повышения напряжения. С генератора напряжение выпрямляется через выпрямительный мост, поступает на *PFC*. Система управления корректора коэффициента мощности задаёт необходимое, требуемое на выходе корректора

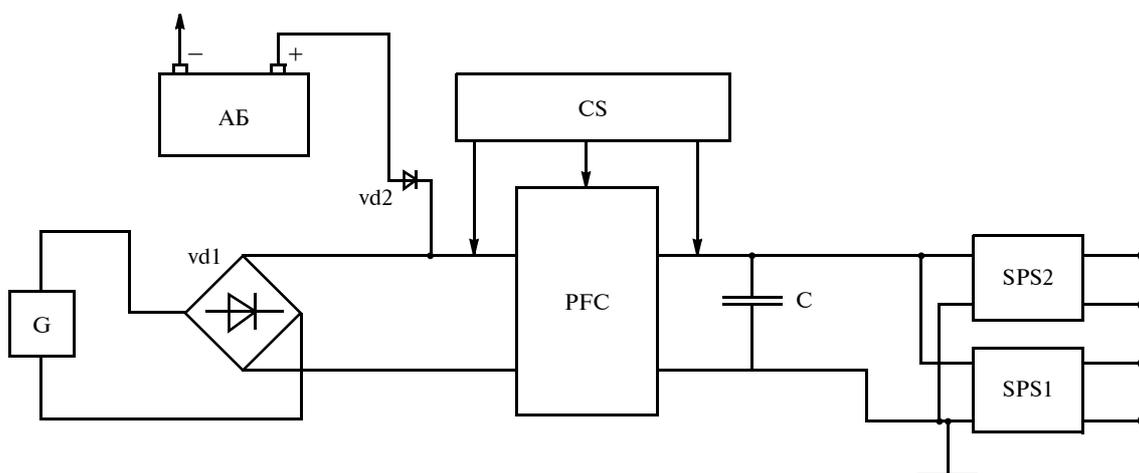


Рис. 1. Структурная схема системы повышения напряжения:

G — генератор (14 В); $vd1$ — выпрямительный мост; $vd2$ — защитный диод; AB — аккумуляторная батарея (12В); CS — система управления; PFC — корректор коэффициента мощности; C — сглаживающий конденсатор; $SPS1$, $SPS2$ — вторичные источники питания

мощности повышенное напряжение. Таким образом, на вторичные источники уже поступает выпрямленное, повышенное до заданного значения напряжение. На вторичных источниках напряжение преобразуется через DC/DC -преобразователь до заданных параметров конкретного устройства и поступает на потребители [15].

Возможны несколько ситуаций.

Во-первых, при работающем двигателе: напряжение с генератора поступает в блок коррекции напряжения [9], повышается и выходит на вторичные источники напряжения. Диод $vd2$ предотвращает отбор энергии на АБ. Таким образом на PFC поступает полный поток энергии от генератора по пути $G-vd1-PFC$ (в случае, если батарея полностью заряжена). Если в этот момент АБ оказывается заряжена неполностью, то по отдельной ветви после диодного моста $vd1$ часть потока энергии будет задействована для её подзарядки.

Во-вторых, при неработающем двигателе: в этом случае поток электрической энергии с генератора G отсутствует, тогда в работу включается батарея по пути $AB-vd2-PFC$. При приближении к критическому (малому) заряду АБ на основании датчиков заряда/разряда через шину CAN на приборную панель водителю подаётся сигнал о необходимости запустить двигатель для подзарядки батареи. При запуске двигателя энергия в АБ расходуется на запуск двигателя внутреннего сгорания. В этот же момент меняется схема преобразования электрической энергии, часть которой уходит на заряд батареи, а остальная на питание вторичных источников питания [10].

Особый интерес представляют промежуточные элементы управления и датчики. Рассмотрим некоторые элементы схемы преобразования электрической энергии (см. рис. 1). На схеме присутствует элемент CS — это так называемая система управления корректором мощности. Она будет выполнять функции оператора, т.е. считывать, сравнивать и подавать сигналы управ-

ления. Как и любой другой системе управления, ей необходимо своё независимое питание порядка 5 В. Есть несколько вариантов питания: либо получать необходимое напряжение от АБ через дополнительный преобразователь, либо использовать для таких целей независимую батарейку с возможностью её подзарядки от общей системы, допустим посредством систем PoE . CS будет управлять на основе считывания значений тока на входе PFC и его выходе. Для этого необходимо использовать датчики тока. Для более точных показаний будем использовать датчики тока на эффекте Холла. На основании значений на входе PFC и требуемого значения на выходе CS будет подавать сигналы управления на PFC , который в свою очередь повышать напряжение в соответствии с заданным напряжением на выходе.

Как известно, на борту автотранспортного средства множество различных энергопотребляющих приспособлений, работающих при этом на разных уровнях напряжения. Для того, чтобы системе было проще отбирать мощность и напряжение для устройства, необходимо разбить их на несколько категорий питания. В соответствии с этим, вторичные источники разбиваются на несколько групп, каждая из которых будет обеспечивать напряжением определённые устройства на борту. В зависимости от группы питания, подбираются понижающие DC/DC преобразователи, реализованные на микроконтроллерах от компании "Тексас Инструментс". Таким образом, будет обеспечено питание совокупности некоторых потребителей в определённом диапазоне напряжений, что в свою очередь обеспечит питанием каждое устройство на борту автотранспортного средства.

Далее на основании всего вышесказанного необходимо задаться схемой корректора мощности. Как известно, схемы отличаются по требуемой мощности. Нужно задаться мощностью для PFC , исходя из некоторых технических, экономических и конструкторских особенностей транспортного средства.

Важным является то, от чего будет производиться пуск двигателя. Если делать это непосредственно через представленную схему, то мощность такой схемы необходимо подбирать уже не менее 1,3–1,5 кВт. Но также нужно учесть и все остальные потребители на борту транспортного средства. Если использовать большие мощности (большие токи), то необходимо будет предусмотреть все возможные защиты от рисков проникновения высоких значений токов на схемы устройств с низкими значениями токов. Иначе неизбежно выгорание таких схем.

Или же оставить старый вариант пуска двигателя — от АБ, тогда потребность в такой мощности преобразователя отпадает, мощность ограничивается лишь заданными потребителями на борту транспортного средства. Таким образом, исходя из задаваемых параметров, выбираем схему *PFC*.

Далее переходим к последнему важному блоку в структурной схеме (см. рис. 1) — *PFC*. Необходимо выбрать принципиальную электрическую схему *PFC*. Такую схему можно реализовать на основе уже существующих схем. Например, следующих.

Первый вариант (рис. 2): UCC28050, UCC28051 — повышающий *PFC*, работающий в режиме граничных токов (*transition mode*). Предназначен для построения источников питания низкой и средней мощности, требующих соответствия стандарту IEC 1000-3-2 по уровню гармоник. Функциональные характеристики: защита от превышения напряжения (*OVP*); детектирование низкого уровня напряжения (*UVLO*); "мягкое" переключение, благодаря детектированию перехода напряжения через ноль (*ZVT*); встроенный драйвер *MOSFET*.

Второй вариант (рис. 3): UCC28060, UCC28061, UCC28063 — серия повышающих *PFC* с чередованием фаз и режимом граничных токов (*transition mode*) для диапазона мощностей от 100 до 800 Вт. Применение двухфазной схемы управления позволяет упростить входные фильтры и сэкономить на ёмкости выходного высоковольтного электролитического конденсатора (или взять его с двойным запасом по надёжности без увеличения размеров и стоимости).

Третий вариант: UCC28070, UCC28070A — повышающий *PFC* с чередованием фаз и режимом непрерывного тока (*CCM*). Наиболее передовой контроллер *PFC* от TI, позволяющий реализовывать источники питания мощностью порядка 5 кВт. Отличительные характеристики: программируемая функция "сглаживания" частоты для лучшей электромагнитной совместимости; возможность внешней синхронизации; продвинутая защита от превышения напряжения. Микросхема UCC28070A имеет расширенный диапазон частот 10–300 кГц по сравнению с UCC28070 (30–300 кГц).

Таким образом, способы перепроектирования текущей системы электроснабжения автомобиля на основе современных цифровых систем налицо. Принцип работы, преимущества и недостатки представленной

структурной схемы системы повышения напряжения на борту автомобиля очевидны. Выбор безопасных режимов работы данного типа систем не представляет сложностей. Результаты работы могут быть использованы для приложений гибридных транспортных средств и электромобилей, что, однако, потребует дополнительного исследования.

Литература

1. Meissner E., Richter G. Battery monitoring and electrical energy management — precondition for future vehicle electric power systems // Journal of Power Sources. — 2003. — Vol. 116. — № 1-2. — P. 79–98.
2. Kurmaev R.Kh., Umnitsyn A.A., Terenchenko A.S., Karpukhin K.E. Development of high-voltage battery with thermostatic system for electric vehicles // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. — 2018. — Vol. 9. — № 7. — P. 1340–1346.
3. Maleev R.A., Zuev S.M., Fironov A.M., Volchokov N.A., Skvortsov A.A. The starting processes of a car engine using capacitive energy storages // Periodico Tche Quimica. — 2019. — Vol. 16. — № 33. — P. 877–888.
4. Gruenstern R.G., Pierson J.R., Rizzo R.A. Energy storage and management systems for 42V architectures // Journal of Power Sources. — 2001. — Vol. 95. — № 1-2. — P. 38–42.
5. Lavrikov A.A., Zuev S.M., Skvortsov A.A., Varlamov D.O. Control of movement of a loosely coupled self-propelled modular transporter // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. — 2019. — Vol. 48. — № 1. — P. 20–25.
6. Qahouq J.A., Cao Y. Control scheme and power electronics architecture for a wirelessly distributed and enables battery energy storage system // Energies. — 2018. — Vol. 11. — № 7. — P. 1887.
7. Ehlers K., Hartmann H.D., Meissner E. 42V — an indication for changing requirements on the vehicle electrical system // Journal of Power Sources. — 2001. — Vol. 95. — № 1-2. — P. 43–57.
8. Zuev S., Varlamov D., Fironov A., Kanareykin A., Timoshenko A., Shvecov A., Kuksa V. Calculation of the energy of capacitors for a spot welding apparatus by a numerical method. CEUR Workshop Proceedings. 30. Сер. "GraphiCon 2020 — Proceedings of the 30th International Conference on Computer Graphics and Machine Vision". 2020.
9. Zeng X., Zhan C., Lu J., Amine K. Stabilization of a high-capacity and high-power nickel-based cathode for Li-ion batteries // Chem. — 2018. — Vol. 4. — № 4. — P. 690–704.
10. Maleev R.A., Zuev S.M., Volchokov N.A., Fironov A.M., Skvortsov A.A. The strating processes of a car engine using capacitive energy storages // Periodico Tche Quimica. — 2019. — Vol. 16. — № 33. — P. 877–888.
11. Bosyi D., Sablin O., Khomenko I., Kosariyev Ye., Kibal I., Sergii M.Jr. Intelligent technologies for efficient power supply in transport systems // Transport Problems. — 2017. — Vol. 12. — № S2. — P. 57–70.
12. Maleev R.A., Zuev S.M., Skvortsov A.A., Lavrikov A.A. Electric starter start-up systems with high-voltage current supply sources // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. — 2020. — Vol. 49. — № 8. — P. 690–695.
13. Oulad-Abbou D., Doubabi S., Rachid A. Voltage balance control analysis of three-level boost DC-DC converters: theoretical analysis and DSP-based real time implementation // Energies. — 2018. — Vol. 11. — № 11. — P. 3073.
14. Lavrikov A.A., Zuev S.M., Skvortsov A.A., Varlamov D.O. Control of movement of a loosely coupled self-propelled modular transporter // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. — 2019. — Vol. 48. — № 1. — С. 20–25.
15. Зув С.М., Варламов Д.О., Лавриков А.А., Малеев Р.А., Шматов Ю.М. Под общ. ред. канд. физ.-мат. наук С.М. Зуева. Электрооборудование и электроника автомобилей. Краткий толковый русско-английский терминологический словарь-справочник. М.: ИНФРА-М, 2021. 200 с.

УПРАВЛЕНИЕ ФРИКЦИОНАМИ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ

Д-р техн. наук ТАРАСИК В.П.,
канд. техн. наук ПУЗАНОВА О.В.
Белорусско-Российский университет
(tarasikvp39@gmail.com)

Изложены результаты исследований влияния характеристик управления включением фрикционов гидромеханической передачи на динамические нагрузки в трансмиссии автомобиля и теплонапряжённость фрикционов. Рассмотрены способы улучшения характеристик управления. Приведена функциональная схема управления, реализация которой позволяет повысить качество переходных процессов.

Ключевые слова: гидромеханическая передача, гидротрансформатор, коробка передач, фрикцион, характеристики управления, удельная мощность и работа буксования фрикциона.

Tarasik V.P., Puzanova O.V. CONTROL OF HYDROMECHANICAL TRANSMISSION FRICTIONS

The results of studies of the influence of the control characteristics of the actuation of hydromechanical transmission frictions on the dynamic loads in the transmission of the car and the heat stress of the frictions are presented. Methods of improving control characteristics are considered. The functional control diagram is given, implementation of which allows improving the quality of transient processes.

Keywords: hydromechanical gear, torque converter, gearbox, friction, control characteristics, specific power and frictional slip operation.

Гидромеханические передачи применяются на легковых автомобилях, автобусах, карьерных самосвалах, строительных и дорожных машинах. Переключение передач в ГМП — автоматическое, посредством фрикционов, позволяющих замкнуть кинематическую цепь и получить передачу с желаемым передаточным числом. Команды на переключение формирует мехатронная система автоматического управления (МСАУ).

Включение фрикциона производится подачей рабочей жидкости в его гидроцилиндр, осуществляющий сжатие фрикционных дисков и получение необходимого момента трения.

Характеристики управления фрикционами представляют собой зависимости изменения давления рабочей жидкости во времени в процессе их включения. Формирование этих характеристик осуществляет контроллер МСАУ, а непосредственно реализуют их электрогидравлические пропорциональные клапаны (ЭГПК).

Проведённые на основе математического моделирования исследования процессов трогания с места карьерного самосвала [1] выявили существенное влияние формы и параметров характеристик управления на динамические нагрузки в трансмиссии и теплонапряжённость фрикционов. Отрицательно отражается на результатах их оценки также значительная зависимость коэффициента трения фрикционных дисков от скорости их скольжения при буксовании фрикциона, характерная для применяемой на тяжёлых грузовых машинах пары трения металлокерамика МК5 — сталь 65Г. Коэффициент трения этой пары определяется по формуле 1 (в таблице), где μ_0 и μ_k — соответственно начальное и конечное значения коэффициента трения фрикционных дисков в процессе буксования фрикциона; k_e — коэффициент экспоненты; r_3 — радиус действия эквивалентной суммарной силы трения на поверхности фрикционных дисков, м. Значения μ_0 , μ_k находятся в пределах: $\mu_0 = 0,05 \dots 0,06$; $\mu_k = 0,10 \dots 0,12$ [2]. При моделировании приняли $\mu_0 = 0,06$, $\mu_k = 0,10$, $k_e = 0,225$.

Для компенсации отмеченного недостатка в [1] предложена модель корректирования характеристики давления. Функциональная схема её реализации представлена на рис. 1.

В контроллер МСАУ поступают сигналы задающего воздействия водителя u (выбор режима управления), положения педали акселератора γ и скорости автомобиля v . На основе анализа этих сигналов определяется

№	Формула	Примечания
1	$\mu = \mu_0 + (\mu_k - \mu_0) \exp(-k_e r_3 \omega_{\text{ск}})$	μ_0 , μ_k — начальное и конечное значения коэффициента трения фрикционных дисков в процессе буксования фрикциона; k_e — коэффициент экспоненты; r_3 — радиус действия эквивалентной суммарной силы трения на поверхности фрикционных дисков, м
2	$p_{\text{кл}} = \begin{cases} k_{p1} t & \text{при } t \leq t_{\text{кл}1}; \\ p_{\text{кл}1} + k_{p2}(t - t_{\text{кл}1}) & \text{при } t_{\text{кл}1} < t \leq t_{\text{кл}2}; \\ p_{\text{кл}2} + k_{p3}(t - t_{\text{кл}2}) & \text{при } t_{\text{кл}2} < t \leq t_{\text{кл}3}; \\ p_{\text{кл}3} & \text{при } t > t_{\text{кл}3} \end{cases}$	$t_{\text{кл}1}$, $t_{\text{кл}2}$, $t_{\text{кл}3}$ — координаты точек характеристики управления по оси времени t , с; $p_{\text{кл}1}$, $p_{\text{кл}2}$, $p_{\text{кл}3}$ — координаты точек по оси давления, МПа; k_{p1} , k_{p2} , k_{p3} — скорости нарастания давления на соответствующих участках характеристики управления: $k_{pi} = dp_{\text{кли}}/dt$, МПа/с
3	$p_{\text{кл}} = \begin{cases} k_{p1} t & \text{при } t \leq t_{\text{кл}1}; \\ p_{\text{кл}1} + k_{p2}(t - t_{\text{кл}1}) & \text{при } t_{\text{кл}1} < t \leq t_{\text{кл}2}; \\ p_{\text{кл}2} & \text{при } t > t_{\text{кл}2} \end{cases}$	—
4	$k_p = 1 - k_{\omega} \exp(-k_{ep} \omega_{\text{ск}})$	k_p — коэффициент коррекции давления; $\omega_{\text{ск}}$ — относительная скорость скольжения фрикционных дисков, рад/с; k_{ω} — максимальная величина снижения коэффициента k_p при $\omega_{\text{ск}} = 0$; k_{ep} — коэффициент экспоненты
5	$p_{\text{ГД}}(t) = k_p(t) p_{\text{кл}}(t)$	—

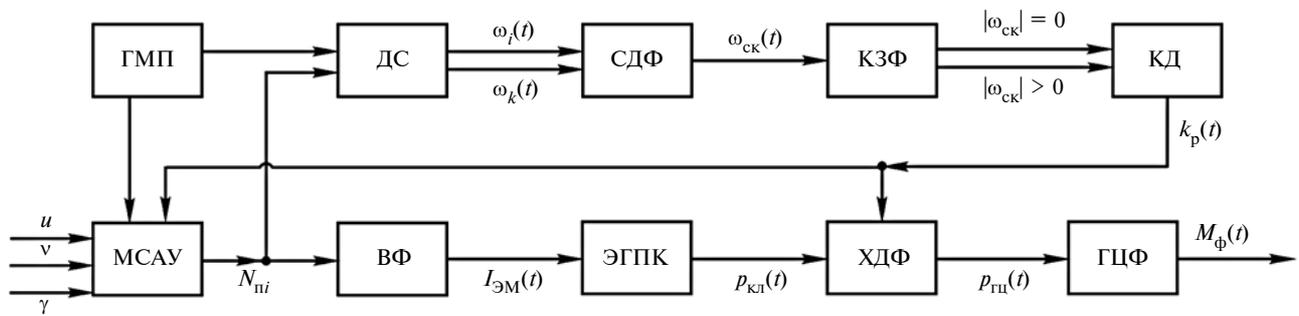


Рис. 1. Функциональная схема управления давлением включения фрикциона

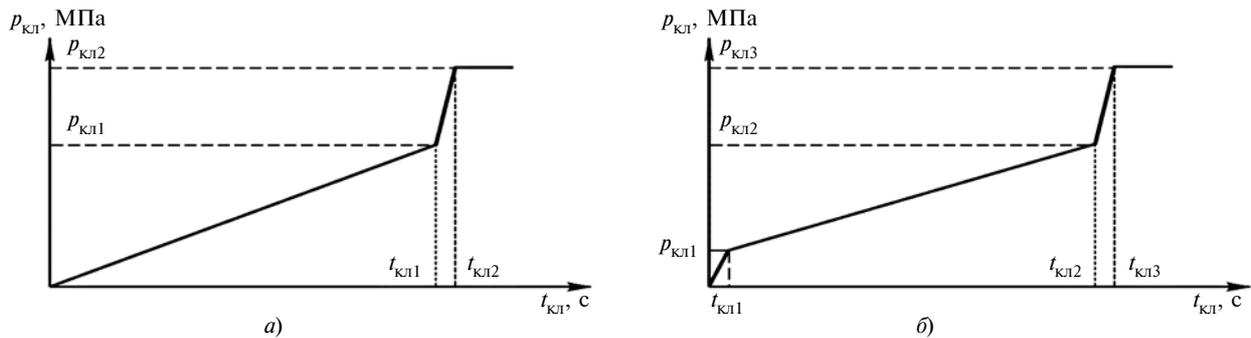


Рис. 2. Характеристики управления фрикционами ГМП:
а — линейная; б — кусочно-линейная

необходимость переключения на i -ю передачу $N_{\text{пи}}$. Информация о включаемой передаче $N_{\text{пи}}$ передаётся в блок выбора фрикционов ВФ для осуществления необходимого переключения, а также в блок ДС датчиков скоростей вращения дисков этих фрикционов. В блоке ВФ формируются управляющие сигналы тока $I_{\text{эм}}(t)$, подаваемые на электромагниты ЭГПК включаемых фрикционов (на рис. 1 показан канал управления только одним фрикционом). ЭГПК формирует характеристику давления $p_{\text{кл}}(t)$, предназначенную для управления фрикционом включаемой передачи.

Из блока ДС поступает информация об изменении угловых скоростей ведущих и ведомых дисков включаемого фрикциона $\omega_i(t)$ и $\omega_k(t)$, на основе которой в блоке СДФ определяется текущее значение относительной скорости их скольжения $\omega_{\text{ск}}(t)$. В блоке КЗФ осуществляется контроль момента замыкания фрикциона: при $|\omega_{\text{ск}}| > 0$ фрикцион буксует; при $|\omega_{\text{ск}}| = 0$ — замкнутое состояние (закончен процесс включения передачи). Информация об изменении $\omega_{\text{ск}}(t)$ обрабатывается в блоке корректора давления КД, на выходе которого получаем сигнал $k_p(t)$, характеризующий необходимую величину снижения давления $p_{\text{гц}}(t)$, подаваемого в гидроцилиндр буксующего фрикциона (ГЦФ), по сравнению с давлением $p_{\text{кл}}(t)$.

Характеристика давления $p_{\text{гц}}(t) = k_p(t)p_{\text{кл}}(t)$ формируется в блоке ХДФ. Таким образом, корректор давления КД позволяет компенсировать отрицательное влияние резкого увеличения коэффициента трения фрикциона μ в заключительной фазе его включения, согласно формуле 1. При $|\omega_{\text{ск}}| = 0$ блок КД фиксирует замыкание фрикциона и выдает сигнал $k_p = 1$, отменяющий процесс корректирования давления $p_{\text{кл}}(t)$.

В результате в гидроцилиндре будет давление $p_{\text{гц}} = p_{\text{кл}}$, поддерживаемое ЭГПК. В МСАУ поступит информация о завершении процесса переключения передачи. На основе приведённой функциональной схемы составляется алгоритм управления фрикционами, реализуемый контроллером МСАУ.

Сочетание характеристик $p_{\text{кл}}(t)$ и $k_p(t)$, их взаимодействие в процессе переключения передач оказывают существенное влияние на динамические нагрузки в трансмиссии и теплонапряжённость фрикционов ГМП [1].

Цель данного исследования — определение рационального сочетания параметров характеристики регулирования давления $p_{\text{кл}}(t)$ пропорциональным клапаном ЭГПК и коэффициента снижения давления $k_p(t)$ корректором КД, обеспечивающего повышение показателей качества переходных процессов при переключении передач ГМП. Исследования проведены на основе математической модели системы "двигатель—гидромеханическая передача—автомобиль—дорога", использованной в [3, 4]. Моделировали процесс трогания с места автомобиля с полной нагрузкой на горизонтальной дороге.

Критериями качества переходных процессов, обусловленных включением передачи, использованы время буксования фрикциона ГМП $t_б$, максимальное значение вращающего момента нагрузки на карданном валу трансмиссии $M_{\text{к макс}}$, удельная мощность $P_{\text{ф}}$ и удельная работа $W_{\text{ф}}$ буксования фрикциона.

Обычно используют линейные и кусочно-линейные характеристики давления $p_{\text{кл}}(t)$. Примеры таких характеристик изображены на рис. 2, а и б. Они постро-

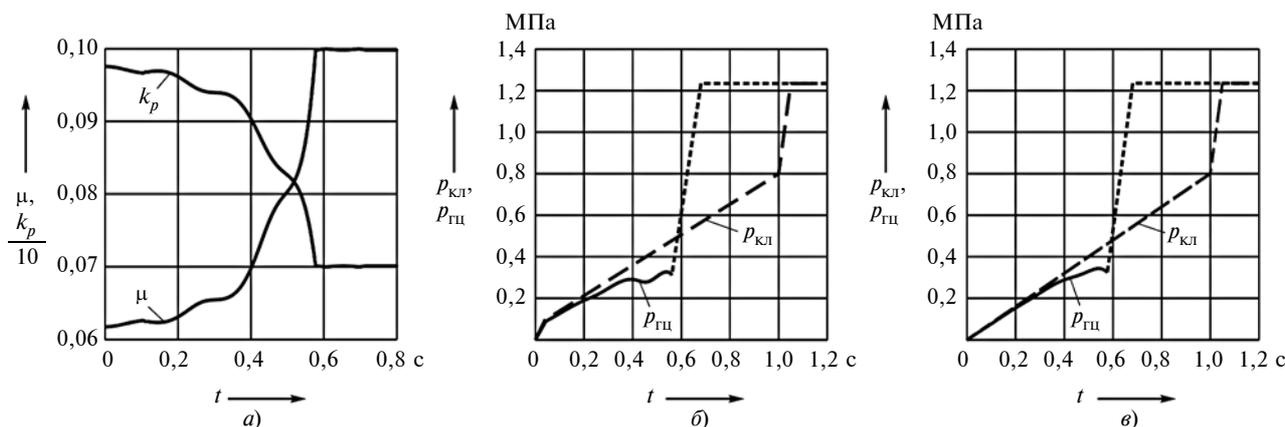


Рис. 3. Графики изменения в процессе буксования фрикциона коэффициента трения μ и коэффициента коррекции давления k_p (а), давления гидропривода фрикциона $p_{гц}$ при кусочно-линейной (б) и линейной (в) характеристиках управления фрикционом

ены за вычетом величины давления, компенсирующего усилие возвратных пружин поршня фрикциона.

Алгоритм вычисления кусочно-линейной характеристики давления управления фрикционом (рис. 2, б) описывается выражением 2, в котором: $t_{кл1}$, $t_{кл2}$, $t_{кл3}$ — координаты точек характеристики управления по оси времени t , с; $p_{кл1}$, $p_{кл2}$, $p_{кл3}$ — координаты точек по оси давления, МПа; k_{p1} , k_{p2} , k_{p3} — скорости нарастания давления на соответствующих участках характеристики управления: $k_{pi} = dp_{кли}/dt$, МПа/с. Линейная характеристика управления фрикционом (рис. 2, а) вычисляется по формуле 3.

Для определения характеристики корректора давления КД $k_p(t)$, снижающего давление $p_{гц}(t)$, подаваемого в гидроцилиндр фрикциона в заключительной фазе его буксования, предложено выражение 4 [1], где k_p — коэффициент коррекции давления; $\omega_{ск}$ — относительная скорость скольжения фрикционных дисков, рад/с; k_{ω} — максимальная величина снижения коэффициента k_p при $\omega_{ск} = 0$; k_{ep} — коэффициент экспоненты. Характеристика давления рабочей жидкости $p_{гц}(t)$, подаваемой в гидроцилиндр фрикциона в процессе его включения, соответствует выражению 5.

Характеристика корректора давления $k_p(t)$ и график изменения коэффициента трения $\mu(t)$ в процессе включения фрикциона представлены на рис. 3, а. При вычислении характеристики $k_p(t)$ приняты следующие значения параметров: $k_{\omega} = 0,3$; $k_{ep} = 0,02$. Графики получаемых характеристик давления $p_{гц}(t)$, реализуемых в гидроцилиндре фрикциона при кусочно-линейной характеристике ЭГПК $p_{кл}(t)$, показаны на рис. 3, б, при линейной характеристике — на рис. 3, в. Согласно этим графикам, давление в гидроцилиндре $p_{гц}(t)$ в заключительной фазе буксования снижается, что позволяет компенсировать резкое возрастание коэффициента трения фрикциона и улучшить показатели качества переключения передач.

Для оценки влияния корректора давления на критерии качества переходного процесса рассмотрим графики изменения вращающего момента на карданном валу трансмиссии M_k , полученные на моделируемом режиме управления ГМП при начальной частоте вращения двигателя $n_d = 1200$ об/мин. На рис. 4, а и б

представлены графики, соответствующие кусочно-линейной характеристике давления $p_{кл}(t)$, а на рис. 4, в и г — линейной характеристике. Графики "б" и "г" получены с использованием корректора давления, а графики "а" и "в" — без него. На этих же рисунках расположены графики моментов двигателя M_d , турбины гидротрансформатора M_t и коробки передач $M_{к.п}$. Были приняты параметры кусочно-линейной характеристики давления $p_{кл1} = 0,1$; $p_{кл2} = 0,8$; $p_{кл3} = 1,236$ МПа, а линейной — $p_{кл1} = 0,8$; $p_{кл2} = 1,236$ МПа.

Сопоставление приведённых графиков показывает, что при линейной характеристике давления $p_{кл}(t)$ переходный процесс изменения момента M_k протекает более плавно и максимальное его значение меньше. Кусочно-линейная характеристика приводит к значительному начальному скачку момента M_k , величина которого практически пропорциональна давлению $p_{кл1}$, а дальнейшее протекание графика происходит с большими амплитудами колебаний. В результате возникают большие динамические нагрузки в трансмиссии, резкие толчки автомобиля при трогании с места и переключениях передач. Линейная характеристика $p_{кл}(t)$ обеспечивает более плавное изменение момента M_k .

Применение корректора давления, как следует из графиков на рис. 4, б и г, снижает максимальное значение момента M_k и способствует плавности его изменения.

В работе [1] проведён анализ причин формирования больших значений моментов M_k в трансмиссии автомобиля при включении передачи. Характер изменения графиков M_k обусловлен различием сочетания условий замыкания фрикциона: если замыкание происходит на возрастающих волнах амплитуд колебаний скоростей инерционных элементов трансмиссии $n_{тр}$ и амплитуды момента M_k , тогда значение M_k существенно возрастает; в иных вариантах сочетаний амплитуд этих параметров момент будет меньше.

Рассмотрим взаимосвязи моментов и частот вращения валов трансмиссии во время переключения передачи.

На рис. 5, а—г приведены графики изменения частот вращения вала двигателя n_d , турбины гидротранс-

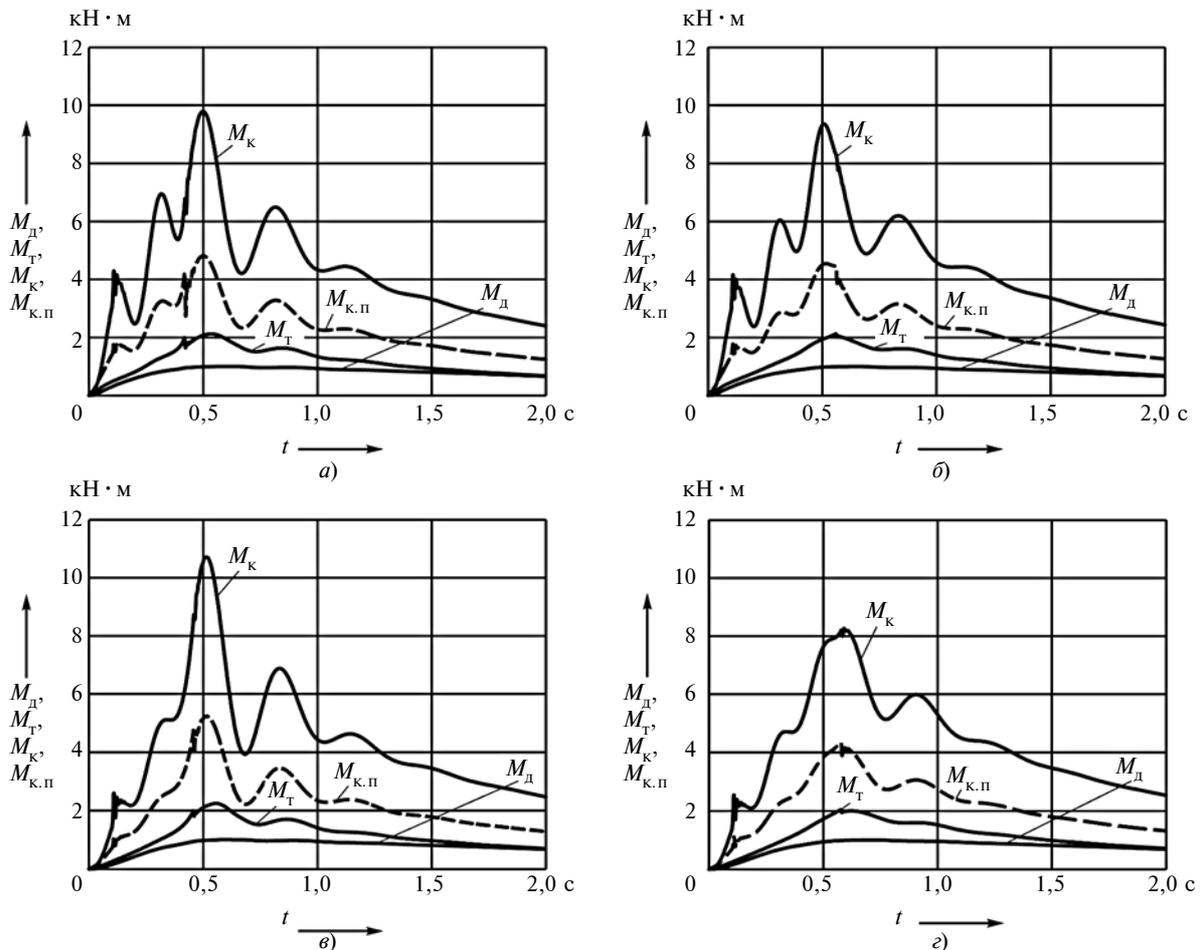


Рис. 4. Графики изменения во времени моментов двигателя $M_{д}$ и на валах трансмиссии $M_{т}$, $M_{к.п}$ и $M_{к}$ при кусочно-линейной характеристике давления без корректора (а) и с корректором (б); при линейной характеристике давления без корректора (в) и с корректором (г)

форматора n_t , выходного вала коробки передач $n_{к.п}$, ведущих и ведомых дисков фрикциона $n'_ф$ и $n''_ф$, соответствующие условиям получения графиков на рис. 4, а–г.

В примере на рис. 4, а оказалось, что замыкание фрикциона произошло на начальном участке возрастающей амплитуды момента, что обеспечило сравнительно небольшое пиковое значение момента $M_{к}$. На рис. 4, б ситуация оказалась иной: замыкание фрикциона произошло на взлёте амплитуды момента $M_{к}$, в результате его пиковое значение оказалось больше, чем в предыдущем случае.

Теперь рассмотрим влияние характеристик управления фрикционом на удельную мощность буксования фрикциона.

На рис. 6, а–г приведены графики удельной мощности буксования фрикциона $P_{ф}$, соответствующие тем же условиям, что и графики на рис. 4, а–г. При кусочно-линейной характеристике $p_{кл}(t)$ график $P_{ф}$ также имеет колебательный характер (рис. 6, а и б). Линейная характеристика давления обеспечивает плавное изменение графика $P_{ф}$ (рис. 6, в и г), что способствует снижению градиента температуры фрикционных дисков и повышает их устойчивость против коробления [5].

Рассмотрим влияние параметров $p_{кл1}$ и $p_{кл2}$ на $M_{к}$, $P_{ф}$ и P_w . На рис. 7, а отображены зависимости $M_{к}$ от давления $p_{кл1}$, а на рис. 7, б — от $p_{кл2}$ кусочно-линейной характеристики давления $p_{кл}(t)$ при двух значениях частоты вращения двигателя $n_{д} = 1200$ и $n_{д} = 1500$ об/мин.

Сплошными линиями на рис. 7, 8 и 9 изображены графики, полученные без корректора давления, а штриховыми — с корректором.

Представленные графики имеют сложный неоднозначный характер и отображаются ломаными линиями с подъёмами и падениями по мере возрастания давлений $p_{кл1}$ и $p_{кл2}$. Аналогичный вид имеют зависимости $M_{к}$ от $p_{кл1}$ при линейной характеристике давления, приведённые на рис. 7, в. Однако в этом случае значения моментов $M_{к}$ получаются гораздо меньше, чем при кусочно-линейной характеристике управления давлением $p_{кл}(t)$. Причиной является различие сочетания условий замыкания фрикциона (пояснение изложено выше). Графики на рис. 7, а–в также отражают значительное влияние на снижение $M_{к}$ применение корректора давления (штриховые линии).

Графики изменения удельной мощности буксования фрикциона $P_{ф}$ в этих же условиях носят плавный характер (рис. 8, а, б, в). Как видно из рис. 8, а, на-

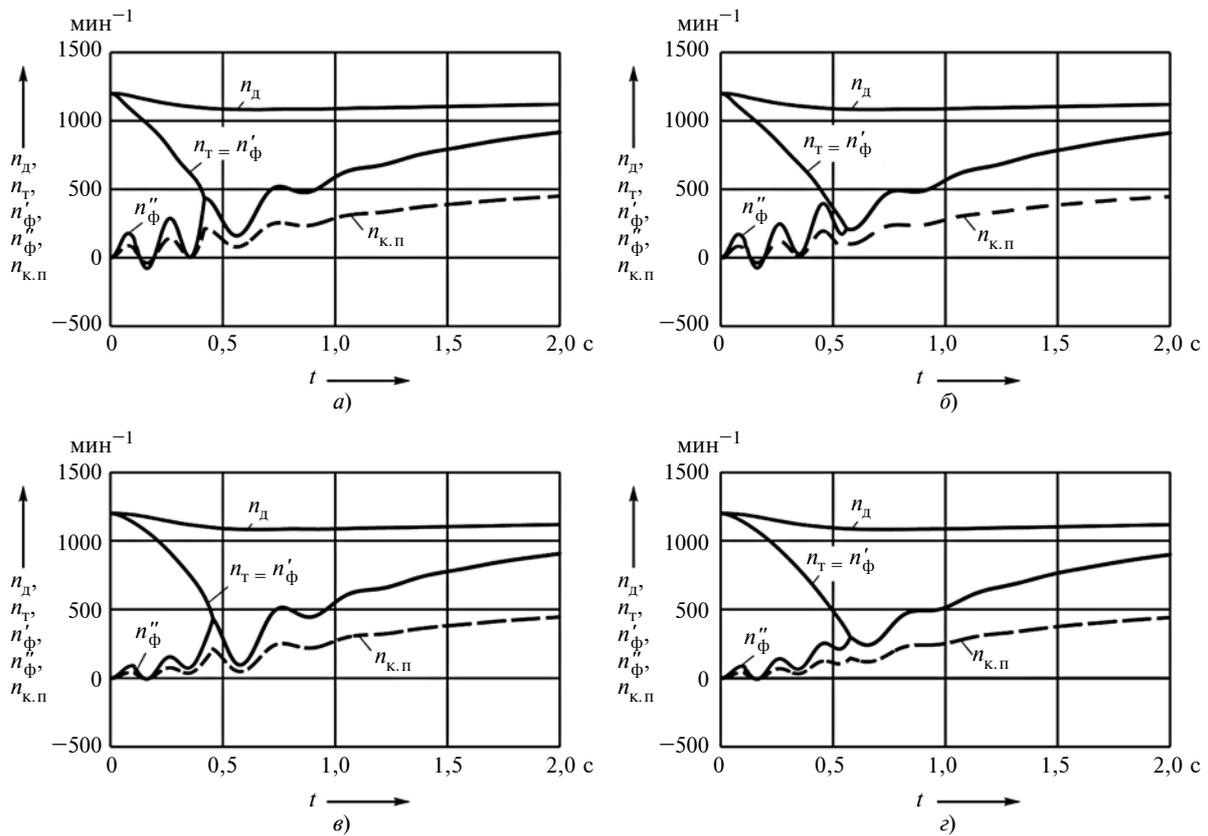


Рис. 5. Изменение во времени частот вращения двигателя n_d и валов трансмиссии n_m и $n_{к.п}$ при различных характеристиках управления фрикционом, соответствующим графикам на рис. 4

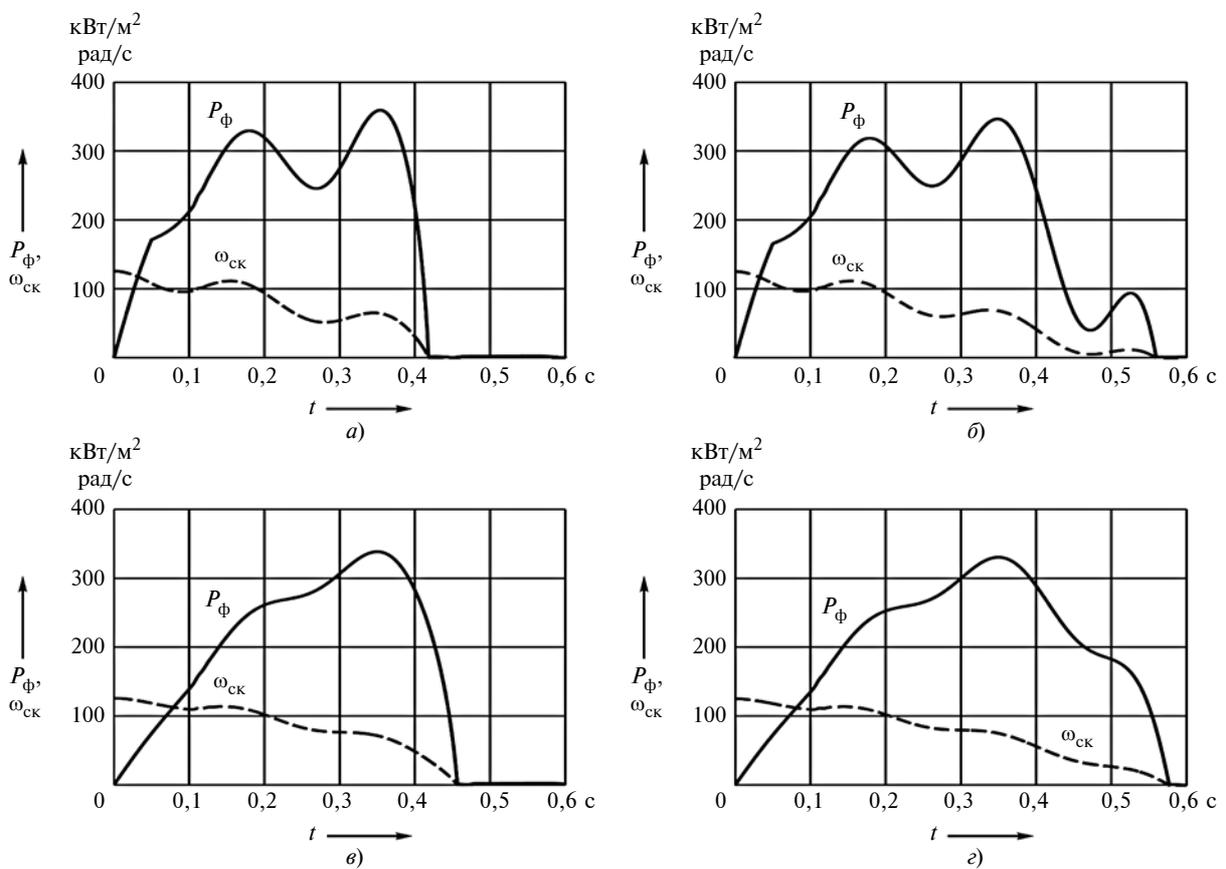


Рис. 6. Графики удельной мощности буксования фрикциона $P_ф$, полученные при тех же условиях, что и графики на рис. 4

начальный скачок давления $p_{к\lambda 1}$ кусочно-линейной характеристики приводит к значительному увеличению P_{ϕ} . При линейной характеристике давления (рис. 8, в) значения P_{ϕ} оказываются ниже, чем при кусочно-линейной.

На рис. 9, а–в представлены графики удельной работы буксования фрикциона W_{ϕ} , полученные в тех же условиях, что и графики на предыдущих рисунках. Эти графики наглядно показывают, что удельная работа буксования фрикциона при использовании кор-

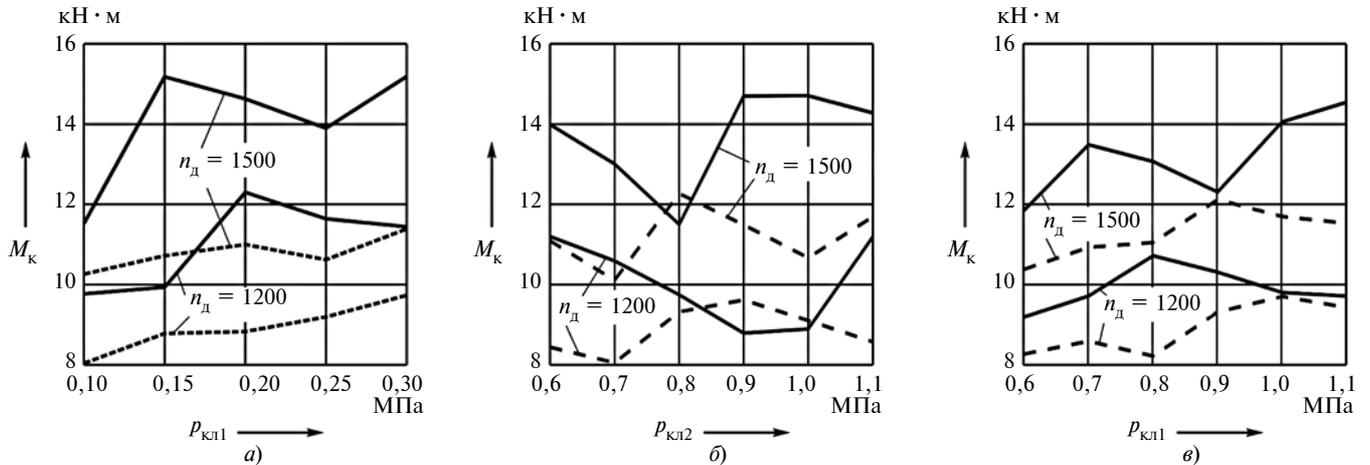


Рис. 7. Графики зависимостей момента нагрузки трансмиссии M_k при включении передачи от параметров $p_{к\lambda 1}$ и $p_{к\lambda 2}$ кусочно-линейной характеристики давления (а и б) и $p_{к\lambda 1}$ линейной характеристики (в)

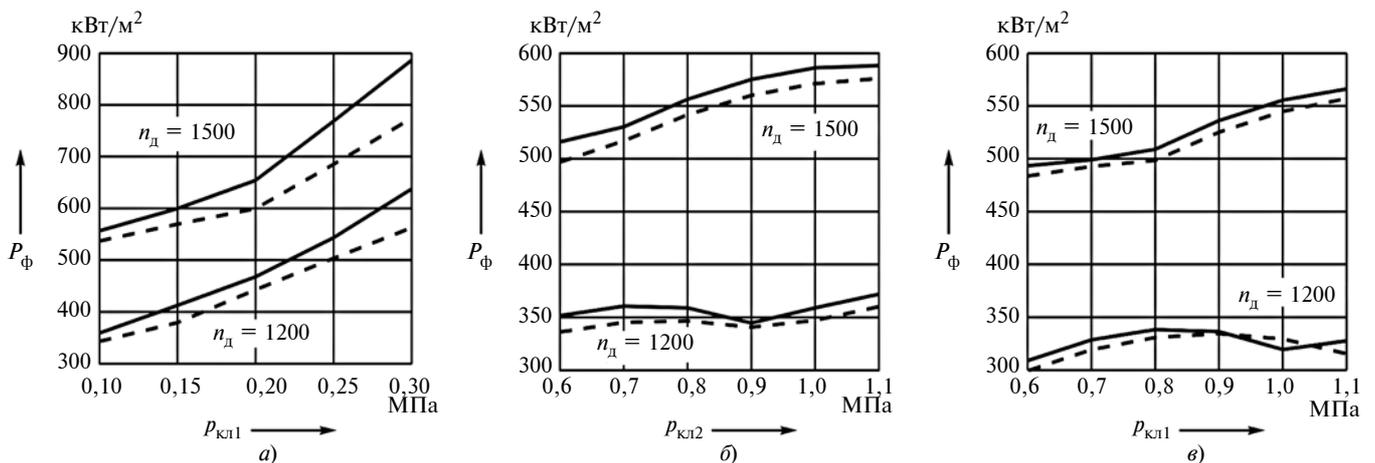


Рис. 8. Зависимости удельной мощности буксования фрикциона P_{ϕ} при включении передачи от параметров $p_{к\lambda 1}$ и $p_{к\lambda 2}$ кусочно-линейной характеристики давления (а и б) и $p_{к\lambda 1}$ линейной характеристики (в)

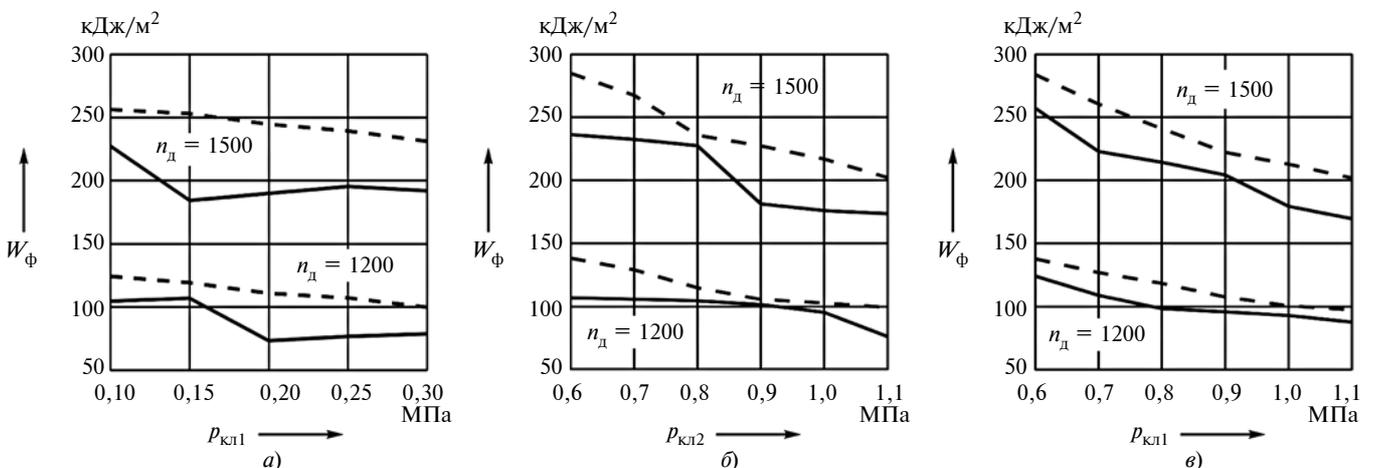


Рис. 9. Зависимости удельной работы буксования фрикциона W_{ϕ} при включении передачи от параметров $p_{к\lambda 1}$ и $p_{к\lambda 2}$ кусочно-линейной характеристики давления (а и б) и $p_{к\lambda 1}$ линейной характеристики (в)

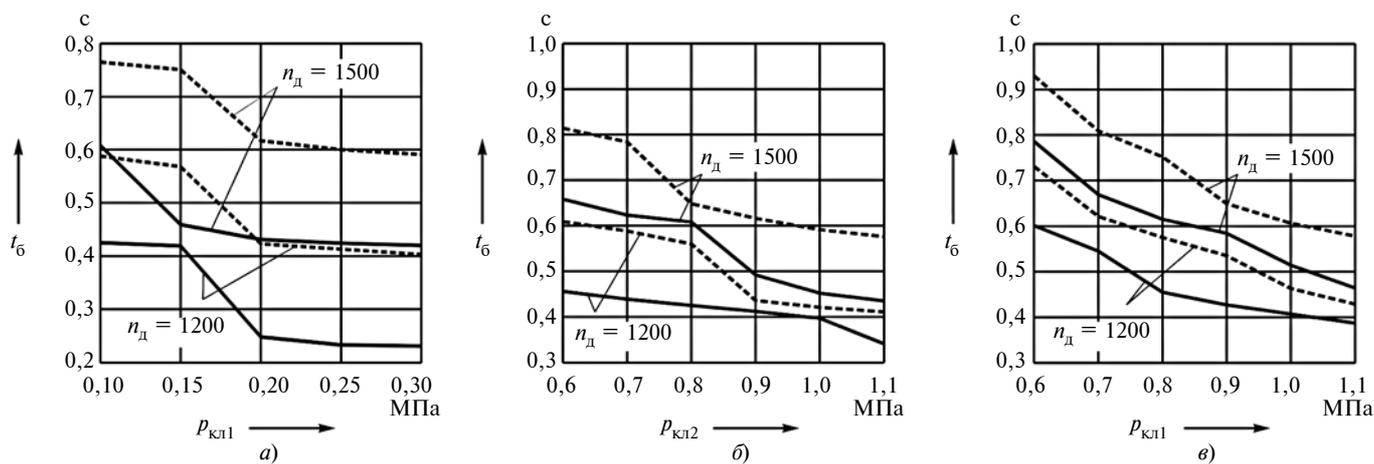


Рис. 10. Зависимости времени буксования фрикциона t_ϕ при включении передачи от параметров характеристики давления

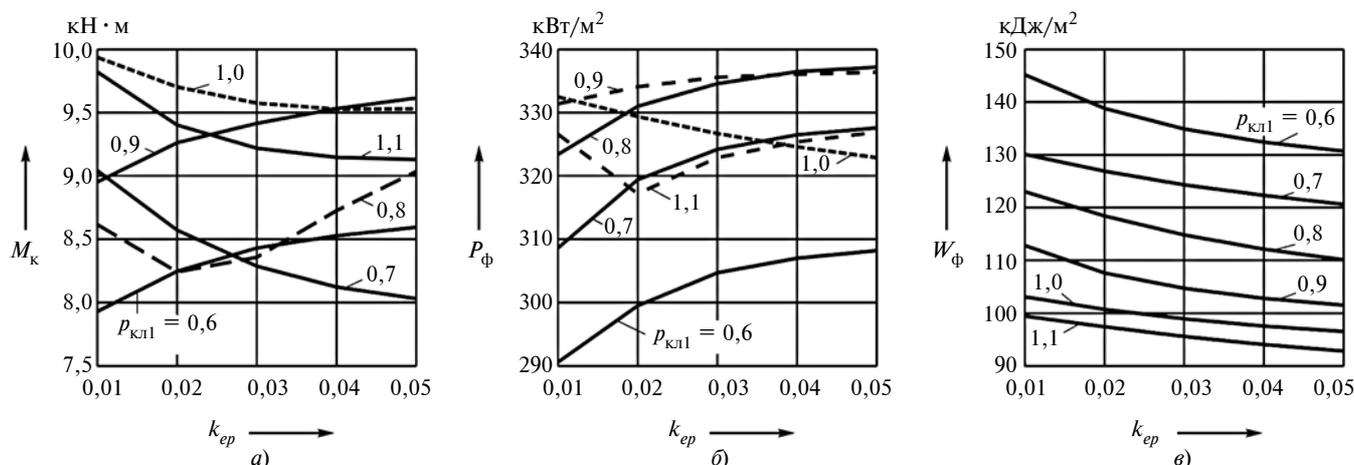


Рис. 11. Зависимости момента нагрузки трансмиссии M_k , удельной мощности P_ϕ и удельной работы буксования W_ϕ от коэффициента экспоненты k_{ep} корректора давления

ректора давления возрастает, особенно в случае кусочно-линейной характеристики управления давлением включения фрикциона, когда в начальной стадии управления осуществляется резкий подъём давления $p_{кл}$ (см. рис. 2, б). Это хорошо видно из рис. 9, а, полученного при варьировании давления $p_{кл1}$ в пределах 0,1...0,3 МПа.

Работа трения в значительной мере определяется временем буксования фрикциона. Характеристики времени буксования t_ϕ исследуемого фрикциона приведены на рис. 10, а–в. В случае кусочно-линейной характеристики управления давлением $p_{кл} = f(t)$ корректор увеличивает время буксования в среднем на 0,2 с (см. рис. 10, а). При использовании линейной характеристики давления $p_{кл} = f(t)$ увеличение времени буксования корректором значительно меньше и находится в пределах 0,05...0,1 с (см. рис. 10, в). Поэтому при линейной характеристике работа буксования фрикциона оказывается меньше, чем при кусочно-линейной. Работа буксования определяет скорость износа поверхностей трения фрикционных дисков, следовательно, и ресурс фрикциона.

На рис. 11, а–в приведены графики, отображающие зависимости момента M_k , удельной мощности P_ϕ и удельной работы буксования фрикциона W_ϕ от

коэффициента экспоненты k_{ep} корректора давления при линейной характеристике $p_{кл}(t)$ и различных значениях конечного давления $p_{кл1}$.

Из приведённых графиков видна высокая зависимость оценочных критериев нагрузочного режима фрикциона M_k , P_ϕ и W_ϕ от параметров характеристики управления им. Оценим вначале влияние параметра $p_{кл1}$. С увеличением $p_{кл1}$ значения M_k и P_ϕ возрастают, а W_ϕ снижается. Снижение W_ϕ обусловлено сокращением времени буксования фрикциона при повышении давления $p_{кл1}$. Значение $p_{кл1}$ выбирают из условия ограничения времени буксования фрикциона в пределах $t_\phi = 0,6...0,8$ с. В связи с этим величина $p_{кл1}$ должна быть переменной, зависящей от уровня загрузки автомобиля и дорожных условий.

Значения оценочных критериев M_k , P_ϕ и W_ϕ также зависят от параметров корректора давления k_{ep} и k_ω . С увеличением k_{ep} момент нагрузки трансмиссии M_k и удельная работа буксования W_ϕ снижаются, а удельная мощность буксования P_ϕ возрастает. Для исследуемого объекта приемлемое значение k_{ep} находится в пределах 0,02...0,03.

Значение параметра k_ω формулы (4) можно принять из условия компенсации разности между значениями

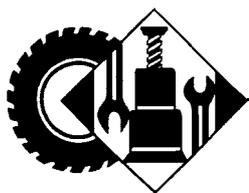
коэффициента трения μ_k и μ_0 . В анализируемом примере было принято $k_{\omega} = 0,3$.

Таким образом, на основе математического моделирования выполнены исследования по оценке влияния параметров характеристик управления фрикционными гидромеханической передачи на критерии качества переходного процесса при трогании автомобиля с места; рассмотрены кусочно-линейная и линейная характеристики гидропривода управления фрикционными при переменном коэффициенте трения в процессе буксования фрикциона, характерном для металлической пары трения. Показано, что интенсивный подъём давления на начальном участке кусочно-линейной характеристики в совокупности с практически двукратным увеличением коэффициента трения в заключительной фазе буксования фрикциона представляют собой основные причины больших динамических нагрузок в трансмиссии автомобиля. При линейной характеристике управления давлением амплитуды колебаний скоростей и ускорений масс трансмиссии существенно меньше, чем при кусочно-линейной, поэтому и динамические нагрузки меньше. Удельная мощность и работа буксования фрикциона также оказываются ниже. Компенсацию отрицательного влия-

ния переменного коэффициента трения можно обеспечить посредством корректировки давления характеристики управления. Предложена математическая модель корректора давления и функциональная схема её реализации, на основе которой можно составить алгоритм и программу работы контроллера МСАУ по управлению фрикционными в процессе переключения передач.

Литература

1. Тарасик В.П. Влияние характеристик управления фрикционными гидромеханической передачи на показатели эффективности их функционирования / В.П. Тарасик, О.В. Пузанова // Автомобильная промышленность. — 2020. — № 11. — С. 4—11.
2. Диагностирование гидромеханических передач мобильных машин: монография / Н.Н. Горбатенко, А.Н. Егоров, В.В. Региня и др. Под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. В.П. Тарасика. — Могилёв: Белорус.-Рос. ун-т, 2010. — 511 с.
3. Тарасик В.П. Переключение передач карьерного самосвала с гидромеханической передачей / В.П. Тарасик, Ю.С. Романович // Автомобильная промышленность. — 2018. — № 8. — С. 12—20.
4. Тарасик В.П. Методика проектирования механизма управления фрикционными гидромеханической передачи на основе математического моделирования процесса его функционирования / В.П. Тарасик, В.С. Савицкий // Грузовик. — 2016. — № 6. — С. 3—12.
5. Тарасик В.П. Математическая модель теплопередачи в дисковых фрикционах переключения передач трансмиссии / В.П. Тарасик // Автомобильная промышленность. — 2016. — № 9. — С. 15—21.



ЭКСПЛУАТАЦИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС АТС

РЕАЛИЗАЦИЯ ВЕНСКОГО СОГЛАШЕНИЯ 1997 г. О ПЕРИОДИЧЕСКИХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОСМОТРАХ АВТОМОБИЛЕЙ В РОССИИ И В ЕАЭС

Д-р техн. наук **КИСУЛЕНКО Б.В.**
ФГУП НАМИ (kisulenko@nami.ru)

Рассмотрено современное состояние требований безопасности, предъявляемых к транспортным средствам при периодических технических осмотрах в Российской Федерации, Предписаниях ООН, прилагаемых к Венскому соглашению 1997 г. и в техническом регламенте Евразийского экономического союза "О безопасности колёсных транспортных средств". Показано, что в документах Венского соглашения 1997 г. вводится классификация уровней дефектов, обнаруженных в ходе технического осмотра, но при этом имеются неопределённости трактовки дефекта, что может вызвать конфликтную ситуацию между инспектором и владельцем транспортного средства при проведении технического осмотра. В отличие от указанных документов, в диагностической карте технического осмотра России требования изложены чётко и однозначно, что исключает их двоякое толкование.

Ключевые слова: колёсные транспортные средства, технический осмотр, диагностическая карта, Предписания ООН, Венское Соглашение 1997 г. постановление Правительства Российской Федерации, технический регламент ТРТС 018/2011 "О безопасности колёсных транспортных средств".

Kisulenko B. REALIZATION OF VIENNA 1997 AGREEMENT ON PERIODICAL TECHNICAL INSPECTION OF MOTOR VEHICLES IN RUSSIA AND EAEU

Analyze of modern state of motor vehicle safety requirements during periodical technical inspections (PTI) in Russia. UN Rules of Vienna 1997 Agreement and Technical regulation "On safety of Motor Vehicles" 018/2011 is done.

Results show that UN Rules propose different levels of defects founded during PTI, with the existing uncertainty of the interpretation of the defect what can cause a conflict situation between the inspector and the owner of vehicle. In contrast to the specified documents, in the diagnostic card of the technical inspection of Russia, the requirements are clearly and unambiguously stated, which excludes their double interpretation.

Keywords: vehicles, periodical technical inspections (PTI), UN Rules of Vienna 1997 Agreement, Technical regulation "On safety of Motor Vehicles" 018/2011, Russian Governmental decree, diagnostic card of the technical inspection.

Периодический технический осмотр колёсных транспортных средств стал одним из базовых принципов обеспечения безопасности дорожного движения, поэтому в 70—80-х гг. прошлого века в экономически развитых странах Европы были приняты национальные правила таких осмотров. Они не были унифицированы между собой и затрудняли международное автомобильное движение, заставляя владельцев авто-

мобилей нести дополнительные временные потери и финансовые расходы для получения национальных сертификатов технического осмотра в различных странах. Назрела острая необходимость гармонизации требований технических осмотров и процедур его проведения.

Российская Федерация, обладавшая в период середины 90-х годов достаточно мощным парком автомобильного подвижного состава, участвовавшим в международном перевозочном процессе, выступила инициатором разработки международного соглашения в этой области. После непродолжительных обсуждений на заседаниях Всемирного форума по согласованию требований к колёсным транспортным средствам (WP29) Комитета по внутреннему транспорту Европейской экономической комиссии ООН, "Соглашение о принятии единообразных условий для периодических технических осмотров колёсных транспортных средств, и о взаимном признании таких осмотров" [1], (далее — Соглашение) было заключено в Вене в 1997 г. в рамках Европейской конференции министров транспорта и подписано 27 европейскими государствами. Вскоре, однако, Европейская комиссия от имени Европейского Союза (ЕС) — региональной организации экономической интеграции, участвующей в деятельности Всемирного форума WP29, осуществляющего администрирование деятельности Соглашения, заявила о незаинтересованности в его функционировании и рекомендовала своим членам-странам ЕС, воздержаться от участия в Соглашении.

Причиной такого изменения позиции ЕС явилось нежелание расширять принцип взаимного признания результатов технических осмотров на страны — не члены Евросоюза. Необходимо отметить, что внутри ЕС имеется ряд директив ЕС и правил ЕС, регулирующих все аспекты периодических технических осмотров транспортных средств различных категорий, в том числе и требования, предъявляемые к объектам проверок, в частности, директива 2014/47 ЕС [2]. Поэтому те страны-члены ЕС, которые ещё не успели ратифицировать Соглашение, приостановили эту работу, а те страны-члены ЕС, которые уже успели завершить процедуры ратификации, хотя и считаются странами — договаривающимися сторонами соглашения, ведут себя крайне пассивно и практически не участвуют в деятельности по дальнейшему развитию Соглашения.

В настоящее время, кроме Российской Федерации, договаривающимися сторонами Соглашения являются Албания, Беларусь, Болгария, Венгрия, Грузия, Казахстан, Молдова, Нигерия, Нидерланды, Украина, Тунис, Сан-Марино, Румыния, Финляндия, Эстония — всего 16 государств.

В настоящее время структура Соглашения представляет собой само Соглашение, четыре Предписания ООН как приложения к Соглашению (Предписание № 1 ООН "Единообразные предписания, касающиеся периодических технических осмотров колёсных транспортных средств, в отношении охраны окружающей среды" [3]; Предписание № 2 ООН "Единообразные предписания, касающиеся периодических технических осмотров колёсных транспортных средств,

в отношении их пригодности и эксплуатации" [4]; Предписание № 3 ООН "Единообразные предписания, касающиеся периодических технических осмотров механических транспортных средств, двигатели которых работают на сжатом природном газе (КПГ), сжиженном нефтяном газе (СНГ) и/или сжиженном природном газе (СПГ)" [5]; Предписания № 4 ООН "Единообразные предписания о требованиях к безопасности гибридных транспортных средств и электромобилей" [6]) и специальную резолюцию СР.6 [7], касающуюся административных и технических положений, необходимых для проведения технических осмотров в соответствии с техническими требованиями, указанными в Предписаниях ООН. В резолюции конкретизированы требования к станциям технического осмотра и испытательному оборудованию, компетентности, профессиональной подготовки и сертификации инспекторов, а также предусмотрены положения в отношении процедур для контрольных органов.

Само Соглашение предусматривает: единые процедуры периодических технических осмотров транспортных средств, участвующих в международном движении; форму сертификата технического осмотра и возможность замены его на национальный сертификат при условии, что его форма доведена до сведения других стран-участниц Соглашения; роль компетентных органов страны в проведении технических осмотров и их ответственность; порядок присоединения новых стран к Соглашению; порядок денонсации Соглашения, порядок принятия новых предписаний ООН и поправок к действующим предписаниям ООН. Периодичность проведения технических осмотров в зависимости от категории транспортных средств приведена в прилагаемых к соглашению технических Предписаниях ООН, упомянутых выше.

Основной идеологии Предписаний ООН является дифференциация дефектов, которые могут быть обнаружены в ходе технического осмотра транспортного средства. Эти дефекты сгруппированы в исчерпывающие перечни и в зависимости от степени риска, который они могут нанести безопасности дорожного движения, разделены на три уровня. Во всех четырёх Предписаниях ООН вводятся следующие определения уровней дефектов: **опасный дефект (ОД)** — дефект, представляющий прямую и непосредственную угрозу для безопасности дорожного движения, причём транспортное средство не должно использоваться в дорожных условиях ни при каких обстоятельствах; **серьёзный дефект (СД)** — дефект, который может нанести ущерб безопасности транспортного средства и/или поставить под угрозу других участников дорожного движения, а также иные более существенные несоответствия. Дальнейшее использование транспортного средства в дорожных условиях без устранения выявленных дефектов не допускается, хотя оно может всё же быть отогнано до места проведения ремонтных работ и впоследствии до специальной площадки для проверки качества выполненного ремонта; **незначительный дефект** — технический дефект, не оказывающий существенного влияния на безопасность транс-

портного средства, и другие незначительные несоответствия. Считается, что выявленные дефекты будут безотлагательно устранены, поэтому проведение повторного осмотра транспортного средства не требуется. При обнаружении в процессе технического осмотра у транспортного средства нескольких дефектов, относящихся к одной и той же группе, степень опасности дефекта возрастает.

Такой же подход к дифференциации дефектов применяется и в директиве ЕС 2014/47 на эту же тему.

В Российской Федерации дорожная безопасность по-прежнему остаётся приоритетной в деятельности органов государственной власти, потому что на протяжении последних лет ежегодно на дорогах страны погибают в дорожно-транспортных происшествиях от 16 до 22 тыс. чел., и более 200 тыс. получают увечья различной тяжести. И хотя автотранспортные средства становятся всё более безопасными с позиций конструкции, по-прежнему от 3 до 5 % ДТП связаны с неудовлетворительным их техническим состоянием, поэтому технический осмотр остаётся действенным способом уменьшения аварийности и летальности при ДТП. За последнее время в области технического осмотра автомобильной техники произошли существенные изменения. В частности, были внесены фундаментальные изменения в Федеральный закон ФЗ-170 от 2011 г. "О безопасности дорожного движения" и в 2019 году — в Федеральный закон "О техническом осмотре транспортных средств" от 2011 года. Последний, в частности, предусматривает: обязательность проведения периодических технических осмотров колёсных транспортных средств; оформление результатов технического осмотра в виде диагностической карты — документе, содержащем сведения о соответствии или несоответствии транспортного средства обязательным требованиям безопасности; необходимость фотофиксации транспортного средства в процессе технического диагностирования, с указанием места нахождения оператора технического осмотра; правила аккредитации операторов техосмотра и контроля за их деятельностью; периодичность проведения технических осмотров для отдельных категорий транспортных средств в зависимости от их возраста и др. аспекты деятельности. Законом введено определение обязательных требований безопасности транспортных средств как требований к техническому состоянию транспортных средств, установленных международными договорами Российской Федерации или Правительством Российской Федерации, на соответствие которым осуществляется проверка транспортных средств при проведении технического осмотра. Также законом предусмотрено оформление диагностической карты в электронном виде (как основной метод, непосредственно в единой автоматизированной информационной системе технического осмотра (ЕАИСТО)); (оформление диагностических карт на бумажном носителе всё ещё возможно, но исключительно по запросам предоставивших автомобиль для проведения техосмотра лиц). В данной статье не рассматриваются вопросы организации проведения технических осмотров, требования к организациям, претендующим на получение статуса оператор

ра технического осмотра, контроль за его организацией и т.п., поскольку объём статьи не позволяет осветить эти вопросы в полном объёме. Они будут рассмотрены в отдельной публикации.

В развитие упомянутого закона Правительство России приняло постановление от 15 сентября 2020 г. № 1434 "Об утверждении Правил проведения технического осмотра транспортных средств, а также о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации". Этим документом устанавливаются исчерпывающие перечни технических требований для транспортных средств различных категорий, подлежащие проверке во время периодических технических осмотров, нормативы проведения технических осмотров и др.

Постановление содержит форму диагностической карты, которая выдаётся владельцу транспортного средства по результатам технического осмотра и содержит заключение о возможности дальнейшей эксплуатации данного транспортного средства.

Членство России в Соглашении явилось основанием появления в упомянутом выше законе "О техническом осмотре транспортных средств" нормы о том, что требования к техническому состоянию транспортных средств могут устанавливаться международными договорами Российской Федерации. Одновременно создание Евразийского экономического союза и принятие регламентов ЕАЭС также сделало возможным унификацию требований к техническому осмотру в рамках Евразийского пространства, в частности, в техническом регламенте Евразийского экономического союза "О безопасности колёсных транспортных средств" ТР ТС 018/2011 [8], в разработке которого автор настоящей статьи принимал непосредственное участие. Регламент содержит специальный раздел, посвящённый требованиям безопасности, которым должны удовлетворять автомобильные транспортные средства, находящиеся в эксплуатации.

Проверка выполнения этих требований проводится в отношении каждого транспортного средства, зарегистрированного в государстве — члене Таможенного союза, в формах технического осмотра, а также государственного контроля (надзора) за безопасностью дорожного движения.

Порядок и объём проведения проверки выполнения требований к транспортным средствам, находящимся в эксплуатации, определяется национальным законодательством стран-членов Евразийского экономического союза. В частности, в России таким документом является вышеупомянутое постановление Правительства Российской Федерации от 15 сентября 2020 г. № 1434, которое содержит как прямые нормы на эксплуатационные характеристики и параметры транспортного средства, так и ссылки на соответствующие пункты уже упомянутого выше технического регламента ТР ТС 018/2011.

Выполнение требований технического регламента обеспечивается собственниками (владельцами) транспортных средств. Специально подчёркивается, что в процессе контроля транспортных средств не применяются требования настоящего технического регламента

о наличии подлежащих проверке элементов конструкции, которые не были предусмотрены в транспортном средстве на момент его выпуска в обращение.

Таким образом, в области периодического осмотра в России действуют одновременно национальные и международные документы, поэтому представляет интерес сравнение их требований и сравнение подходов к проведению оценки соответствия этим требованиям. В табл. 1 в качестве примера приведены формулировки анализируемых документов применительно только к одному параметру — обзорности, при этом общий принцип технического диагностирования других сис-

тем и параметров транспортных средств сохраняется. Принимая во внимание большую номенклатуру требований, в настоящей статье перечислены только основные системы транспортных средств, подлежащие контролю и проверкам, с целью оценки их эквивалентности — табл. 2.

Анализ табл. 1 показывает, что принципы оценки безопасности транспортных средств в документах Венского соглашения 1997 г. и документах ЕАЭС и России различаются по форме. В Предписаниях ООН Венского соглашения 1997 г. введена дифференциация возможных дефектов по уровням риска причинения вре-

Таблица 1

№	Элемент конструкции или контролируемый параметр	Требования по обзорности в различных документах		
		Предписание № 2. Требование/уровень дефекта	Постановление Правительства РФ от 15.09.2020 г. № 1434 "Об утверждении Правил проведения технического осмотра транспортных средств, а также о внесении изменений в некоторые акты Правительства РФ"	ТРТС 018/2011 «О безопасности колёсных транспортных средств»
1.	Стёкла	1.b) Стекло или прозрачная панель (включая отражающую или затемняющую плёнку) не отвечает техническим условиям, предусмотренным соответствующими требованиями — СД . с) Стекло или прозрачная панель находится в неприемлемом состоянии — ОД . 2. Треснувшие или выцветшие стекло или прозрачная панель (если таковая допускается) — СД	1. Соответствие норме светопропускания ветрового стекла, передних боковых стёкол и стёкол передних дверей. 2. Отсутствие трещин на ветровом стекле в зоне очистки водителем стеклоочистителя	1. Транспортное средство должно быть укомплектовано стёклами, предусмотренными изготовителем. 2. Светопропускание ветрового стекла и стёкол, через которые обеспечивается передняя обзорность для водителя, должно составлять не менее 70%. Для транспортных средств, оснащённых броневой защитой, этот показатель должен составлять не менее 60%. 3. В верхней части ветрового стекла допускается наличие светозащитной полосы, выполненной в массе стекла, либо крепление светозащитной полосы прозрачной цветной плёнки. 4. Наличие трещин на ветровых стеклах транспортных средств в зоне очистки стеклоочистителем половины стекла, расположенной со стороны водителя, не допускается
2.	Обзорность с места водителя	Помехи в поле обзора с водительского сиденья, которые могут значительно ухудшить видимость спереди или по бокам транспортного средства — СД	—	Не допускается наличие дополнительных предметов или покрытий, ограничивающих обзорность с места водителя (за исключением зеркал заднего вида, деталей стеклоочистителей, наружных и нанесённых или встроенных в стёкла радиоантенн, нагревательных элементов устройств размораживания и осушения ветрового стекла)
3.	Стеклоочистители и стеклоомыватели	1. Стеклоочистители не работают или отсутствуют — СД . b) Дворник отсутствует или является явно дефектным — СД . Стеклоомыватели не работают надлежащим образом — СД . 2. Система предупреждения запотевания не функционирует или является явно неисправной — НД	Наличие и работоспособность предусмотренных изготовителем транспортного средства стеклоочистителей и стеклоомывателей. Обеспечение стеклоомывателем подачи жидкости в зоны очистки стекла. 2. Работоспособность устройства обогрева и обдува ветрового стекла	1. Стеклоочистители и стеклоомыватели должны быть работоспособны. Не допускается демонтаж предусмотренных изготовителем в эксплуатационной документации транспортного средства стеклоочистителей и стеклоомывателей. 2. Стеклоомыватели должны обеспечивать подачу жидкости в зоны очистки стекла
4.	Зеркала	Зеркало или устройство отсутствует либо его установка не соответствует предъявляемым требованиям — СД . b) Зеркало или устройство неисправно, повреждено, имеет ослабленное или ненадёжное крепление — СД	Наличие зеркал заднего вида в соответствии с установленными требованиями	1. Транспортное средство должно быть укомплектовано зеркалами заднего вида. 2. Зеркала заднего вида должны быть закреплены, так чтобы исключалась возможность их произвольного смещения во время движения транспортного средства

№	Система автомобиля или характеристика/параметры, подлежащие контролю	Предписания Венского соглашения 1997 / область распространения				ТРТС018/2011 «О безопасности колёсных транспортных средств» / автомобили категорий N1, N2, N3, M1, M2, M3, прицепы O1—O4	Постановление Правительства РФ от 15 сентября 2020 г. № 1434 / Диагностическая карта / автомобили категорий N1, N2, N3, M1, M2, M3, прицепы O1—O4
		Предписание 1 (АТС категорий N1, N2, N3, M1, M2, M3, прицепы O3—O4)	Предписание 2 (автомобили категорий N2, N3, M2, M3, прицепы O3—O4)	Предписание 3 (автомобили категорий N1, N2, N3, M1, M2, M3)	Предписание 4 (автомобили категорий N1, N2, N3, M1, M2, M3)		
1	Регистрационные знаки, VIN	+	+	+	+	+	+
2	Тормозная система	—	+	—	—	+	+
3	Рулевое управление	—	+	—	—	+	+
4	Внешние световые приборы, электрооборудование	—	+	—	+	+	+
5	Обзорность. Стеклоочистители и стеклоомыватели, зеркала, светопропускаемость стёкол	—	+	—	—	+	+
6	Шины и колёса, оси, подвеска	—	+	—	—	+	+
7	Двигатель и его системы — выбросы вредных веществ, шум, электромагнитное излучение	+	—	+	+	+	+
				(в части газобаллонного оборудования)			
8	Прочие элементы конструкции — работоспособность замков, крепление сидений, ремни безопасности и пр.		+	—	—	+	+
9	Специальные требования к автобусам		+	—	—	+	+
10	Специальные требования к электромобилям / гибридным автомобилям	—	—	—	+	+	+
							(в части электроаккумуляторов)
11	Система оповещения при ДТП	—	—	—	—	+	+

да, при этом в формулировках имеется некоторая неопределённость в трактовке требований (например, "...Стекло или прозрачная панель находится в **неприемлемом** состоянии..." — каковы критерии неприемлемого состояния? или "...Помехи в поле обзора с водительского сиденья, которые могут **значительно** ухудшить видимость..." — какой критерий **значительного** ухудшения и чем оно отличается от **незначительного**?). Имеющиеся неопределённости трактовки дефекта могут вызвать конфликтную ситуацию между инспектором и владельцем транспортного средства при проведении технического осмотра.

В документах же ЕАЭС и Российской Федерации приводятся однозначное требование о безоговорочном соблюдении установленных нормативов.

Таблица 2 показывает, что Предписания № 4 ООН, касающиеся проверки электрических и гибридных автомобилей, не в полном объёме отражены в техническом регламенте и постановлении Правительства Российской Федерации — это связано со сложной и длительной по времени процедурой внесения изменений в регламент и незначительной долей в парке таких автомобилей. Однако это не делает электрические и гибридные автомобили вне зоны контроля в правовом поле России и ЕАЭС — аккумуляторы и провода также являются объектами проверок. С другой стороны,

в документах России и ЕАЭС установлены требования к надёжному функционированию системы ЭРА-ГЛОНАСС, которая является обязательным элементом нового автомобиля с 2015 г., но аналогичное требование не отражено в Предписаниях ООН, несмотря на то, что с 2017 г. в рамках Женевского соглашения 1958 г. [9] приняты Правилы № 144 ООН "Единообразные предписания, касающиеся систем вызова экстренных служб (СВЭС)" [10].

В целом же, рассматривая всю совокупность документов, можно отметить, что по номенклатуре требований все эти документы практически равнозначны и они обеспечивают эквивалентный уровень безопасности дорожного движения. Этим и обеспечивается включение диагностической карты России в перечень документов, подтверждающих соответствие Венскому Соглашению 1997 г.

Литература

1. Соглашение о принятии единообразных условий для периодических технических осмотров колесных транспортных средств и о взаимном признании таких осмотров (совершено в Вене 13 ноября 1997 года).
2. DIRECTIVE 2014/47/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 3 April 2014 on the technical roadside inspection of the roadworthiness of commercial vehicles circulating in the Union and repealing Directive 2000/30/EC.

3. Предписание № 1 "Единообразные предписания, касающиеся периодических технических осмотров колёсных транспортных средств, в отношении охраны окружающей среды" Пересмотр 2. Дата вступления в силу: 8 февраля 2018 года.
4. Предписание № 2 "Единообразные предписания, касающиеся периодических технических осмотров колёсных транспортных средств, в отношении их пригодности и эксплуатации. Дата вступления в силу: 3 февраля 2012 года.
5. Rule No. 3 Periodical Technical Inspections of motor vehicles using Compressed Natural Gas (CNG), Liquefied Petroleum Gas (LPG) and/or Liquefied Natural Gas (LNG) in their propulsion system. Date of entry into force: 10 June 2019 ECE/TRANS/WP.29/2018/70.
6. Rule No. 4 Uniform provisions for periodical technical inspections of motor vehicles equipped with electric or hybrid propulsion system(s) with regard their roadworthiness. Date of entry into force: 10 June 2019 ECE/TRANS/WP.29/2017/135.
7. Resolution R.E.6 on the administrative and technical provisions required for carrying out the technical inspections according to the technical

prescriptions specified in Rules annexed to the 1997 Agreement ECE/TRANS/WP.29/1132/Rev.1

8. Технический регламент Таможенного союза "О безопасности колёсных транспортных средств" (ТРТС018/2011).
9. Соглашение о принятии согласованных технических правил Организации Объединённых Наций для колёсных транспортных средств, предметов оборудования и частей, которые могут быть установлены и/или использованы на колёсных транспортных средствах, и об условиях взаимного признания официальных утверждений, выдаваемых на основе этих правил Организации Объединённых Наций. Пересмотр 3, включает поправки, вступившие в силу 14 сентября 2017 года // ECE/TRANS/WP.29/2016/2.
10. Правила № 144 ООН "Единообразные предписания, касающиеся систем вызова экстренных служб (СВЭС)". Дата вступления в силу в качестве приложения к Соглашению 1958 года: 19 июля 2018 года // ECE/TRANS/WP.29/2017/132.



ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

УДК 629.113-233.2-55

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СБОРКИ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ НА ОСНОВЕ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРЕДНАТЯГА ПОДШИПНИКОВ

ВАСИЛЬЕВ А.Н., БУЛАВИН И.А., ЧУВИЛИН Е.Е.

Московский Политехнический Университет (МАМИ)

Приводится анализ конструкции подшипниковых узлов с предварительным осевым натягом в редукторах ведущих мостов автомобилей и автобусов. Определено влияние силовых и деформационных факторов, возникающих при сборке, на точность создания силы преднатяга. Представлены результаты статистических исследований влияния каждого фактора. Приведены результаты совместных работ с заводами отрасли по созданию технологического оборудования для регулирования преднатяга подшипниковых узлов редуктора.

Ключевые слова: сборка, редуктор заднего моста, преднатяг подшипников, силовые и деформационные факторы, размерные цепи, технологическая установка.

Vasiliev A.N., Bulavin I.A., Chuvilin E.E.

IMPROVING THE QUALITY OF ASSEMBLY OF BEARING UNITS ON THE BASIS OF ADAPTIVE CONTROL OF THE PROCESS OF ADJUSTING THE PRELOAD OF BEARINGS

In given article the analysis of a design of bearing mount assemblies with preliminary axial compression of bearings in reducers of leading bridges of cars and buses is resulted. Influence of the power and deformation factors arising at assembly, on accuracy of creation of force of preliminary axial compression of bearings is defined. Results of statistical probes of influence of each factor are presented. Results of teamwork with motor industry factories on creation of the process equipment for regulation of preliminary axial compression of bearing mount assemblies of a reducer are resulted.

Keywords: assembly, reducer of the rear bridge, preliminary axial compression of bearings, power and deformation factors, dimensional chains, technological installation.

Сборка подшипниковых узлов и регулировка преднатяга подшипников главных передач в редукторах транспортных средств — наиболее ответственный и трудоёмкий этап технологического процесса сборки ведущих мостов. Именно на этом этапе сборки достигаются требуемые параметры зацепления главной передачи редуктора и обеспечивается ресурс подшипников.

И именно этот этап плохо поддаётся автоматизации, требует высокой квалификации сборщика. Допущенные здесь погрешности непосредственно влияют на надёжность работы редуктора и на эксплуатационные показатели в целом. Как показывает многолетний опыт, накопленный в Московском политехническом университете по вопросам совершенствования конструкции и технологии сборки редукторов ведущих мостов автомобилей, основными причинами погрешностей сборки являются погрешности, определяемые: силовыми факторами, влияющими на выполнение пресовых соединений и деформаций, возникающих при этом; точностью измерения дистанционного элемента или пакета компенсаторов; рассеиванием осевой податливости регулируемых конических роликоподшипников.

При сборке узла ведущей шестерни редуктора (рис. 1) с жёстким распорным элементом между коническими роликоподшипниками наружные кольца устанавливаются в корпус с гарантируемым натягом. При запрессовке с нарушением схемы базирования возникает перекосяк колец, а неравномерный по жёсткости корпус и погрешности расточки отверстий под наружные кольца подшипников приводят к радиальным деформациям, которые проявляются в виде пог-

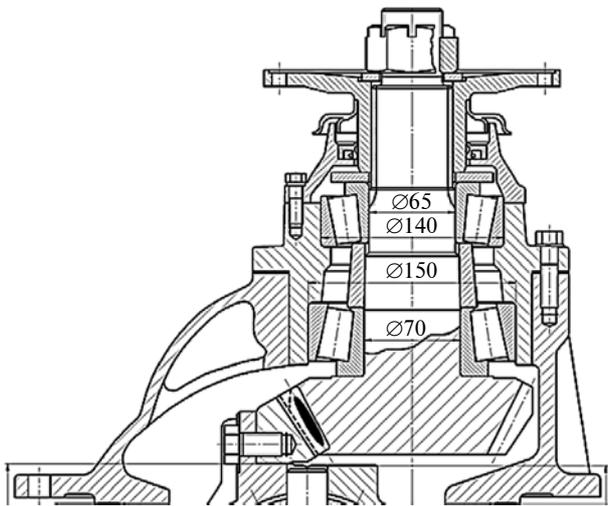


Рис. 1. Конструктивная схема редуктора ведущего моста транспортного средства — узел ведущей шестерни

решности формы поверхностей качения колец подшипников.

Эти погрешности формы в виде отклонений от круглости (10...20 мкм), а также перекося колец (0,08...0,1 мм) приводят к изменению осевой податливости дуплекса регулируемых подшипников, и, как следствие, к изменению осевой деформации от осевой силы, которую будем называть силой преднатяга. Величина осевой деформации конического подшипника δ_{a_0} определяется [1] по эмпирической формуле 1, приведённой в таблице.

Для дуплекса регулируемых подшипников при последовательном соединении сжимаемых элементов коэффициент податливости дуплекса будет равен сумме коэффициентов податливости [2], определённых для каждого отдельного подшипника C_1 и C_2 (формула 2).

Сила преднатяга (F_a) является главным силовым фактором, который необходимо обеспечить в окончательно собранном подшипниковом узле в соответ-

№	Формула	Примечания
1	$\delta_{a_0} = C F_a^m$	δ_{a_0} — величина осевой деформации в коническом подшипнике (мкм), (состояние подшипника — новый, без износа); F_a — осевая сила сжатия подшипника (Н), m — эмпирический показатель степени; C — коэффициент податливости, постоянный эмпирический коэффициент
2	$C = C_1 + C_2$	—
3	$F_p = \left(F_0^m - \frac{\delta_{в.к} + \delta_{0N}}{C_1 + C_2} \right)^{1/m}$	F_0 — сила преднатяга; C_1 и C_2 — постоянные коэффициенты осевой податливости подшипникового дуплекса; $\delta_{в.к}$ — осевая деформация при сжатии внутреннего контура; δ_{0N} — осевое приращение монтажной высоты подшипника от запрессовки внутреннего кольца на вал-шестерню; m — показатель степени, характеризующий осевую податливость подшипников, значение можно принять равным $m = 2/3$
4	$\delta_a^{\Delta R} = \delta_{a_0} + 27,7 \left(\frac{\Delta R_i}{\Delta R_0} - 1 \right)^{0,526}$	ΔR_i — погрешность формы поверхности качения после сборки наружного кольца с корпусом (мкм); ΔR_0 — допустимая погрешность формы поверхности качения наружного кольца в состоянии поставки (мкм); δ_{a_0} — величина осевой деформации в коническом подшипнике в состоянии поставки (мкм); 27,7 — постоянный коэффициент; $\delta_a^{\Delta R}$ — величина осевой деформации в коническом подшипнике после сборки колец с корпусом (мкм)
5	$\delta_a^{\Delta T} = \delta_{a_0} (\Delta T / \Delta T_0)^{0,3}$	ΔT — действительное значение перекося кольца после запрессовки в корпус; ΔT_0 — предельно допустимое значение перекося кольца после изготовления подшипника (перекос колец определяется без нагрузки); 0,3 — показатель степени, полученный эмпирически
6	$\delta_a^{\Delta T} = \delta_{a_0} (\Delta T / \Delta T_0)^{0,3} + 27,7 \left(\frac{\Delta R_i}{\Delta R_0} - 1 \right)^{0,526}$	δ_{a_0} — исходная зависимость осевых упругих смещений подшипник с погрешностями ΔR_0 и ΔT_0 , которая может быть определена по теоретической формуле или по эмпирической зависимости
7	$\delta_a = \frac{F_a^{0,665}}{Z^{0,438} l_p^{0,28} d_p^{0,178} (\sin \beta)^{1,863}}$	F_a — осевая сила на подшипник (кг); Z — число роликов; d — диаметр роликов (мм); l — длина роликов (мм); β — угол конуса наружного кольца (град.)
8	$F_m = F_0$	—
9	$(C_1 + C_2)_i = \delta_0^2 / F_0$	—
10	$F_{mi} = [F_0^m - (\delta_{в.к} + \delta_{0N}) / (C_1 + C_2)_i]^{1/m}$	—

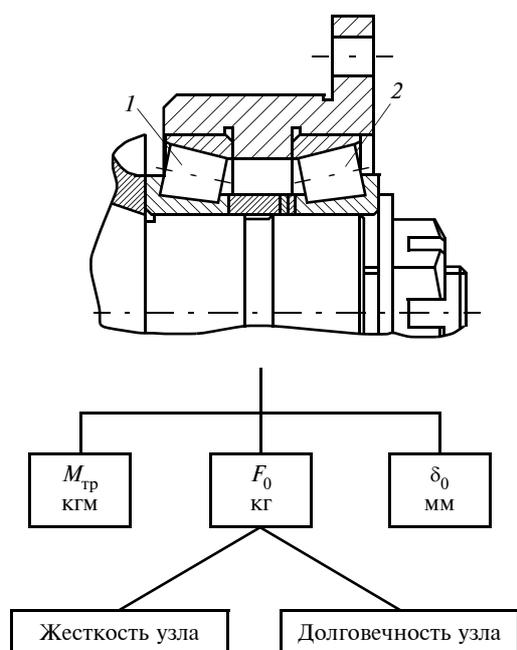


Рис. 2. Взаимосвязь влияния на долговечность узла силовых и деформационных факторов при сборке подшипников:

1 и 2 — дуплекс регулируемых подшипников с использованием дистанционной втулки и пакета компенсаторов

вии с техническими требованиями, заданными конструктором в технической документации. В отдельных случаях задаётся величина силы преднатяга, в других — величина осевой деформации в подшипниках. Но контроль качества сборки всегда осуществляется по величине момента трения в дуплексе подшипников. Взаимосвязь этих силовых и деформационных факторов показана рис. 2.

Измерение требуемой длины дистанционного распорного элемента или требуемой толщины компенсаторного звена осуществляется предварительным нагружением дуплекса подшипников технологической силой F_p по схеме, показанной на рис. 3. Подшипниковый узел, собранный в корпусе 2, устанавливается на фальш-оправку 1, между верхним подшипником 4 и дистанционной втулкой 3 устанавливается измерительный шуп 5, на подсобранный таким образом узел с помощью пиноли 8 прикладывается измерительная технологическая сила F_p , а корпусу 2 с помощью привода 11 и плавающего пальца придаётся вращение примерно $20...30 \text{ мин}^{-1}$; через 5...10 оборотов включается пневмопривод 9, который перемещает измерительный шуп 5 в зазоре между торцом внутреннего кольца верхнего подшипника и торцом дистанционной втулки. Требуемый размер компенсатора определяется как сумма показаний контрольного прибора 10 и толщины измерительного шупа 5.

Величина технологической измерительной силы F_p [3] определяется по формуле 3, учитывающей силовые и деформационные факторы, возникающие при окончательной сборке подшипников.

Величина момента трения $M_{тр}$ в дуплексе регулируемых подшипников в различных конструкциях обыч-

но задаётся конструктором в диапазоне $1,5...3,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Величина осевой деформации, соответствующая этим пределам момента трения, находится примерно в диапазоне $40...120 \text{ мкм}$. Взаимосвязь этих параметров узла дуплекса подшипников показана на рис. 4.

Из формулы 3 следует, что если перечисленные деформационные факторы C_1 , C_2 , $\delta_{вк}$ и δ_{0N} и сила преднатяга постоянны, то точность при измерении компенсатора будет обеспечена. Однако, если какой-то из факторов в указанной формуле имеет разброс значений, то и требуемая технологическая сила для каждого измеряемого узла будет требоваться разная.

Как показали исследования этих факторов, осевая деформация при сжатии внутреннего контура и осевое приращение монтажной высоты подшипника имеют небольшое рассеивание величин ($\pm 10 \%$) относительно осевой податливости. Однако осевая податливость подшипников дуплекса, а значит и коэффициенты C_1 и C_2 , вследствие выше указанных погрешностей формы и взаимного расположения колец подшипников имеют рассеивание величин C_1 и $C_2 \pm 50 \%$. Исследования влияния погрешностей формы и взаимного расположения колец регулируемых подшипников позволили установить их влияние на осевую податливость дуплекса подшипников в виде эмпирических зависимостей.

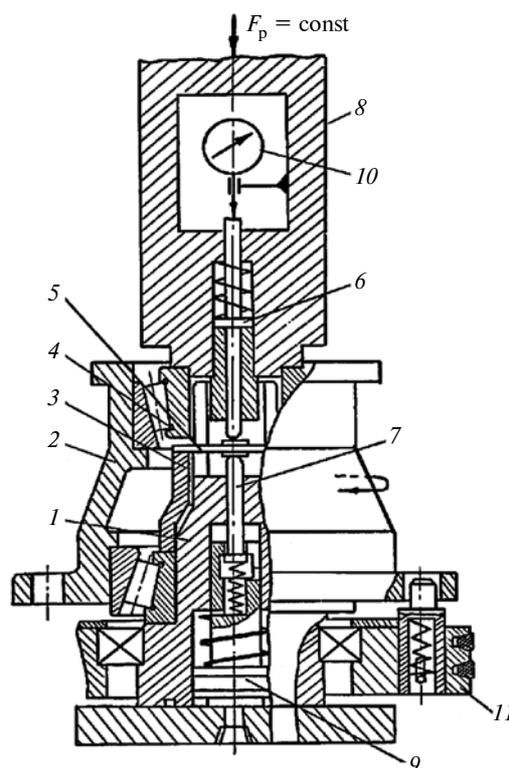


Рис. 3. Конструктивная схема установки для измерения требуемой толщины компенсаторного звена для регулирования преднатяга подшипников:

1 — фальш-оправка; 2 — корпус; 3 — дистанционная втулка; 4 — конический роликоподшипник; 5 — измерительный шуп; 6 — верхний шток; 7 — нижний шток; 8 — пиноль для нагружения дуплекса подшипников измерительной технологической силой; 9 — поршень пневмоцилиндра для перемещения нижнего и верхнего штоков; 10 — контрольный прибор; 11 — привод вращения корпуса

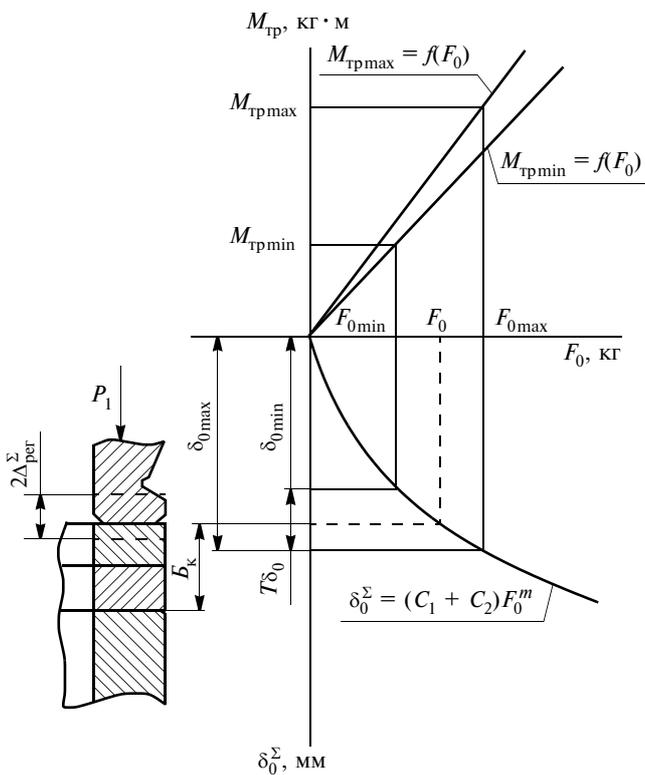


Рис. 4. Взаимосвязь момента трения, осевых упругих смещений и осевой нагрузки в дуплексе регулируемых подшипников и её влияние на точность регулирования силы преднатяга F_0 с помощью компенсатора B_k

Влияние погрешностей формы колец подшипников на осевую податливость конических роликоподшипников можно определить по эмпирической зависимости (формула 4), полученной на основе экспериментальных исследований, результаты которых приведены на рис. 5.

Как следует из графика, разброс осевой деформации имеет существенное значение.

Влияние перекоса колец относительно оси вращения корпуса на осевую податливость подшипников также получено на основе экспериментальных исследований, приведённых на рис. 6. При этом эмпирическая зависимость имеет вид формулы 5.

Объединяя частные эмпирические зависимости влияния погрешностей формы поверхности качения колец подшипников (отклонение от круглости) и взаимного расположения (перекос колец после запрессовки), получаем обобщённую эмпирическую зависимость 6, которая учитывает действительные погрешности и допустимые значения этих параметров.

В приведённых формулах начальная осевая деформация δ_{a0} также определяется эмпирической зависимостью с учётом геометрических параметров подшипника (формула 7).

На рис. 7 приведена зависимость влияния погрешностей сборки колец подшипников на разброс осевой податливости дуплекса конических роликов подшипников и точность регулирования преднатяга подшипников. Из графоаналитического анализа приведённой номограммы следует, что для обеспечения точности

преднатяга дуплексируемых подшипников технологическая измерительная сила должна варьироваться в пределах $F_{p \min}$ при $C_{\Sigma \min}$ и до $F_{p \max}$ при $C_{\Sigma \max}$. Данный график наглядно показывает, что для обеспечения точности регулирования преднатяга дуплексируемых подшипников необходимо обеспечить адаптивный принцип обеспечения качества сборки.

Изменение суммы постоянных коэффициентов C_1 и C_2 в приведённой формуле для расчёта технологической измерительной силы с учётом разброса осевой податливости $\pm 50\%$ приведёт, как показывают расчёты (при $\delta_{B,K} = 0,05$ мм, $\delta_{0N} = 0,04$ мм и $C_1 + C_2 = 0,05 \dots 0,015$ мм/кг), к разбросу технологической из-

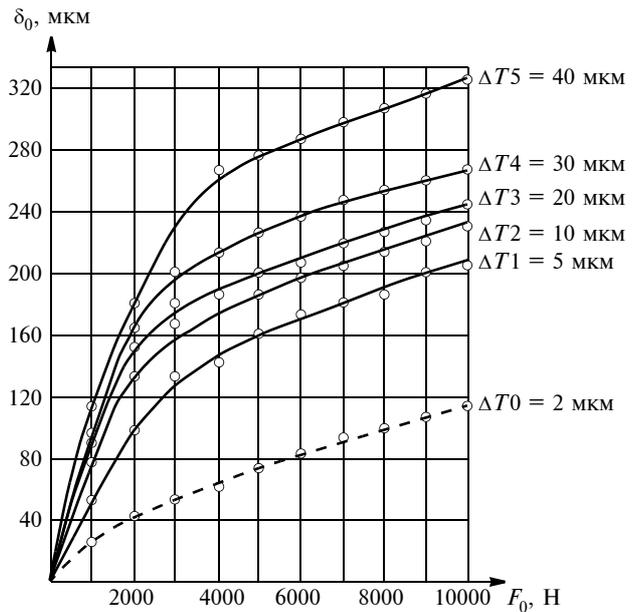


Рис. 5. Изменение монтажной высоты конического роликоподшипника при действии осевой нагрузки в зависимости от действительной погрешности формы на поверхности качения ΔR_i

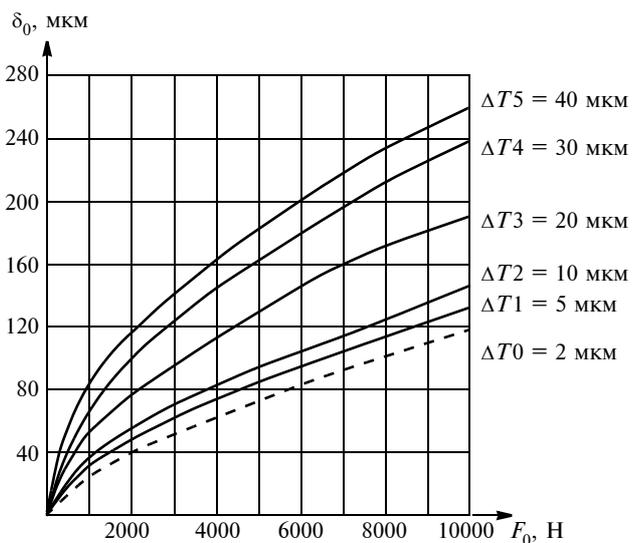


Рис. 6. Изменение монтажной высоты конического роликоподшипника при действии осевой нагрузки в зависимости от биения торца (перекоса) наружного кольца относительно оси вращения (ΔT)

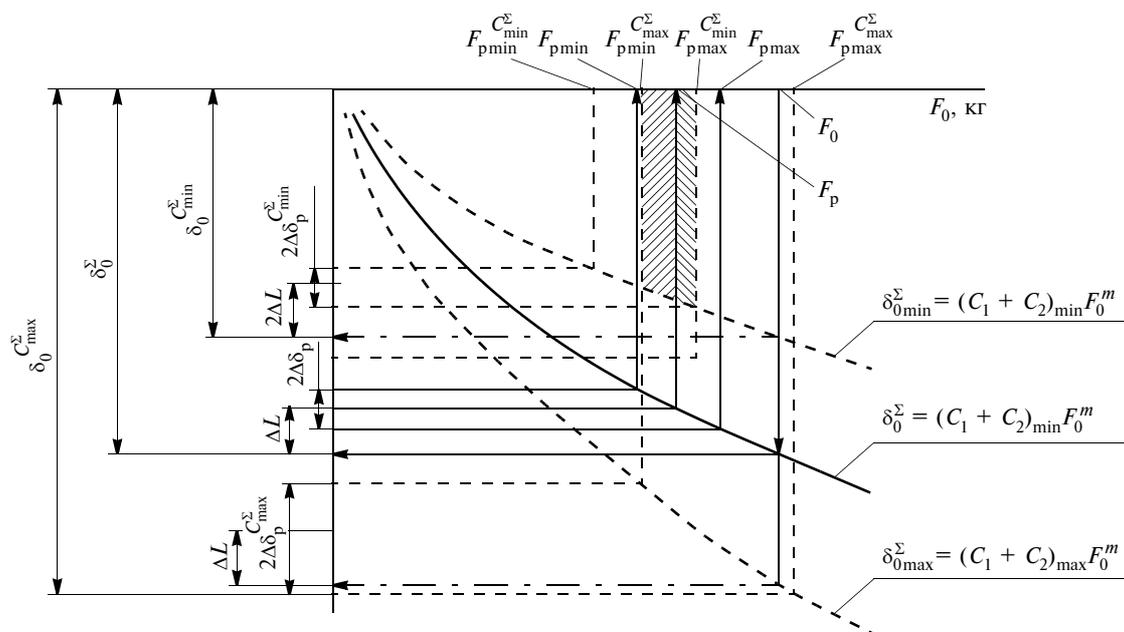


Рис. 7. Зависимость влияния погрешностей сборки колец подшипников на разброс осевой податливости дуплекса конических роликоподшипников и точность регулирования преднатяга подшипников

мерительной силы более чем в два раза. Вследствие этого будет погрешность измерения дистанционного распорного элемента или пакета компенсатора. Это неизбежно приведёт к погрешности регулирования

преднатяга подшипников, точность которого контролируется по моменту трения в подшипниках после сборки с компенсатором, измеренным и подобранным с погрешностью.

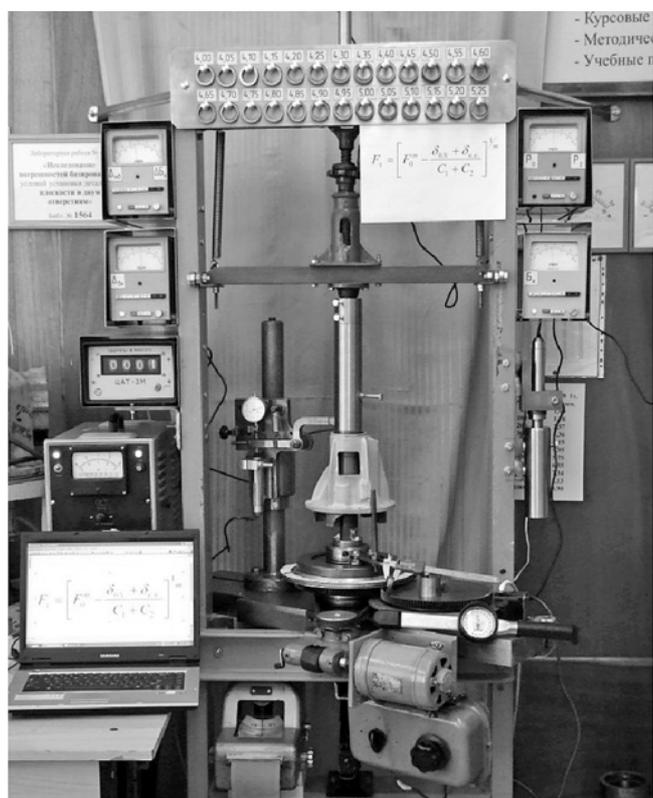


Рис. 8. Экспериментальная технологическая установка для регулирования преднатяга дуплексируемых подшипников с адаптивным управлением процессом измерения размера требуемого дистанционного комплекта (распорная втулка — компенсатор) с варьированием технологической силы на подшипники

Проведённые исследования позволили разработать и провести опытные испытания нового метода регулирования преднатяга с использованием адаптивного управления при измерении требуемого дистанционного элемента в дуплексе требуемых подшипников. Сущность метода заключается в следующем: регулируемый узел устанавливается на стенде, как показано на рис. 2, и предварительно на дуплекс подшипников прикладывается технологическая сила, равная силе преднатяга F_0 (формула 8). При этом измеряется осевая податливость δ_0^Σ с помощью индуктивного датчика, которая позволяет определить на основе алгоритма расчёта в измерительной системе суммарный коэффициент осевой податливости по формуле 9.

Тогда требуемая для данного дуплексируемого подшипникового узла технологическая измерительная сила будет определяться для каждого подшипникового узла индивидуально по формуле 10, где F_0 , $\delta_{вк}$ и δ_{0N} — постоянные величины, а коэффициенты $(C_1 + C_2)_i$ — изменяемая величина, позволяющая адаптировать требуемую величину технологической измерительной силы при измерении компенсатора для данного подшипникового узла.

Этот расчётный алгоритм должен быть заложен в системе управления технологическим оборудованием, и полученное значение технологической силы должно прикладываться на дуплексируемый подшипниковый узел при измерении компенсатора.

На рис. 8 показана экспериментальная технологическая установка для регулирования преднатяга дуплексируемых подшипников с адаптивным управлением процессом измерения размера требуемого дистан-

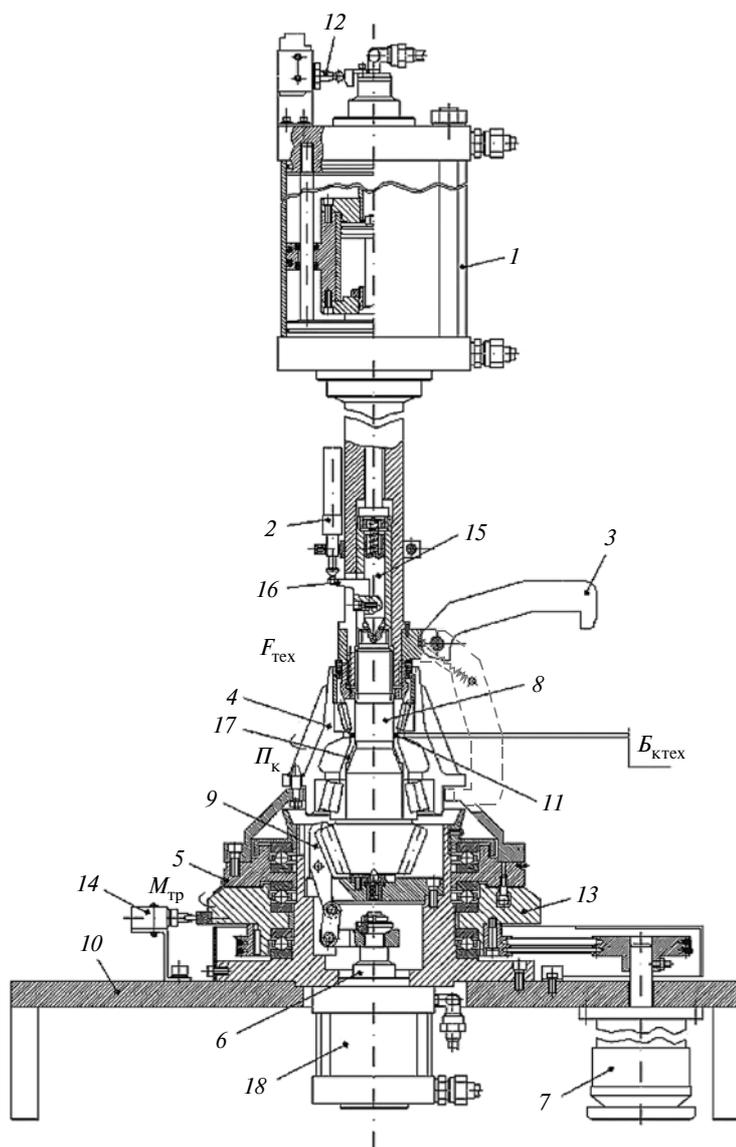


Рис. 9. Стенд для регулировки преднатяга подшипников ведущей шестерни редуктора:

1 — силовой привод; 2 — индуктивный датчик; 3 — рычаг для захвата корпуса; 4 — корпус подшипникового узла; 5 — ведомый диск торсионного устройства для контроля момента трения; 6 — силовой привод для закрепления ведущей вал-шестерни; 7 — электромоторредуктор; 8 — вал-шестерня; 9 — рычаг-прихват для закрепления ведущей шестерни; 10 — стол стенда; 11 — подшипник верхний; 12 — концевой выключатель; 13 — ведущий диск торсионного устройства для контроля момента трения; 14 — датчик контроля момента трения; 15 — плавающий центр; 16 — рычаг-коромысло измерительного датчика; 17 — дистанционная распорная втулка; 18 — пневмопривод механизма закрепления шестерни

ционного комплекта (распорная втулка—компенсатор) с варьированием технологической силы на подшипники. Экспериментальные исследования данного метода в лабораторных условиях показали, что погрешность при измерении компенсатора составляет не более $\pm 5\%$.

В ходе совместной работы кафедры "Технологии и оборудование машиностроения" Московского политехнического университета с заводами отрасли был разработан и изготовлен стенд, на котором реализована система адаптивного управления процессов

регулирования преднатяга дуплексируемых подшипников с варьируемой технологической измерительной силой, прикладываемой на подшипниковый узел при измерении компенсатора в зависимости от действительной осевой податливости регулируемых конических роликоподшипников. Данный стенд показан на рис. 9.

Цикл работы технологической установки следующий. Измерение требуемого размера компенсатора выполняется на штатном валу за два установка и два измерения. Первоначально в специальный патрон с прихватами сапожкового типа устанавливается вал-шестерня с напрессованным внутренним кольцом большого подшипника. Затем устанавливаются дистанционная втулка и корпус с малым подшипником. Далее на подшипниковый узел прикладывается с помощью пиноли осевая нагрузка, равная силе преднатяга. Датчик осевой деформации контролирует осевое смещение колец дуплекса подшипников, на основе чего определяется по вышеприведенному алгоритму требуемая технологическая сила для данного узла. При втором нагружении на узел прикладывается именно эта сила и датчик осевой деформации фиксирует начало отсчёта размера компенсатора. При третьем нагружении корпус подшипникового узла снимается и на штатный вал-шестерню устанавливается только внутреннее кольцо малого (верхнего) подшипника. Таким образом, пиноль пневмопривода сжимает до безззорного состояния внутренний контур на штатном валу. Датчик осевой перемещения фиксирует требуемый размер пакета компенсаторов для данного подшипникового узла.

После набора и установки компенсатора в подшипниковый узел с последующей подборкой карданного фланца, маслоотражательного кольца, шайбы и силового замыкания с помощью резьбового соединения на хвостовике штатного вала в подшипниковом узле будет обеспечен требуемый преднатяг, контролируемый по моменту трения.

Литература

1. Булавин И.А. Регулирование осевого положения ведущей шестерни относительно оси ведомого колеса при сборке редукторов ведущих мостов // Автомобильная промышленность. — 2016. — № 9. С. 33—37.
2. Булавин И.А., Груздев А.Ю. Технологическое обеспечение преднатяга подшипников в редукторах ведущих мостов // Автомобильная промышленность. — 2001. — № 2.
3. Булавин И.А., Груздев А.Ю. Взаимосвязь параметров преднатяга конических роликоподшипников // Автомобильная промышленность. — 2001. — № 6.
4. Булавин И.А., Груздев А.Ю., Будыкин А.В. Влияние силовых и деформационных факторов при сборке подшипниковых узлов редукторов автомобилей на точность регулировки преднатяга подшипников // Машиностроитель. — 2009. — № 7. — С. 32—36.
5. Булавин И.А., Груздев А.Ю., Будыкин А.В. Влияние сил и деформаций звеньев при сборке подшипниковых узлов редукторов автомобилей на точность регулировки преднатяга подшипников // Научно-технический журнал "Техника машиностроения". — 2009. — № 2. — С. 32—36.



УДК 330.322.013

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ИНСТИТУТОВ СОЦИАЛЬНОГО СТРАХОВАНИЯ

Канд. экон. наук **КАЛМЫКОВ Ю.П.**
Институт промышленной политики и институционального развития Финансового университета при Правительстве РФ (jkalmukov@rambler.ru)

Рассматривается роль цифровой экономики в социальном страховании. Значительное внимание уделяется правовому обеспечению цифровизации. Раскрываются источники и порядок финансирования информационно-коммуникационных технологий. Определяются задачи развития цифровизации в институтах социального страхования. Дается анализ использования информационных технологий для повышения эффективности использования инвестиционных, материальных и трудовых ресурсов. Обозначены проблемы в развитии цифровизации внебюджетных фондов и пути их решения.

Ключевые слова: социальное страхование, цифровая экономика, финансы, информационная безопасность.

Kalmykov Yu.P. INFORMATIZATION OF INSTITUTIONS SOCIAL INSURANCE

The article examines the role of the digital economy in social insurance. Main focus is made on legal background of digitalization process. The sources and the procedure for financing information and communication technologies are disclosed. The main trends and objectives of the information technologies development in social insurance institutions are determined. Analysis of information technologies usage for life quality improvement is made. Bottlenecks in the digitalization of extra-budgetary funds and ways to solve them are identified.

Keywords: social insurance, digital economy, finance, information security.

С развитием телекоммуникаций и современных средств связи на смену прежним инструментам управления объектами экономической деятельности пришла *цифровая экономика*. Стали возможны обработка больших массивов экономической и финансовой информации и получение в режиме реального времени результатов эффективности их использования.

Большие перспективы цифровая экономика открывает для развития финансового сектора экономики. Сегодня ни одна из сфер финансовой деятельности уже не может существовать в "доцифровом" формате. Цифровые технологии не только выполняют роль инструмента в финансовых отношениях, но и определяют направления развития финансовых организаций. Так, цифровизация потребовала развития электронных денег и электронных платёжных систем.

Проникновение цифровизации в сферу экономики и финансов совпало с созданием и развитием в новой России государственных внебюджетных социальных фондов. В первые годы им пришлось использовать системы управления на базе традиционных технологий и параллельно, опираясь на имеющиеся достижения в программировании и применении прорывных технологий в обработке информации, создавать *информационные системы нового поколения*.

Нормативно-правовое обеспечение социальной и финансовой сферы по организации экономической деятельности в условиях цифровизации изложены в Указах Президента Российской Федерации от 09.05. 2017 года № 203 "О стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017—2030 годы" и от 21.07.2020 года № 474 "О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года".

Важно отметить, что в них содержатся конкретные задачи, прямо касающиеся исполнения функций государственными вне-

бюджетными социальными фондами: *увеличить долю массовых социально значимых услуг, доступных в электронном виде, до 95 процентов; обеспечить трансферт лучшего зарубежного опыта в сфере информационных технологий; организовать формирование информационного пространства с учётом потребностей граждан и общества в получении качественных и достоверных сведений, обеспечение информационной безопасности и др.*

Учитывая большое влияние институтов социального страхования на повышение качества жизни населения, Правительство РФ уделяло и уделяет значительное внимание совершенствованию их информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Об этом свидетельствуют данные о расходах внебюджетных фондов социального страхования на информатизацию, представленные в табл. 1.

Из этих данных видно, что в 2019 г. сумма расходов на информатизацию внебюджетных страховых фондов заметно уменьшилась против 2018 г. Это вызвано *недоиспользованием выделенного финансирования* Пенсионным фондом России: планом информатизации на 2019 г. фонду были выделены средства на уровне 2018 г. (14,8 млрд рублей), однако из-за длительного согласования закупок, а также расторжения государственных контрактов в связи с их ненадлежащим исполнением было израсходовано на 5,5 млрд рублей, т.е. на 37 % меньше.

Как показал анализ, создание и развитие ИКТ во внебюджетных государственных фондах направлено на решение трёх перспективных социальных задач: *во-первых*, повышение производительности труда, обеспечение эффективности использования инвестиционных ресурсов и улучшение качества исполнения функций, возложенных на фонды законодательством; *во-вторых*, организация электронного взаимодействия фондов с государственными органами, органами местного самоуправления, ЦБ РФ и объектами экономической деятельности; *в-третьих*, совершенствование механизма предоставления страховых и финансовых услуг населению в электронной форме и обеспечение их информационной безопасности.

Для понимания масштабов и сложности выполнения социальными фондами задач по цифровизации необходимо дать краткую аннотацию их социальной ответственности в современных условиях.

Пенсионный фонд России (ПФР) создан для государственного управления средствами пенсионной системы и обеспечения конституционных прав граждан на пенсионное обеспечение. Сведения о масштабах пенсионной и финансовой деятельности ПФР за 2018 и 2019 гг. представлены в табл. 2.

Доходы бюджета ПФР формируются за счёт уплаты юридическими и физическими лицами по утверждённому тарифам страховых взносов на обязательное пенсионное страхование (за 2019 г. 61,6 %), межбюджетных трансфертов (7,5 %), размещения временно свободных средств в кредитных учреждениях и привлечение других, разрешённых законодательством, источников. Администрирование страховых взносов на пенсионное обеспечение

Таблица 1

Государственные внебюджетные фонды социального страхования, тыс. руб.	2018 г.	2019 г.
Пенсионный фонд Российской Федерации	14 854 183,2	9 490 409,7*
Фонд социального страхования Российской Федерации	3 187 118,6	3 218 069,3
Федеральный фонд обязательного медицинского страхования	309 381,0	417 274,8
Всего затраты по всем внебюджетным фондам (и доля расходов на информатизацию в затратах на госзакупки товаров, работ и услуг)	18 350 682,8 (51,69 %)	13 125 753,8 (43,18 %)
Источники: Федеральные законы об исполнении бюджетов внебюджетных государственных фондов, Заключения Счётной палаты РФ об исполнении бюджетов внебюджетных государственных фондов за соответствующие годы		

Таблица 2

Показатель	2018 г.	2019 г.
Число застрахованных лиц в системе обязательного пенсионного страхования, тыс. чел.	154 785,8	155 990,8
Среднегодовое число пенсионеров, тыс. чел.	43 787,0	44 579,1
Получатели страховых пенсий, тыс. чел.	40 927,8	40 899,1
Получатели социальных пенсий, тыс. чел.	3169,6	3197,9
Страхователи в системе обязательного пенсионного страхования, млн чел.	8,9	9,3
Кассовое исполнение бюджета ПФР по доходам, млрд руб.	8269,64	8780,99
Кассовое исполнение бюджета ПФР по расходам, млрд руб.	8428,69	8627,13

Источники: Заключение Счётной палаты РФ на отчёт об исполнении бюджета ПФР за 2019 год и Заключение Комитета по бюджету и налогам ГД РФ по проекту ФЗ № 721596-7 "Об исполнении бюджета ПФР за 2018 год"

возложено на налоговые органы Российской Федерации. Взыскание недоимок и пеней по страховым взносам ПФР осуществляет самостоятельно в судебном порядке.

Расходы бюджета ПФР направляются на выплату государственных пенсий и социальных пособий (за 2019 г. 76,6 %), выплату материнского (семейного) капитала, социальные выплаты отдельным категориям граждан (ветеранам, инвалидам), финансирование капитальных вложений и на другие цели, предусмотренные законом.

В структуре ПФР — 84 территориальных управления и 2460 клиентских служб в территориальных органах. Во взаимоотношениях со страхователями и застрахованными лицами территориальные управления пенсионного фонда выступают в качестве отдельных юридических лиц. Высшим органом является Правление ПФР, а за его исполнительные функции отвечает Исполнительная дирекция ПФР.

В Пенсионном фонде России работают свыше 120 тыс. человек. Для сравнения, численность сотрудников *Social Security Administration* в США в два с лишним раза меньше, а объём пенсионных и социальных выплат почти в девять раз больше. В Японии, при сопоставимой с Россией численности населения, в *Nihon Nenkin Kikou* работают 27 тысяч человек, из которых лишь 15 тысяч на постоянной основе. Это различие в численности персонала связано не только с количеством задач и функций у ПФР, но и значительным отставанием фонда в использовании новых технологий в управлении финансовыми, материальными и кадровыми ресурсами.

Организация экономической и финансовой деятельности осуществляется в Пенсионном фонде на основе единой автоматизированной информационной системы — АИС ПФР. Её архитектура (ПФ-1) была заложена ещё в начале 1990-х гг. на базе современных для того времени информационных технологий. Начиная с 2012 г., в соответствии с "Концепцией развития АИС ПФР на период до 2017 г.", фонд приступил к внедрению *информационной системы нового поколения "ПФР-2"*. Её внедрение направлено на снижение уровня "ручного" труда, повышение уровня автоматизации технологических процессов, обеспечение информационной безопасности и защиту персональных данных застрахованных граждан.

В настоящее время с помощью "ПФР-2", реализуются следующие задачи Фонда: персонализированный учёт застрахованных граждан; назначение, перерасчёт и выплата государственных страховых пенсий; назначение, перерасчёт и выплата социальных пособий; назначение и выплата материнского (семейного) капитала; управление средствами пенсионных накоплений; администрирование страховых взносов; аналитика, отчётность, общая статистика; управление капитальным строительством, материально-техническим обеспечением и недвижимым имуществом; внутриведомственный электронный информационный обмен; внешнее электронное взаимодействие и информационный обмен; бюджетирование в качестве пилотного проекта; облачные технологии; *Big Data* и др.

В реализации "ПФР-2" принимают участие ведущие технологические компании мира: *СУБД Caché* (США), *СУБД — IBM DB* (США), *SAPSE* (Германия), *Sky Technics Group* — ООО "ЭсТиДжи" (Россия) и др.

В соответствии с Федеральным законом от 27.07.2010 г. № 210-ФЗ "Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг" к информационным ресурсам ПФР в рам-

ках системы межведомственного электронного взаимодействия и двухстороннего информационного обмена подключены 2 500 информационных систем органов государственной власти всех уровней. В среднем в год ПФР отвечает на более чем 700 млн внешних запросов различных ведомств, которые на основании информации ПФР оказывают более 800 государственных и муниципальных услуг. Наиболее крупными потребителями информации ПФР являются *Фонд обязательного медицинского страхования, Росреестр, органы социальной защиты и здравоохранения субъектов РФ*.

В рамках развития электронного взаимодействия ПФР в 2021 г. заключил два новых соглашения: с РЖД и "X5 Retail Group" с целью обеспечения льготного проезда и получения налоговых льгот при покупке товаров гражданам предпенсионного возраста. Для отработки технологии льготного проезда в настоящее время осуществляется пилотный проект в Северо-Западной пригородной пассажирской компании, а с 2022 г. покупка льготных билетов гражданами предпенсионного возраста будет доступна на всех направлениях РЖД.

Большое внимание ПФР уделяет переводу услуг населению в электронный вид. Более 70 % заявлений на оказание услуг фонд получает сегодня в электронном виде, включая назначение пенсии и материнского капитала. Количество граждан, которые общаются с ПФР дистанционно, растёт ежегодно в 1,5–2 раза. Число сервисов по оказанию услуг в электронной форме за короткий промежуток времени возросло до 26 и продолжает увеличиваться. За 2020 год количество электронных обращений в ПФР за услугами, поступившим по разным информационным каналам, составило порядка 80 млн, а за первый квартал 2021 г. — 25 млн.

ПФР начал активно внедрять в свою работу цифровые технологии, которые позволяют гражданам решать те или иные их вопросы, не выходя из дома. В рамках программы "Цифровая экономика" разработаны ряд прототипов таких суперсервисов: получение статуса инвалида, факт рождения ребенка, выход на пенсию и др. В этих случаях гражданин получает сразу весь комплекс услуг, которые предоставляются всеми уровнями власти. Это избавит застрахованных граждан от обращения в разные организации.

Кроме перечисленных выше услуг, ПФР переходит от заявительного порядка предоставления услуг к проактивному. Это касается сегодня назначения разного рода доплат к пенсии и дистанционным выборе способа их доставки. Подготовлен для внедрения пилотный проект по проактивному назначению страховых и социальных пенсий по инвалидности, а также ежемесячной денежной выплаты (ЕДВ) инвалидам и детям-инвалидам.

Как показал анализ, внедрение ПФР-2 не обходится без серьёзных сбоев в работе. При плановой проверке реализации проекта ПФР-2, проведённой Счётной палатой РФ в 2014 г., было установлено, что 90 % информации, необходимой для автоматизации управления капитальным строительством, материально-техническим обеспечением и недвижимым имуществом, вводится вручную, без подтверждения документов электронной подписью. Это делает автоматизированную систему "справочным приложением к достоверным результатам ручного "бумажного труда". Кроме того, в системе содержались недостоверные данные как о недвижимом имуществе Фонда, так и о количестве его сотрудников. По заключению Счётной палаты РФ средства, потраченные ПФР на разработку и внедрение указанной системы, принятой в эксплуатацию еще в 2011 г., были использованы неэффективно.

Аудитор отметил также и другие существенные недостатки во внедрении АИС ПФР-2: освоение финансирования на ИКТ приходится в основном (55,8 %) на IV квартал года; информационная система подвержена риску "в осуществлении значимых социальных функций фонда" из-за дублирования полномочий по её разработке и внедрению Исполнительной дирекцией ПФР и Информационным центром персонализированного учёта; при заказе технологического оборудования не было предусмотрено приобретение автоматизированных рабочих мест (АРМ) специалиста по обслуживанию этого оборудования и др.

Подтверждением наличия крупных сбоев в управлении внедрением "ПФР-2" свидетельствуют и материалы по финансированию госзаказа в 2019 г., о чем нами сказано выше.

ПФР первый из социальных страховых фондов начал внедрение искусственного интеллекта. Это предусмотрено внедрением Фондом новой АИС ПФР-3. Она включает следующий круг задач: искусственный интеллект; база знаний; распределительный реестр; удалённая идентификация; виртуальная клиентская служба; единый центр кибербезопасности.

Искусственный интеллект пока охватывает два направления: обработку обращений граждан в режиме чат-бот и оценку пенси-

онных прав для выбора наиболее оптимального варианта начисления пенсии. Планируется, что это будет ядром новой информационной системы ПФР, занимающейся назначением пенсии. Для отработки этой технологии фонд приступил к внедрению пилотного проекта в Бурятии.

Фонд социального страхования Российской Федерации (ФСС РФ) создан для страхования на случай временной нетрудоспособности и в связи с материнством и страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Сведения о социальной и финансовой деятельности ФСС РФ за 2018 и 2019 гг. представлены в табл. 3.

Доходы бюджета ФСС РФ формируются в основном за счёт поступлений страховых взносов от предприятий и организаций на обязательное социальное страхование (92,8 %), в т.ч. страховых взносов на случай временной нетрудоспособности и в связи с материнством (75,7 %) и страховых взносов на страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний (17,1 %). Кроме того, фонд получает межбюджетные трансферты на обеспечение инвалидов техническими средствами реабилитации и на другие социальные цели. Функции главного администратора страховых взносов на страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний возложены на ФСС РФ.

Расходы бюджета ФСС РФ в соответствии с законодательством включают в себя: выплату пособий на случай временной нетрудоспособности и в связи с материнством (79,1 %); выплату пособий по временной нетрудоспособности от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний (13,6 %); оказание медицинской, социальной и профессиональной реабилитации пострадавшим; обеспечение предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний и др.

В структуре Фонда социального страхования РФ — 85 территориальных (региональных) отделений ФСС РФ (далее — ТО). Штатная численность Фонда на 01.01.2020 г. составила 32,8 тыс. единиц. Доля социальных услуг, доступных в электронном виде, составила по ФСС РФ в 2019 г. 74,2 %.

Для решения перечисленных и других задач по обязательному социальному страхованию в ФСС РФ создана и функционирует Единая информационная система (далее — ЕИИС Соцстрах), которая охватывает подразделения центрального аппарата, все региональные отделения Фонда, их филиалы и районные представительства. Она базируется на выделенных линиях связи и интернет-технологиях. В основе системы передачи данных лежат виртуальные частные сети (VPN), использующие для связей между отдельными своими элементами публичный Интернет. Создание VPN позволяет защищать от постороннего доступа информацию, передаваемую по сети Интернет, и связывать географически удалённые подразделения, не арендуя дорогостоящих выделенных междугородних линий.

Таблица 3

Показатель	2018 г.	2019 г.
Число выплат пособий по временной нетрудоспособности и в связи с материнством, тыс.	313,5	364,6
Число получателей пособий по временной нетрудоспособности и в связи с материнством, тыс.	27 421	32 891
Предоставление технических средств для реабилитации инвалидов, млн	371,8	385,2
Выдано путёвок на санаторно-курортное лечение, тыс.	154,2	165,6
Число страхователей (юридических и физических лиц), млн	4,2	4,1
Число страховых случаев, связанных с травматизмом и профессиональным заболеванием на производстве, тыс.	39,8	37,3
Получатели страховых выплат в возмещение вреда, причинённого здоровью несчастным случаем на производстве или профзаболеванием, тыс.	468	475
Исполнение бюджета ФСС РФ по доходам, млн руб.	735 240,0	770 618,5
Исполнение бюджета ФСС РФ по расходам, млн руб.	702 242,8	738 103,9
Источники: Федеральные законы Об исполнении бюджета Фонда социального страхования Российской Федерации за 2018 и 2019 гг.; Заключение Счётной палаты РФ на отчёт об исполнении бюджета ФСС РФ за 2019 г.; данные ФСС РФ		

В настоящее время первый этап компьютеризации Фонда (разработка и внедрение ЕИИС Соцстрах) завершён. Фонд подошёл ко второму важному этапу компьютеризации — оперативной аналитической обработке данных региональных отделений. Для этого в Фонде введена в эксплуатацию и проходит апробацию система мониторинга и аналитической обработки баз данных Фонда — "АРМ Руководителя".

Данная система реализована на основе современных информационных технологий и имеет целью обеспечить в масштабе реального времени контроль руководством Фонда: а) за текущей финансово-хозяйственной деятельностью ТО; б) исполнением ТО программ государственных гарантий по социальному страхованию; в) эффективностью использования ТО финансовых, материально-технических и кадровых ресурсов.

Федеральным законом от 08.12.2010 № 334-ФЗ "О бюджете Фонда социального страхования Российской Федерации на 2011 г. и на плановый период 2012 и 2013 гг." перед Фондом социального страхования РФ была поставлена задача о проведении в ряде субъектов РФ пилотного проекта о переходе к финансированию, назначению и выплате страхового обеспечения территориальными органами Фонда социального страхования РФ. Принятие данного законодательного акта вызвано неисполнением работодателями установленного федеральным законом от 29.12.2006 № 255 порядка начисления и выплаты страховых пособий застрахованным гражданам.

Во исполнение Федерального закона № 334-ФЗ Правительство РФ приняло 21.04.2011 г. постановление № 294, которым возложена на работодателей обязанность представления в электронном виде территориальным органам Фонда социального страхования РФ (страховщику) документов, подтверждающих право застрахованного лица на пособие, и заявления застрахованного лица на выплату пособия с указанием платёжных реквизитов.

Анализ исполнения Постановления № 294 показал, что работодатели нарушают требования по представлению страховщику документов (оснований) для назначения пособий застрахованным лицам: сроки представления документов не выдерживаются, они имеют низкое качество и направляются некомплектно. По данным Нижегородского регионального отделения ФСС РФ, количество нарушений по всем видам пособий социального страхования идёт на тысячи, а количество привлечений к ответственности работодателей составляет менее 1 % от предъявленных претензий. Такое положение сказывается на задержке выплат пособий, невыплате или неполной выплате пособий, а также ведёт к переплатам пособий.

Ряд экономистов предлагают ужесточить меры ответственности руководителей предприятий и организаций за ненадлежащее исполнение Постановления № 294, включая применение к ним жёстких административных штрафов. Нам представляется, что это не будет эффективным, а лишь вызовет недовольство страхователей, которые при проведении опросов жаловались на исполнение ими задач и функций, не свойственных их уставной деятельности.

Более перспективным для решения этой проблемы явилось бы полное исключение работодателей из процесса подготовки и передачи страховщику оснований для назначения и выплаты страхового обеспечения застрахованным лицам. Для этого следует использовать возможности внедрения в сфере оказания страховых услуг инструментов цифровой экономики.

Первым шагом в этом направлении явилось бы ускорение введения на всей территории страны в экономический оборот электронного листка нетрудоспособности. Его внедрение в практику назначения и выплаты пособий застрахованным лицам позволит: освободить страхователей от обязанности оформления листков нетрудоспособности и передачи информации по ним территориальным органам Фонда социального страхования РФ; исключить ошибки страхователей в заполнении листка нетрудоспособности и необходимости его переоформления в медицинских организациях; пресечь мошенническую деятельность лиц с выдачей и оформлением поддельных больничных листов и их оборот на рынке социальных услуг.

Исключительно важную роль в снижении занятости страхователей в процедурах назначения и выплаты пособий застрахованным играет налаживание на постоянной основе качественного электронного взаимодействия ФСС РФ и его территориальных органов с другими организациями, участвующими в организации обязательного социального страхования. Такие возможности и требования предусмотрены в Федеральном законе от 27.07.2010 № 210-ФЗ "Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг" (в ред. от 27.12.2019).

Показатель	Все виды экономической деятельности	Здравоохранение и предоставление социальных услуг
Персональные компьютеры	94,0	97,1
Серверы	53,4	63,2
Локальные вычислительные сети	63,9	78,9
Сеть Интернет, в том числе широкополосный доступ	91,11 86,5	95,4 92,1
"Облачные" серверы	26,1	31,2
Имевшие Web сайт в сети Интернет	50,9	75,9
Источник: Росстат		

Назрела также необходимость введения по опыту Пенсионного фонда России персонифицированного учёта застрахованных по обязательному социальному страхованию и, в первую очередь, по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Следует отметить, что опыт получения и использования информации о состоянии лицевого счёта застрахованных в ежедневном режиме имеется сегодня в ряде зарубежных стран: Германии, США, Канаде и др.

Фонды обязательного медицинского страхования предназначены для предоставления застрахованному лицу *необходимой медицинской помощи при наступлении страхового случая и по ее оплате медицинской организации.*

Ежегодно на эти цели за счёт страховых взносов юридических и физических лиц, трансфертов из федерального бюджета и других источников, установленных законодательством, направляются финансовые средства в объёмах более двух триллионов рублей (за 2019 г. — 2 123 млрд руб.). Эти средства используются для финансового обеспечения исполнения государственных базовых и территориальных программ оказания медицинской помощи застрахованным гражданам, численность которых за 2019 год составила в стране 146,5 млн человек.

Содержание и сложность осуществления информатизации системы медицинского страхования определяются особенностями её организационной структуры управления, которая определена Федеральным законом Российской Федерации от 29.11.2010 г. № 326-ФЗ "Об обязательном медицинском страховании".

В оказании бесплатной медицинской помощи застрахованным лицам принимают участие организации различной ведомственной подчинённости и форм собственности, имеющие к тому же существенно разные задачи и функции, а именно: Федеральный фонд обязательного медицинского страхования (ФОМС); Территориальные фонды обязательного медицинского страхования (ТФОМС); медицинские организации здравоохранения; страхователи для работающего населения; страхователи для неработающего населения; страховые медицинские организации (СМО). Это требует для обеспечения аккумуляции необходимых финансовых средств, их целевого использования и оказания качественной медицинской помощи населению организации ежедневного тесного взаимодействия всех участников здравоохранения.

Осуществление данной задачи и необходимость обработки огромных массивов финансовой и медико-экономической информации были бы невозможны без внедрения информатизации. Для этого в соответствии с "Комплексной программой информатизации ОМС на 1994—1997 гг." была создана Единая информационная система (ЕИС ОМС). За счёт средств ФОМС были приняты решения по оснащению рабочих мест компьютерами, запуск мощных серверов, создание корпоративной телекоммуникационной сети, использование электронной почты, обеспечение доступа в интернет, внедрение информационного и программного обеспечения и др. Это позволило не только существенно повысить производительность труда работников фондов ОМС, но и решить ряд актуальных задач по оказанию электронных услуг населению: организовать на информационной базе Пенсионного фонда России персонифицированный учёт застрахованных лиц, разработать и внедрить ряд ресурсов для оказания важных электронных услуг населению, в т.ч. ввести в оборот электронный больничный лист, электронную запись к врачу ("*Emias.info*"), перевод в электронный вид медицинских карт и др.

Значительные качественные изменения в области информатизации произошли и у других участников оказания бесплатной медицинской помощи застрахованным лицам. Сведения о современном уровне использования информационных и коммуникационных технологий в области здравоохранения и предоставления социальных услуг приведены табл. 4 (за 2018 г. в % от общего числа обследованных организаций).

Из этих данных видно, что экономическая деятельность здравоохранения и предоставление социальных услуг отличаются более высоким уровнем использования информационных и коммуникационных технологий по сравнению с общими результатами по экономике. Особенно заметно их преимущество по использованию передовых коммуникационных технологий. Нельзя, однако, не отметить, что в структуре затрат на ИКТ доля вложения средств на обучение сотрудников в здравоохранении и предоставлении социальных услуг составила за 2018 г. лишь 0,2 %.

При анализе нормативного, технологического и финансового обеспечения информатизации в здравоохранении есть и другие упущения. Так, здесь в отличие от других внебюджетных фондов *не существует Центра, который бы возглавил создание единого информа-*

ционного пространства по информатизации. В результате субъекты и участники оказания государственной бесплатной медицинской помощи населению действуют сегодня разрозненно, автономно.

Нам представляется, что обеспечение координации работ по информатизации между фондами ОМС, страховыми медицинскими организациями, аптечной сетью, обслуживающей ОМС, медицинскими организациями и информационными системами органов управления здравоохранением позволило бы: *а) выстроить единую техническую политику в проведении информатизации; б) повысить эффективность использования инвестиционных и финансовых ресурсов на внедрение ИКТ; в) обеспечить подготовку высококвалифицированных кадров; г) решить проблему улучшения доступности медицинской помощи населению.*

Следует отметить, что такая задача поставлена Президентом Российской Федерации в его Послании Федеральному Собранию Российской Федерации 20 февраля 2019 г. Говоря о мерах по улучшению доступности медицинской помощи, он сказал: *"На повышение доступности медицинской помощи должна работать информатизация здравоохранения. В течение трёх лет надо отладить электронное взаимодействие между медицинскими учреждениями, аптеками, врачами и пациентами".*

Вторая проблема. Как указывалось выше, в системе ОМС предусмотрена деятельность коммерческих страховых медицинских организаций. Она осуществляется на основании договоров с ТФОМС и договоров с медицинскими организациями, предусматривающих права и исполнение СМО следующих обязанностей: *ведение учёта застрахованных лиц и выданных им полисов обязательного медицинского страхования; осуществление контроля объёмов, сроков, качества и условий предоставления медицинской помощи застрахованным лицам; оплату медицинским организациям за счёт целевых средств от ТФОМС за оказанную застрахованным лицам медицинскую помощь.*

За исполнение перечисленных и других функций СМО получают от ТФОМС значительные денежные средства. Например, в 2018 г. — 1 929,7 млрд руб., в 2019 г. — 2 058,2 млрд руб. Кроме того, СМО получают средства от медицинских организаций в виде санкций за нарушения, выявленные при оказании медицинской помощи застрахованным лицам.

Из перечисленного выше видно, что возложенные на СМО обязательства по участию в ОМС в условиях развития информатизации под силу для выполнения ТФОМС. Это позволило бы: *во-первых*, обеспечить прозрачность и повышение ответственности медицинских организаций за оказание бесплатной медицинской помощи населению; *во-вторых*, повысить эффективность и целевое использование финансовых средств, направляемых для обеспечения повышения качества жизни населения; *в-третьих*, освободить работников ТФОМС от выполнения многочисленных функций, по взаимодействию со СМО, в том числе по контролю за целевым использованием ими средств.

Проведение такой реорганизации в одночасье невозможно. Для этого нужно время для подготовки соответствующей нормативной базы и накопление опыта. *В связи с этим представляется целесообразным провести на примере одного—трёх регионов пилотный проект по апробации предоставления медицинских страховых услуг населению без посредников.*

Следует использовать также опыт деятельности частных компаний СМО в Канаде, Германии и других развитых странах, где им разрешается оказание услуг, которые не включены в планы обязательного медицинского страхования, например, предоставление улучшенных больничных палат, услуг косметической хирургии и др.

Содержание

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Азаров В.К., Васильев А.В., Кутенёв В.Ф. — О разработке нового транспортного налога 1

АСМ-факты 6

КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Кульминский А.Ф. — Четырёхместовый лесотранспортный автомобиль для Республики Коми 7

Балакина Е.В., Кочетов М.С., Сарбаев Д.С., Сергиенко И.В. — Углы наклона колёс, анализ их взаимосвязей со свойствами шин и эксплуатационными свойствами автомобиля 9

Зув С.М., Коноплин Н.А., Малеев Р.А., Широков П.С. — Оптимизация системы повышения напряжения бортовой сети автомобиля 13

Тарасик В.П., Пузанова О.В. — Управление фрикционными гидромеханической передачи 18

ЭКСПЛУАТАЦИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС АТС

Кисуленко Б.В. — Реализация Венского соглашения 1997 г. о периодических технических осмотрах автомобилей в России и в ЕАЭС 25

ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

Васильев А.Н., Булавин И.А., Чувиллин Е.Е. — Повышение качества сборки подшипниковых узлов на основе адаптивного управления процессом регулирования преднатяга подшипников 30

ИНФОРМАЦИЯ

Калмыков Ю.П. — Информатизация институтов социального страхования 36

Главный редактор Н.А. ПУГИН

Зам. главного редактора Р.В. Козырев

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

- Балабин И.В. — д-р техн. наук, профессор МГТУ имени Н.Э. Баумана
Бахмутов С.В. — д-р техн. наук, зам. директора по научной работе ГНЦ "НАМИ"
Гируцкий О.И. — д-р техн. наук, профессор, зам. председателя Экспертного совета НАМИ
Гладков В.И. — канд. техн. наук, зам. генерального директора по научной работе ОАО "НИИТавтопром"
Ковригин А.С. — зам. генерального директора ОАО "АСМ-холдинг"
Комаров В.В. — канд. техн. наук, зам. генерального директора ОАО "НИИАТ" по научной работе
Коровкин И.А. — канд. экон. наук, исполнительный директор НП "ОАР"
Котиев Г.О. — д-р техн. наук, профессор МГТУ имени Н.Э. Баумана
Круглов С.М. — зам. генерального директора ОАО "НИИТавтопром"
Ксенович Т.И. — канд. физ.-мат. наук, МГТУ имени Н.Э. Баумана, НИЦ "Русаен"
Мамити Г.И. — д-р техн. наук, профессор Горского Агроуниверситета (Владикавказ)
Марков В.А. — д-р техн. наук, профессор МГТУ имени Н.Э. Баумана
Сорокин Н.Т. — д-р экон. наук, директор ФГБНУ ВНИМС ФАНО России
Тер-Мкртчян Г.Г. — д-р техн. наук, ГНЦ "НАМИ"
Титков А.И. — канд. техн. наук, эксперт аналитического центра ОАО "АСМ-холдинг"
Топалиди В.А. — канд. техн. наук, ТАДИ
Филимонов В.Н. — ответственный секретарь "АП"

Белорусский редакционный совет:

- Альгин В.Б. — д-р техн. наук, профессор, заместитель директора по научной работе ОИМ НАН Беларуси
Бурьян В.А. — главный конструктор ОАО "МЗКТ"
Кухаренок Г.М. — д-р техн. наук, профессор БНТУ
Лустенков М.Е. — д-р техн. наук, проф., ректор Белорусско-Российского университета (Могилёв)
Мариев П.Л. — д-р техн. наук, директор НТЦ "Карьерная техника" ОИМ НАН Беларуси
Рынкевич С.А. — д-р техн. наук, БНТУ (Минск)
Степук О.Г. — генеральный конструктор — начальник НТЦ ОАО "БелАЗ"
Харитончик С.В. — д-р техн. наук, ректор БНТУ (Минск)

Информационный партнёр АНО "НИЦ "Русаен"

Технический редактор Шацкая Т.А.

Корректор Сажина Л.И.

Сдано в набор 09.08.2021. Подписано в печать 05.09.2021.

Формат 60×88 1/8. Усл. печ. л. 4,9. Бумага офсетная.

Отпечатано в ООО "Канцлер".

150008, г. Ярославль, ул. Клубная, д. 4, кв. 49.

Оригинал-макет: ООО "Авансед солюшнз".

119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: www.aov.ru

ООО "Издательство "Инновационное машиностроение"

Адрес издательства и редакции: 107076, Москва, Колодезный пер., 2а, стр. 2

Телефоны: (915) 412-52-56 и (499) 269-54-98; (495) 785-60-69 (реклама и реализация)

E-mail: avtoprom-atd@mail.ru

www.mashin.ru

Журнал зарегистрирован Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство ПИ № 77-7184

Цена свободная.

Журнал рекомендован ВАК РФ для публикации трудов соискателей ученых степеней, входит в международную базу данных "Chemical Abstracts".

За содержание рекламных объявлений ответственность несет рекламодатель.

Перепечатка материалов из журнала "Автомобильная промышленность" возможна при обязательном письменном согласовании с редакцией; ссылка — обязательна.