Грузовик

10
2019

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Учредитель ООО "Научно-техническое издательство "Инновационное машиностроение"

Главный редактор С.Н. ПЕДЕНКО

Редакционный совет

В.С. Антипенко, д-р техн. наук, проф.
Е.В. Балакина, д-р техн. наук, проф.
Д.Х. Валеев, д-р техн. наук
Ю.Э. Васильев, д-р техн. наук, проф.
В.А. Волчков, "Autotransportnik.ru"
С.М. Гайдар, д-р техн. наук, проф.
Л.В. Грехов, д-р техн. наук, проф.
В.А. Зорин, д-р техн. наук, проф.
М.Ю. Карелина, д-р техн. наук, проф.
Н.Т. Катанаев, д-р техн. наук, проф.
В.Н. Козловский, д-р техн. наук, проф.
В.В. Комаров, канд. техн. наук
А.В. Кочетков, д-р техн. наук, проф.
В.А. Марков, д-р техн. наук, проф.
Л.Б. Миротин, д-р техн. наук, проф.
А.Н. Новиков, д-р техн. наук, проф
А.Н. Ременцов, д-р пед. наук, проф.
О.Н. Румянцева, генеральный директор ООО "Изд-во Инновационное машиностроение"
А.Ф. Синельников, канд. техн. наук, проф.
А.А. Солнцев, д-р техн. наук, проф.
В.С. Устименко, канд. техн. наук
Х.А. Фасхиев, д-р техн. наук, проф.
Н.Д. Чайнов, д-р техн. наук, проф.

Корпункт:
Я.Е. Карповский (г. Минск)

Адрес редакции:
107076, Москва, Колодезный пер., дом 2-а, стр. 12
Тел. (499) 269-48-96
E-mail: gruzovik@mashin.ru; http://www.mashin.ru

Адрес издательства:
107076, Москва, Колодезный пер., дом 2-а, стр. 2
Тел. (495) 661-03-36

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Регистрационный номер ПИ № ФС 77-63955 от 09.12.2015 г.

Подписной индекс:
по объединенному каталогу "Пресса России" 39799

ООО «Издательство «Инновационное машиностроение», "Грузовик", 2019

Перепечатка материалов из журнала «Грузовик» возможна при обязательном письменном согласовании с редакцией журнала. При перепечатке материалов ссылка на журнал «Грузовик» обязательна.

За содержание рекламных материалов ответственность несет рекламодатель.

В НОМЕРЕ:

Конструкция

3 *Васильев А. В., Ларцев А. М., Федянов Е. А.* Возможные пределы форсирования дизелей воздушного охлаждения

Энергетическое машиностроение

7 *Фасхиев Х. А.* Электрический привод — будущее автотранспорта. Часть 1

Исследования. Расчет

11 *Жедь О. В.,* Кошеленко А. С. Исследование круглых протяжек для обработки базового отверстия шестерни коленчатого вала

Эксплуатация. Ремонт

16 *Фадеев И. В., Ременцов А. Н., Садетдинов Ш. В.* Новые композиции смазочно-охлаждающих жидкостей в ремонтном производстве

Городской пассажирский наземный транспорт

21 *Постолит А. В.* Тенденции развития транспортных платежных систем в зарубежных странах

32 *Денисов А. С., Феклин Е. В.* Совершенствование управления техническим состоянием пассажирского парка мегаполиса

Практика

37 *Ременцов А. Н., Царев Д. Д.* Совершенствование системы управления независимыми станциями технического обслуживания

Безопасность

41 *Крамаренко Б. А.* Система водитель—автомобиль—дорога и пути принятия управленческих решений

43 ***Пресс-тур***

Журнал входит в Перечень утвержденных ВАК РФ изданий для публикации трудов соискателей ученых степеней http://perechen.vak2.ed.gov.ru/
Система Российского индекса научного цитирования www.elibrary.ru.
Двухлетний импакт-фактор РИНЦ 2017 г. — 0,542. Место в рейтинге SCIENCE INDEX за 2017 г. по тематике "Транспорт" — 27; по тематике "Машиностроение" — 52.

Информация на сайте "Autotransportnik.ru"

Truck

10
2019

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND INDUSTRIAL MAGAZINE

Founder JSC Scientific and Technical Publishing House "Innovative Engineering"

Editor-in-Chief S.N. PEDENKO

Editorial council

V.S. Antipenko, dr. en. s., prof.
E.V. Balakina, dr. en. s., prof.
D.H. Valeev, dr. en. s.
Ju.E. Vasilyev, dr. en. s., prof.
B.A. Volchkov, «Autotransportnik.ru»
S.M. Gaidar, dr. en. s., prof.
L.V. Grekhov, dr. en. s., prof.
V.A. Zorin, dr. en. s., prof.
M.Ju. Karelina, dr. en. s., prof.
N.T. Katanaev, dr. en. s., prof.
V.N. Kozlovsky, dr. en. s., prof.
V.V. Komarov, cand. tehn. s.
A.V. Kochetkov, dr. en. s., prof.
V.A. Markov, dr. en. s., prof.
L.B. Mirotin, dr. en. s., prof.
A.N. Novikov, dr. en. s., prof.
A.N. Rementsov, dr. hab, phd in en. s.
O.N. Rumyantseva, gen. dir. JSC "Publisher "Innovative Engineering"
A.F. Sinelnikov, cand. tehn. s., prof.
A.A. Solntsev, dr. en. s., prof.
V.S. Ustymenko, cand. tehn. s.
J.A. Faskhiyev, dr. en. s., prof.
N.D. Chaynov, dr. en. s., prof.

Correspondent's office:
Ya.E. Karpovsky (Minsk)

Address of the editorial office:
107076, Moscow, Kolodezny Lane, house 2-a, str. 12
Ph. (499) 269-48-96
E-mail: gruzovik@mashin.ru; snp748@yandex.ru
http://www.mashin.ru

Address of publishing house:
107076, Kolodezny Lane, house 2-a, str. 2
Ph. (495) 661-03-36

The magazine is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Communications (Roskomnadzor).
Registration number PI number FS77.-63955 on December 9, 2015

Subscription index:
according to the integrated catalog "Press of Russia" 39799

JSC Innovatsionnoye mashinostroyeniye Publishing House, "Truck", 2019

Грузовик

Уважаемые подписчики и читатели журнала "Грузовик"!

Просим сообщить на e-mail: snp748@yandex.ru свой электронный адрес, имя или название организации с указанием:

"ПОДПИСЧИК" или **"Хотел бы подписаться"**

CONTENTS:

Design

3 *Vasilyev A. V., Lartsev A. M., Fedyanov E. A.* Possible limits of the crossing air cooling diesel engines

Energy engineering

7 *Faskhiev Kh. A.* Electric drive — the future of motor transport. Part 1

Research. Calculation

11 *Zhed O. V.,* *Koshelenko A. S.* Study of round broaches for machining of the base hole of the crankshaft gear

Exploitation. Renovation

16 *Fadeev I. V., Rementsov A. N., Sadatdinov Sh. V.* A new composition of cutting fluids in repair

Public passenger land transport

21 *Postolit A. V.* Trends in the development of transport payment systems in foreign countries

32 *Denisov A. S., Feklin E. V.* Improving the management of the technical condition of passenger park metropolis

Practice

37 *Rementsov A. N., Tsarev D. D.* The question of improvement of the management system on independent dealerships

Security

41 *Kramarenko B. A.* System driver—car—road and ways of making managerial decisions

43 ***Press tour***

Information on the site "Autotransportnik.ru" The reprint of materials from the "Truck" magazine is possible at obligatory written coordination with editorial office of the magazine. At the link to the "Truck" magazine is obligatory for a reprint of materials.

For contents of advertizing materials responsibility is born by the advertiser.

КОНСТРУКЦИЯ

УДК 621.436.12
Васильев А. В., д-р техн. наук, профессор, e-mail: vasilyev@vstu.ru,
Ларцев А. М., канд. техн. наук, доцент, e-mail: lartsev.am@yandex.ru,
Федянов Е. А., д-р техн. наук, профессор, e-mail: tig@vstu.ru,
ФГБОУ ВО "Волгоградский государственный технический университет"

ВОЗМОЖНЫЕ ПРЕДЕЛЫ ФОРСИРОВАНИЯ ДИЗЕЛЕЙ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

В настоящее время резко возрос интерес к освоению Крайнего Севера и Арктики. Дизели воздушного охлаждения большой мощности могут найти широкое применение в столь суровых условиях. В связи с этим задача определения возможных пределов форсирования дизелей воздушного охлаждения вновь становится актуальной. Решение поставленной задачи было выполнено путем расчетно-экспериментального определения возможных пределов форсирования дизелей воздушного охлаждения по выбранному критерию, определяющему предел форсирования. В результате определены допустимые уровни форсирования дизелей воздушного охлаждения наддувом при различных коэффициентах избытка воздуха и степенях охлаждения наддувочного воздуха. На основании анализа результатов расчетов сделан вывод о том, что дизели воздушного охлаждения при форсировании наддувом особенно критичны к величине отношения давления наддува к противодавлению на выпуске. Показано, что с увеличением этого отношения максимальная и средняя температуры огневого днища головки цилиндра снижаются по линейному закону. Выполнена оценка возможных пределов увеличения диаметра цилиндра дизеля воздушного охлаждения с различными уровнями форсирования по среднему эффективному давлению.

Ключевые слова: *двигатель воздушного охлаждения, уровень форсирования, охлаждение наддувочного воздуха, коэффициент избытка воздуха.*

Currently, interest in the development of the Far North and the Arctic has increased dramatically. High-power air-cooled diesels can be widely used in such harsh conditions. In this regard, the problem of determining the possible limits of forcing air cooling diesels becomes relevant again. The solution of the problem was performed by calculation and experimental determination of possible limits of forcing the diesel engine air-cooling according to the chosen criterion that defines the limit of forcing, at various degrees of intercooling and regulations on the coefficient of excess air. As a result, identify the acceptable levels of for-the contribution of diesel engine air cooling supercharged with different degree of cooling and the adjustment to the excess air ratio. Based on the analysis of calculations' results it is concluded that the diesel engine aircooling when crossing the supercharged is especially critical to the value of the ratio of boost pressure to exhaust back pressure. It is shown that with an increase in this ratio, the maximum and average temperatures of the fire bottom of the cylinder head decrease linearly. The estimation of the possible limits of increasing the diameter of the air-cooled diesel cylinder with different levels of forcing on the average effective pressure.

Keywords: *air-cooled engine, level of boost, charge air cooling, air excess factor.*

Главной конструктивной особенностью многоцилиндровых двигателей воздушного охлаждения, затрудняющей форсирование, является отсутствие монолитного блока цилиндров. Вследствие этого картер легче деформируется под действием сил от опорных шеек коленчатого вала, что, в свою очередь, нарушает геометрию опорных поверхностей и снижает надежность работы коленчатого вала. Указанная конструктивная особенность осложняет форсирование, но не является фактором, определяющим предельно допустимый уровень повышения мощности. Жесткость картера может быть повышена увеличением толщины стенок, добавлением ребер жесткости. У коленчатого вала можно увеличивать диаметр шеек и сечение щек.

Фактором, принципиально ограничивающим достижимый уровень форсирования двигателей с воздушным охлаждением, является термическая напряженность головки цилиндра [1, 2]. Как известно, интенсивность отвода теплоты в охлаж-

дающий воздух существенно ниже, чем в жидкость [3]. Согласно имеющимся данным [4] коэффициент теплоотдачи на внешних охлаждающих поверхностях двигателей воздушного охлаждения лежит в пределах 50...800 Вт/(м^2·К), в то время как при отводе теплоты в охлаждающую жидкость он на порядок больше [5]. Еще выше интенсивность теплоотвода при испарительном охлаждении.

При форсировании двигателя воздушного охлаждения тепловой поток в стенки камеры сгорания растет. В то же время количество теплоты, которое может быть отведено системой охлаждения, практически не увеличивается, так как конструктивные возможности увеличения поверхностей охлаждения, как правило, уже исчерпаны [6, 7], а повышение мощности вентилятора и, соответственно, скорости обдува поверхностей охлаждения воздухом не сильно влияет на теплоотдачу, но заметно снижает кпд двигателя [8].

С увеличением размерности дизелей воздушного охлаждения задача повышения мощности становится особенно сложной. Влияние размерности двигателя воздушного охлаждения на предельно достижимую величину среднего эффективного давления p_e обусловлено следующим. С увеличением размерности объем камеры сгорания при сохранении величины отношения хода поршня к диаметру цилиндра, а следовательно, и количество сгорающей топливно-воздушной смеси растут примерно пропорционально кубу диаметра цилиндра. В то же время площадь охлаждаемых воздухом поверхностей увеличивается пропорционально квадрату диаметра. С учетом изложенного, при сохранении доли теплоты, передаваемой в стенки камеры сгорания, плотность теплового потока от внешних поверхностей должна с увеличением диаметра цилиндра расти. Практически это возможно лишь путем повышения температур на охлаждаемых поверхностях и, как следствие, средних температур деталей двигателя.

Можно утверждать, что для двигателей воздушного охлаждения существует предел повышения размерности, выше которого нельзя обеспечить допустимый температурный режим деталей цилиндро-поршневой группы при заданном уровне форсирования. Среди серийно выпускавшихся и выпускающихся в настоящее время дизелей воздушного охлаждения самую большую размерность имел дизель 8ЧВН15/16, производившийся на Волгоградском моторном заводе. За время выпуска удалось повысить мощность этого двигателя с 272 кВт (p_e = 0,85 МПа) до 404 кВт (p_e = 1,26 МПа) [9, 10]. Этот дизель имел также самое высокое значение p_e среди дизелей воздушного охлаждения, предназначенных для тягово-транспортных машин. Все это свидетельствует о том, что оценку возможности форсирования дизелей воздушного охлаждения до предельного уровня целесообразно рассмотреть на примере именно этого дизеля.

Оценка возможных пределов форсирования наддувом дизелей воздушного охлаждения при различных уровнях охлаждения воздуха наддува и различных регулировках по коэффициенту избытка воздуха была проведена с помощью расчетно-экспериментального метода оценки теплового состояния головки цилиндра [11]. На рис. 1 показаны зависимости возможных по условию ограничения максимальной температуры головки цилиндра T_{max} значений номинальной мощности N_e от глубины охлаждения воздуха наддува ΔT при различных регулировках по коэффициенту избытка воздуха α. Параметры турбокомпрессоров менялись с целью увеличения расхода воздуха.

Выполнены расчеты по уменьшению коэффициента избытка воздуха путем увеличения цикловой подачи без изменения параметров турбокомпрессора. На рис. 2 и 3 приведены зависимости максимальной температуры головки цилиндра от номинальной мощности с детальной дифференциацией коэффициента избытка воздуха при одном турбокомпрессоре и разных значениях глубины охлаждения воздуха наддува.

Как известно, значительное влияние на показатели двигателя оказывает отношение давления наддува $p_К$ к противодавлению на выпуске $p_Т$, определяемое параметрами турбокомпрессора. Повышение указанного отношения дает возмож-

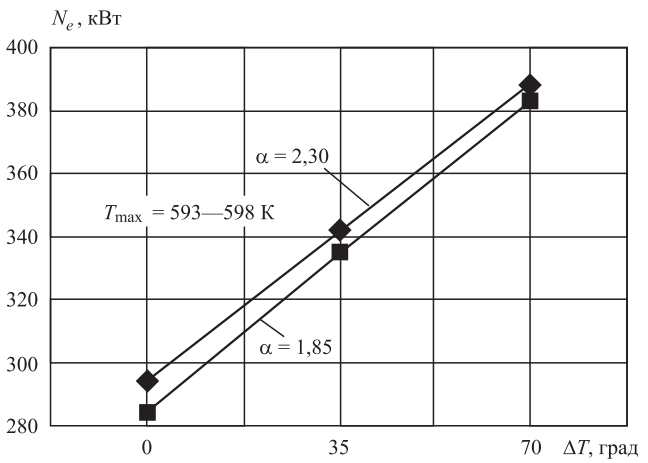

Рис. 1. Предельная мощность двигателя по тепловому состоянию головки цилиндра

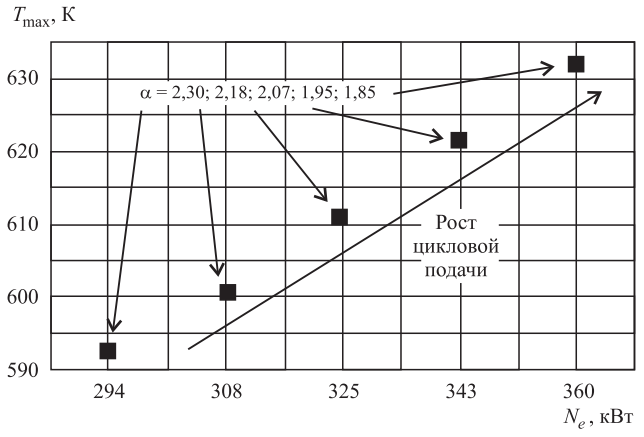

Рис. 2. Зависимость теплового состояния головки цилиндра от эффективной мощности при разных величинах коэффициента избытка воздуха. Двигатель без охладителя наддувочного воздуха (ОНВ)

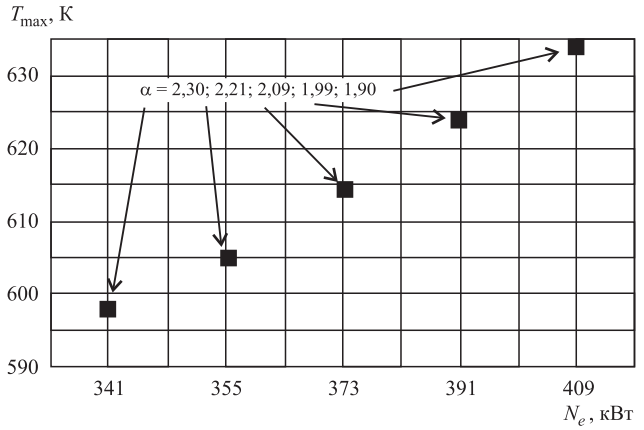

Рис. 3. Зависимость теплового состояния головки цилиндра от эффективной мощности при разных величинах коэффициента избытка воздуха. ΔT = 35 К

ность уменьшить коэффициент остаточных газов γ_r и увеличить коэффициент наполнения ηv, уменьшить тепловую напряженность. В частности, при более высоких значениях кпд компрессора величина отношения $p_к/p_т$ увеличивается. На рис. 4 представлена зависимость максимальной T_{max} и средней $T_{дгц}$ температуры деталей головки цилиндра от отношения $p_к/p_т$ при постоянной мощности дизеля.

С увеличением рабочего объема двигателя воздушного охлаждения усложняется задача поддержания его допустимого теплового состояния. Особенно это касается дизельных двигателей с их характерной неравномерностью температурного поля в камере сгорания и бóльшей, по сравнению с бензиновыми двигателями, продолжительностью процесса горения в целом. В связи с этим

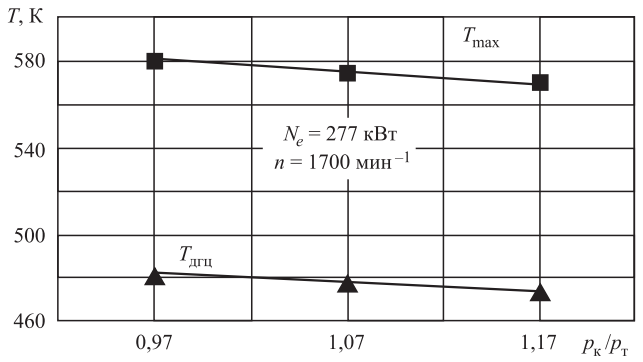

Рис. 4. Зависимость теплового состояния головки цилиндра от $p_к/p_т$

выполнена оценка возможных значений диаметров цилиндров дизелей воздушного охлаждения, при которых удается обеспечить необходимое охлаждение головки цилиндра, исходя из предельно допустимой по величине плотности теплового потока q в днище головки. На рис. 5 показано как меняется максимально возможный по условиям охлаждения диаметр цилиндра в зависимости от уровня форсирования.

Приведенные результаты численных экспериментов позволяют выбрать параметры охладителей наддувочного воздуха, агрегатов наддува, значения коэффициентов избытка воздуха, обеспечивающие допустимое тепловое состояние двигателя воздушного охлаждения при заданном уровне форсирования. На основе анализа результатов расчетов сделан вывод о том, что дизели

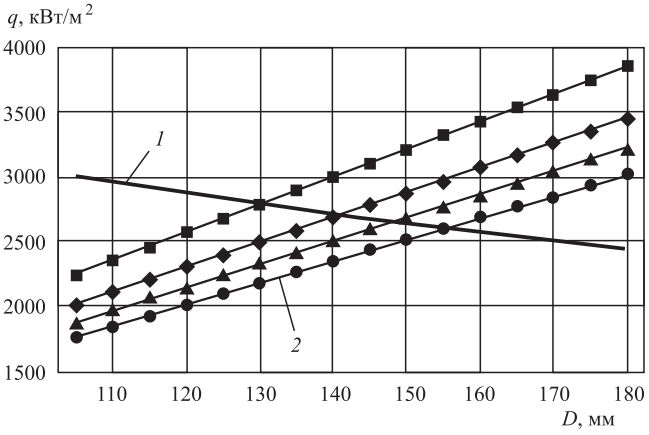

Рис. 5. Максимально допустимые диаметры цилиндров двигателей воздушного охлаждения на различных уровнях форсирования:

1 — ограничение по предельному тепловому состоянию головки; *2* — фактические тепловые потоки; • — p_e = 0,96 МПа; ▲ — p_e = 1,03 МПа, ♦ — p_e = 1,11 МПа, ■ — p_e = 1,26 МПа (ΔT = 35°, T_{max} = 623 К)

воздушного охлаждения при форсировании наддувом особенно критичны к величине отношения давлений $p_к/p_т$. Показано, что с увеличением отношения $p_к/p_т$ максимальная и средняя температуры огневого днища головки цилиндра снижаются по линейному закону. Выполнена оценка наибольших (пороговых) значений диаметров цилиндров дизелей воздушного охлаждения, при которых удается обеспечить необходимое охлаждение головки цилиндров, исходя из предельно допустимой по величине максимальной среднеинтегральной температуры плотности теплового потока в ее днище.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Васильев А. В., Ларцев А. М., Федянов Е. А.** Оценка теплового состояния головки цилиндра двигателя воздушного охлаждения при его форсировании // Грузовик. — 2017. — № 11. — С. 24—27.
2. **Ларцев А. М.** Особенности форсирования наддувом дизелей воздушного охлаждения большой размерности: монография. ВолгГТУ. — Волгоград, 2015. — 163 с.
3. **Арнольд Л. В., Михайловский Г. А., Селиверстов В. М.** Техническая термодинамика и теплопередача: учеб. для судомеханич. спец. ин-тов водного транспорта. 2-е изд., перераб. — М.: Высшая школа, 1979. — 446 с.
4. **Поспелов Д. Р.** Двигатели внутреннего сгорания с воздушным охлаждением. Теория и расчет. — М.: Машиностроение, 1971. — 535 с.
5. **Теплообмен** в двигателях и теплонапряженность их деталей / Н. Х. Дьяченко [и др.]; под ред. С. Н. Дашкова. — Л.: Машиностроение, 1969. — 248 с.
6. **Меньшенин Г. Г.** Повышение технического уровня и надежности дизельных двигателей воздушного охлаждения 8ЧВН15/16 с учетом результатов эксплуатации: монография. — Волгоград: ВПИ (филиал) ВолгГТУ, 2006. — 298 с.
7. **Оптимизация** конструкции теплонапряженных деталей дизелей / С. М. Шелков, В. В. Мирошников, Н. А. Иващенко, Д. Л. Хак. — Москва: Машиностроение, 1983. — 112 с.
8. **Результаты** исследовательских испытаний дизеля В-400 по определению пределов его форсирования: технический отчет. — Волгоград: Волгоградский моторный завод, 1989. — 33 с.
9. **Дизель 8ДВТ-330.** Техническое описание и инструкция по эксплуатации / Под ред. Г. Г. Меньшенина. — М.: Машиностроение, 1986. — 144 с.
10. **Ларцев А. М.** Особенности производства двигателей воздушного охлаждения большой мощности // Двигателестроение. — 2013. — № 4. — С. 9—13.
11. **Васильев А. В., Ларцев А. М., Федянов Е. А.** Метод оценки изменения теплового состояния головки цилиндра двигателя воздушного охлаждения при его форсировании // Известия МГТУ МАМИ. Серия "Транспортные машины, транспортно-технологические средства и энергетические установки." — 2016. — Вып. 4. — № 30. — С. 15—19.

ИЗДАТЕЛЬСТВО

"ИННОВАЦИОННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ"

принимает подписку на журнал

"ГРУЗОВИК"

ТРАНСПОРТНЫЙ КОМПЛЕКС. СПЕЦТЕХНИКА

на 2019 год

Подписавшись в издательстве, вы:
1) получаете без задержек журнал с первого номера;
2) экономите на стоимости почтовой доставки;
3) получаете скидку до 5 %.

Наши реквизиты:
E-mail: realiz@mashin.ru
Тел.: 8 (495) 785-60-69.
Отдел продаж, маркетинга, рекламы
WWW.MASHIN.RU

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 658.53
Х. А. Фасхиев, д-р техн. наук, профессор кафедры прикладной гидромеханики ФГБОУ ВО "Уфимский государственный авиационный технический университет", профессор кафедры экономики, менеджмента и маркетинга Уфимского филиала финансового университета при Правительстве Российской Федерации
E-mail: faskhiev@mail.ru

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРИВОД — БУДУЩЕЕ АВТОТРАНСПОРТА. ЧАСТЬ 1

Проведен анализ проблем развития подвижного состава на автомобильном транспорте, преимущества и недостатки автотранспорта на газомоторном топливе и на электрической тяге. Отмечено, что для массового перехода автомобилей на электрическую тягу имеются веские основания. По экологичности электромобили за полный жизненный цикл превосходят автомобилей на нефтяном топливе. Сравнительный анализ экономической эффективности легковых и грузовых электромобилей с автомобилями того же класса, оснащенными двигателями внутреннего сгорания, показал, что электромобили уже сейчас в эксплуатации более выгодны, несмотря на их дороговизну. Установлено, что совокупная стоимость владения электромобилей за жизненный цикл меньше, чем у автомобилей на нефтяном топливе. Сделан вывод о том, что электрификация автомобилей может в корне изменить установившийся порядок целых отраслей экономики.

Ключевые слова: *автомобиль, электромобиль, экология, вредные выбросы, газомоторное топливо, электроэнергия, цена, экономичность.*

The analysis of the problems of the development of rolling stock in road transport, the advantages and disadvantages of vehicles on gas engine fuel and on electric propulsion has been carried out. It is noted that there are good reasons for the mass transition of cars to electric traction. In terms of environmental friendliness, electromobiles for a full life cycle are superior to vehicles on oil fuel. A comparative analysis of the economic efficiency of passenger cars and cargo electric vehicles with cars of the same class equipped with internal combustion engines showed that electric vehicles are already more profitable in operation, despite their high cost. It is established that the total cost of ownership of electric vehicles for the life cycle is less than that of cars on oil fuel. It is concluded that the electrification of cars can radically change the established order of entire sectors of the economy.

Keywords: *automobile, electric vehicle, ecology, harmful emissions, gas engine fuel, electric power, price, profitability.*

Экологические проблемы автомобилизации

Одной из ключевых проблем человечества в XXI веке стало чрезмерное загрязнение окружающей среды, приводящее к снижению качества жизни на планете. Особую тревогу вызывает негативное воздействие автомобильного транспорта в населенных пунктах. Так, по данным работы [1], 60 % загрязнения воздуха в крупных городах приходится на долю автотранспорта, 31 % — на промышленно-производственные объекты, 9 % — на жизнедеятельность населения. В Москве, например, доля автомобилей во вредных выбросах в атмосферу превышает 87 %.

С началом экономических преобразований в начале 90 гг. XX века в России началась массовая автомобилизация. Улично-дорожная сеть и транспортная инфраструктура страны в целом, созданная в годы планово-директивной экономики из расчета 60 автомобилей на 1000 жителей, оказалась чрезмерно перегруженной, что самым негативным образом отразилось, с одной стороны, в экологии населенных пунктов, с другой — в безопасности дорожного движения. В начале 2019 г. на тысячу россиян приходилось 297 легковых автомобилей

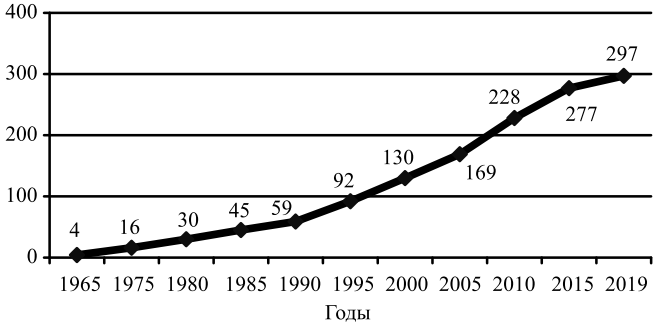

Рис. 1. Число легковых автомобилей на 1000 жителей в России

(рис. 1), а если учесть все виды автомототехники, эта цифра возрастает до 389 ед. По европейским меркам эти показатели весьма скромные, в странах ЕС на тысячу жителей приходится от 400 до 600 автомобилей. В некоторых городах России обеспеченность автотранспорта достигла уровня европейских стран. Так, во Владивостоке в начале 2019 г. на 1000 жителей приходилось 540 автомобилей, в Москве — 487. 30 % российских семей имеют в своем распоряжении один, 19 % — два и более легковых автомобилей. Тенденция автомобилизации России с темпами 3—5 % в год будет продолжаться до тех пор, пока насыщенность не достигнет показателей развитых стран — 500—600 автомобилей на 1000 жителей. Следовательно, в будущем экологические проблемы в наших городах будут усугубляться.

Современный автомобиль, с одной стороны, высокотехнологичный, наукоемкий продукт, превосходящий по сложности первые спутники земли, электронное оснащение которого по производительности превосходит компьютеры 10-летней давности. С другой стороны, автомобиль с двигателем на нефтяном топливе по экологичности явно не соответствует требованиям современного общества и достигнутому уровню развития науки и техники. Техническое решение обозначенной проблемы известно — переход на электротягу, но еще не получило массового распространения. Сложившаяся ситуация похожа на период появления и развития первых двигателей внутреннего сгорания. В 1885 г. Г. Даймлер и В. Майбах разработали бензиновый, а в 1897 г. Р. Дизель — дизельный двигатель внутреннего сгорания (ДВС). Весь имеющийся транспорт того периода был оснащен паровыми двигателями, и предстояла задача перевода всех их на ДВС.

Во всех видах негативного воздействия на окружающую среду автотранспорт явный лидер: в загрязнении воздуха его доля 95 %, в шуме — 50 %, в воздействии на климат — 70 %, выброс антропогенных парниковых газов — 23 %. Всемирная организация здравоохранения признала отработанные газы дизельных двигателей канцерогенными. Выбросы автотранспорта сокращают продолжительность жизни на 4 года, детская смертность увеличивается на 1 %. В России от последствий загрязнения воздуха ежегодно умирают 300—350 тыс. человек. Это непроизведенные 110 млрд руб. ВВП ежегодно. Экологический ущерб от автотранспорта оценивается в 180—300 млрд руб.

Ключевая проблема автомобилей связана со сжиганием в ДВС нефтяного топлива с крайне низкой эффективностью. Коэффициент полезного действия двигателя (кпд) внутреннего сгорания по теплотворной способности топлива равен 30...33 %, т. е. около 70 % тепла через систему выхлопа и охлаждения рассеивается в окружающую среду. Кроме того, если еще учесть степень использования в эксплуатации грузоподъемности, например легкового автомобиля, то кпд его составит менее 1 %. В мире около 65 % добываемой нефти используется для выработки моторного топлива. В 2018 г. мировой автопарк, насчитывающий около 1,8 млрд ед. автомототехники (рис. 2), употребил более 2,5 млрд т моторного топлива, российский автопарк, насчитывающий более 57,2 млн единиц техники, — 68,3 млн т.

При сгорании нефтяного топлива в ДВС образуются более 200 различных вредных веществ. Среднестатистический автомобиль с массой 1200 кг потребляет в год 4 т кислорода, при этом в атмосферу выбрасывает около 800 кг угарного газа, 40 кг оксидов азота и 200 кг различных углеводородов. Автотранспортный парк России ежегодно выбрасывает в атмосферу 27 тыс. т бензола, 18 тыс. т формальдегидов, 1,8 т бензопирена,

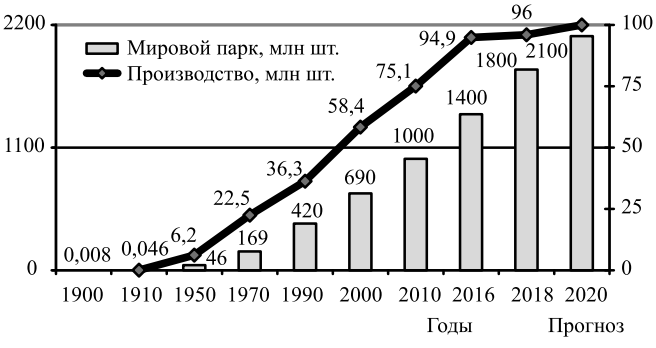

Рис. 2. Парк автомобилей и динамика их производства в мире

которые считаются особо вредными для здоровья. Суммарный выброс автомобилями загрязняющих веществ в атмосферу в Москве, например, составляет около 1830 т/год, или 120 кг на одного жителя [2]. Аналогичная картина и в других городах. На улицах Уфы, например, максимальная концентрация сероводорода и этилбензола летом 2018 г. превышала в 9,5 раз предельно допустимой концентрации (ПДК), частиц пыли — в 4,6 раза, ксилола — в 4,0 раза, толуола — в 3,5 раза, оксид углерода — в 3,4 раза, бензопирена — в 2,9 раза, фенола — в 2,6 раза, бензола — в 1,6 раза. Общее количество вредных веществ, ежегодно выбрасываемых автотранспортом в мире, превышает 20 млн т и увеличивается в среднем на 3 % в год [3].

В XXI веке мировой парк автомобилей растет с темпом около 2,5 % в год, ежедневно выпускается более 263 тыс. автомобилей, российский парк автомототехники увеличивается в среднем на 1,5 млн в год, а производство превышает 1,9 млн. По прогнозам экспертов к 2035 г. ожидается удвоение мирового парка как легковых, так и коммерческих автомобилей. Можно прогнозировать экологическую обстановку на планете, если в ближайшее время не будут приняты кардинальные меры в энергопотреблении на автотранспорте.

С целью уменьшения вредного воздействия автомобилей на экологию в 90-е годы прошлого века были приняты национальные и региональные законы, нормирующие вредные выбросы автомобилей в атмосферу, которые с интервалом в 3—5 лет пересматривались. В странах Европейского союза с 2015 г. действуют нормы Евро 6, в России с 2018 г. — Евро 5. Однако такой подход к повышению экологичности автотранспорта практически исчерпал свои возможности, так как дальнейшее ужесточение и так предельно жестких норм вредных выбросов экономически неэффективно. Каждая ступень незначительно ужесточает нормы выброса, а цена автомобиля при этом повышается на 20—25 %, что негативно отражается в коммерческих результатах как производителей, так, потребителей автомобильной техники. Так, в 2018 г. ПАО "КАМАЗ" завершил с операционным убытком в 669 млн руб., тогда как в 2017 г. прибыль завода составила 6,76 млрд руб., т. е. финансовые результаты от производственной деятельности за год уменьшились в 111 раз, хотя выручка при этом увеличилась на 3,9 %. Одной из причин тому стало введение с 1.01.2018 г. норм Евро 5 в соответствии с техническим регламентом № 609 "О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации, вредных (загрязняющих) веществ". Переход на новый класс экологических требований приводит к удорожанию систем нейтрализации, изменению конструкций с их усилением, решение которых повышает себестоимость продукции. При высоком уровне конкуренции на рынке у производителя нет возможности повышать цену на свой товар и, как следствие, снижается рентабельность производства. Аналогичные явления на автозаводе наблюдались и при переходе на Евро 3 и на Евро 4.

Проблема вредных выбросов автотранспорта комплексно и глобально может быть решена разработкой принципиально новых типов двигателей, использованием альтернативных источников энергии, в частности переводом автомобилей на электрическую тягу. В ближайший период решением проблемы может стать переход на газомоторное топливо. Какая должна быть стратегия России в обеспечении экологичности транспорта? На сегодня нет однозначного ответа на этот вопрос. Будущее автомобильного рынка будет связано с принятой стратегией развития автомобильной техники.

У автотранспорта кроме экологичности есть еще одна серьезная проблемная область — дорожно-транспортные происшествия (ДТП). По данным Всемирной организации здравоохранения, ежегодно жертвами ДТП становятся более 1,5 млн человек, из них более 186 тыс. — дети. Ежедневно в ДТП погибают более 3 тыс. человек, около 100 тыс. получают травмы. По данным экспертов Мичиганского университета, в мире ежегодно в ДТП гибнут в среднем 18 человек на каждые 100 тыс. населения [4]. В смертельных исходах от всех несчастных случаев доля автотранспорта составляет 30 %. Экономические потери от ДТП, по данным Всемирного банка, превышают 500 млрд долл. в год. Для России проблема ДТП стоит особо остро. Число пострадавших в расчете на 10 тыс. автомобилей у нас в 2—3 раз больше, чем в развитых европейских странах (рис. 3). И это несмотря на то, что число автомобилей на 1000 жителей в России в среднем в 2 раза меньше, чем у них. В 2018 г. произошло 167,22 тыс. ДТП, в которых погибло 18,1 тыс. человек, ранено 168,1 тыс. человек. По статистике причина 80 % ДТП связана с водителем.

Глобально проблема безопасности дорожного движения может быть решена переходом на автономное управление автомобилями.

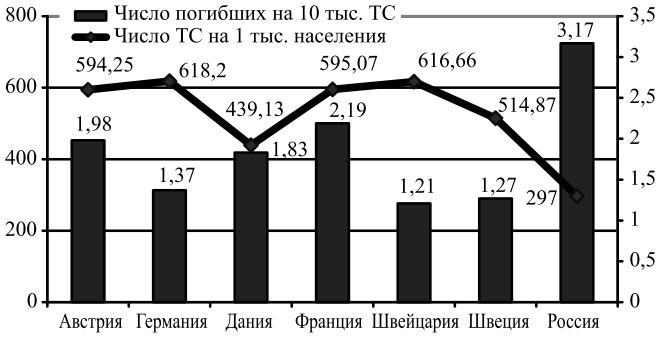

Рис. 3. Удельные показатели смертности в ДТП

К внедрению системы автопилота наиболее приспособлены именно электромобили, поэтому переход на электротягу и автономное управление целесообразно реализовать совместно. Автопилот решает еще одну острую проблему на коммерческом транспорте — дает возможность ускорить время доставки грузов за счет увеличения времени работы подвижного состава. Дело в том, что "Европейское соглашение, касающееся работы экипажей транспортных средств, производящих международные автомобильные перевозки" ограничивает время управления автомобилем 9 часами в сутки при одном и 18 часами — при двух водителях [5]. Еженедельная продолжительность управления автомобилем не должна превышать 56 часов, при недельном фонде времени 168 часов. В течение двух последующих недель время управления автомобилем не должно превышать 90 часов, т. е. при двухнедельном исчислении лишь 27 % фонда времени подвижной состав выполняет транспортную операцию. Нерациональное использование подвижного состава по времени приводит к увеличению необходимого количества автомобилей на дорогах. В результате перегружаются транспортные сети, увеличивается число ДТП, растут вредные выбросы в атмосферу, общество несет дополнительные материальные и трудовые потери.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Овсянников Е. М., Фомин А. П.** Тяговые электрические системы автотранспортных средств. — М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2019. — 303 с.
2. **Будрейко Е. Н.** Экология городов. Загрязнение почв, воды и воздуха. URL: https://www.portal-slovo.ru/impressionism/41495.php (дата обращения: 20.03.2019 г.)
3. **Проблемы экологии** и загрязнение атмосферного воздуха выхлопами газа автомобильного транспорта. URL: https://vuzlit.ru/1340135/problemy_ekologii_zagryaznenie_atmosfernogo_vozduha_vyhlopami_gaza_avtomobilnogo_transporta (дата обращения: 14.03.2019 г.).
4. **Россия застряла** между Африкой и Европой. URL: https://www.gazeta.ru/auto/2014/02/21_a_5920689.shtml (дата обращения: 21.03.2019 г.).
5. **Европейское соглашение,** касающееся работы экипажей транспортных средств, производящих международные автомобильные перевозки (ЕСТР) (Женева, 1 июля 1970 г.). URL: http://base.garant.ru/2560634/#block_6#ixzz4zLJykWeI. (дата обращения: 15.11.2018 г.).
6. **Подведены итоги** конференции "Газомоторное топливо: инфраструктура 2018". URL: https://mplast.by/novosti/2018-06-06-itogi-gazomotornoe-toplivo-infrastruktura-2018/ (дата обращения: 21.03.2019 г.).
7. **Структура** электрогенерации в крупнейших странах мира в 2017 году. URL: http://peretok.ru/infographics/699/18194/ (дата обращения: 2.12.2018 г.).
8. **Сидорович В.** Миф о "грязном" электромобиле-2. URL: http://renen.ru/the-myth-of-the-dirty-electric-car-2. (дата обращения: 4.12.2018 г.).
9. **Общее количество** электромобилей в мире превысило отметку 2 млн экземпляров. URL: https://itc.ua/blogs/obshhee-kolichestvo-elektromobiley-v-mire-prevyisilo-otmetku-2-mln-ekzemplyarov-iz-kotoryih-1-2-mln-chistyih-elektromobiley-i-0-8-mln-podklyuchaemyih-gibridov. (дата обращения: 10.11.2018 г.).
10. **Удар по России:** как электромобили давят рынок нефти. URL: https://www.gazeta.ru/business/2017/10/20/10951334.shtml. (дата обращения: 26.03.2019 г.).
11. **Сколько** сейчас эксплуатируется электромобилей в мире. [Эл. ресурс]. URL: http://beelead.com/skolko-elektromobilej-mire (дата обращения: 25.06.2018 г.).
12. **Гогладзе О.** По прогнозам шведской компании EV-Volumes, к концу 2018 года на дорогах мира будет уже 5 млн электрических автомобилей. URL: https://hightech.fm/2017/12/26/lectric-and-plug-in-hybrid (дата обращения: 10.11.2018 г.).
13. **Электромобили** в западных странах уже обходятся дешевле ДВС. URL: https://habr.com/post/374061 (дата обращения: 21.11.2018 г.).
14. **Фасхиев Х. А.** Совокупная стоимость владения электромобилем // Справочник. Инженерный журнал. 2018. № 8. С. 41—49; № 9. С. 47 — 54.
15. **Костин И. М., Фасхиев Х. А.** Технико-экономическая оценка грузовых автомобилей при разработке. — Набережные Челны: Изд-во Камского политехнического института, 2002. — 479 с.
16. **Зарядка** Tesla дизель-генератором оказалась экологичнее езды на дизельной машине. URL: https://nplus1.ru/news/2018/02/19/tesla (дата обращения: 26.03.2019 г.).

УДК 620.1; 621.91:658.56

О. В. Жедь, канд. техн. наук, доцент, **А. С. Кошеленко,** канд. техн. наук,
Российский университет дружбы народов (РУДН)
E-mail: zhed_ov@pfur.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ КРУГЛЫХ ПРОТЯЖЕК ДЛЯ ОБРАБОТКИ БАЗОВОГО ОТВЕРСТИЯ ШЕСТЕРНИ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА

Методом фотомеханики выполнена оценка напряженно-деформированного состояния круглой протяжки на ее плоских моделях из оптически чувствительного материала с целью совершенствования методов их расчета на основе экспериментальных данных. Протяжка предназначена для протягивания базового отверстия шестерни коленчатого вала газораспределительного механизма с верхним расположением клапанов на этапе механической ее обработки.

Ключевые слова: *шестерня коленчатого вала, цилиндрическая протяжка, плоская оптическая модель протяжки, фотомеханика, физическое моделирование, напряжения.*

The method of photomechanics is used to estimate the stress-strain state of a round broach on its flat models from an optically sensitive material with the aim of improving the methods of their calculation based on experimental data. The broach is designed for pulling the base hole of the crankshaft gear wheel with the upper valve arrangement at the stage of its mechanical processing.

Keywords: *crankshaft gear, cylindrical broach, flat optical broach model, photomechanics, physical modeling, stresses.*

(Рисунки на 2—4-й полосах обложки)

В двигателях внутреннего сгорания своевременный впуск в цилиндры свежего заряда горючей смеси и выпуск отработавших газов обеспечивается газораспределительным механизмом (ГРМ). Рассмотрим двигатели, на которых установлен ГРМ с верхним расположением клапанов, что дает возможность улучшить наполнение цилиндров и условия сгорания рабочей смеси. Например, V-образный 8-цилиндровый двигатель ЗИЛ-131. В такой конструкции привод распределительного вала от коленчатого вала осуществляется при помощи зубчатой передачи — шестерни коленчатого вала *2* (рис. 1). Для этой цели на переднем торце коленчатого вала *1* насажена стальная шестерня *2*, а на переднем торце распределительного вала — чугунная шестерня *3*. Каждая из шестерен конструктивно связана угловым положением с коленчатым (одним из кривошипов) или распределительным (одним из кулачков) валом посредством шпоночного паза. Метки *4*, проставленные на шестернях, строго ориентированы по отношению к их шпоночному пазу. При сборке двигателя метка на зубе шестерни коленчатого вала должна быть совмещена с меткой на межзубной впадине шестерни распределительного вала. Столь строгое техническое требование рабочих чертежей шестерен ГРМ двигателя по относительному положению зубчатых венцов и их шпоночных пазов накладывает на этап механической обработки ограничение в последовательности обработки этих поверхностей. Более технологичным является вариант обработки зубчатого венца раньше обработки шпоночного паза, так как обеспечение технического требования по угловому положению шпоночного паза к зубчатому венцу значительно проще, чем венца к шпоночному пазу. В свою очередь, нетрадиционная последовательность обработки шпоночного паза создает условие нетехнологичности на этапе черновой токарной многорезцовой обработки. Эта обработка состоит в том, чтобы значительные крутящие моменты, создаваемые силами резания, были уравновешены моментами сил трения на поверхности отверстия шестерни,

у которой отсутствует на момент токарной обработки шпоночный паз. Таким образом, натяги, а следовательно, и давления в парах отверстие шестерни и поверхность элементов технологической оснастки в контакте с ним (жесткие оправки с натягом или оправки с разжимными кулачками, плунжерами, цангами) будут максимальными. Реализуется вариант с высокими контактными давлениями вследствие значительных технологических натягов между рабочими поверхностями упомянутой выше технологической оснастки и отверстием шестерни, что может приводить к повреждению контактирующих поверхностей как обрабатываемых шестерен, так и самой технологической оснастки в виде задиров.

В работе методом фотомеханики [1] исследуется напряженно-деформированное состояние круглой протяжки на ее плоской модели (рис. 2, *а*), как элемента технологической системы для обработки шестерни коленчатого вала. Размеры плоской модели протяжки соответствовали геометрическим параметрам продольного срединного сечения реальной круглой протяжки (рис. 2, *б*) для обработки отверстия в шестерне коленчатого вала. Изменение коснулось только радиусов выкружек на переходной галтели с передней поверхности зубьев к основанию стружечной канавки с целью выявления влияния величины радиусов, которые в модельном эксперименте составляли соответственно r_i = 3; 4 и 5 мм.

Были изготовлены две модели протяжек, отличающиеся друг от друга величиной активного сечения в основании контура зубьев. Геометрические параметры одной из моделей соответствовали расчетному контуру новой протяжки (рис. 2), а параметры второй модели соответствовали изношенной (с уменьшенным в два раза толщиной зуба по сравнению с исходным контуром) протяжке в связи с переточками, необходимыми для восстановления ее режущих свойств на протяжении срока службы.

В процессе резания на зуб протяжки действуют две силы: осевая или сила резания P_z, действующая вдоль оси протяжки и направленная противоположно направлению силы тяги $P_т$ станка, и поперечная P_y, направленная перпендикулярно к оси протяжки (рис. 3).

Соотношение P_y/P_z зависит от свойств обрабатываемого материала и варьируется в зависимости от величины подачи на зуб при обработке сталей в пределах 0,9—0,6, а при обработке чугунов 0,8—0,4 [2]. Нагружение модели производилось по равнодействующей этих сил. Угол равнодействующей β был взят из расчета соотношений P_y/P_z. Схема нагружения, приведенная в работе на фотограммах, осуществлялась под углом 31°, что соответствует соотношению сил P_y/P_z = 0,6 при обработке сталей. В конкретном случае стальной шестерне коленчатого вала ГРМ. Нагружение моделей выполнено с учетом силового подобия по месту приложения и направлению равнодействующих сил резания. По этой причине полученные результаты модельного эксперимента можно переносить на реальную протяжку из инструментальной стали с учетом коэффициентов геометрического и силового подобия.

Протяжки для обработки отверстий имеют вид стержня с концентричным расположением зубьев относительно ее оси. Эта конструктивная особенность обеспечивает симметричную относительно оси модели протяжки нагрузку от сил резания P_y и P_z (рис. 3, *б*). К хвосту модели протяжки в тяговом патроне приложено изменяющееся вдоль ее оси усилие тяги $P_т$, которое приводит к нагружению каждого сечения симметричной пары зубьев некоторой силой $kP_т$, где $k < 1$. В каждом сечении на каждый зуб симметрично расположенной пары зубьев действует составляющая равнодействующей сил резания R_i на направление оси протяжки, совпадающей с вектором главного движения — скорости резания. Система будет находиться в равновесии при условии равенства их усилию тяги.

Для проведения модельного эксперимента разработано и изготовлено нагружающее устройство (рис. 4). Модель протяжки *7* устанавливается на основание *6*, на котором смонтированы кронштейны *8* с нагружающими винтами *9*. Усилие от винтов *9* передается через дисковые оптические микродинамометры *4* зубьям модели протяжки при их завинчивании. Тяговое усилие передается протяжке через захват *1*, и его величина регистрируется показаниями пары оптических дисковых динамометров *3*. Пластинки *10* и *5*, изготовленные из прозрачного оптически малочувствительного оргстекла, удерживают модель в плоскости основания *6*.

Тарирование оптических свойств материала моделей выполнялось на дисках, изготовленных из материала моделей протяжки, и эти же диски применялись в физических модельных экспериментах в качестве оптических микродинамометров

как датчики силы резания. Тарировкой материала установлены его оптическая постоянная $\sigma_0^{1,0}$ и цена полосы σ_0^t для конкретной толщины модели $t = 0{,}48$ см в направлении просвечивания. Что составляет: $\sigma_0^t = \sigma_0^{1,0}/t = 19{,}5/0{,}48 = 40{,}3$ кгс/см^2/полосу. Выполнено нагружение моделей по схемам, в которых учитывается известное из технической литературы [2] соотношение P_y/P_z в пределах 0,9—0,6 для сталей и 0,8—0,4 для чугунов в зависимости от подачи на зуб протяжки. Указанное соотношение силы упругих деформаций P_y и силы резания P_z, моделировалось их равнодействующей R_i, направленной под углом β по отношению к оси модели протяжки, совпадающей с вектором скорости резания. Составляющие P_y и P_z равнодействующей R определялись при обработке фотограмм расчетом из геометрических соотношений. Значение величины равнодействующей R_i определялось из фотограммы по показанию соответствующего i-й позиции оптического дискового микродинамометра (рис. 5). Фотограммы снимались в прямом потоке в белом и монохроматическом свете, в темном и светлом полях. На рис. 5 приведены фотограммы моделей протяжки при схеме нагружения под углом β = 31°. Каждый вариант контура модели протяжки нагружался дважды по предельному положению угла β равнодействующей сил резания. Выполнено четыре нагружения моделей поочередно новой и переточенной протяжек. Сначала зубья исследуемой модели нагружались под углом β = 31°, а затем под углом β = 42°. Введем обозначения для модели новой протяжки — 31Н, где цифры в индексации модели соответствуют величине угла β положения равнодействующей R, а буква Н соответствует исходной протяжке, т. е. новой. Модель переточенной протяжки соответственно обозначим 31П; по аналогии цифры соответствуют углу β положения равнодействующей сил резания, а буква П означает вариант переточенной протяжки. Аналогично обозначаются модели, нагружаемые под углом β = 42°.

По результатам обработки фотограмм построены эпюры напряжений вдоль контура зубьев (рис. 6—7) и касательных напряжений в опасных диаметральных сечениях (рис. 8), проходящих через точки с максимальными контурными напряжениями на переходных галтелях в выкружках зубьев; дана их сравнительная характеристика.

Величина равнодействующей R_i силы резания, которая приложена к каждому зубу модели протяжки, определялась по формуле $R_i = \frac{\sigma_0^{1,0}\pi n_c d}{8}$. Здесь $n_c = 2$ — порядок полосы в центре диска; $d = 0{,}8$ см — диаметр микродинамометрического диска; $\sigma_0^{1,0}$ — оптическая постоянная материала — 19,35 кгс/см/полосу. В результате расчета имеем величину равнодействующей: $R = 12$ кгс, или 117,6 Н. Сила тяги $P_т$ определялась также по показанию дисковых динамометров по аналогичной формуле, в которой $n_c = 2{,}8$ — порядок полосы в центре диска диаметром $d' = 1{,}6$ см, и сила тяги на один диск составляет $P_т = 34$ кгс. На модель действует сила двух дисков, создающих силу тяги, поэтому суммарная сила тяги равна $\sum P_т = 2P_т = 2 \cdot 34 = 68$ кгс.

По результатам обработки экспериментальных данных рассчитывался теоретический коэффициент концентрации напряжений α_σ, который представляет собой отношение максимальных напряжений в опасной точке конструкции к номинальному напряжению, рассчитанному с помощью формул сопротивления материалов для некоторого аналога без учета концентрации вследствие геометрической неоднородности контура модели. Обычно этот коэффициент определяется по соотношению: $\alpha_\sigma = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_{ном}}$, где σ_{max} — максимальные значения местных напряжений в исследуемой зоне, устанавливаемые по данным эксперимента, а $\sigma_{ном}$ — расчетные напряжения в исследуемой зоне без учета геометрических неоднородностей модели. Для вычисления по данным эксперимента определяется максимальный порядок полосы на переходной галтели от передней поверхности зуба модели протяжки к основанию контура стружечной канавки.

В конкретном случае исследования напряженно-деформированного состояния плоского аналога круглой протяжки следует рассматривать **два варианта** расчета номинальных напряжений при оценке прочности протяжки [3]. **Первый вариант** относится к оценке прочности активного сечения тела протяжки в диаметральной плоскости, проходящей через точки с максимальным уровнем контурных напряжений в переходных галтелях выкружек зуба. **Второй вариант** относится к оценке прочности самого зуба протяжки, находящегося под действием сил резания и подвергающегося изгибающим и сжимающим деформациям. В работе выполнено определение значений коэффициентов концентрации напряжений для различных радиусов переходных галтелей моделей новых и

переточенных протяжек, способов их нагружения и уровней нагрузки. Полученные результаты позволяют выполнить сопоставительный анализ вариантов задач исследования и, следовательно, облегчить поиск рациональных конструкторских и технологических решений с целью повышения ресурса протяжки.

Рассмотрим первый вариант определения номинальных напряжений по прочности активного сечения тела протяжки в диаметральной плоскости, проходящей через точки с максимальным уровнем контурных напряжений в переходных галтелях выкружек зуба. Эпюры действительных максимальных касательных напряжений τ_{max} для всех экспериментальных моделей вдоль обозначенных сечений приведены на рис. 8. Эти сечения принимаются за номинальные по первому расчетному варианту. Результаты обработки всех фотограмм выполненных экспериментов по первому расчетному варианту представлены в сводной табл. 1. В ней добавлены результаты обработки моделей, которые нагружались под углом $\beta = 42°$. Фотограммы этих экспериментов в статье не приводятся.

Зависимости коэффициента концентрации $\alpha_{\sigma i}$ от параметра r_i/D_i изменения отношения радиуса выкружки к внутреннему диаметру протяжки в сечении, проходящем через точки с максимальным контурным напряжением σ_{max} на переходной галтели, приведены на рис. 9.

Рассмотрим второй вариант определения номинальных напряжений по прочности активного сечения тела зуба протяжки в плоскости, которая перпендикулярна передней поверхности зуба и проходит через точку с максимальным уровнем контурных напряжений σ_{max} в переходных галтелях выкружек зуба. Это та же самая точка с максимальным уровнем контурных напряжений, о которой идет речь в первом расчетном варианте, но сравнение во втором случае выполняется с номинальными напряжениями, определяемыми в сечении основания зуба протяжки. Таким образом, второй вариант относится к оценке прочности самого зуба протяжки, находящегося под действием сил резания, и подвергающегося изгибающим и сжимающим деформациям. Во втором расчетном варианте предположительно изменение напряженности зубьев в сторону ее увеличения. Это связано с утонением активного сечения их основания из-за переточек в период эксплуатации. В зубе протяжки для вычисления номинальных напряжений предлагается использовать формулу сложного сопротивления для прямой консольной балки, высота которой равна ширине опасного сечения зуба в его основании. Эта формула имеет вид:

$$\sigma_H = \frac{R_i}{t}\left(\frac{6l\cos(\alpha+\beta)}{S_i^2} - \frac{\sin(\alpha+\beta)}{S_i}\right),$$

где l — плечо силы P_z^i; t — толщина зуба (модели); S_i — ширина опасного сечения в основании зуба, проходящего через точку с σ_{max} на переходной галтели перпендикулярно к передней поверхности зуба (рис. 10). Величины l, α, S_i замеряются по схеме при зарисовке нагруженного зуба с учетом масштаба, t — известно из параметров материала модели протяжки. В формуле первая составляющая в скобках изгибает зуб, а вторая сжимает его, поэтому между ними знак минус. Данные по расчету коэффициента концентрации для всех моделей приведены в сводной табл. 2.

В табл. 2 в столбце "модель" введена индексация по каждому зубу модели протяжки. Здесь, буквы *а* или *б* представляют информацию в каждой паре

Таблица 1

Сводная таблица коэффициентов концентрации напряжений $\alpha_{\sigma i}$ в диаметральном сечении модели протяжки для параметра r_i/D_i

Модель	$\sigma_{ном1}$, кг/см^2	$\sigma_{ном2}$, кг/см^2	$\sigma_{ном3}$, кг/см^2	σ_{max1}, кг/см^2	σ_{max2}, кг/см^2	σ_{max3}, кг/см^2	$\alpha_{\sigma 1}$	$\alpha_{\sigma 2}$	$\alpha_{\sigma 3}$
31Н	13,6	13,8	13,6	118,9	100,8	84,6	8,7	7,3	6,2
31П	13,7	13,2	12,6	257,9	229,7	201,5	18,8	17,4	15,9
42Н	13,5	13,6	12,7	120,9	92,7	64,5	9	6,8	5,1
42П	12,8	11,9	11,5	149,1	133,0	120,9	11,6	11,2	10,5

Таблица 2

Сводная таблица коэффициентов концентрации напряжений $\alpha_{\sigma i}$ в расчетном сечении основания зубьев модели протяжки для параметра r_i, β

Модель		$\sigma_{ном1}$, кг/см^2	$\sigma_{ном2}$, кг/см^2	$\sigma_{ном3}$, кг/см^2	σ_{max1}, кг/см^2	σ_{max2}, кг/см^2	σ_{max3}, кг/см^2	$\alpha_{\sigma 1}$	$\alpha_{\sigma 2}$	$\alpha_{\sigma 3}$
31Н	*а*	56,6	54,2	40,7	80,6	80,6	80,6	1,42	1,49	1,98
	б	47,5	57,6	33,9	157,17	120,9	88,66	3,31	2,10	2,62
31П	*а*	239,5	210,2	146,9	249,86	209,56	201,5	1,04	1,00	1,37
	б	169,1	183,8	154,9	261,95	249,86	201,5	1,55	1,36	1,30
42Н	*а*	43,6	45,9	31,8	116,87	100,75	56,42	2,68	2,19	1,77
	б	42,4	41,6	22,0	124,93	84,63	72,54	2,95	2,03	3,30
42П	*а*	123,2	161,1	93,2	161,2	169,26	112,84	1,31	1,05	1,21
	б	102,7	122,6	100,2	149,11	112,84	120,9	1,45	0,92	1,21

зубьев симметрично расположенной относительно оси модели протяжки с одинаковым радиусом галтели. Эти индексы имеются на фотограммах, так как они были нанесены на каждую модель протяжки перед фотографированием. В расчетах по первой методике принималось усредненное значение напряжений $\alpha_{\sigma i}$ по каждой паре зубьев в соответствующем расчетном сечении. По второй методике каждый зуб рассматривался отдельно.

В завершение физического модельного эксперимента проведен эксперимент на математической модели по аналогичному нагружению модели протяжки — метод конечных элементов. Сопоставление картин напряжений, полученных в результате физического и математического экспериментов, показывает, что результаты математического эксперимента схожи с результатами физического, что, в свою очередь, позволяет в дальнейшем проводить математические эксперименты по нагружению модели протяжки без дополнительной проверки на физической модели, изменяя геометрию зон концентрации и критерии силового нагружения. Исходя из полученных значений коэффициентов концентрации напряжений $\alpha_{\sigma i}$ (см. таблицы), можно сделать вывод о том, что напряженность расчетного сечения основания зубьев значительно выше напряженности диаметрального сечения, проходящего через точки с максимальными напряжениями в выкружке зубьев. Обратим внимание на тот факт, что для обоих расчетных вариантов максимальный уровень напряжений в переходных галтелях выкружек зубьев идентичен, и величина концентрации напряжений по этой причине зависит от уровня номинальных напряжений в соответствующих расчетных сечениях. Поэтому коэффициенты концентрации напряжений во втором расчетном варианте ниже, чем в первом. При этом номинальные напряжения в сечении основания зубьев значительно выше, что оказывает влияние на высокий уровень напряженности в нем по сравнению с диаметральным сечением, и тем самым позволяет сделать вывод о том, что значительный объем материала протяжки подвержен высокому уровню напряжений в этой зоне конструкции. Именно этот факт, выявленный в результате модельного эксперимента, дает основание рекомендовать поверочный расчет на прочность зубьев изношенной протяжки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Кошеленко А. С., Позняк Г. Г.** Теоретические основы и практика фотомеханики в машиностроении. — М.; Издательский дом "Граница", 2004. — 296 с.: ил.
2. **Щеголев А. В.** Конструирование протяжек. — М.: Машгиз, 1960. — 352 с.
3. **Рогов В. А., Кошеленко А. С., Жедь О. В., Предеина А. И.** Исследование методом фотомеханики градиентов напряжений и коэффициентов концентрации напряжений при оценке прочности круглой протяжки // Технология машиностроения. — 2013. — № 2. — С. 21—27.

УДК 622.692.4
И. В. Фадеев, канд. техн. наук, доцент, ЧГПУ им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары,
А. Н. Ременцов, д-р пед. наук, канд. техн. наук, профессор, МАДИ, г. Москва,
Ш. В. Садетдинов, д-р хим. наук, профессор, ЧГУ им. И. Н. Ульянова, г. Чебоксары
E-mail: rementsov@yandex.ru

НОВЫЕ КОМПОЗИЦИИ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ В РЕМОНТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ), используемые при обработке металлов резанием в ремонтном производстве, имеют низкие противокоррозионные свойства. Известно, что моноборaты лития ($LiBO_2$), натрия ($NaBO_2$) и калия (KBO_2) повышают противокоррозионные свойства синтетических моющих средств, а тиокарбамид ($CS(NH_2)_2$) является компонентом СОЖ, поэтому в целях подбора новых, эффективных композиций СОЖ были исследованы противокоррозионные и смазочно-охлаждающие свойства систем $LiBO_2$ — $CS(NH_2)_2$ — H_2O, $NaBO_2$ — $CS(NH_2)_2$ — H_2O и KBO_2 — $CS(NH_2)_2$ — H_2O, которые показали, что скорость коррозии стали Ст. 3 в 3-процентном водном растворе хлорида натрия (NaCl) при добавлении в раствор составов № 1 ($LiBO_2$ и $CS(NH_2)_2$ в соотношении 4:1), № 2 ($NaBO_2$ и $CS(NH_2)_2$ в соотношении 2:1) и № 3 (KBO_2 и $CS(NH_2)_2$ в соотношении 2:1) по отдельности существенно понижается, причем состав № 3 в большей степени замедляет скорость коррозии.
На основе полученных данных по коррозионным испытаниям установлено, что разработанные составы на основе моноборатов лития, натрия, калия и тиокарбамида являются эффективными ингибиторами коррозии. Испытания водных растворов $LiBO_2$ и $CS(NH_2)_2$, $NaBO_2$ и $CS(NH_2)_2$ и KBO_2 и $CS(NH_2)_2$ в количестве 30 г/л в качестве СОЖ на операции шлифования показали, что они отвечают требованиям практики по применению СОЖ.

Ключевые слова: *моноборат лития, натрия, калия, тиокарбамид, смазочно-охлаждающая жидкость, коррозия, скорость коррозии, противокоррозионные свойства.*

Cutting fluids (CF) used in the processing of metals by cutting in the repair industry have low anticorrosive properties. It is known that monolaurate lithium ($LiBO_2$), sodium ($NaBO_2$) and potassium (KBO_2) enhance anti-corrosive properties of detergents and thiourea ($CS(NH_2)_2$) is a component of the coolant, therefore, in order for the selection of new effective compositions Sozh was studied anti-corrosive and lubricating and cooling properties of systems $LiBO_2$ — $CS(NH_2)_2$ — H_2O, $NaBO_2$ — $CS(NH_2)_2$ — H_2O and KBO_2 — $CS(NH_2)_2$ — H_2O, which showed that the corrosion rate of steel 3 in a 3 % aqueous solution of sodium chloride (NaCl), when added to the solution of compositions No. 1 ($LiBO_2$ and $CS(NH_2)_2$ in a ratio of 4:1), No. 2 ($NaBO_2$ and $CS(NH_2)_2$ in a ratio of 2:1) and No. 3 (KBO_2 and $CS(NH_2)_2$ in a ratio of 2:1) separately, the composition No. 3 significantly reduces the corrosion rate.
Based on the data obtained in corrosion tests, the composition developed on the basis of monoborat lithium, sodium, potassium and thiocarbamide are effective corrosion inhibitors. Tests of aqueous solutions of $LiBO_2$ and $CS(NH_2)_2$, $NaBO_2$ and $CS(NH_2)_2$ and KBO_2 and $CS(NH_2)_2$ in an amount of 30 g/l as a cutting fluid (CF) for grinding operations have shown that they meet the requirements of practice for the use of coolant.

Keywords: *monoborate lithium, sodium, potassium, thiocarbamide, cutting fluid, corrosion, corrosion rate, anticorrosive properties.*

Актуальность исследования

Обязательным элементом многих технологических процессов в ремонтном производстве автотранспортной отрасли являются технологические среды (ТС), которые представляют собой водные растворы кислот, щелочей, солей и некоторых органических соединений. Кроме этого, товарные ассортименты технологических сред включают индустриальные масла, некоторые нефтяные фракции с присадками, эмульсолы, представляющие собой грубодисперсные эмульсии в воде, а также композиции, образующие в воде микроэмульсии или прозрачные растворы [1—5].

К настоящему времени разработано и освоено большое количество технологических сред, которые используются для обработки металлов резанием, для очистки металлической поверхности, например, от масляных загрязнений и окалины, для получения магнетитных покрытий на стали

и в качестве закалочных сред [6—8]. Планируется расширение производства технологических сред для более полного обеспечения потребностей экономики страны и, в первую очередь, автоматизированных технологических комплексов металлообработки. Массовый характер использования ТС в металлообрабатывающей отрасли обусловливает необходимость разработки новых, более эффективных водосмешиваемых технологических сред. В их состав могут входить эмульгаторы, ингибиторы коррозии, биоциды, противозадирные присадки, электролиты и связующие вещества [9, 10]. Известно, что монобораты лития, натрия и калия повышают противокоррозионные свойства синтетических моющих средств, а тиокарбамид является компонентом смазочно-охлаждающих жидкостей [11—13]. Также известно, что действие противокоррозионных, смазывающих, моющих и некоторых других свойств присадок возрастает, если их использовать комплексно в оптимальных соотношениях. В связи с этим исследования по разработке новых композиций ТС являются актуальными и востребованными.

Цели и задачи исследования

В целях подбора новых, эффективных композиций технологических жидкостей были исследованы системы $LiBO_2$ — $CS(NH_2)_2$ — H_2O, $NaBO_2$— $CS(NH_2)_2$ — H_2O и KBO_2 — $CS(NH_2)_2$ — H_2O при 25 °С методами физико-химического анализа [14—16].

Методика исследования

Исследования проводили по методикам, описанным в [17—19]. Для опытов использовали монобораты лития, натрия, калия и тиокарбамид марки "ч.д.а.". Результаты экспериментов по изучению растворимости и свойств жидких фаз приведены в табл. 1 и на рис. 1.

Как следует из табл. 1, бораты и тиокарбамид оказывают взаимное высаливающее действие. Эвтонические растворы характеризуются следующими составами: 2,53 % монобората лития и 10,56 % тиокарбамида; 19,38 % монобората натрия и 10,37 % тиокарбамида; 16,12 % монобората калия и 9,98 % тиокарбамида. Все три раствора имеют щелочную реакцию: pH равны 7,20; 7,55 и 8,20 соответственно.

Как видно из рис. 1 (в качестве примера приведена диаграмма растворимости системы $NaBO_2$ — $CS(NH_2)_2$ — H_2O при 25 °С), кривые растворимости изучаемых систем включают две ветви, отвечающих полям кристаллизации исходных компонентов: $LiBO_2 \cdot 8H_2O$, $NaBO_2 \cdot 4H_2O$, и KBO_2.

Характер изменения изотерм растворимости показывает, что содержание боратов в растворе находится в параболической зависимости от концентрации тиокарбамида и аналитически описывается уравнениями:

$$y_1 = 0{,}0036x^2 - 0{,}168x + 3{,}02;$$

$$y_2 = 0{,}0046x^2 - 0{,}5983x + 21{,}46;$$

$$y_3 = 0{,}0016x^2 - 0{,}1706x + 18{,}40,$$

где y_1, y_2, y_3 — масс. % монобораторов лития, натрия и калия соответственно; x — масс.% тиокарбамида.

Изотермы плотности, вязкости и показателя преломления подтверждают вид кривой растворимости и также распадаются на две ветви.

На основе полученных данных по составу эвтонического раствора, при котором достигается максимальная концентрация компонентов при совместном присутствии, подобраны противокоррозионные композиции, которые применяются в технологических средах и являются важным технологическим свойством.

Противокоррозионные свойства разработанных боратных композиций изучены путем исследования скорости коррозии стали Ст. 3 в 3-процентном растворе хлорида натрия при добавлении монобората лития и тиокарбамида в соотношении 4:1 (состав № 1), монобората натрия и тиокарбамида в соотношении 2:1 (состав № 2) и монобората калия и тиокарбамида в соотношении 2:1 (состав № 3) в количестве 30 г/л.

Испытания процесса коррозии стали Ст. 3 в растворах проводили методом, описанным в работах [20, 21]. Образцы по 5 шт. выдерживали в ис-

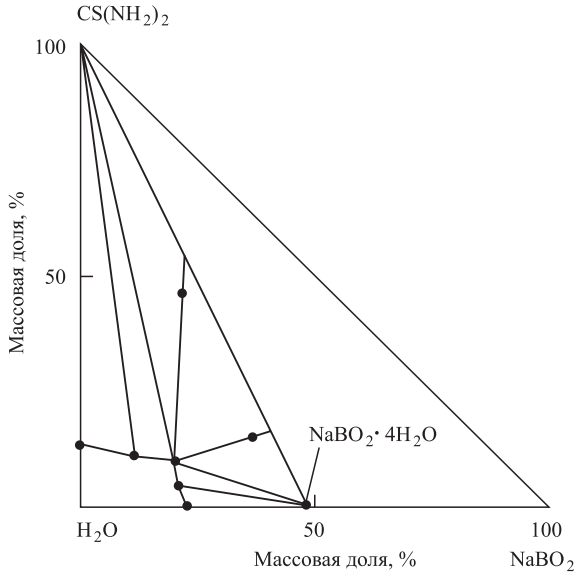

Рис. 1. Диаграмма растворимости системы $NaBO_2$ — $CS(NH_2)_2$ — H_2O при 25 °С

Таблица 1

Растворимость и свойства жидких фаз системы $LiBO_2$ ($NaBO_2$, KBO_2)—$CS(NH_2)_2$—H_2O при 25 °С

Жидкая фаза, массовая доля, %		Плотность, $d \cdot 10^{-3}$, кг/м^3	Показатель преломления, n	Вязкость, $\eta \cdot 10^{-3}$, н·с/м^2	Твердый остаток, массовая доля, %		Твердая фаза
$MeBO_2$	$CS(NH_2)_2$				$MeBO_2$	$CS(NH_2)_2$	
$LiBO_2$—$CS(NH_2)_2$—H_2O							
3,04	—	1,043	1,344	0,894	25,70	—	$LiBO_2 \cdot 8H_2O$
2,92	4,16	1,054	1,352	0,986	25,23	0,26	
2,60	10,53	1,069	1,370	1,235	25,05	0,36	
2,53	10,56	1,072	1,374	1,248	15,06	37,20	$LiBO_2 \cdot 8H_2O$ + $CS(NH_2)_2$
2,56	10,54	1,074	1,374	1,250	5,67	70,04	
2,51	10,55	1,075	1,374	1,253	0,78	86,88	$CS(NH_2)_2$
1,58	11,08	1,056	1,372	1,146	0,32	90,12	
—	14,20	1,042	1,371	1,064	—	100	
$NaBO_2$—$CS(NH_2)_2$—H_2O							
21,99	—	1,246	1,387	4,028	47,75	—	$NaBO_2 \cdot 4H_2O$
20,56	4,97	1,386	1,395	4,116	46,38	0,43	
19,42	10,39	1,410	1,401	4,228	46,14	0,90	
19,38	10,37	1,412	1,401	4,231	36,50	16,21	$NaBO_2 \cdot 4H_2O$ + $CS(NH_2)_2$
19,40	10,36	1,413	1,401	4,236	22,08	46,30	
19,37	10,38	1,411	1,401	4,235	0,60	98,64	$CS(NH_2)_2$
11,57	11,08	1,246	1,385	2,924	0,38	99,12	
—	14,20	1,042	1,371	1,064	—	100	
KBO_2—$CS(NH_2)_2$—H_2O							
18,42	—	1,120	1,356	1,478	100	—	KBO_2
17,68	4,86	1,134	1,369	1,450	99,42	0,35	
16,15	9,97	—	1,376	1,394	99,06	0,48	
16,12	9,98	1,148	1,382	1,341	60,68	25,86	KBO_2 + $CS(NH_2)_2$
16,14	9,96	1,150	1,382	1,346	21,13	72,06	
16,11	9,98	1,155	1,382	1,343	0,47	99,20	$CS(NH_2)_2$
7,41	11,80	1,078	1,376	1,184	0,32	99,48	
—	14,20	1,042	1,371	1,064	—	100	

следуемых растворах в течение 8 ч, затем извлекали и оставляли на воздухе на 16 ч. Это составляло один цикл. Проводили по 5 циклов испытаний (120 ч).

Скорость коррозии (K) вычисляли по убыли массы образцов, отнесенной к единице площади за единицу времени по формуле:

$$K = \frac{M_1 - M_2}{\Pi T},$$

где M_1 и M_2 — масса образца до и после эксперимента соответственно, г; П — площадь образца, м^2; T — продолжительность эксперимента, ч.

Результаты исследования

Эксперименты показали, что скорость коррозии стали Ст. 3 после 24 ч и 120 ч испытаний в 3-процентном водном растворе хлорида натрия составляла, г/м^2·ч: 0,0874 и 0,0497. При добавлении в раствор противокоррозионных добавок составов № 1, № 2 и № 3 по отдельности скорость коррозии понижалась и составляла через 24 ч и 120 ч, г/м^2·ч: 0,0186 и 0,0051 в присутствии состава № 1; 0,0076 и 0,0033 — состава № 2; 0,0038 и 0,0019 — состава № 3.

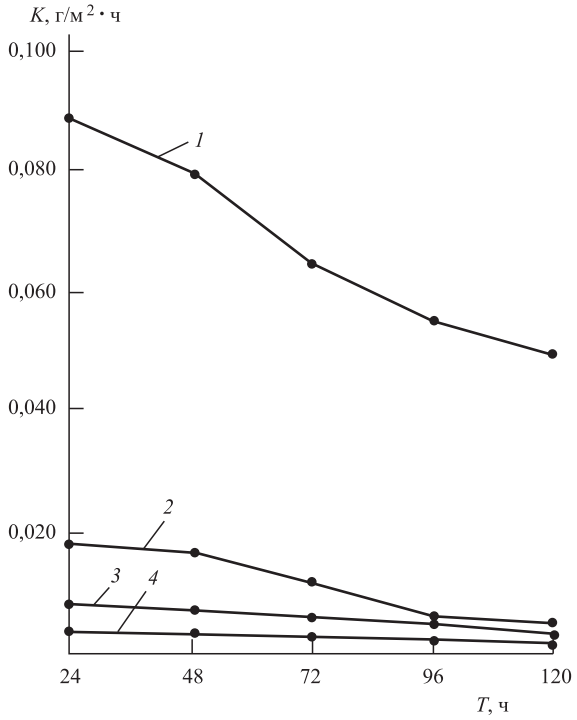

Рис. 2. Влияние боратных композиций на скорость коррозии стали Ст. 3:

1 — в 3-процентном водном растворе NaCl; *2* — в 3-процентном водном растворе NaCl + 30 г/л состав № 1; *3* — в 3-процентном водном растворе NaCl + 30 г/л состав № 2; *4* — в 3-процентном водном растворе NaCl + 30 г/л состав № 3

Из представленных данных следует, что состав № 3 в большей степени замедляет скорость коррозии и по этому показателю составы ранжируются в ряду: состав № 3 > состав № 2 > состав № 1.

На рис. 2 приводится влияние испытуемых составов на скорость коррозии стали Ст. 3 в 3-процентном водном растворе хлорида натрия.

В ряду противокоррозионных составов № 1, № 2, № 3 степень защиты (Z) составляет 89,74 %; 93,36 % и 96,18 %, а коэффициент торможения (γ) — 9,75; 15,06 и 25,16 соответственно (после 120 ч испытания). На основе полученных данных по коррозионным испытаниям можно заключить, что разработанные составы на основе боратов лития, натрия, калия и тиокарбамида являются эффективными ингибиторами коррозии.

Водные растворы составов № 1, № 2 и № 3 в количестве 30 г/л были испытаны в качестве смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) при шлифования на различных режимах работы на плоскошлифовальном станке ЗГ-71 (табл. 2). Подачу СОЖ в зону резания осуществляли высоконапорной струей при расходе жидкости 30 л/мин.

Таблица 2

Показатели шероховатости обработанных поверхностей при применении в качестве СОЖ водных составов № 1, № 2 и № 3

Состав СОЖ	Марка обрабатываемого металла	Показатели шероховатости обработанных поверхностей, мкм
№ 1	Ст.20	2,16
№ 2	Ст.20	2,07
№ 3	Ст.20	2,05
№ 1	Ст.45	2,08
№ 2	Ст.45	1,97
№ 3	Ст.45	1,95
№ 1	40Х	1,98
№ 2	40Х	1,90
№ 3	40Х	1,89
№ 1	30ХГС	1,90
№ 2	30ХГС	1,84
№ 3	30ХГС	1,82
№ 1	50ХН	1,78
№ 2	50ХН	1,72
№ 3	50ХН	1,70

Экспериментальные данные, приведенные в табл. 2, показывают, что показатели шероховатости обработанных поверхностей с применением экспериментальных растворов составов № 1, № 2 и № 3 отвечают требованиям практики по применению СОЖ [22].

Заключение

На основе полученных данных по коррозионным испытаниям установлено, что разработанные составы на основе моноборатов лития, натрия, калия и тиокарбамида, являются эффективными ингибиторами коррозии. Испытания водных растворов № 1, № 2 и № 3 в количестве 30 г/л в качестве СОЖ на операции шлифования показали, что они отвечают требованиям практики по применению СОЖ. Следовательно составы $LiBO_2$ и $CS(NH_2)_2$ в соотношении 4:1, $NaBO_2$ и $CS(NH_2)_2$ в соотношении 2:1 и KBO_2 и $CS(NH_2)_2$ в соотношении 2:1 могут быть рекомендованы в качестве ингибиторов коррозии в СОЖ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Тлехусеж М. А., Сороцкая Л. Н., Солоненко Л. А.** Экологически чистые СОЖ для обработки металлов резанием // Фундаментальные исследования. — 2015. — № 7-4. — С. 727—730.
2. **Исследование** смазочно-охлаждающих жидкостей для обработки отверстий / И. В. Могутов, М. Е. Кущева, Н. В. Ермолаева, Е. Г. Ягуткин, Ю. В. Голубков // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. — 2011. — № 6. — С. 31—32.
3. **Смазочно-охлаждающая жидкость:** пат. 23996052. Рос. Федерация. Садетдинов Ш. В., Никитин А. И., Федоров В. Е.; № 2008108892; заявл. 06.03.2008; опубл. 20.09.2010, Бюл. № 24.
4. **Фадеев И. В., Садетдинов Ш. В., Илларионов И. Е.** Разработка синтетических моющих средств на основе боратов для очистки поверхности металла: монография / Под общ. ред. И. Е. Илларионова. — Чебоксары: Изд-во Чувашского гос. ун-та им. И. Н. Ульянова, 2016. — 185 с.
5. **Моющая композиция** для очистки металлических поверхностей: пат. 2629023. Рос. Федерация. Илларионов И. Е., Фадеев И. В., Ременцов А. Н., Садетдинов Ш. В. № 2016143245; заявл. 02.11.2016; опубл. 24.08.2017, Бюл. № 24.
6. **Раствор для получения** магнетитных покрытий на стали: пат. 2614504 Рос. Федерация: МПК C 23 C 22/62, C 23 C 22/68, C 23 F 11/18/ Илларионов И. Е., Фадеев И. В., Садетдинов Ш. В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО "Чувашский гос. ун-т им. И. Н. Ульянова". № 2015157505; заявл. 31.12.15; опубл. 28.03.17, Бюл. № 10.
7. **Разработка** заключной среды на основе фазовых равновесий в системе N_2H_4CO — $NH_2C_2H_4OH$ — H_2O при 25 °С / И. Е. Илларионов, В. К. Половняк, И. В. Фадеев, Ш. В. Садетдинов // Научно-технический вестник Поволжья. — 2016. — № 1. — С. 7—12.
8. **Фадеев И. В., Садетдинов Ш. В.** Новые моющие средства для узлов и агрегатов автотранспортных средств // Автотранспортное предприятие. — 2014. — № 6. — С. 54—56.
9. **Byshov N. V., Uspensky I. A., Fadeev I. V., Sadetdinov Sh. V.** Synergetic effect of bactericidal action of borates in solutions of synthetic detergents // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. — 2019. — N. 10 (2). — P. 1441—1446.
10. **Влияние** фосфатборатных соединений на противокоррозионную устойчивость углеродистой стали в нейтральных водных средах / И. Е. Илларионов, Ш. В. Садетдинов, И. А. Стрельников, В. А. Гартфельдер // Черные металлы. — 2018. — № 5. — С. 47—53.
11. **Фадеев И. В., Ременцов А. Н., Садетдинов Ш. В.** Моющие и противокоррозионные свойства синтетических моющих средств для узлов и деталей в присутствии некоторых боратов // Грузовик. — 2017. — № 1. — С. 17—20.
12. **Bergmann M., Krimpelstätter K., Pröll C.** Advanced roll-gap lubrication solutions in hot and cold rolling // European Steel Technology and Application Days (ESTAD) Conference. — 2017. — P. 81—90.
13. **Фадеев И. В.** Применение тетраборатов лития, натрия, калия в качестве экологически чистых добавок к моющим средствам / И. В. Фадеев, В. В. Белов, Ш. В. Садетдинов // Известия Международной академии аграрного образования. — 2015. — № 21. — С. 52—55.
14. **Sadetdinov Sh. V., Pavlov G. P., Klopov Yu. N., Danilov S. D., Krasnov I. G.** Reactions of boric acid with methyl-, ethyl-, and phenylhydrazines // Russian Journal of inorganic Chemistry. — 1998. — T. 43. — N. 5. — P. 787—790.
15. **Скворцов В. Г., Садетдинов Ш. В.** Система $NaBO_2$—$NaNO_2$—H_2O при 20 и 40 °С // Журнал неорганической химии. — 1977. — Т. 22, № 7. — С. 2015—2016.
16. **Система** борная кислота — роданид (нитрат, сульфат) аммония — вода при 25 °С / В. Г. Скворцов, А. К. Молодкин, Р. С. Цеханский, Ш. В. Садетдинов, Ф. В. Никонов // Журнал неорганической химии. — 1985. — Т. 30. — № 3. — С. 826—829.
17. **Фадеев И. В., Садетдинов Ш. В., Половняк В. К.** Исследование растворимости и ингибиторного действия систем моно-, тетра-, пентаборат натрия — этилендиамин — вода при 25 °С // Научно-технический вестник Поволжья. — 2014. — № 5. — С. 13—17.
18. **Растворимость** и твердые фазы в системе дицинкгексаборат — карбамид — вода / В. К. Половняк, Ш. В. Садетдинов, А. И. Катанаев, Р. С. Миргазитова // Научно-технический вестник Поволжья. — 2012. — № 4. — С. 9—12.
19. **Системы** $(NH_4)_2B_4O_7$ — N_2H_4CO (N_2H_4CS) — H_2O при 25 °С / В. Г. Скворцов, Ш. В. Садетдинов, А. К. Молодкин, Р. С. Цеханский, Ф. П. Спиридонов // Журнал неорганической химии. — 1979. — Т. 24. — № 7. — С. 2009—2012.
20. **Влияние** тетрабората аммония на коррозионную усталость стали 10 / В. И. Михайлов, Ш. В. Садетдинов, В. Г. Скворцов, В. В. Романов, В. Ф. Белова // Защита металлов. — 1979. — Т. 15. — № 6. — С. 706—708.
21. **Фадеев И. В., Ременцов А. Н., Садетдинов Ш. В.** Влияние моноэтаноламинтетраборат-аммония в составе защитного покрытия на электрохимическое поведение стали 08кп // Грузовик. — 2016. — № 12. — С. 15—20.
22. **Концентрат** смазочно-охлаждающей жидкости для механической обработки металлов: пат. 2047655 Рос. Федерация / Булыгина О. Т., Поленов А. Д., Скворцов В. Г., Садетдинов Ш. В., Сусликов В. Л., Михайлов В. И., Сюбавева В. В.; № 5008319/04; заявл. 02.07.1991; опубл. 10.11.1995. Бюл. № 31.

ГОРОДСКОЙ ПАССАЖИРСКИЙ НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

УДК 004; 629.3.053
А. В. Постолит, д-р техн. наук, профессор, академик РАТ, ООО "Компас-Центр"
E-mail: anat_post@mail.ru

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПЛАТЕЖНЫХ СИСТЕМ В ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ

Одной из тенденций, которая прослеживается в сфере транспортного обслуживания, является постепенный отказ от бумажных билетов и переход к системе оплаты транспортных услуг мобильными электронными билетами. Во всем мире наблюдается постепенное сворачивание традиционных билетных касс, развиваются мобильные сервисы, облегчающие пассажирам приобретение электронных билетов, объединение в одном электронном билете нескольких поездок на различных видах транспорта.
Разработки подобных сервисов с использованием технологий Bluetooth Low Energy проводятся и в России в рамках реализации дорожной карты Национальной технологической инициативы (НТИ) — "Автонет". Однако подобные решения пока еще вызывают некий скептицизм как среди работников транспортной отрасли, так и среди руководителей органов власти, курирующих транспортное обслуживание населения. Этот скептицизм основан на том факте, что это достаточно новое направление все еще находится в зачаточном состоянии и не имеет примеров практической реализации. Однако мобильные платежи уже доказали свою эффективность и успешно применяются в розничной торговле. Транспортные инновации всегда были в нескольких шагах позади индустрии розничной торговли. Однако в передовых зарубежных странах, опираясь на опыт торговых компаний, уже перешли к реальному применению мобильных устройств в транспортных платежных системах. В материалах данной статьи приведены базовые подходы и опыт зарубежных стран при создании систем для бесконтактной идентификации пассажиров, мониторинга их перемещения, для автоматизации оплаты проезда на пассажирском транспорте, рассмотрены возможные сферы применения данных технологий для решения различных задач транспортного комплекса. Анализ этого опыта будет способствовать снижению недоверия к перспективным, инновационным технологиям и способствовать развитию отечественных транспортных платежных систем.

Ключевые слова: *программное обеспечение, информационные системы, базы данных, идентификация, Bluetooth, iBeacon, мониторинг пассажиропотоков, платежные системы, пассажирский транспорт, телематическая платформа.*

One of the trends that can be seen in the field of transport services is the gradual abandonment of paper tickets and the transition to the system of payment for transport services by mobile electronic tickets.
All over the world there is a gradual curtailment of traditional ticket offices, replaced by the development of mobile services that facilitate passengers to purchase electronic tickets, combining in one e-ticket, several trips on different modes of transport.
The development of such services using Bluetooth Low Energy technologies is carried out in Russia as part of the implementation of the road map of the National technology initiative (NTI) — "AutoNet". However, such decisions still cause a certain skepticism among the workers of the transport industry and among the heads of the authorities in charge of public transport services. This skepticism is based on the fact that this fairly new direction is still in its infancy and has no examples of practical implementation. However, mobile payments have already proved their effectiveness and are successfully used in retail. Transport innovation has always been a few steps behind the retail industry. However, in other developed countries, based on the experience of retail companies, the use of mobile payments has also been implemented for transport systems.
The content of this article discusses the basic approaches and experiences of foreign countries in the creation of systems for contactless identification of passengers, monitoring their movement and the automation of fares on passenger transport. It considers possible applications of these technologies to solve various problems in the transport industry. Analysis of this experience will help reduce distrust of the promising, innovative technologies and contribute to the development of domestic transport payment systems.

Keywords: *software, information systems, databases, identification, Bluetooth, iBeacon, passenger traffic monitoring, payment systems, passenger transport, telematics platform.*

Введение

Успешно развивающиеся цифровые технологии проникают во все области человеческой деятельности, в том числе и в такие сектора, как общественный транспорт и городская мобильность. В этой сфере стремительно развиваются мобильные платежи, которые упрощают поездки пассажиров на различных видах транспорта.

Одной из тенденций, которая прослеживается в сфере транспортного обслуживания, является постепенный отказ от бумажных билетов и переход к системе оплаты транспортных услуг электронными билетами. Во всем мире наблюдается постепенное сворачивание традиционных билетных касс, развиваются мобильные сервисы, облегчающие пассажирам приобретение электронных билетов, объединение в одном электронном билете нескольких поездок на различных видах транспорта. Конечная цель данного направления заключается в том, чтобы обеспечить возможность пассажирам удаленно приобретать электронные билеты до коечной точки путешествия на всех видах транспорта, исключить оплату поездок в транспорте наличными денежными средствами.

Обзор зарубежных решений

Компания ByteToken, Ltd (дочернее подразделение компании Bytemark Inc, Великобритания) недавно разработали инновационное билетное решение под названием AirGate. На конкурсе транспортных платежных систем в Лондоне решение AirGate Bluetooth ByteToken получило награду в номинации "Билетная технология года" [1].

Решение AirGate использует Bluetooth метки совместно с приложением ByteToken для автоматической фиксации поездок на транспорте. С помощью решения AirGate активируется Bluetooth устройство пассажира на его мобильном устройстве. После этого для совершения поездки и подтверждения ее легальности пассажиру не нужно иметь при себе ни транспортную пластиковую карту, ни бумажный билет, ни задействовать специальным образом свой телефон или иное мобильное устройство, просто билет автоматически формируется в системе с использованием технологии Bluetooth и отображается на его мобильном устройстве. Таким образом, пассажир может совершать поездки с использованием виртуального билета без дополнительных контролей и проверок в моменты входа в транспортное средство. Данное технологическое решение было представлено на международной выставке IT-транс 2018 в Карлсруэ, Германия, в марте 2018 г.

Достаточно серьезные работы в направлении персонализации транспортных услуг с использованием мобильных устройств ведутся в Румынии. Ожидается, что в ближайшем будущем услуги общественного транспорта перестанут быть обезличенными и будут предоставляться каждому отдельному пассажиру. Транспортные компании смогут воспользоваться цифровыми возможностями, основанными на технологии iBeacon и предоставлять индивидуальные услуги для каждого своего клиента [2].

Развитие данного направления началось в 2015 г. с размещения 500 iBeacons в автобусах в Бухаресте, обеспечивая маршрутизацию и помощь для 12 000 слабовидящих пассажиров с использованием специализированного мобильного решения. Однако данным техническим решением могут пользоваться все категории пассажиров, что даст возможность транспортным компаниям взаимодействовать с каждым пассажиром индивидуально. Решение Smart Public Transport от OnyxBeacon было применено для умного общественного транспорта, оно базируется на трех основных компонентах:

— маяки iBeacon в качестве оборудования для идентификации объектов;

— мобильное бесплатное приложение для пользователей системы (для iOS и Android);

— облачная платформа, которая контролирует весь процесс взаимодействия объектов в системе, собирает и консолидирует данные, формирует и предоставляет всю необходимую аналитику.

Данное решение является общедоступным на глобальном уровне, и в настоящее время обеспечивает маршрутизацию и сопровождение инвалидов, использующих автобусы. Но оно может функционировать и для всех групп пассажиров в поездах, электричках, трамваях, троллейбусах, метро. В состоянии предоставлять различные дополнительные услуги и сервисы для пассажиров, водителей, транспортных компаний, местных органов власти.

Первоначально решение Smart Public Transport строилось для помощи слабовидящим инвалидам, помогая им самостоятельно передвигаться на наземном городском общественном транспорте. При этом Bluetooth-маяки размещаются в автобусах, а мобильное приложение, установленное на смартфоне пользователя, уведомляет его о приближении автобуса за 50...60 м до прибытия его на остановку (рис. 1).

Рис. 1. Получение уведомления о прибытии автобуса на мобильное устройство

Когда автобус останавливается на остановке, то зуммер Bluetooth-маяка автобуса издает специфический громкий звук, показывая его точное положение. Вся система управляется облачной платформой, которая управляет парком маяков, распределением транспортных средств по маршрутам, взаимодействием с пользователями. Это решение уже установлено в Бухаресте, где 12 000 потенциальных пользователей имеют свободный доступ к сети из 500 автобусов и троллейбусов с установленными на них корпоративными маяками.

Данное решение прошло успешное опробование и получило положительные отзывы от пассажиров, транспортных компаний и других заинтересованных игроков в транспортной отрасли. Компания OnyxBeacon готова серьезно расширить возможности данного решения и предложить большое количество новых услуг, основанных на технологиях Bluetooth Low Energy, на добавлении к существующим Bluetooth-маякам в автобусах дополнительных iBeacons на автобусных остановках, введением персональных "маяков-брелоков" для особых групп пассажиров. Вот только некоторый перечень новых услуг, которые могут быть реализованы с использованием данных технологий.

Персонализация тарифа поездки для каждого пассажира

При использовании данного технологического решения транспортная компания может варьировать стоимостью проезда в зависимости от часовых интервалов (часы пик и межпиковое время), расстояния поездки, вместимости и комфортности транспортных средств, типа или сложности маршрута. Пассажир, пользуясь мобильным приложением, может спланировать свой маршрут на смартфоне, при этом облачная платформа рассчитает стоимость поездки и сообщит ее пользователю (рис. 2). Если пользователь активирует выбранный маршрут, то соответствующая сумма будет списана с его счета после совершения поездки.

Облачная платформа записывает и сохраняет время, расстояние и другие параметры поездок для каждого пассажира. Таким образом, стоимость транспортных услуг может формироваться и взиматься индивидуально для каждого клиента (в зависимости от расстояния или продолжительности поездки, от времени суток или дня недели и т. п.).

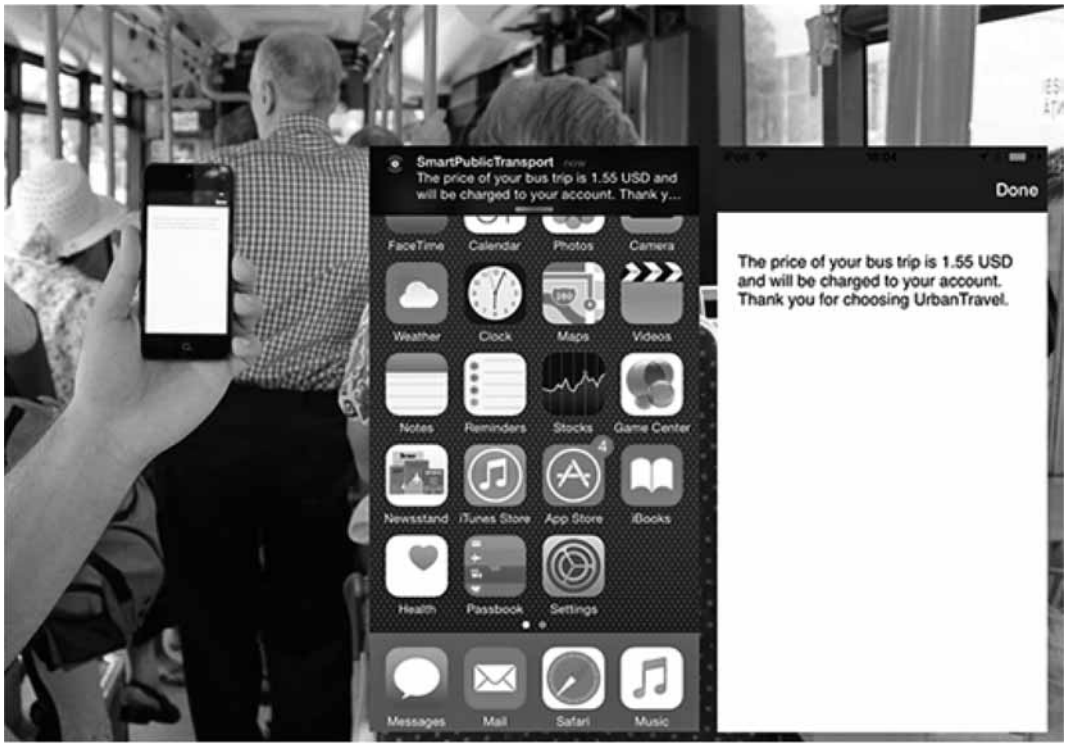

Рис. 2. Уведомление о стоимости поездки, полученное на iPod

Построение оптимального маршрута поездки

Пассажир прибывает на остановку, открывает мобильное приложение и выбирает конечный пункт назначения. Мобильное приложение взаимодействует с маячком iBeacon остановочного пункта и с облачной платформой, обеспечивается определение фактического местоположения и предлагается оптимальный маршрут поездки для пассажира и доступные альтернативные маршруты. Пассажир через мобильное приложение получит стоимость и продолжительность поездки по каждому потенциальному маршруту.

Оптимизация маршрута перемещения пассажиров

Облачная платформа постоянно собирает информацию о поездках пассажиров и может собирать статистику относительно наиболее часто посещаемых остановок, точек старта и финиша, предпочитаемых маршрутов движения. На основе внутренней статистики и аналитики, а также точных данных, собранных собственной платформой мониторинга работы транспортных средств, транспортная компания может выполнять оптимизацию маршрута и стоимости поездки для каждого пользователя, предлагая изменения времени поездок или предпочтительных автобусных маршрутов. Все эти предложения будут переданы пассажиру, когда он, находясь на остановочном пункте, определит свое местоположение через инфраструктуру iBeacon и выберет конечный пункт следования (рис. 3).

Рис. 3. Уведомление о конфигурации маршрута, полученное по прибытии на остановку

Оперативная смена маршрута

В случае аварий, чрезвычайных ситуаций, дорожных пробок, сбоях в расписании движения пассажиры могут получать индивидуальные рекомендации на изменение маршрута следования, помогая избежать пробок, переполненных транспортных средств или временных изменений расписаний движения для некоторых автобусных маршрутов (рис. 4). Когда сбой в расписании движения будет подтвержден системой мониторинга работы подвижного состава на линии со стороны транспортной компании, то облачная платформа сможет определить количество пассажиров, которые попали в данную ситуацию. Перераспределить подвижной состав по маршрутной сети и информировать об этом пассажиров в транспортных средствах и на остановках через их мобильные приложения. Кроме того, будут предложены новые маршруты следования, чтобы прибыть в пункт назначения в планируемое время.

Получение данных о пассажиропотоках в режиме реального времени

Оснащая автобусные остановки маячками iBeacon, транспортные компании смогут получить более точную информацию о количестве пассажиров в каждом автобусе, о количестве пассажиров, ожидающих на остановках в каждый момент времени. Эти данные могут быть доступны диспетчерам транспортных компаний и могут служить основой для оперативной корректировки режимов работы подвижного состава на линии.

Рис. 4. Уведомление о чрезвычайной ситуации

Управление резервным парком подвижного состава

На основе оперативных данных о пассажирах, находящихся в автобусах и ожидающих на остановках, можно спрогнозировать ситуации переполнения транспортных средств. В этом случае диспетчеры могут оперативно отправлять дополнительные автобусы на переполненные маршруты и информировать пассажиров, находящихся на остановках, о прибытии резервного транспорта.

В случае отсутствия дополнительных транспортных средств пассажиры на остановках могут быть уведомлены о возможности использовать другие менее загруженные автобусные маршруты, с тем, чтобы избежать переполненности транспортных средств (рис. 5). На основе данных, собранных облачной платформой, может быть получена чрезвычайно полезная аналитика, описывающая тенденции и динамику поведения пассажиров.

Организация перевозки групп детей

В октябре 2014 г. в Абу-Даби был случай, когда водитель школьного автобуса забыл высадить у школы девочку, которая уснула по дороге, и ребенок умер в автобусе. Владелец транспортной компании был приговорен к уплате штрафа в размере 136 000 долл. США, а трое сотрудников были приговорены к тюремному заключению. Применение технологий iBeacon может предотвратить

Рис. 5. Уведомление об отсутствии обслуживания и отчетная информация

подобные ситуации и серьезно улучшить существующие процедуры и системы безопасности при перевозке групп детей. Мобильное приложение может иметь специальный модуль для управления группой, который будет точно контролировать маршрут следования и присутствие на маршруте каждого пассажира. Индивидуальный мониторинг передвижения в группе может быть основан на мобильных устройствах (смартфонах) или на индивидуальных брелочных маяках, связанных с мобильным устройством водителя автобуса, с контролем поездок со стороны диспетчера транспортного предприятия, руководителей школ, родителей.

Индивидуальный мониторинг и отчетность о работе и поездках сотрудников

Инфраструктура iBeacon и мобильное приложение могут обеспечить обнаружение присутствия определенной категории сотрудников в режиме реального времени в определенных местах (контролеры, почтальоны, курьеры и т. п.). Лучшими примерами полезности этого вида услуг являются дети, сотрудники с определенными ролями или функциями, а также пожилые люди или инвалиды, пользующиеся общественным транспортом. Их маршруты могут быть предварительно определены, а затем проконтролированы. В случае подозрительных отклонений от предполагаемого пути следования сигнал тревоги может быть передан родителям, преподавателям, руководству сотрудника, который должен перемещаться по заданному маршруту и т. п. Одновременно эту информацию могут получить диспетчера, водители и другой персонал транспортной компании.

Проверка класса обслуживания

Пассажиры, используя iBeacons на железной дороге, могут ориентироваться при поиске определенных типов вагонов, мест ожидания на вокзалах, соответствующих заказанному классу обслуживания. Пассажиры, путешествующие в вагоне, не соответствующем их купленному классу, будут уведомлены об ошибке при посадке и переориентированы на поиск купленного ими места. Реализация данного сервиса будет возможна после размещения маяков в определенных местах транспортных средств (рис. 6) или помещений и идентификации клиентов в этих местах через их мобильные приложения.

Сопровождение пассажиров определенных категорий

При прибытии на остановочный пункт пассажиры определенных категорий (пожилые, слабовидящие, люди с различными формами инвалидности или на инвалидных колясках) могут воспользоваться мобильным приложением, чтобы выбрать интересующий их автобусный маршрут и сообщить водителю, что им потребуются особые условия для посадки в транспортное средство. Водитель автобуса будет немедленно уведомлен об этой особой ситуации и будет знать, как действовать при прибытии на остановку, где находится такой пассажир.

Дополнительные возможности рекламы на основе микролокации

Собирая информацию об интересах клиентов (пассажиров), направлениях и времени их

Рис. 6. Варианты размещения Bluetooth-маячка в автобусе для сопровождения слабовидящих пассажиров и туристов

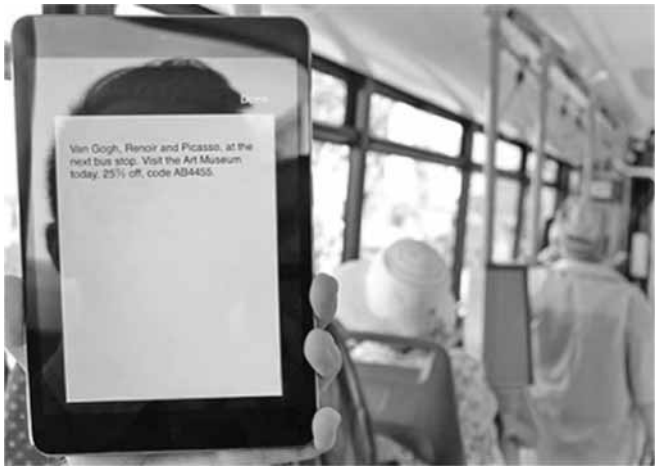

Рис. 7. Контекстная реклама на основе микролокации

перемещения, транспортная компания могла бы воспользоваться коммерческими отношениями с рекламными партнерами и расширить свой портфель платных услуг — осуществлять точечную рекламу в транспортных средствах на основе микролокации (рис. 7).

Навигация пассажиров в метро, на вокзалах и автостанциях

Мобильное приложение пассажира может определить место его нахождения на вокзале, автостанции, в метро или в наиболее загруженных пересадочных узлах. При этом пассажир может получать информацию о направлении своего движения к месту посадки. Диспетчеры транспортных компаний могут использовать данные мониторинга о перемещении пассажиров, о степени загрузки каждого транспортного средства, чтобы управлять процессами загрузки и отправки транспортных средств.

Путеводитель для туристов

Мобильное приложение общественного транспорта может включать в себя специальный модуль, посвященный туристам. Активировав эту опцию, которую можно монетизировать, пользователи получат контекстную информацию о достопримечательностях города, расположенных в непосредственной близости от маршрута следования, часы работы выставок и музеев, стоимости билетов и другой познавательный контент, ссылки на официальные сайты интересных для посещения заведений.

Коммуникация и взаимодействие с пассажирами

Мобильное приложение может стать очень важным и эффективным средством коммуникации между транспортной компанией и ее клиентами. Опросы, исследования потребностей пассажиров и другие виды взаимодействий могут быть использованы для того, чтобы получать в режиме реального времени оперативную обратную связь от активных клиентов. В свою очередь, пассажиры могут быть проинформированы о новых услугах транспортной компании, об изменениях в расписаниях и режимах работы.

В рамках различных молодежных конкурсов, проводимых в Европейских странах, предлагаются инновационные решения применения Bluetooth технологий в сфере мобильных транспортных платежных систем. Так, в Великобритании победителем форума разработчиков умных мобильных систем стала команда, предложившая решение, представляющее альтернативу смарт-билетам для проезда на автобусах и поездах. Это решение основано на использовании в транспортных платежных системах Bluetooth-маячков [3]. Жюри конкурса признало перспективность применения данного технологического решения в качестве альтернативы существующим системам оплаты проезда на общественном транспорте.

Однако эти технологические подходы активно прорабатываются не только в качестве идей на компьютерных соревновательных форумах. Правительство Великобритании предоставило финансирование компании UrbanThings для разработки новаторских решений оплаты проезда на общественном транспорте с использованием Bluetooth технологий [4].

Использование Bluetooth-технологий дает возможность пассажирам совершать так называемые "безбилетные поездки" ("ticketless travel"). Компания UrbanThings планирует использовать выделенные правительством средства для финансирования научных исследований и развития этого проекта. Реализация данного решения даст возможность пассажирам путешествовать без использования традиционной билетной продукции при поездках на транспортных средствах. Это позволит сократить время посадки, уменьшить эксплуатационные расходы транспортных компаний по сравнению с существующими системами оплаты и контроля проезда.

"Это будут, по сути дела, безбилетные путешествия для пассажиров — нужно будет просто

войти, проехать и выйти из любого транспортного средства, — сказал Carl Partridge, генеральный директор компании UrbanThings. — Ваш телефон отследит все ваши поездки, а затем вы оплатите их по лучшей цене в конце недели. Все ныне существующие решения требуют применения дорогостоящего оборудования. С нашим подходом транспортные операторы получат выгоду от использования простых и недорогих в развертывании решений, а клиенты получат простой и удобный способ оплаты поездок".

Базирующаяся в Лондоне компания уже разработала прототип данного проекта, в котором транспортные средства способны бесконтактным способом обнаруживать посадку пассажиров. Процесс идентификации пассажира занимает менее 50 миллисекунд, что значительно быстрее, чем в любой другой системе сбора проездной платы.

Роберт Спрогис — директор развития мобильных сервисов компании Глобальные транспортные системы, занимается исследованием тенденции роста популярности мобильных платежей, которые постепенно вытесняют традиционные бумажные билеты и смарт-карты. Только в рамках Лондонской транспортной сети с момента пуска мобильных платежей с 2012 г. было совершено более 1 млрд поездок, оплаченных с помощью мобильных устройств, т. е. каждая 10-я поездка. По его прогнозам к 2020 г. около 23 млрд поездок на транспорте будут оплачены с помощью мобильных телефонов.

Новое мышление использование мобильных билетов распространяется по всему миру. В Лондоне вы можете ездить на поезде с помощью приложений Apple Pay или Google Pay, в Чикаго ваш телефон — это ваш билет к поездкам в метро, в пригородных поездах. Но использование мобильных устройств не только удобный метод оплаты проезда. Транспортные компании также извлекают массу преимуществ от перехода к электронным билетам. Собирается большое количество статистических данных о пассажиропотоках. Их анализ позволяет оптимизировать транспортную инфраструктуру.

Большая часть скепсиса вокруг мобильных билетов была сосредоточена на том факте, что это новое направление все еще находится в зачаточном состоянии. Первые мобильные билеты реализовывались на визуальных экранных билетах и штрих-кодах, но это было не то, что ожидалось от новых технологий. Растущая популярность и доказанный успех платежей NFC в индустрии розничной торговли способствовали переходу от дискуссии — могут ли мобильные устройства использоваться на транспорте, к реальному применению мобильных устройств в транспортных платежных системах.

Транспортные инновации всегда были в нескольких шагах позади индустрии розничной торговли из-за высоких затрат на развитие инфраструктуры, необходимой для оплаты мобильными устройствами. Но в сегодняшнем мобильном мире пассажиры хотят иметь максимальные удобства получения услуг и оперативности их оплаты. Например, пользователи мобильного приложения такси — Uber могут достаточно просто вызвать и заплатить за такси через свои мобильные устройства. Таким же образом, мобильное устройство служит для получения информации о прибытии на остановку общественного транспорта, информирования о заторах на дорогах и т.п.

Мобильные билеты интегрируются со всей транспортной сетью на уровне телематических платформ. Задержки поездов, аварийные ситуации, сбой расписания движения из-за заторов и пробок на дорогах, все это важная информация для пассажиров, для выбора альтернативных маршрутов движения или отказа от поездки. Наметилась четкая тенденция слияния систем планирования поездок, получения мобильных билетов, мониторинга поездок в реальном времени, оплаты проезда, мониторинга работы транспорта на базе глобальных телематических платформ.

Одним из важнейших преимуществ мобильных билетов для транспортных компаний является возможность точной оценки пассажиропотоков в режиме реального времени. Это позволяет осуществлять планирование и оперативное управление перевозками в рамках локальных и глобальных транспортных сетей. Перевозчики имеют полную картину, где и сколько пассажиров, где и когда они входят в транспортные средства и выходят из них. Любые проблемы, связанные с задержкой посадки пассажиров, могут быть легко идентифицированы посредством мобильных данных и мобильных билетов, бумажные билеты просто не способны реализовать такие возможности. Мобильные билеты позволяют централизовать и связать данные о поездках с учетными записями пассажиров, соответственно появляется возможность анализировать статистику поездок, прогнозировать возникновение перегрузки маршрутной сети, принять меры к предотвращению сбоев в перевозке пассажиров.

В ближайшем будущем мобильные технологии Bluetooth будут играть ведущую роль в системах оплаты проезда на транспорте. Пассажирам больше не нужно будет совершать специальных действий, чтобы получить доступ в транспортное средство. Нужно будет просто войти и выйти из транспортного средства, билет автоматически сформируется и будет доставлен на его мобильное устройство. Это не только уменьшит скученность пассажиров перед турникетами на железнодорожных станциях и на автобусных остановках, но и обеспечит доступность в транспортные средства людей с ограниченными возможностями.

Использование мобильных билетов позволит снизить расходы, связанные с содержанием станционной инфраструктуры. Это ремонт и обслуживание автоматов по продаже билетов и оборудования билетных касс, затраты на бумагу для печати билетов, расход электроэнергии и т. п. Тенденции развития мобильных устройств, мобильных приложений, средств связи и коммуникаций показывают, что в ближайшем будущем мобильные билеты заменят как бумажные билеты, так и различные контактные сенсорные билеты на основе пластиковых карт.

На сегодняшний день наиболее распространенным способом оплаты проезда на транспорте являются пластиковые смарт-карты, которые взаимодействуют с бесконтактными ридерами на расстоянии 1—2 см. Недостатком такого решения является необходимость монтажа в транспортных средствах достаточно дорогостоящего оборудования, которое требует и высоких эксплуатационных затрат. Однако существует другой подход решения данной задачи, который стоит изучать и развивать. Нужно обратить внимание на использование возможностей модуля Bluetooth, который имеется в каждом смартфоне и на большинстве мобильных устройств. "Технология Bluetooth — это как раз то решение, которое может прийти на смену смарт-картам и традиционным билетным кассам," — утверждает Энди Нэш, управляющий директор компании Becotix Ltd [6].

Граждане все более активно используют свои смартфоны для платежей в торговых точках, для взаимодействия с окружающей средой через сеть интернет. В Великобритании серьезно рассматриваются возможности использовать функциональность смартфонов для оплаты проезда на общественном транспорте.

Начиная с января этого года, органы местного управления Западного Йоркшира, транспортная автобусная компания Transdev и технологическая компании Becotix Ltd запустили в пилотную эксплуатацию решение под названием 662Pay на автобусных маршрутах города Кейли и в его окрестностях (Великобритания). Цель данного решения заключается в максимальном упрощении поездок пассажиров на автобусах. В отличие от существующих систем сбора проездной платы, в данной системе нет необходимости заранее покупать билет и проходить какой-либо предварительный контроль перед поездкой в автобус, что позволяет пассажиру динамично изменять свои планы и маршруты в ходе поездки.

Как это работает. В данном решении используется смартфон пассажира с мобильным приложением и Bluetooth-маяки на автобусных остановках и в автобусах. Пассажир скачивает и устанавливает на свой смартфон мобильное приложение, через которое он формирует специальный транспортный счет, выбирает безопасный механизм оплаты поездок и пополнения счета. Когда пассажир прибывает на автобусную остановку, мобильное приложение пассажира на его смартфоне определяет его местоположение, получая сигнал от Bluetooth-маяка на автобусной остановке. Далее пассажир просто касается кнопки на экранной форме смартфона, чтобы передать информацию платежной системе о готовности совершить поездку. После этого пассажир просто садится в автобус требуемого маршрута и едет в нужном направлении. Его мобильное приложение само поймает сигнал с Bluetooth маяка данного автобуса и отобразит его параметры на экранной форме, никаких дополнительных взаимодействий с оборудованием автобуса не требуется. Далее мобильное приложение отследит, когда и на какой остановке пассажир выйдет из автобуса, и эти данные будут переданы в серверную часть системы. Во время поездки телефон может попасть в зону отсутствия доступа к интернету, при этом данные о поездке сохранятся в памяти и будут переданы на сервера системы при очередном установлении связи. Загруженные со смартфона данные используются для расчета расстояний поездок и их стоимости, эти вычисления происходят на серверах системы. Система обрабатывает сигналы с Bluetooth маяков остановок входов-выходов и с автобусов, на которых совершались поездки, группирует ежедневные, еженедельные поездки, сопоставляет их с существующими тарифными планами. Со счета пассажира взимается только лучшее значение тарифа, основанное на фактических поездках, которые он сделал в течение некоторого времени.

Испытание системы проводилось на телефонах с ОС Android (как наиболее распространенной среди пользователей смартфонов) и было подтверждено, что большинство телефонов возраста не более трех лет успешно работает с разработанным мобильным приложением. Исключением были более старые телефоны с ранними версиями Android, что в дальнейшем потребует некоторой доработки мобильного приложения с учетом особенностей этих устройств.

Это не единственный пилотный проект, где используется технология Bluetooth для оплаты проезда. Испытания проводятся и на железной дороге. В 2015—2016 гг., в районе Abellio (восточная Англия) прошел пробный запуск системы "вход-выход" с использованием приложения на смартфоне на железнодорожной магистрали между Лондоном и Кембриджем. Данная система использует Bluetooth маяки для фиксации факта, что пассажир прибыл на станцию. Затем пассажир вводит в систему через мобильное приложение станцию назначения. После этого системой формируется и загружается в телефон билет в виде штрих-кода, который далее используется в поездке для входа-выхода через турникеты. Система агрегирует данные о поездках пассажира и формирует для него оптимальное значение тарифа оплаты проезда.

Также на железной дороге в январе 2017 г. компании SilverRail-технолоджи и Chiltern Railways опробовали систему мониторинга поездок и оплаты проезда на перегоне между Лондоном и Оксфордом с использованием Bluetooth и Wi-Fi. Цель данного проекта заключалась в том, чтобы обеспечить пассажирам возможность использовать смартфон для фиксации начала (завершения) поездки и затем, в конце дня, автоматически рассчитать стоимость всех поездок по оптимальному тарифу и произвести оплату.

Почему в данных проектах используются Bluetooth-маяки для определения местоположения, а не сигнал GPS? Последняя версия Bluetooth, известная как Bluetooth 4.0 LE (низкая энергия), разряжает батарею менее интенсивно, чем спутниковый приемник и позволяет устройству быстро оценить расстояния до объекта с точностью около 1 м. Для сравнения точность GPS находится в диапазоне от 5...50 м.

С тех пор как компания Apple, а затем Google заинтересовались использованием Bluetooth-маяков для определения местоположения, ряд компаний начали производить маяки, которые работают как внутри, так и вне помещений. Эти небольшие устройства могут работать от батареи до пяти лет и дольше, устраняя необходимость подводки стационарного питания. Для увеличения срока работы в некоторых из них используется солнечная энергия. За последние несколько лет цена на маяки упала до уровня расходных материалов, установка и монтаж маяков предельно прост.

Технологии Bluetooth также начали использоваться и в других областях транспортной отрасли, например, для оптимизации расписаний движения на основе информации о пассажиропотоках в режиме реального времени, для оказания помощи слабовидящим пассажирам. В 2014 г. корпорация Майкрософт совместно с благотворительной организацией "собаки-поводыри" запустила пилотную программу, предоставляющую аудионавигационную информацию слабовидящим через гарнитуру. В проекте использовалась комбинация сигналов Bluetooth-маяков, GPS и картографической информации. В 2015 г. компания Wayfinder использовала Bluetooth-маяки для предоставления аналогичной информации на станциях Pimlico и Euston Лондонского метрополитена.

Технологии Bluetooth могут послужить основой для системы продажи билетов для сквозного проезда на различных видах транспорта, например, на автобусах и электричках. Это открывает множество возможностей для повышения мобильности пассажиров, упразднения традиционных билетных касс и появления индивидуальной мобильной кассы пассажира для формирования и оплаты поездок через его мобильное устройство.

Пока это только пилотные проекты, но данная технология продолжает развиваться, решения на основе Bluetooth выглядят как разумные и перспективные инвестиции. Такое решение достаточно легко встраивается в существующие транспортные платежные системы, дополняет их, предоставляя большие удобства и открывая новые возможности.

Пассажиры хотят простого, удобного, доступного и надежного сервиса для осуществления поездок на различных видах транспорта с оптимальными для них тарифами. Пилотные проекты, реализованные в Великобритании и других европейских странах, показывают реальность и перспективность создания таких сервисов.

Заключение

Технология Bluetooth в настоящее время удовлетворяет всем основным требованиям, предъявляемым к идентификации объектов и бес-

проводной передаче данных и на сегодня — это самая дешевая технология. Модули Bluetooth обеспечивают надежную передачу информации в условиях высокого уровня электромагнитного излучения различной природы, имеют низкую цену, невысокое энергопотребление, просты в использовании. Bluetooth уже встроен во многие современные устройства — ноутбуки, планшеты, смартфоны, и имеет программную поддержку в наиболее распространенных операционных системах. С учетом опыта применения мобильных платежей в торговле, в зарубежных странах ведется активная работа по использованию аналогичных технологий в транспортных платежных системах. Опытное внедрение платежных систем на основе технологий Bluetooth подтверждает перспективы создания учетных, мониторинговых и платежных сервисов на их основе в различных сферах транспортного комплекса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Award-winning ticketing** solution uses bluetooth technology. https://www.uitp.org/news/award-winning-ticketing-solution-uses-bluetooth-technology
2. **Beacons in buses**: Tailored Public Transportation. https://www.onyxbeacon.com/beacons-in-buses-tailored-public-transportation/
3. **Bluetooth Beacon based solution** wins UK Intelligent Mobility Hackathon. https://www.intelligenttransport.com/transport-news/19670/bluetooth-beacon-solution-intelligent-mobility-hackathon/
4. **UK government funds new** Bluetooth ticketing solution. https://www.intelligenttransport.com/transport-news/29062/uk-government-bluetooth-ticketing/
5. **The mobile is your oyster**: the global shift to mobile-based ticketing. https://www.intelligenttransport.com/transport-articles/66494/global-shift-mobile-ticketing/
6. **The smart ticketing solution** already in your customer's pocket. https://www.intelligenttransport.com/transport-articles/69197/the-smart-ticketing-solution-already-in-your-customers-pocket/

Встреча с потребителями

Компания ЧЕТРА совместно с официальным дилером "АСМ-Ресурс" организовала в городе Чите региональный круглый стол для представителей крупных добывающих компаний, эксплуатирующих промышленную технику ЧЕТРА в Забайкальском крае, Бурятии и прилегающих регионах. Во встрече приняли участие руководители и технические специалисты горнодобывающих предприятий, угольной промышленности и энергетики.

Встреча началась со знакомства участников круглого стола с руководством компании ЧЕТРА и текущей ситуацией по выпуску одноименной техники. В своем выступлении Владимир Антонов, исполнительный директор ООО "ЧЕТРА", подтвердил положительную динамику производства и рассказал о потенциале и производственных мощностях завода "Промтрактор" — изготовителя промышленной техники.

Одной из главных тем обсуждения стали технические характеристики техники ЧЕТРА. Представители предприятий региона озвучили свои предложения по возможному улучшению ее моделей, сформированные в процессе эксплуатации техники. В свою очередь, руководство компании поделилось информацией о конструкторских разработках по модернизации и улучшению, а также перспективах разработки новой техники.

"Своей первоочередной задачей на данный момент мы видим обеспечение доступности запасных частей к нашей технике, повышению ее надежности и развитие сервиса. Сегодняшняя встреча — это один из шагов нашей компании в комплексе мероприятий по возвращению технике ЧЕТРА прежних позиций на территории Забайкальского края и Республики Бурятия и увеличению объемов ее продаж. Для нас очень важно наладить конструктивный диалог с потребителями, понять их нужды, услышать обратную связь по итогам эксплуатации нашей техники", — комментирует Владимир Антонов, исполнительный директор ООО "ЧЕТРА".

В ходе встречи была также поднята тема оригинальных запасных частей. Компания активно противодействует распространению контрафакта, поэтому вся продукция бренда ЧЕТРА проходит систему проверки товаров, имеет сертификаты качества и обязательно маркируется.

Пресс-служба ООО "ЧЕТРА"

УДК 629.113.004.67
А. С. Денисов, д-р наук, профессор, **Е. В. Феклин,** канд. техн. наук, доцент,
Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.
E-mail: denisov0307@yandex.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ ПАССАЖИРСКОГО ПАРКА МЕГАПОЛИСА

Проблемы урбанизации во многом определяются и транспортными проблемами. Проблемная ситуация состоит в следующем: поток заявок на техническое обслуживание и ремонт определяется показателями перевозок пассажиров, затем он исполняется производственно-технической базой и персоналом исполнителей. В то же время оборудование и персонал исполнителей заявок на техническое обслуживание и ремонт загружены лишь на 50...60 %. В результате значительное снижение эффективности перевозок. Основная причина этого — отсутствие управления потоком и на стадии формирования, и на стадии исполнения. Для решения этой проблемной ситуации сформулирована цель статьи — повышение эффективности использования городского автобусного транспорта путем сокращения средств, труда и времени на обеспечение его работоспособности. Определена специализация, выраженная в растущей концентрации производства, обладающих общностью в определенных масштабах, определяющихся имеющимися двумя тенденциями в развитии предприятий.

Связь состоит в росте концентрации производства, проявляясь в увеличении размеров предприятий. Это связано как с развитием внутренней кооперации, так и по экономическим причинам. Доказано, что противоречие между естественным стремлением к экономическому доминированию как способу сохранения и приумножения преимуществ и препятствующими этому требованиями оптимальности разрешается путем объединения предприятий.

Ключевые слова: *урбанизация, техническое обслуживание и ремонт, эффективность перевозок, городской автобусный транспорт, объединение.*

The problems of urbanization are largely determined by transport problems. The problem situation is as follows: the flow of applications for maintenance and repair is determined by the indicators of passenger transportation, then it is executed by the production and technical base and the personnel of the performers. At the same time, the equipment and personnel of the executors of the requests for maintenance and repair are loaded only by 50...60 %. As a result, there is a significant reduction in transport efficiency. The main reason for this is the lack of flow control both at the stage of formation and at the stage of execution. To solve this problem situation, the purpose of the article is to improve the efficiency of urban bus transport by reducing the cost, labor and time to ensure its efficiency. The specialization, expressed in the growing concentration of production, having a commonality on a certain scale, is determined. determined by the existing two trends in the development of enterprises.

The link is in the growth of production concentration, manifested in the increase in the size of enterprises. This is due to the development of internal cooperation, and for economic reasons. It is proved that the contradiction between the natural desire for economic dominance, as a way to preserve and increase the benefits, and the requirements of optimality that prevent this, is resolved by combining enterprises.

Keywords: *urbanization, maintenance and repair, transportation efficiency, urban bus transport, Association.*

Введение

Проблемы урбанизации во многом определяются и транспортными проблемами. Большие города часто называют мегаполисами. Существует несколько определений мегаполиса. По определению ООН к мегаполисам относятся городские агломерации с населением свыше 8 млн чел. По другим определениям основным признаком мегаполиса является наличие нескольких городских агломераций с общим населением около миллиона человек. В данной работе используется второе определение мегаполиса. То есть это крупный город, как правило, областной центр.

Доля городского населения на планете постоянно растет и сейчас составляет в России 73,9 %, в Германии 78,1 %, в США 81,4 %.

Проблемы городского пассажирского автомобильного транспорта:

— сильная изношенность и недостаточные темпы обновления подвижного состава;

— структура парка по вместимости далека от оптимальной;

— соотношение видов транспорта по принадлежности (личный и общественный);

— соотношение видов транспорта по энергетическому принципу (органическое топливо, электрический привод);

— тарифная политика;

— транспортная сеть и маршрутизация;

— экологические факторы.

Проблемы недостаточной надежности автобусов привели к расширению спроса на услуги централизованных специализированных производств (ЦСП) как предприятий, способных с минимальными затратами обеспечить необходимый уровень качества технических воздействий, а также повысить безопасность дорожного движения. При этом проявляются преимущества специализации и кооперации мелких производств.

Специализация производства с давних пор служила прогрессу человечества. На первых порах существования человеческого общества специализация была во многом обусловлена различием условий жизни и различиями в способности людей. Затем специализация приобрела многообразные формы и масштабы, включая и межгосударственную.

Специализация производства является формой проявления общественного разделения труда и имеет целью создание условий для интенсивного роста производительности труда за счет внедрения высокопроизводительного оборудования и передовой технологии. Применительно к автомобильному транспорту специализация — это ориентация производства на выполнение определенного вида ограниченной номенклатуры работ по ТО и ремонту подвижного состава, агрегатов, систем, позволяющая эффективно применять прогрессивные технологические процессы, производительное оборудование, квалифицированный персонал.

Постановка задачи

Проблемная ситуация состоит в следующем: поток заявок на ТО и Р определяется показателями перевозок пассажиров, затем он исполняется производственно-технической базой (ПТБ) и персоналом исполнителей (к сожалению, не полностью — на 45...50 % — и с невысоким качеством). В то же время оборудование и персонал исполнителей заявок на техническое обслуживание и ремонт загружены лишь на 50...60 %. В результате значительное снижение эффективности перевозок. Основная причина этого — отсутствие управления потоком и на стадии формирования, и на стадии исполнения.

Для решения этой проблемной ситуации сформулирована цель — повышение эффективности использования городского автобусного транспорта путем сокращения средств, труда и времени на обеспечение его работоспособности.

Оснащенность ПТБ недостаточна (таблица): относительная доля стоимости ПТБ в стоимости основных производственных фондов 33 % нормы, доля стоимости технологического оборудования в стоимости ПТБ 37 % нормы. Это в настоящее время обусловливает большие (до 45 %) потери рабочего времени персоналом; полнота выполнения технологических операций при ТО не превышает 55 %. Надежность выполнения операций ТО, оцениваемая безошибочностью, составляет для ТО не более 45 %. Все это свидетельствует о необходимости использования рациональных форм централизации, специализации и кооперации производства ТО и ТР.

Централизованные специализированные производства (ЦСП) — это предприятия, специализированные (предметно, подетально или технологически) по определенным видам работ технического обслуживания и ремонта автомобилей, а также ремонта и восстановления агрегатов, узлов и деталей автомобилей. Понятие «централизовать» имеет два значения: сосредоточить что-нибудь в од-

Оснащенность пассажирских предприятий ПТБ (на примере Саратовской области)

Показатель оснащенности	Нормативное значение, %	Фактическое значение, %	
		в 80—90-х годах	в настоящее время
Удельный вес стоимости ПТБ в общей стоимости производственных фондов	55...60	43	19
Доля стоимости технологического оборудования в стоимости ПТБ	13...15	11,5	5,5

ном центре; подчинить одному центру. В нашем случае используется первое значение. При этом подразумевается сосредоточение (концентрация) определенных видов работ в одном месте (центре).

При этом целесообразно использовать идею и принципы узлового аэропорта (ХАБ). В этом случае система схематично представляется в виде колеса со спицами и втулкой (рис. 1). Втулка — это узловой пункт, а спицы — это связи с конкретными потребителями материальных и трудовых ресурсов. С позиции теории систем узловой пункт (ХАБ) представляет собой сложную динамическую стохастическую систему, в которую поступают существенно нестационарные потоки сервисных заявок.

Использование принципов централизации и специализации ЦСП позволяет повысить качество выполнения заявок, а следовательно, и свою конкурентоспособность, которая определяется уровнем профилактики (рис. 2).

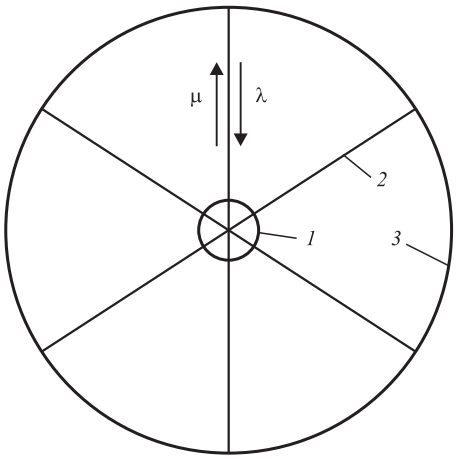

Рис. 1. Использование принципа "ХАБ" при централизации:

1 — узловой пункт (центр); *2* — связи (каналы) с потребителями и источниками; *3* — потребители и источники; λ — параметр потока требований; μ — параметр потока обслуживания

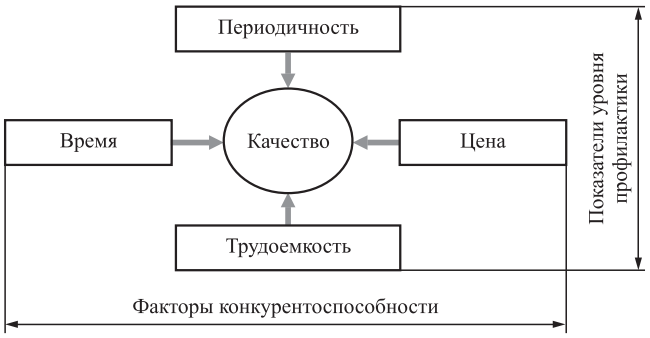

Рис. 2. Влияние показателей уровня профилактики на факторы конкурентоспособности и качество

Качество продукции (услуг) — совокупность свойств продукции, обусловливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. **Уровень качества продукции** — определяется сопоставлением показателей качества сравниваемой продукции с эталонными (стандартными) при планировании, учете, контроле и анализе степени удовлетворения конкретных потребностей.

Потребности — нужда или недостаток в чем-либо, необходимом для поддержания жизнедеятельности организма, человеческой личности, социальной группы, общества в целом; внутренний побудитель активности. Для того чтобы потребности стали спросом (экономическая категория) необходима платежеспособность потребителя.

В настоящее время наблюдаются большие (до 45 %) потери рабочего времени персоналом, а полнота выполнения технологических операций при ТО не превышает 55 %. Надежность выполнения операций ТО, оцениваемая безошибочностью, составляет для ТО не более 45 %. Качество выполнения технологических операций зависит от ряда факторов: мощности системы ТО и Р; квалификации персонала; обеспеченности системы контрольным и технологическим оборудованием и некоторых других.

Уровень профилактики должен оцениваться показателем, учитывающим соблюдение периодичности ТО (минимизация перепробега), полноту выполнения операций ТО и безошибочность их выполнения (соблюдения технологии). При уровне профилактики 100 % существенно снизятся затраты на ТР (устранение пропущенных отказов). Практика эксплуатации автомобилей показывает, что это снижение в среднем пятикратное.

Для повышения уровня профилактики необходимо увеличение затрат, которое связано с повышением эффективности системы по затухающей зависимости (производственная кривая [2]). Поэтому централизация, специализация производства должны иметь и техническое и экономическое ограничение (рис. 3).

Собранные статистические данные по пассажирским предприятиям и их подразделениям [3], приведенные на рис. 4, подтверждают эту закономерность.

Наиболее целесообразным принципом специализации ЦСП является технологический, предусматривающий деление всего объема ТР и Р на четыре группы.

1. Контрольно-диагностические и регулировочные работы.

2. ТО-1.

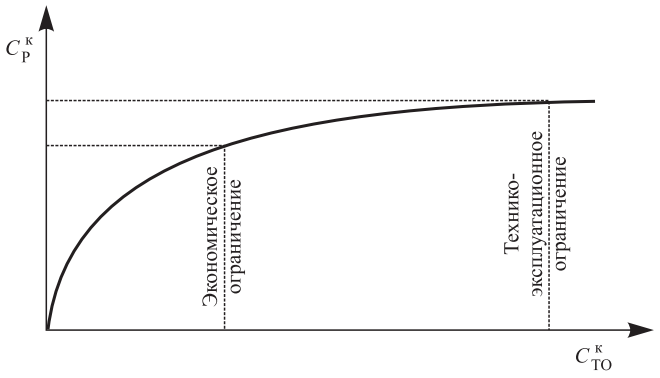

Рис. 3. Зависимость снижения затрат на ТР от затрат на повышение качества ТО

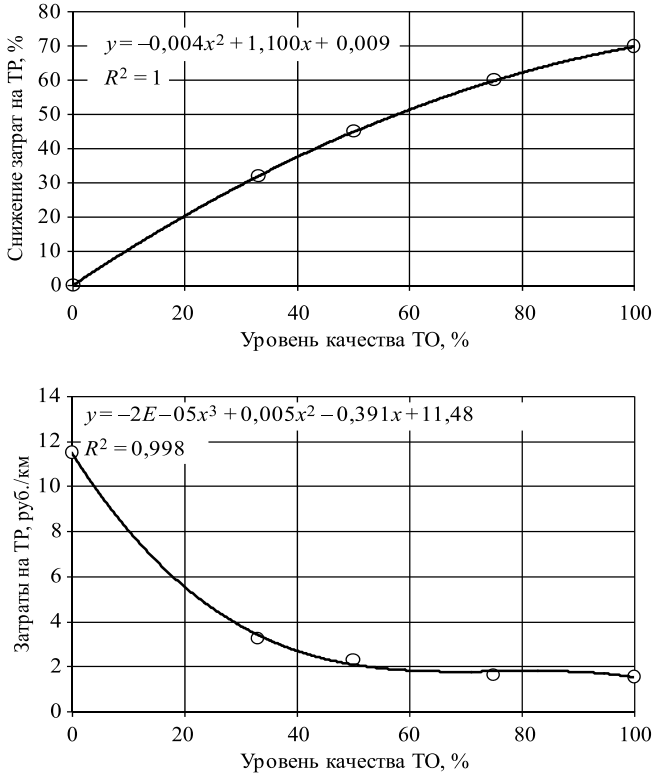

Рис. 4. Изменение затрат на ТР в зависимости от уровня качества ТО

3. ТО-2 и сопутствующий ремонт.

4. Углубленный ТР, предупредительный и капитальный ремонт агрегатов и кузовов.

Специализация ЦСП может использовать и другие признаки (подетальная, поузловая, по моделям автомобилей). Наиболее целесообразно централизовать из этих групп работ наиболее трудоемкие, так как при этом сокращаются потери времени на ожидание ремонта, перегон автомобилей, транспортировку комплектующих и инструмента.

Используемая в настоящее время децентрализованная система управления производством ТО и Р не обеспечивает минимизации простоев автомобилей в ожидании ремонта, потерь времени занятости персонала и оборудования. При централизованной системе управления производства эти показатели минимизируются за счет использования информации центром управления производством централизованного специализированного предприятия (ЦУП ЦСП). При этом формируется единый поток заявок (рис. 5).

Минимизация потерь времени автобусов и персонала ЦСП достигается путем использования положений теории расписаний с учетом приоритетов и ресурсных ограничений.

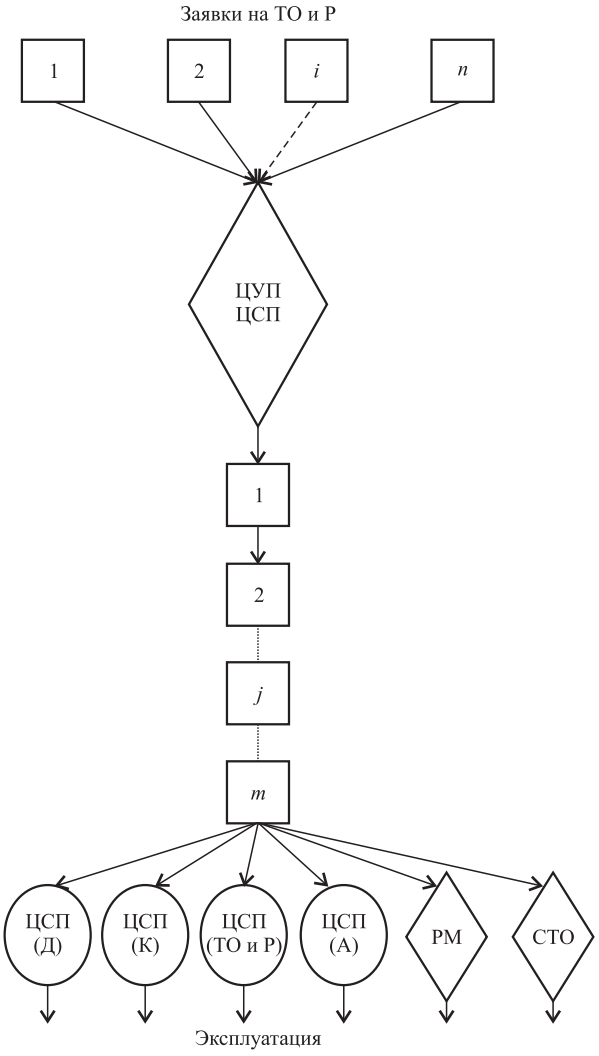

Рис. 5. Схема формирования потока заявок в региональном логистическом центре ЦСП:

Д — двигатель; *К* — кузов; *ТО* и *ТР* — ТО-1, ТО-2 и ТР; *А* — агрегаты; *РМ* — ремонтные мастерские; *СТО* — станции технического обслуживания

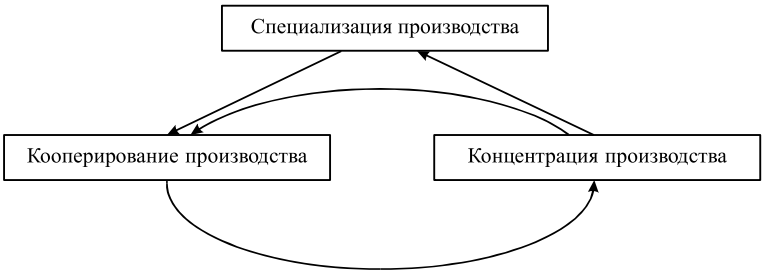

Рис. 6. Схема связи между концентрацией, специализацией и кооперированием производства

Специализация, в свою очередь, требует и способствует развитию кооперирования производства. Таким образом, можно наблюдать некую связь (рис. 6) между рассматриваемыми факторами.

Прямая связь между концентрацией и кооперированием производства, минуя специализацию, отражает тот факт, что концентрация производства не всегда сопровождается специализацией последнего и в этом случае можно сказать, что концентрация стимулирует развитие кооперации производства.

Заключение

Таким образом, специализация выражается в растущей концентрации производства, обладающим общностью в определенных масштабах, определяющихся имеющимися двумя тенденциями в развитии предприятий.

Связь состоит в росте концентрации производства, проявляясь в увеличении размеров предприятий. Это связано как с развитием внутренней кооперации, так и с экономическими причинами. Крупные предприятия, используя самую новую технику и передовые способы производства, обладают превосходством в организации. Большие объемы производства оборачиваются "экономией от масштабов", что обеспечивает меньшие издержки (более низкие цены, лучшие социальные условия труда, привлечение наиболее высококвалифицированного персонала).

Обратная тенденция состоит в противодействии росту размеров предприятий. Снижение общей эффективности в результате роста издержек управления, бюрократизации и снижения результативности предпринимательской функции ограничивают увеличение масштабов производства.

Поэтому главной задачей является поддержание оптимальных размеров предприятия, обеспечивающих его эффективное функционирование. Одним из основных критериев такой оптимальности является рентабельность.

Противоречие между естественным стремлением к экономическому доминированию как способу сохранения и приумножения преимуществ и препятствующими этому требованиями оптимальности разрешается путем объединения предприятий. Представляя собой как бы ассоциацию оптимальных предприятий, концентрация такого рода регулируется уже иными критериями оптимальности — уровень хозяйственной устойчивости и конкурентоспособности, степень контроля над рынком. В то же время реализуется главная цель — смягчение отраслевой конкуренции и недопущение в отрасль новых конкурентов.

Существующее многообразие предприятий — это, прежде всего, результат отраслевых особенностей внутренней кооперации. Таким образом, особенно в мегаполисах целесообразно рассмотрение этих трендов для обоснования оптимальных уровней централизации и специализации производства сервисных услуг городскому пассажирскому транспорту.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Дехтеринский Л. В., Карагодин В. И.** Концентрация и специализация производства: учеб. пособие. — М.: МАДИ, 1980. — 85 с.
2. **Карташов В. П.** Развитие производственно-технической базы автотранспортных предприятий. — М.: Транспорт, 1991. — 151 с.
3. **Денисов А. С., Феклин Е. В., Красникова Д. А.** Оценка значимости городского пассажирского транспорта в решении проблем урбанизации // Научное обозрение. — 2017. — № 22.

Профессор кафедры «Организация перевозок, безопасность движения и сервис автомобилей» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А., доктор технических наук, академик Российской академии транспорта, почетный работник транспорта России, почетный работник высшего профессионального образования РФ ***А.С. Денисов*** *3 июля 2019 г. отметил свое 70-летие и 45-летие научно-педагогической деятельности.*

В День работников автомобильного транспорта и городского пассажирского транспорта поздравляем Александра Сергеевича с юбилеем, желаем ему крепкого здоровья, продуктивной работы в вузе и творческих успехов!

Автомобилисты России

ПРАКТИКА

УДК 656.13
А. Н. Ременцов, д-р пед. наук, профессор, e-mail: rementsov@yandex.ru,
Д. Д. Царев, студент-магистрант, МАДИ, e-mail: 79060421646@ya.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НЕЗАВИСИМЫМИ СТАНЦИЯМИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

В фирменных системах обслуживания существует развитая система оценки деятельности предприятий автомобильного сервиса на основе критериев эффективности. На независимых станциях технического обслуживания аналогичной системы не существует. Предложены критерии для оценки эффективности технического обслуживания и ремонта на основе применяющихся в фирменных системах обслуживания. Найдена и обоснована зависимость данных критериев от выручки, получены уравнения регрессии для каждого критерия и математическая модель зависимости выручки от показателей данных критериев.

Ключевые слова: *станция технического обслуживания (СТО), критерии эффективности технического обслуживания (ТО) и ремонта, продуктивность, эффективность, загрузка.*

Branded car dealerships have a sophisticated system of assessing their performance on the basis of criteria, independent dealerships usually do not have a comparable system. Proposed criteria of assessing an independent dealership workshop performance on the basis of key performance indicators implemented in Porsche dealerships. A mathematical relationship between these criteria and profit found and justified, regression equations found for each criterion and profit.

Keywords: *workshop performance, dealership, maintenance and repair effectiveness criteria, productivity, effectiveness, utilization.*

Согласно статистическим данным в России продажи автомобилей снижались с 2014 по 2017 г. (рис. 1) [1, 2]. Данные изменения повлекли за собой закрытие большого числа независимых СТО, так как до кризиса в большинстве независимых СТО основная доля выручки приходилась на продажи автомобилей. С их снижением многие предприятия вынуждены были закрыться. Следует отметить, что в фирменных системах обслуживания прибыль от оказания услуг по ТО и ремонту в структуре выручки СТО значительно выше прибыли от продажи автомобилей [3—6]. На многих независимых СТО отсутствует система оценки эффективности выполнения работ ТО и ремонта, не ведется строгий учет времени их выполнения [7]. Кроме того, независимые СТО чаще всего не имеют доступа к актуальной ремонтной документации, каталогам запчастей и т. п.

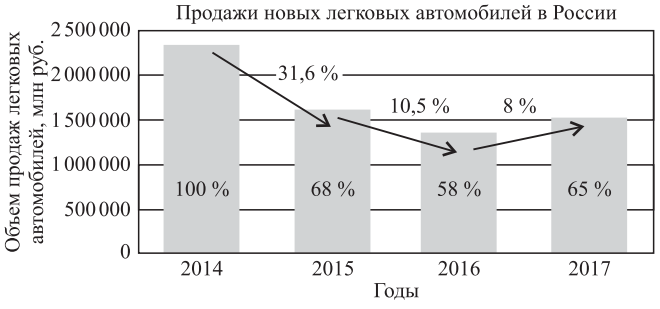

Рис. 1. Продажи легковых автомобилей в 2014—2017 гг.

Таким образом, независимые СТО, не имеющие доступа к информации, которой владеют дилерские СТО, не могут в полной мере оценить:

— продуктивность использования механиками рабочего времени;

— эффективность выполнения механиками работ по ТО и ремонту;

— эффективность работы различных служб СТО.

В то же время данная информация позволяет достичь главной цели предприятия — получения большей выручки [8].

Также на независимых мультибрендовых СТО отсутствуют возможности сравнения эффективности работы механиков по обслуживанию автомобилей разных марок. Возникает потребность

в универсальных критериях эффективности работ по ТО и ремонту с использованием минимума данных, уже имеющегося на СТО. Исходя из вышеизложенного, предлагается создать критерии эффективности ТО и ремонта для независимых СТО на основе используемых у дилеров критериев.

В качестве таких критериев для независимых СТО предлагается адаптировать аналогичные критерии, используемые дилерами. Это не потребует для СТО существенных затрат или перестроения организационно-производственной структуры, но вынудит ввести строгую отчетность и систему проверки качества работ [9]. Поэтому предлагаемый подход реализуем на СТО с количеством рабочих постов от пяти и выше, где применяют многоуровневую систему оценки качества работ [10, 11].

Для детализации предлагаемого подхода был проведен анализ работы ряда дилеров в России, использующих систему критериев продуктивности, эффективности и загрузки.

Продуктивность (П) — соотношение между фактическим временем и временем присутствия механика на рабочем месте, %:

$$П = \frac{T_{факт} \cdot 100}{T_{таб}}, \quad (1)$$

где $T_{факт}$ — фактическое время выполнения работ, чел. ч; $T_{таб}$ — табельное время механика, ч.

Эффективность (Э) — соотношение между нормативным и фактическим временем выполнения работ, %:

$$Э = \frac{T_{норм} \cdot 100}{T_{факт}}, \quad (2)$$

где $T_{норм}$ — время выполнения работ, установленное изготовителем автомобиля в сервисной документации, чел. ч.

Загрузка (З) — соотношение между нормативным временем выполнения работ и табельным временем механика, %:

$$З = \frac{T_{норм} \cdot 100}{T_{таб}}. \quad (3)$$

Для данных критериев в качестве нормативных использованы значения, принятые в фирменных системах обслуживания и приведенные в табл. 1.

По результатам анализа финансовой и технической отчетности автомобильных дилеров в России была получена генеральная совокупность данных по трем рассматриваемым критериям и выручке (В) за 2015—2017 гг.

Ввиду нестабильности закупочных цен на запчасти, цен на услуги СТО и сезонность многих видов работ по ТО и ремонту, генеральная совокупность была разделена на выборки по годам.

Произведена оценка репрезентативности каждой выборки с использованием модуля "множественная регрессия" программы STATISTICA. Оценка производилась по критерию *p*-значимости; критерию Фишера; значениям коэффициента корреляции и детерминации; значениям стандартной ошибки оценки [12].

Наиболее репрезентативной оказалась выборка за 2015 г. (табл. 2) со следующими показателями: значимость *p*-знач. > 0,2, чего достаточно для процессов технической эксплуатации автомобилей [13]; критерий Фишера, используемый для проверки гипотезы о нулевых значениях коэффициентов регрессии (отсутствии какой-либо связи между зависимыми и независимыми переменными), $F = 7{,}1971$; коэффициент корреляции $R = 0{,}854$; коэффициент детерминации (квадрат коэффициента корреляции), показывающий, какая доля дисперсии отклика объясняется влиянием предикторов в построенной модели, $R^2 = 0{,}729$.

Таблица 1

Нормативные значения критериев и причины их отклонений

Диапазон нормативных значений, %	Причины отклонений от нормативных значений
П = 85...95	Планирование работ в цехе, затраты времени на согласование работ с клиентом, наличие запчастей, загрузка СТО
Э = 100...125	Квалификация механика и мастера-приемщика, степень механизации труда, наличие и состояние технологического оборудования и оснастки, планировка производственных помещений
З = 100...110	Корректность учета рабочего времени, загрузка СТО

Таблица 2

Показатели выручки и критериев эффективности технического обслуживания и ремонта в 2015 г.

Месяц	В, млн руб.	П, %	Э, %	З, %
Январь	4,604	48	104	50
Февраль	17,975	60	105	63
Март	48,303	70	105	73
Апрель	75,149	83	115	95
Май	74,966	72	115	83
Июнь	36,917	65	116	75
Июль	42,890	67	111	74
Август	50,899	68	109	75
Сентябрь	78,809	73	115	83
Октябрь	124,772	75	115	87
Ноябрь	97,521	76	110	83
Декабрь	106,157	76	114	86

На основе этих данных получено уравнение регрессии, связывающее критерии эффективности с выручкой В по розничным работам:

$$B = 388{,}414 - 718{,}304 \cdot П - 493{,}616 \cdot Э + 934{,}875 \cdot З, \quad (4)$$

где В — выручка; П — продуктивность, ед.; Э — эффективность, ед.; З — загрузка, ед.; 388,414 — свободный член; 718,304; 493,616; 934,875 — коэффициенты.

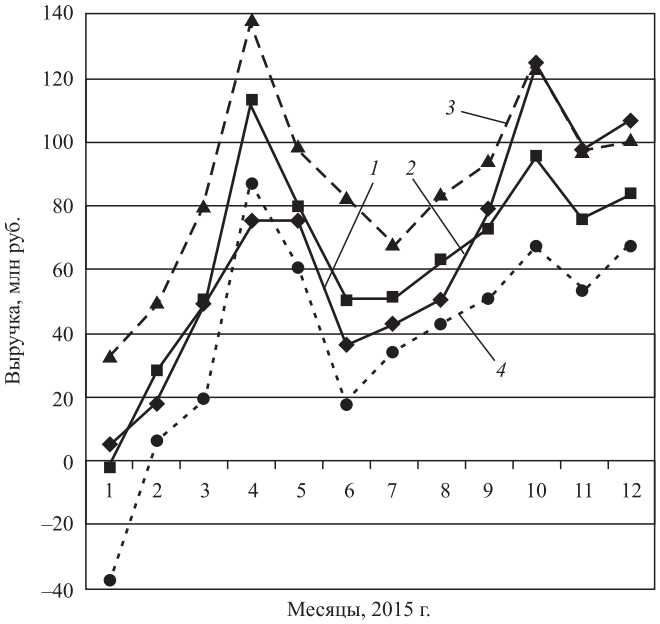

Рис. 2. График фактических и рассчитанных значений выручки:

1 — фактические значения; *2* — рассчитанные значения; *3* — $Гр_в$; *4* — $Гр_н$

Выполнен анализ остатков (необходим для облегчения обнаружения отклонений от предполагаемых значений, угрожающих обоснованности результатов анализа), найдены верхняя ($Гр_в$) и нижняя ($Гр_н$) доверительные границы, по итогам составлена табл. 3 и график на рис. 2.

Таблица 3

Фактические и рассчитанные значения выручки

№ наблюдения	Фактические значения	Рассчитанные значения	Ст. Ош.	$Гр_в$	$Гр_н$
1	4,6035	−2,2943	17,79342	32,5808	−37,1694
2	17,9748	28,1068	11,12886	49,9194	6,2943
3	48,3025	49,7640	15,52644	80,1958	19,3321
4	75,1490	112,6954	13,32334	138,8091	86,5817
5	74,9664	79,5238	9,57838	98,2974	60,7502
6	36,9165	50,0789	16,47099	82,3620	17,7958
7	42,8896	51,0449	8,65034	67,9995	34,0902
8	50,8985	63,0829	10,33146	83,3326	42,8332
9	78,8090	72,3408	11,04758	93,9940	50,6875
10	124,7715	95,3697	14,31864	123,4342	67,3051
11	97,5206	75,4724	11,46258	97,9391	53,0058
12	106,1573	83,7741	8,37585	100,1907	67,3574

Как видно из графика на рис. 2, рассчитанные значения в целом не выходят за пределы доверительных границ (необходимых для обеспечения достоверности результата), за исключением двух случаев (в т. 4 и т. 10). Скорректировать модель и тем самым уменьшить стандартную ошибку предсказания возможно с помощью методов прогнозирования.

Проведенное исследование позволяет вырабатывать меры по совершенствованию управления СТО и прогнозировать ее выручку на основе показателей критериев эффективности ТО и ремонта [14]. Контролируя показатели предлагаемых критериев, руководитель СТО может осознанно и эффективно управлять предприятием.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Zhang Q., Hongfei Z., Junhe Y.** (2017). Car Sales Analysis Based on the Application of Big Data. Advances in Information and Communication Technology: Proceedings of 7th International Congress of Information and Communication Technology. 107, 436—441.
2. **Пасько В. А.** Изменение динамики продаж и импорта легковых автомобилей на российском рынке под влиянием нестабильности внешней среды // Вестник университета (ГУУ). — 2016. — № 11. — С. 103—108.
3. **Velimirovic D., Duboka C., Damnjanovic P.** (2016). Automotive maintenance quality of service influencing factors. Tehnicki Vjesnik. 23.
4. **Morisse B.** (2013). The Implementation Of Brand Standards In Franchised Retailing: The Field Of Car Dealerships. Journal of Applied Business Research (JABR), 29(4), 991—1002.
5. **Lotko A., Korneta P. A., Malgorzata M. A., Longwic R.** (2018). Using Neural Networks in Modeling Customer Loyalty in Passenger Cars Maintenance and Repair Services. Applied Sciences.
6. **Koryagin M.** (2017). New premium cars sales promotion based on the system of pre-owned cars sales to loyal customers. Journal of Applied Engineering Science. 15(407), 1—8.
7. **Мороз С. М.** Методы обеспечения работоспособного технического состояния автотранспортных средств: учебник / С. М. Мороз. — М.: МАДИ, 2015. — 204 с.
8. **Biondi S., Calabrese A., Capece G., Costa R., Pillo F. D.** (2013). A New Approach for Assessing Dealership Performance: An Application for the Automotive Industry. International Journal of Engineering Business Management.
9. **Roberts-Lombard M., Nyadzayo M.** (2014). Supplier-Customer Relationship Management and Customer Retention: A Perspective on Motor Dealerships in an Emerging Economy. Mediterranean Journal of Social Sciences. 5, 20.
10. **Дрозденко М. В.** Исследование влияния количества исполнителей на эффективность технологических процессов автосервиса // В сб.: Современные проблемы экономического развития. Материалы Всероссийской научной студенческой конференции. Минобрнауки России, Омский государственный технический университет. — 2018. — С. 83—86.
11. **Иванов В. А., Фещенко А. А.** Особенности подходов к техническому обслуживанию и ремонту оборудования в непрерывном производстве // Вестник Пермского Национального Исследовательского Политехнического Университета. — 2018. — Т. 20. — № 3. — С. 82—29.
12. **Болдин А. П., Максимов В. А.** Основы научных исследований: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования. — М.: Издательский центр "Академия", 2012. — 336 с.
13. **Болдин А. П., Богумил В. Н.** Использование модулей программы STATISTICA и расчетных моделей для решения научных задач в области технической эксплуатации автомобилей: учебное пособие для студентов, магистрантов и аспирантов учреждений высшего образования. — М.: Техполиграфцентр, 2016. — 154 с.
14. **Фролова И. И., Гаврилов А. В.** Повышение эффективности бизнес-процессов автосервиса // В сб.: Эффективные системы менеджмента: качество, инновации, образование. Материалы VII международного научно-практического форума. — 2018. — С. 381—384.

Техника для нефтяников

Компания ЧЕТРА поставила в адрес ООО "ТБС-Логистика" 29 отечественных бульдозеров ЧЕТРА Т9.01.ЯМБ-3 производства завода "Промтрактор". Машины будут задействованы при прокладке зимних автомобильных дорог в рамках освоения Пайяхского нефтяного месторождения, расположенного на полуострове Таймыр.

Первая партия, состоящая из десяти бульдозеров ЧЕТРА, была отгружена спустя месяц с момента размещения заказа и прибыла в морской порт Дудинка, расположенный в Красноярском крае. Остальные партии техники были отгружены позже. Вся техника уже введена в эксплуатацию и работает на территории Пайяхского нефтяного месторождения.

Пресс-служба ООО "ЧЕТРА"

УДК 629.33.083.4
Б. А. Крамаренко, советник ректора МАДИ

СИСТЕМА ВОДИТЕЛЬ—АВТОМОБИЛЬ—ДОРОГА И ПУТИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Система водитель — автомобиль — дорога (В — А — Д) требует принятия управленческих решений с использованием Концепции "Нулевой смертности" по обеспечению безопасности дорожного движения (ОБДД) при технической эксплуатации транспортных средств (ТС).

Ключевые слова: *дорожно-транспортное происшествие, транспортное средство, дорога, транспортный риск.*

The driver — car — road system requires management decisions using the "zero mortality" concept for road safety in the technical operation of vehicles.

Keywords: *road traffic accident, vehicle, road, transport risk.*

Уровень ОБДД напрямую зависит от уровня квалификации водителя, его способности управлять транспортным средством, конструктивной безопасности ТС, состояния дорожной одежды и дорожной инфраструктуры.

Система В—А—Д подвергалась исследованию различных ученых и в разных аспектах [3]. Для детального исследования этой связки и для принятия управленческих решений, способных повысить уровень ОБДД, необходим постоянный мониторинг состояния безопасности дорожного движения (БДД).

Некоторые ученые (например, М. А. Луковецкий) в своих работах отмечают два определяющих направления в сфере ОБДД. **Первое направление:** аварийность — это научно санкционированная дань общества развития автомобилизации, которая является случайным событием системы В—А—Д. При этом они утверждают, что две последних составляющих направления можно повысить путем совершенствования конструктивной надежности. Первый же показатель системы — водитель — довести до совершенства невозможно, ввиду зависимости человека от психофизиологических особенностей. **Второе направление:** предлагается заместить один составляющий элемент системы В—А—Д на другой с использованием кибернетики путем создания надежной системы, состоящей из надежных элементов, многократным резервированием, введением в эту систему резервных водителей, находящихся по функциональным качествам в определенное время в лучшем состоянии. Выполнить эту задачу весьма и весьма сложно.

В "Майских указах" Президента РФ от 7 мая 2018 года поставлена задача "...о подготовке, переподготовке и повышения квалификации" сотрудников транспортного комплекса.

Идея не нова. Еще в "Проекте основных положений..." Протокол № 192 (Приложение) от 21 июня 1923 г. за подписью Замнаркомвнудел А. Белобородова говорится, что "К управлению автомобилями и мотоциклами допускаются только те лица, получившие на то разрешение Коммунального Хозяйства по надлежащем испытании их Экзаменационной Комиссией в присутствии губинспектора, являющегося председателем Комиссии" (п. 2 Глава 1. Общие правила) и ниже есть уточнения: "Не иметь физических недостатков, мешающих управлению автомашинами и мотоциклами.").

Почти через три года после принятия в свет этого Протокола № 192 И. Цивцивадзе в своей статье "Нужно ли психотехническое обследование вагоновожатых и шоферов городского транспорта?", исследуя поставленную тему, пишет, что "неудержимое развитие городского транспорта (трамваи, автобусы, автомобили) в условиях огромной тесноты и сутолоки на улицах городов, почти во всех странах сопровождается огромным количеством несчастных случаев. Причем, смертные случаи с людьми составляют весьма значительный процент... Это явление должно быть признано совершенно ненормальным и недопусти-

мым и ему необходимо объявить решительную войну. В самом деле, как мы можем осветить такое положение, при котором после перевозки, скажем одного миллиона человек, один должен погибнуть или через каждые 100.000 верст, пройденных трамваем или автомашиной, один или два человека должны быть раздавлены непременно. Мы должны в точности уяснить причины этих явлений и решительными мерами их искоренить".

Далее И. Цивцивадзе, исследуя причины возникновения данной ситуации, отмечает, что "...перегрузка... вагонов доходит до совершенно недопустимых размеров... при которой нормальная спокойная обстановка работы трамвая совершенно невозможна".

В то время принятые Московским советом меры для регулирования уличным движением были призваны содействовать улучшению создавшейся ситуации, но с введением автобусного и таксомоторного движения и с увеличением количества автомобилей при неудержимом росте населения Москвы стало возможным предполагать, что ситуация не получит своего положительного развития. Кроме внешних, объективных условий (густота движения на улицах, перегруженность трамвайных вагонов и т. п.), огромное значение начала приобретать "роль живого человека — вагоновожатых и шоферов: состояние их здоровья, их выдержка, спокойствие и находчивость, ориентировка и т. д. В конечном счете больной, неспособный, нервный шоффер или вагоновожатый может при всех условиях раздавить человека...". Поэтому наряду со всеми проводимыми мероприятиями необходимо осуществлять "качественный подбор вагоновожатых и шоферов...".

Поскольку транспортное средство — это средство повышенной опасности И. Цивцивадзе утверждал, что существует целая наука — психотехника, способная дать "верные методы и практические средства подбора годных" для этой сложной работы кандидатов. Тем более, что в то время делегация Московского Совета посетила прекрасно оборудованную лабораторию в Париже и убедилась в действенности ее возможностей. "При помощи разных тончайших приборов производится исследование вновь принимаемых служащих трамвая и других видов транспорта", позволяющее определить в том числе качество зрения, память, внимание и т. п., причем абсолютно объективно, "механически... тонкими электрическими приборами на бумаге в виде графиков, по результатам которых дают полную картину способности испытуемого".

На современном этапе развития данного направления о допуске кандидатов в водители транспортных средств исследовал О. В. Майборода и добился значительных результатов в достижении поставленных целей.

Положительной нормой является широко внедряемая в мире концепция "нулевой смертности".

Ошибочность утверждения о невозможности достичь уровня нулевой смертности по причине концепции приемлемого (допустимого) риска, с которым якобы вынуждено согласиться общество, основано на общих показателях развития уровня жизни в странах с высоким уровнем автомобилизации и экономического развития. Почему там говорят, что в системах с накопленной энергией невозможно гарантировать отсутствие отказов? Отмечается, что после достижения определенного уровня безопасности дальнейшее снижение риска гибели людей замедляется и при определенном достигнутом уровне проводить дополнительные действия нецелесообразно, тем более при увеличении экономических и финансовых затрат. Считается, что задачи теории допустимого риска заключаются в его определении. После того как этот уровень достигнут, дальнейшие траты на безопасность нецелесообразны.

Но это кощунство. Гибнут люди — участники дорожного движения. Тем более что у нас есть примеры собственных систем обеспечения безопасности на других видах транспорта. Например, на поднятые нами вопросы давным-давно найдены ответы в деле организации безопасности авиационных полетов. Или при подборе водительских кадров в определенные структурные подразделения соответствующих ведомств.

Концепция "нулевой смертности" активно продвигается во всем цивилизованном мире, в результате чего достигнуты высокие показатели транспортных рисков. Показатели лидера Монако — 0,00, за ним Сан-Марино — 0,18. Самые низкие показатели социальных рисков также в Монако — 0,00; на втором месте Демократическая Республика Конго — 0,7. Россия же занимает 160-е место из 180 стран мира.

Нам есть над чем работать.

ПРЕСС-ТУР
ВЫСТАВКИ • КОНФЕРЕНЦИИ • ПРЕЗЕНТАЦИИ

ДВИГАТЕЛЮ SCANIA V8 — 50 ЛЕТ

В 2019 г. юбилей отмечает 8-цилиндровый V-образный двигатель Scania. Первый V8 мощностью 350 л.с. был представлен компанией Scania в 1969 г. и стал самым мощным на тот момент двигателем для грузовиков в Европе. В течение 50 лет следующие поколения V-образных "восьмерок" воплощали в себе передовые технические решения и неизменно получали высокие оценки перевозчиков.

Первый V-образный 8-цилиндровый двигатель Scania D14 мощностью 350 л.с. и рабочим объемом 14 л оказался чрезвычайно востребован на фоне роста популярности грузовиков с бескапотной кабиной, которым компактная и вместе с тем мощная V-образная конструкция подходила гораздо больше, чем рядный 6-цилиндровый двигатель. Scania D14 ставили также на суда, использовали для создания генераторных установок, выпускали автобусы с такими двигателями.

Через несколько лет двигатель D14 получил турбонаддув. Мощность возросла до 500 л.с., а модификация для скоростных яхт выдавала 750 л.с. "Эта модель пережила три серии машин Scania 140 и дожила до начала 2000-х на грузовиках четвертой серии с индексом 144. Надежность двигателя оказалась такой высокой, что многие машины с D14 до сих пор на ходу, и ценятся среди водителей, имея репутацию неубиваемых", — рассказал Максим Левинсон, технический специалист компании "Скания-Русь".

В начале 2000-х годов появился новый 8-цилиндровый двигатель Scania DC16 — рабочим объемом 16 л, где расположение цилиндров осталось прежним, но вся конструкция была обновлена. За основу был взят модульный принцип, что стало фирменной особенностью всех современных двигателей Scania. В 2010 г. на рынок вышло второе поколение DC16 — еще мощнее и с более чистым выхлопом. В модельном ряду появился двигатель в 730 л.с. — и уже во второй раз в истории Scania V8 стал самым мощным на тот период мотором для грузовиков в Европе. Двигатель V8 рассчитан на нестандартные, вплоть до экстремальных, дорожные условия эксплуатации и перевозку особо тяжелых грузов, так как он имеет большой крутящий момент и обеспечивает хорошую тягу, в том числе на низких оборотах. Он широко используется при производстве магистральных тягачей, лесовозной, горнодобывающей техники.

В 2017 г. Scania представила перевозчикам третье поколение двигателей DC16, отвечающее самым актуальным тенденциям транспортной отрасли к увеличению массы и длины автопоездов, снижению вредных выбросов CO_2 в атмосферу, сокращению эксплуатационных затрат и расхода топлива. Двигатель V8 стал еще совершеннее и экологичнее, его масса снижена почти на 100 кг, а расход топлива уменьшился на 7—10 %.

"В нашей компании собран полный модельный ряд автомобилей Scania с двигателем V8 — магистральные седельные тягачи мощностью 500, 560, 620, и два тягача 730 л.с., единственных в России. Всего у нас 14 грузовиков, из них четыре — нового поколения Scania. Мы используем "восьмерки" с 2008 г., так как стремились быть конкурентоспособными со скандинавскими перевозчиками, которые используют европейскую технику", — рассказала генеральный директор компании "Нордленд" Евгения Турутина. Компания "Нордленд" занимается доставкой скоропортящихся продуктов, в частности, свежей рыбы из Норвегии и Дании. Сейчас компанию знают как надежного перевозчика с новым и мощным производительным автопарком.

Двигатель V8 оптимален и для транспортировки особо тяжелых грузов. В этом на практике убедилась подмосковная компания Max-Trans, которая с 2006 г. оказывает услуги по перевозке скота по России и Европе. "Сейчас в нашем парке восемь тягачей Scania с двигателем V8 мощностью 500 л.с. — комментирует руководитель Max-Trans Александр Максимов. — У нас тяжелые полуприцепы. Даже пустая машина весит 22 т, а с грузом до 40 т требуется хорошая тяга, особенно на низких скоростях. Scania отлично с этим справляются".

Пресс-служба ООО "Скания-Русь"

ДИЛЕР В МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ

ООО "ЧЕТРА" и АО "Горнопромышленная финансовая компания" (АО "ГПФК") подписали дилерское соглашение о сотрудничестве. В рамках партнерства, АО "ГПФК" расширяет зону ответственности на Дальнем Востоке и теперь будет представлять интересы компании на территории Магаданской области.

Согласно дилерскому соглашению АО "ГПФК" на территории Магаданской области будет реализовывать технику под брендом ЧЕТРА, а также обеспечит ее гарантийно-сервисным сопровождением, необходимыми запасными частями и ходовыми системами.

Пресс-служба ООО "ЧЕТРА"

КОММУНАЛЬНАЯ ТЕХНИКА НА МЕТАНЕ

По заказу "ТехКомСервис-Тюмень" официальный дилер "Скания-Русь" "ТюменьСкан" поставил два автомобиля для вывоза жидких бытовых отходов на шасси Scania P340 6 × 4 с газовым двигателем. Это первая в России отгрузка тяжелых грузовиков Scania на газомоторном топливе с колесной формулой 6 × 4 в сегменте коммунальной и специальной техники.

До настоящего времени коммунальная и специальная техника на шасси Scania поставлялась исключительно с дизельными двигателями. С появлением техники нового поколения у перевозчиков появилась возможность выбора между дизелем и газом.

"С появлением шасси с колесной формулой 6×4, потенциал использования которой очень широк, мы получили возможность предлагать различные варианты надстроек на шасси с газовыми двигателями: самосвальные кузова, мусоровозы, автобетоносмесители, бортовые платформы с краноманипуляторными установками, крюковые погрузчики и другие", — отметил Иван Папазов, руководитель направления продаж техники на газомоторном топливе ООО "Скания-Русь".

Грузовики Scania P340 6×4, работающие на метане, стали первой техникой в автопарке "ТехКомСервис-Тюмень" с газовыми двигателями. Компания 10 лет занимается обслуживанием наружных сетей хозяйственно-бытовой, промышленной, ливневой канализаций городских сетей, крупных предприятий и частных лиц.

Пресс-служба ООО "Скания-Русь"

НОВАЯ МОДЕЛЬ HITACHI ZX300-5A

Новый экскаватор ZX300-5A выпущен на заводе Hitachi Construction Machinery Eurasia в Твери.

Учитывая запросы российских клиентов на высокопроизводительную технику, компания Hitachi запустила производство новой модели ZX300-5A — более мощной и удобной в эксплуатации, чем ее предыдущий аналог ZX280-5G.

Экскаватор ZX300-5A эксплуатационной массой 28,1 т предназначен для выполнения различных задач в строительстве, карьерах и на нефтегазовых предприятиях.

Благодаря улучшению технических характеристик, производительность модели ZX300-5A выше ZX280-5G на 20 %. На новых экскаваторах установлены двигатель Isuzu мощностью 171 кВт, соответствующий экологическому стандарту Tier 3, и гидравлическая система HIOS III. Их совместная работа помогает обеспечить более высокий уровень производительности с большей топливной экономичностью. Кроме того, скорость вращения поворотной платформы увеличена на 12 %, что позволяет выполнять работу еще эффективнее.

В процессе копания скорость движения рукояти увеличивается благодаря объединению потоков от гидроцилиндров стрелы и рукояти через рекуперативные клапаны, а режим Power Boost (временное повышение мощности) помогает оператору при необходимости повысить усилие на

режущей кромке ковша до 10 %. Это способствует росту объема общей выработки.

Для модели ZX300-5A доступны ковши объемом от 1,1 до 1,6 м^3. Помимо этого, новый экскаватор может укомплектовываться дополнительными гидролиниями: двухпоточной гидроразводкой (для гидромолота и гидроножниц), двухпоточной гидроразводкой с возможностью суммации потоков и вспомогательной гидроразводкой (для мульчеров, харвестеров и аналогичного оборудования). Все это делает новинку универсальной техникой.

Кабина ZX300-5A соответствует всем требованиям безопасности. Система FOPS защищает оператора от падающих сверху предметов, а ROPS — оберегает машиниста в случае опрокидывания экскаватора.

"Новая модель экскаватора ZX300-5A отличается оптимальным сочетанием всех возможных технических характеристик. Ее качество и надежность, как и у всей техники Hitachi, находятся на самом высоком уровне, а по мощностным параметрам она серьезно превосходит своего предшественника — экскаватор ZX280-5G.

Пресс-служба компании Хитачи Констракшн Машинери Евразия

ПОСТАВКИ ДЛЯ JOHN DEERE

Компания ЧЕТРА организует поставку комплектующих для потребностей американской машиностроительной компании Deere & Co. Согласно заключенному соглашению на производственных площадях заводов "Промтрактор" и "Промтрактор-Промлит", расположенных в городе Чебоксары, будут выпускаться комплектующие для сельскохозяйственной техники под брендом John Deere.

В рамках локализации производства в России сельскохозяйственной техники John Deere компания ЧЕТРА организует поставку свыше 140 т литейной продукции. Компанией организована поставка партии комплектующих — колесного груза — для сборки тракторов 8000 серии. Комплектующие будут направлены на фабрику компании ООО "Джон Дир Русь", расположенную в подмосковном Домодедово.

Пресс-служба ООО "ЧЕТРА"

КУБУ ИНТЕРЕСУЕТ ТЕХНИКА ЧЕТРА

Кубинская делегация во главе с атташе Посольства Республики Куба в России Вивиан Итчман Миранда приняла участие в рабочей встрече с руководством компании ЧЕТРА и посетила сборочный цех техники под одноименным брендом на заводе "Промтрактор".

Визит представителей Посольства Кубы на "Промтрактор" организован в рамках программы пребывания делегации Посольства в Чувашской Республике и посвящен укреплению российско-кубинских отношений. В ходе посещения завода была проведена рабочая встреча кубинской делегации с руководством компании ЧЕТРА. Генеральный директор Владимир Антонов рассказал об опыте поставок техники на Кубу и планах развития компании в регионе. Участники встречи также обсудили свое видение российско-кубинского сотрудничества по экспорту техники промышленного назначения.

По завершении официальной встречи для кубинской делегации была организована экскурсия по заводу с целью презентации его производственных мощностей, а также продемонстрированы возможности выпускаемой техники в рамках ЧЕТРА-шоу с привлечением бульдозеров ЧЕТРА Т11, Т15 и Т35. С российской стороны во встрече также приняли участие заместитель министра экономического развития, промышленности и торговли Чувашской Республики Сергей Григорьев и представители завода "Промтрактор".

Пресс-служба ООО "ЧЕТРА"

МОЛОДЕЖНЫЙ ФОРУМ

На "КАМАЗе" прошел двухдневный молодежный форум, в котором приняли участие специалисты машиностроительных предприятий Республики Татарстан.

Ежегодно на форум приглашаются работники "КАМАЗа" и его дочерних предприятий. Так, в составе участников были специалисты ПАО "Тутаевский моторный завод" и ООО "Объединенные автомобильные технологии" (Группа ОАТ), которые в прошлом году вошли в структуру "КАМАЗа", сотрудники ПАО "Туймазинский завод автобетоновозов" (ТЗА) и ПАО "НЕФАЗ" — дочерних предприятий автогиганта в Башкирии. Этой весной гостями встречи также стали представители машиностроительных компаний республики.

В течение двух дней на территории оздоровительного комплекса "Саулык" 150 специалистов в возрасте до 35 лет отрабатывали навыки установления горизонтальных профессиональных связей внутри компании для решения производственных задач. Организаторы подготовили для участников форума насыщенную программу.

В тренингах на командообразование акцент был сделан на развитие управленческих навыков молодых лидеров и вовлечение их в корпоративную культуру компании. Также деловая программа включала несколько образовательных модулей, обучение в формате игры и развлекательные мероприятия.

Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"

ПРОТИВ КОНТРАФАКТНОЙ ПРОДУКЦИИ

"КАМАЗ" ведет активную работу в области противодействия распространению контрафактных запчастей и защиты бренда в сети Интернет: проводится мониторинг сети на предмет незаконного использования товарного знака.

В условиях увеличения контрафакта на российском рынке сегодня особо остро стоит вопрос об эффективной защите запасных частей от подделок. Поэтому компания использует различные методы и способы защиты производимой продукции. Ведущим российским производителем грузовых автомобилей проведена работа по отбору поставщиков услуг. В результате для борьбы с контрафактной продукцией в сети Интернет было выбрано ООО "АРПО Информационные технологии" ("Brand Police").

За первый месяц работы поставщиком установлено около 65 тыс. сайтов, на которых размещены к продаже запасные части к автомобилям КАМАЗ. Также начата планомерная работа, направленная на пресечение незаконной деятельности в отношении фальсифицированной продукции КАМАЗ и поддержки оригинальной продукции компании, продающейся легальными путями.

Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"

"КАМАЗ" НА ФОРУМЕ TIAF-2019

"КАМАЗ" принял участие в V Международном форуме автокомпонентов TIAF в Казани. В рамках форума были представлены экспозиции ведущих автопроизводителей и поставщиков запасных частей. КАМАЗ на своем стенде продемонстрировал автомобиль КАМАЗ-5490 NEO, спортивный автомобиль команды "КАМАЗ-мастер", а также новый рядный двигатель Р6, двигатель Cummins KAMA B6.7, двигатель Cummins KAMA B8.9 и коробку передач ZF KAMA AS Tronic.

Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"

ПРИНЦИП: ТРИ "НЕ"

Более тысячи камазовцев стали участниками программы реализации принципа 3НЕ, разработанной на "КАМАЗе" в рамках Стратегии качества. Пилотная группа мастеров и бригадиров с завода двигателей успешно прошла семинар-тренинг.

Правило 3НЕ (не принимай, не производи, не передавай брак) — это один из важнейших принципов, который отражается в производственной культуре сотрудников. Программа специально дорабатывалась под заказ департамента качества "КАМАЗа". Три блока программы семинара — это рассмотрение реальных производственных дефектов, освежение теории и решение конкретных практических кейсов. Их главная ценность в том, что мастера, отвечая на вопрос "Как я могу улучшить качество?", разрабатывают не абстрактные рекомендации, а составляют план действий на своем рабочем месте, чтобы применить его уже в реальной жизни.

Наработки семинара мастеров и бригадиров станут основой для тренинга уже следующего уровня — начальников цехов, а его материал, в свою очередь, — заделом для тренинга руководителей высшего звена управления завода. Руководство департамента качества планирует по каждой группе отслеживать, как влияют тренинги на реальную ситуацию.

Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"

НОВЫЙ КУРС ГОСТЕВЫХ ЛЕКЦИЙ

В год 50-летия "КАМАЗа" право открыть новый курс гостевых лекций, которые компания проводит для студентов Набережночелнинского института КФУ, предоставлено Ремонтно-инструментальному заводу (РИЗ). Первым в 2019 г. выступил заместитель главного инженера по техническому контролю Сергей Филимонов.

На РИЗ возложена ответственная миссия — обеспечить инструментом и оснасткой все заводы "КАМАЗа". Сейчас на всех производственных площадках компании идет обновление технического парка. На смену отработавшим агрегатам приходят многоцелевые высокоточные обрабатывающие центры, в которых используется высокопроизводительный инструмент. Последнее приобретение — пятиосевой заточной станок с ЧПУ — дало возможность ризовцам начать использование обработки методом скайвинга.

Многие студенты впервые узнали, что на этом предприятии есть современное оборудование, позволяющее из заготовки вытачивать инструмент нового поколения. По программе импортозамещения за четыре года было освоено 311 позиций. Кроме того, в ходе гостевой лекции прозвучала информация о том, как на заводе восстанавливают импортный осевой инструмент. Отработавшие свой век сверла затачивают, наносят новое износостойкое покрытие — и они способны прослужить еще несколько циклов.

Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"

СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ HITACHI

Компания Hitachi Construction Machinery Eurasia заключила соглашение сроком на пять лет с "ТОТАЛ ВОСТОК" о производстве и поставке оригинальных смазочных материалов под брендом Hitachi Genuine Oil

В число продуктов, производимых на заводе "ТОТАЛ ВОСТОК" в с. Ворсино (Калужская область), войдут моторные и гидравлические масла, соответствующие международным стандартам Hitachi, а охлаждающие жидкости будут импортироваться из Европы. Эти смазочные материалы предназначены для сохранения качества технического обслуживания и ухода за обширным парком строительной и горной техни-

ки Hitachi при оптимизированных логистических издержках.

По оценкам "ТОТАЛ ВОСТОК", объем изготовленной для Hitachi Construction Machinery Eurasia продукции превысит 500 000 л в год. Первая поставка состоялась уже с 1 января 2019 г.

"Партнерство с "ТОТАЛ ВОСТОК" стратегически важно как для Hitachi, так и для наших клиентов в России и СНГ. Применение масел и рабочих жидкостей с отличными смазочными характеристиками имеет ключевое значение для надежной и долговечной работы оборудования Hitachi нового поколения. Наш новый партнер готов предоставить гарантировано высокое качество продукции по конкурентоспособной цене при коротких сроках выполнения заказа благодаря местному производству и разветвленной дистрибьюторской сети. Таким образом, польза от использования оригинальных масел Hitachi очевидна для наших дилеров и клиентов. Наличие такого надежного партнера, как "ТОТАЛ ВОСТОК", поможет нам улучшить послепродажное обслуживание", — говорит Кацухико Мураками, генеральный директор Hitachi Construction Machinery Eurasia.

"Успешное международное сотрудничество Total и Hitachi ведется уже не первый год, и мы рады стать его частью. Начать партнерские отношения с Hitachi Construction Machinery Eurasia нам позволило наличие собственного завода по производству и смешиванию моторных масел и смазочных материалов на территории РФ, официальное открытие которого состоялось 15 октября этого года. Данное сотрудничество укрепит нашу позицию и имидж надежного локального и высокотехнологичного производителя смазочных материалов с развитой и надежной логистической структурой", — комментирует Фабьен Вуазен, генеральный директор "ТОТАЛ ВОСТОК".

Хитачи Констракшн Машинери Евразия

В журнале «Грузовик» № 4 за 2019 г. В статье «Комплекс мониторинга работоспособности системы электропитания беспилотного автомобиля» (с. 17) авторский коллектив следует читать:

В.Н. Козловский, д-р техн. наук, **А.П. Новикова,** канд. техн. наук, **М.В. Шакурский,** канд. техн. наук, **С.В. Петровский,** канд. техн. наук, СамГТУ, г. Самара

Художественный редактор *Д. С. Рыбакова*. Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *Е. В. Комиссарова*
Сдано в набор 21.05.2019. Подписано в печать 10.09.2019. Формат 60 × 88 1/8. Усл. печ. л. 5,88.
Отпечатано в ООО "Канцлер", 150008, г. Ярославль, ул. Клубная, д. 4, кв. 49.
Оригинал-макет: ООО "Адвансед солюшнз". 119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: **www.aov.ru**