Грузовик с приложением

11
2013

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Учредитель
ООО «Издательство Машиностроение»

Главный редактор С.Н. ПЕДЕНКО

Редакционный совет:
Д.Х. Валеев
В.М. Вовк
В.А. Волчков
С.М. Гайдар
Л.В. Грехов
Ю.М.Захарик
В.А. Зорин
А.М. Иванов
Н.А. Иващенко
П.П. Капуста
В.В. Корсаков
Л.Г. Красневский
А.С. Кузнецов
В. А. Марков
А.П. Марченко
Г.Н. Рейзина
А.Н. Ременцов
О.Н. Румянцева
Е.Л. Рыбин
А.Ф. Синельников
В.С. Устименко
Х.А. Фасхиев
Н.Д. Чайнов

Корпункты:
в Республике Беларусь (г. Минск), Я.Е. Карповский
Тел.: (10-375-17) 214-33-71, 217-90-38
в Украине (г. Харьков), В.Г. Дьяченко
Тел. (10-380-572) 707-68-48

Адрес редакции:
107076, Москва, Стромынский пер., 4
Тел.: (499) 269-49-97
E-mail: grouzovik@mashin.ru
http://www.mashin.ru

Адрес издательства:
107076, Москва, Стромынский пер., 4
Тел.: (499) 268-38-58

Журнал зарегистрирован в Роскомнадзоре. Регистрационный номер ПИ № ФС77-42764 от 26 ноября 2010 г.

Подписной индекс:
по каталогу «Роспечать» 37349,
по объединенному каталогу «Пресса России» 39799,
по каталогу "Почта России" 25782

© ООО «Издательство Машиностроение», «Грузовик», 2013

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

2 *Челпанов И. Б., Кочетков А. В., Янковский Л. В.* Совершенствование методов проектирования специальных транспортных средств нефтяного хозяйства

Транспортный комплекс
цикл статей

8 *Джалайубеков Е., Кочетков А. В., Кокодеева Н. Е.* Анализ существующего состояния вопросов технического нормирования эксплуатации автотранспортных средств в Республике Казахстан по весовым и габаритным параметрам

19 *Джалайубеков Е., Кочетков А. В., Кокодеева Н. Е.* Анализ типов автотранспортных средств в зависимости от количества и расположения осей, по которым отсутствуют весогабаритные нормы предельно допустимых значений

Эксплуатация. Ремонт

30 *Сафронов К. Э., Сафронов Э. А.* Совершенствование региональной автобусной маршрутной сети

37 *Зенченко В. А., Глотов А. Н.* Разработка режимов обслуживания газовых систем питания автомобилей при отсутствии информации о надежности

Исследования. Расчет

42 *Камалтдинов В. Г., Марков В. А., Драгунов Г. Д.* Оценка влияния частоты вращения коленчатого вала на показатели рабочего цикла HCCI двигателя

Профессия

45 *Сотсков А. В., Чеканов А. Ю., Гулый В. В.* Международные инженерные проекты с участием студенческих команд

48 *Abstracts of articles*

Журнал входит в перечень утвержденных ВАК РФ изданий для публикации трудов соискателей ученых степеней

УДК 665.6/.7

И. Б. Челпанов, д-р техн. наук, ФГБОУ ВПО "Санкт-Петербургский государственный политехнический университет", **А. В. Кочетков**, д-р техн. наук, **Л. В. Янковский**, канд. техн. наук, ФГБОУ ВПО "Пермский национальный исследовательский политехнический университет"
E-mail: soni.81@mail.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НЕФТЯНОГО ХОЗЯЙСТВА

Предметом статьи являются специальные транспортные средства, предназначенные для использования в нефтяном хозяйстве. Статья выполнена на тему совершенствования методов их проектирования. Цель исследования — повышение эффективности методов проектирования и конструирования шнекоходов нового поколения. Результат работы — разработка технических требований к их конструкции и средствам управления. Область применения результатов — нефтяное и газовое хозяйство России.

Ключевые слова: *нефтяное хозяйство, специальное транспортное средство, технические требования, проектирования, система управления*

Разработчикам необходимо обозначить и количественно охарактеризовать: требования по проходимости, в каких средах необходимо обеспечить требуемые параметры движения: на открытой воде, по снегу, по льду, по воде с плавающими льдинами, по твердому грунту, по зыбкой почве; требования по обеспечению длительной работы в автономных режимах должны быть раскрыты подробно, исходя из радиуса действия относительно базы в плане определения запасов топлива; требования к обязательно резервированным энергетическим установкам. Применительно к средствам автоматизации вождения должны быть установлены требования к рулю, данные по маневренности транспортного средства при движении по различным средам и при использовании различных движителей, к наличию и характеристикам подсистем навигационного комплекса определенного состава, прожекторов, анализ возможностей ручного управления, перечень функций и режимов авторулевого управления.

Шнекоходы, как специальные транспортные средства (СТС) высокой проходимости были созданы в экспериментальных образцах и испытаны в СССР более 20 лет назад для спасения космонавтов, которые могли приземлиться в непроходимой местности [1, 2]. Опыт этих разработок нужно учитывать в новых разработках. Ниже приводятся краткие сведения о шнекоходе ЗИЛ-29061 (рис. 1) [3].

Основные параметры шнекохода: колея 1,5 м, длина 4,1 м, ширина 2,4 м, дорожный просвет на твердом основании 0,76 м, диаметр винтов (шнеков) 0,9 м, расход топлива 40 л/ч, максимальная скорость на снегу 25 км/ч, максимальная скорость на воде 13 км/час. Были поставлены и выполнены требования остойчивости на ровной воде и способность движения по крутым заснеженным оврагам. Шнекоход имел в кормовой части два карбюраторных двигателя жидкостного охлаждения, в передней части машины размещалась рубка экипажа с рабочими местами водителя и второго члена экипажа (врача). Были предусмотрены два лежачих места для космонавтов [3].

Ручной механический привод включения передач состоял из рычагов и тяг отдельно для каждого шнека. Управление, в том числе изменением направления вращения шнеков было ручным, автоматизация не

Рис. 1. Шнекоход ЗИЛ-29061

предусматривалась. Управление осуществлялось рычагами управления дроссельными заслонками карбюраторов двигателей по отдельности. При повороте рычагов управления на разные углы задавался поворот машины. Шнеки представляли собой полые герметичные барабаны цилиндрической формы, с концами в виде усеченных конусов. На наружной поверхности барабанов приварены двухзаходные грунтозацепы. Их гребни были выполнены из биметаллической полосы (нижний слой — алюминиевый сплав, верхний — нержавеющая сталь толщиной 10 мм). Предусматривались съемные лыжи, которые служили для облегчения выхода шнекохода из воды. Имелась система водоотлива, предназначенная для откачки и слива воды из корпуса. На шнекоходе монтировалось радиотехническое оборудование для связи с самолетом (вертолетом), командным пунктом и аварийно-спасательными радиостанциями, для пеленгования маяков.

При скоростных испытаниях на чистой воде ЗИЛ-29061 развил максимальную скорость 14,9 км/ч. На илистом участке длиной 200 м и глубиной 0,5—0,7 м с экипажем из четырех человек аппарат достиг скорости 11,3 км/ч. Расход топлива на чистой воде был равен 41 л/ч, на участке с илистым дном — 25,4 л/ч. Диаметр установившейся циркуляции на чистой воде у ЗИЛ-29061 составил два корпуса. Радиус поворота на болоте глубиной 0,5 м со слабой растительностью при движении вперед равнялся 4 м, при развороте на месте — 3,5 м. Скорость перемещения боком составляла 0,5 км/ч. На песке шнекоход уверенно разворачивался в любую сторону. Зимние климатические испытания проходили на снежной целине [3].

Опыт показал, что водитель при движении по сильно пересеченной местности значительное внимание сосредоточивал на визуальном определении рельефа, на оценивании состояния снежного покрова, на выборе в соответствии с этим оптимального и наиболее безопасного маршрута. Приходилось часто объезжать груды камней и валуны, находящиеся под снегом, преодолевать крутые подъемы. Установлено, что при наезде на камень машину резко бросало в сторону, что приводило к изменению направления движения. Были проверены возможности буксирования по снегу глубиной 600—1000 мм, возможное усилие буксировки — 500—800 кг [3].

Для доставки ремонтных бригад и обслуживания трубопроводов корпорация "Транснефть" приобрела в составе комплекса "490" один серийный ЗИЛ-29061. Шнекороторные снегоболотоходы эффективно эксплуатируются в поисково-спасательных частях ЕГАПСС СССР, а с 1993 г. — в Федеральном управлении авиационно-космического поиска и спасения (ФПСУ) России, обеспечивая в составе комплекса "490" безопасную эвакуацию экипажей космических кораблей в различных нештатных ситуациях.

Автомобили-амфибии или вездеходы часто конструируются на колесных шасси грузовых автомобилей или военных вездеходов с традиционными автомобильными двигателями (преимущественно дизелями). Образцы подобной техники конструируются с подвеской, с трансмиссией и только с ручным автомобильным рулевым управлением, причем возможности и требуемые характеристики перемещения по воде обеспечиваются наличием водонепроницаемого снизу, но открытого сверху корпуса и привода гребного винта от того же двигателя. Эксплуатационные характеристики (грузоподъемность — несколько тонн, мощность двигателя 400 л. с., максимальная скорость по суше 50 км/ч, на воде 10 км/ч, маневренность, расходы топлива, дальность хода порядка 500 км, высокая проходимость при увеличенных диаметрах колес) несколько хуже, чем у грузовых автомобилей на аналогичных колесных шасси [4—6].

В вездеходах-амфибиях применяются облегченные гусеничные шасси. Из гусеничных амфибий, по-видимому, наибольшее распространение получили плавающие танки, которые появились еще в тридцатых годах. Они также снабжены ручным рычажным управлением танкового типа (каждая гусеница имеет отдельный привод). Общая конфигурация корпуса и лишь удовлетворительно обтекаемые формы обводы заимствуются не от судов, а от понтонов или от военных транспортных самоходных барж. Остойчивость на воде обеспечивается достаточными объемами полностью закрытых водонепроницаемых надводных частей и смещением центра тяжести вниз. На волнении, особенно выше трех баллов, обеспечивается лишь сохранение плавучести [4—6].

Имеются разработки подобных вездеходов на колесных и гусеничных шасси, для Крайнего Севера велись работы по созданию автопоездов — вездеходов для длительных переходов по тундре, при этом основная энергетическая установка представляет собой дизель-генератор, а привод на колеса были электромеханический, от тяговых электродвигателей. Как и у автомобилей-вездеходов, управление направлением движения здесь осуществляется с помощью рулевого управления (имеется гидравлический усилитель) и на земле, и на воде, управление скоростью осуществляется преимущественно переключением передач. Средства автоматизации управления, кроме гидравлического усилителя руля не предусмотрены. Навигация в основном осуществляется по визуальному обзору. Обычно для движения в условиях плохой видимости (туман, дым) предусматривается возможность навигации методом счисления пути по скорости по гирокомпасу и спидометру (в воде — лагу) с контролем положения от спутниковой системы.

В некоторых публикациях упоминаются шнековые снего- и болотоходы. Это транспортные средства малого радиуса действия (до 50 км) и предназначаются для выполнения разведочных и/или спасательных ра-

бот (в частности, спасения космонавтов, капсула которых попала в труднопроходимую, но с гладким рельефом местность: толстый слой снега, болота, непроходимая грязь, битый лед и шуга). Специфичным является движитель: пара цилиндров (шнеков) с винтовыми ребрами. При синхронном вращении в противоположные стороны создается продольная сила и продольное перемещение. Разностью угловых скоростей также в противоположные стороны осуществляется плавный разворот. При вращении роторов в одну сторону задаются боковые перемещения. Пустотелые цилиндры (шнеки) создают дополнительные архимедовы силы, увеличивающие плавучесть основного водонепроницаемого корпуса. При плавании вращением шнеков в одну сторону задается движение вперед или назад, разностью скоростей вращения можно задавать маневрирование. Потенциально шнекоход имеет по проходимости более широкие возможности, чем подавляющее большинство наземных транспортных средств, относимых к снегоходам. Достигаемые при этом скорости в воде невелики. При испытаниях на реке зимой, в частности, проверялись возможности движения по льду, подъема с воды на лед и спуска в воду. Известно, что на созданном в Канаде шнекоходе в 2002 г. зимой была предпринята, окончившаяся неудачей, попытка пересечь Берингов пролив (56 км), отличающийся сложнейшей ледовой обстановкой [4—6].

Важной особенностью всех перечисленных транспортных средств является то, что для систем ручного управления движением приходится сохранять преимущественную специализацию, каждая из которых была ориентирована на движение в одной среде. Эта специализация распространяется на все системы и подсистемы. При этом системы навигации и управления движением не изменяют принципов организации, структуры и аппаратного состава.

Разработка требований к проектируемым СТС и к условиям эксплуатации. СТС должен работать в тяжелых климатических условиях; СТС должно обладать амфибийными качествами; СТС должно иметь большой запас плавучести и остойчивости; преодолевать пятна горящей нефти; поддерживать работу до нескольких суток; иметь функцию автовождения. Требования к такому СТС регламентируются Конвенцией СОЛАС-74 и Правилами Морского Регистра. Условия эксплуатации: малая видимость из-за туманов, выпадения осадков, метелей и низкой облачности; максимальная скорость ветра 49 м/с; колебания уровня воды от +90 до –125 см; максимальные скорости течения: 0,9 м/с на поверхности; 0,3 м/с — на дне; максимальная толщина льда 1,2 м.

Для проектирования системы управления движений СТС, выбора алгоритмов управления и требований к аппаратной реализации системы автоматического управления необходима исходная информация по следующим разделам:

1. Характеристики СТС как объекта управления. Совокупность этих характеристик и полная математическая модель объекта управления должна давать достаточно полное представление о возможностях различных скоростных режимов в разных средах (на открытой воде, при волнении, на льду), при преодоления препятствий, о маневренности. Для рассматриваемого СТС нужно учитывать, что движения осуществляются в различных средах, и в различных режимах, поэтому свойства СТС должны задаваться по отношению к различным используемым типам движителей. Поскольку движение может происходить в различных средах, необходимо использовать опыт нормирования показателей, ориентируясь на средства транспорта для определенных сред.

2. При ручном управлении используются различные принципы, устройства и органы управления и приводы устройств управления. При движении на суше, на грунте (твердом, мягком или болотистом), если механизмы сдвоенных движителей гусеничные или шнековые, то управление по курсу (маневрирование) осуществляется заданием разностей угловых скоростей, и при этом или осуществляется изменение передаточных отношений (дискретно, переключением передач), или регулируются частоты вращения двух независимых двигателей. В режиме плавания при движении в воде можно использовать те же движители, но они позволяют развивать только малые скорости. Предложено использовать водометный движитель.

3. Необходимо использовать опыт создания амфибий различных классов. Типаж определяется исключительно типом движителя. Наибольшее распространение получили автомобили-амфибии на колесных шасси, но имеющие ходовой гребной винт для перемещения по воде вплавь. К амфибиям относятся также катера на воздушной подушке и воздушными винтами, которые управляются исключительно вручную. Самолеты-амфибии по устройству и системам автоматического управления представляют собой воздушные суда с обычным пилотажно-навигационным оборудованием, приспособленным для полетов.

4. Необходимо использовать опыт создания различных спасательных средств и осмыслить предъявляемые к ним требования. Показатели должны включаться в большой перечень мореходных качеств, которые ранее были конкретно определены стандартами, преимущественно для шлюпок, катеров и малых судов. Обязательны требования к герметичности корпуса, что необходимо при движении по воде при волнении. Двигатель и относящиеся к нему устройства должны быть способны работать в любом положении во время опрокидывания спасательной шлюпки и продолжать работать после возвращения ее в прямое положение. Конструкция топливной системы и системы смазки должна предотвращать

возможность утечки топлива и утечки более 250 мл смазочного масла во время опрокидывания. Отдельно задается условие гарантированной плавучести.

Определение требований к системам управления. Необходимо предусмотреть следующие основные режимы управления движением и специальным оборудованием: ручной, при котором на первый план выходят задачи управляемости и эргономики в плане приспособления органов управления к водителю; ручной с подсистемами облегчения ручного управления; автоматизированный, с чередованием ручного и автоматического управлений; автоматический, при котором предусматривается только стабилизация на скорости на постоянном заданном курсе; автоматический, при котором предусматривается задание маршрута; автоматический адаптивный, при котором наряду с заданием маршрута предусматривается его коррекция в соответствии с изменениями условий движения, наличием препятствий, сообщениями, полученной по каналам связи и пр.; автоматический интеллектуальный, при котором добавляются функции автоматического принятия решений. Практически всегда необходимо грамотное сочетание всех режимов. Например, водитель может вручную вмешиваться в работу автомата по принципу "пересиливания".

Во всех случаях, в первую очередь для автоматического управления важно, какие в составе комплекса используются датчики или системы. При выработке программ (программировании траекторий) или законов движения следует разделять стратегический и тактический уровни. Стратегический уровень традиционно включает навигационную прокладку, по априорной информации и текущей информации от самолетов, вертолетов, спутников. Например, о состоянии объекта, на котором нужно проводить спасательные операции, о ледовой обстановке. Специфика задач управления движением на стратегическом уровне: по данным аэрофотосъемки (разведки) или спутниковых систем ледовой обстановки — выбрать маршрут, на котором по возможности отсутствуют зоны интенсивного торошения.

На тактическом уровне, например, выясняется, как преодолевать ближайшие препятствия. Оперативное управление по выполнению заданий, выработанных на стратегическом уровне, осуществляется по принципу отслеживания программ. Однако необходимо учитывать состав и возможности приборного оснащения и датчиков. Например, нужно иметь в виду, что в высоких широтах для определения курса невозможно использовать магнитные компасы и гирокомпасы, а в качестве автономного прибора — использовать гироазимут, погрешности которого нарастают во времени.

Особо следует выделить групповое управление, при котором осуществляется взаимодействие с другими или аналогичными, или иными спасательными средствами (ледоколами, вертолетами). Взаимодействие может быть информационное и физическое (прокладка трассы ледоколом).

Ниже сформулированы некоторые подходы для решения перечисленных задач. Так, программы движения и стратегия могут строиться: кусочно-линейными по кратчайшим расстояниям до цели, или по кратчайшим расстояниям с отрезками обхода препятствий. Необходимо оценивание возможностей движения с требуемыми скоростями на свободной воде и на льду. Ответственными являются трудно алгоритмизуемые задачи сближения с разными объектами (спасательными плотами и шлюпками, отдельными людьми в воде), при этом управление осложняется. Необходима выработка тактики разовых операций, к числу которых относятся: причаливание и швартование, подъем на льдину, сход со льдины в воду и подъем на льдину из воды; ледокольный режим, когда лед не выдерживает вес СТС; аварийные ситуации.

Применительно к автоматизации следует выделить такие основные типы алгоритмов управления на тактическом уровне и соответствующих структур автоматов (авторулевых): для режима стабилизации скорости и скорости относительно среды и/или путевой скорости направления движения на программных траекториях движения на прямых курсах, задаваемых штурманской прокладкой, сигналы управления от датчиков формируются в виде сумм с постоянными коэффициентами; сигналы управления от датчиков формируются в виде сумм с коэффициентами законов управления, устанавливаемые вручную в установленных диапазонах; с адаптивный самонастройкой, автоматически изменяющей настройки в зависимости от условий; предусматривается возможность вмешательства в процесс управления "пересиливанием" сигнала; устройство управления строится в виде нейросетевой структуры; дополнительно вводятся корректирующие сигналы от средств радио- и спутниковой связи.

Разрабатываемое СТС значительно отличается от традиционных, применяемых на флотах и на стационарных базах в прибрежных зонах (шлюпок, катеров). Разработаны предложения по организации работы и оборудованию:

1. В составе экипажа должны быть предусмотрены: командир, два пилота, бортмеханик, спасатели, специалист по средствам связи, навигации,+ медицинский персонал, способный оказывать экстренную помощь.

2. Во время плаваний на расстояния в несколько сотен километров и возможной длительности плаваний порядка двух или более суток необходимо предусмотреть вахтовую сменность экипажа на рабочих местах с интервалами не более четырех часов.

3. Спасательное транспортное средство должно быть оснащено спасательным оборудованием, в частности, плотами, лебедками для подъема пострадавших из воды, лестниц для снятия с площадок буровых платформ.

4. Необходимо оборудование (насосы, брандспойты), управляемые вручную или с системой приводов, автоматически создающее водную завесу для собственной защиты от огня в зонах горения нефти.

5. Необходим комплекс средств собственного спасения при авариях, как индивидуальных, так и групповых, подъем с воды.

6. Желательно иметь на борту малый беспилотный летательный аппарат многократного использования с телекамерой для получения картины общей обстановки.

7. Для подготовки квалифицированных экипажей на земле необходима серия тренажеров для отработки навыков правильного маневрирования по типовым сценариям ситуаций при спасении в соответствии с основным назначением. Тренажеры должны быть для водителей (пилотов), штурманов и капитанов.

Сформулированы некоторые частные предложения по приборному техническому оснащению.

1. Для нормальных условий плавания, когда в качестве движителя используется водометный агрегат, и применяются авторулевые, которые в настоящее время серийно выпускаются как универсальные рядом фирм. В них используются сигналы гироскопов положения, причем допускается ручная регулировка и установка коэффициентов усиления как определенных заранее, так и устанавливаемых в процессе отладки и регулировки, в частности, допускается индивидуальная подстройка по рулевому.

2. Необходимо пилотажное оборудование, основой которого является авторулевой, в его состав должны входить гироазимут, корректируемый от средств астронавигации (на высоких широтах компасы дают большие ошибки), средства ближней и дальней радионавигации, в том числе радиопеленгаторы.

3. Необходимы дополнительные средства наблюдения обстановки: управляемые по углам наведения и полями зрения камеры наблюдения, в том числе вынесенные на мачтах на возможно большую высоту с возможностью наблюдения в различных цветовых диапазонах, в том числе в инфракрасном, и радиолокаторы кругового обзора со средствами обнаружения препятствий и идентификации ледовой обстановки.

4. Для эффективной организации управления движением и особенно осуществления спасательных работ необходим единый центральный пост с хорошим круговым обзором и всеми необходимыми средствами отображения окружающей обстановки и параметров самого транспортного средства.

Все суда в настоящее время оборудуются системами автоматического управления (САУ) курсом. В состав типовой САУ судна входит авторулевой, в котором несколько сигналов (отклонения курса от заданного, отклонения руля, угловой скорости рыскания) линейно преобразуются в сигналы управления, поступающие на привод руля. К основным техническим требованиям, предъявляемым к авторулевым, относятся удерживание судна с определенной точностью (часто порядка 1°) при скорости не менее определенной скорости (например, 6 узлов) независимо от условий плавания и загрузки судна.

Средняя амплитуда рыскания по курсу в заданном интервале скоростей для состояния моря до 3 баллов должна быть в пределах 1°, до 6 баллов — (2—3)°, свыше 6 баллов — (4—5)°. Основной рулевой привод должен обеспечивать перекладку руля с одного борта на другой за определенное время (например, не превышающие 28 с).

Авторулевые имеют обычно несколько режимов работы: ручной, следящий, автоматический. Обычные авторулевые отвечают на любые, в том числе достаточно малые отклонения от курса, что приводит на волнении к появлению частых перекладок руля, на которые судно не успевает нужным образом реагировать из-за своей большой инерционности. В результате происходит затрата энергии на неэффективную работу рулевого привода и ускоряется его износ.

В авторулевых реализуется принцип управления по ошибке. Таким образом, авторулевой по существу является ПИД-регулятором. Параметры (коэффициенты усиления по каждому из входных сигналов) могут задаваться или по рекомендациям инструкции по эксплуатации, или при начальной регулировке. Но обычно допускается их переустановка в зависимости от условий плавания или навыков персонала. Настройка авторулевого в процессе эксплуатации осуществляется подбором двух основных параметров: коэффициента усиления цепи обратной связи по углу рысканья (отклонения курса от заданного) от системы курсоуказания, коэффициента датчика угловой скорости и начальной чувствительности. Опыт показывает, что при правильной настройке авторулевой обеспечивает снижение потерь ходового времени на длинных участках движения прямым курсом до 3 % за счет более точного удержания корабля на заданном курсе и уменьшения тормозящего действия бокового сноса корпуса при рыскании. При автоматическом управлении среднеквадратичные значения углов перекладки руля при автоматическом управлении получаются на 20—30 % меньше, чем при ручном управлении.

Качество работы системы автоматического управления курсом зависит прежде всего от динамических свойств корабля, как объекта регулирования; состояния погоды и выбора параметров настройки авторулевого. Поэтому одинаковые авторулевые, установленные на разнотипных кораблях и судах, будут иметь различные показатели эффективности. Исследования и опыт эксплуатации показали, что настройку авторулевого следует менять в случаях изменения нагрузки корабля, изменения скорости, изменения погоды. При этом следует подбирать параметры настройки авторулевого так, чтобы корабль удерживался с допустимыми ошибками на заданном курсе при минимальных ампли-

тудах углов перекладки руля. Не следует уменьшать значение амплитуд рыскания корабля на волнении путем повышения чувствительности авторулевого; опыт показывает, что при большой частоте перекладок руля (более 400 в час) точность удержания корабля на курсе почти не повышается, так как при этом резко возрастают потери, напрасно расходуется полезная мощность энергетической установки судна из-за тормозящего действия руля и бокового сноса; кроме того, происходит ускоренный износ рулевого устройства.

Выводы и рекомендации

Для принятия обоснованных и правильных решений применительно ко всем видам управления проектируемого транспортного средства: к ручному, автоматизированному, автоматическому (в том числе адаптивному и интеллектуальному) необходимо выполнить большой объем подготовительных работ:

1. Необходимо обозначить и количественно охарактеризовать требования по проходимости, в каких средах необходимо обеспечить требуемые параметры движения: на открытой воде, по снегу, по льду, по воде с плавающими льдинами, по твердому грунту, по зыбкой почве. Эти требования должны быть конкретизированы по показателям проходимости, используемым при задании показателей гусеничных транспортных средств. Для перемещений по льду или твердому грунту должны быть установлены максимальные уклоны, максимальная преодолеваемая высота препятствий (размер камней, торосов). Необходимо характеризовать возможности перемещения по тонкому ломающемуся льду, способность подниматься на льдины и спускаться с них в воду. Для движения по воде в условиях волнения необходимо количественно задать требования к запасам плавучести и остойчивости в соответствии с нормами, установленными для судов по правилам Регистра. Особым является требование к способности преодолевать пятна горящей нефти. Требование выдвигается и раскрывается в нормах применительно к судам пожарной охраны и спасательных средств морских нефтяных вышек и нефтеналивных танкеров.

2. Требования по обеспечению длительной работы (несколько суток) в автономных режимах должны быть раскрыты подробно, исходя из радиуса действия относительно базы в плане определения запасов топлива и не только для основной энергетической установки, но и всех систем (связи, навигации и пр.), при определенных резервах мощности и отопления, обеспечения запасов продуктов питания экипажа и спасенных, обеспечения их медицинской помощью.

3. Необходимы подробные требования к обязательно резервированным энергетическим установкам. Должно быть не менее двух дизель-генераторов, которые могут работать параллельно, но каждый из которых в случае возникновения внештатных ситуаций должен полностью обеспечивать нормальные режимы работы всех движителей, всех систем и подсистем.

4. Необходимы подробные требования к тяговым и иным характеристикам движителей (роторные шнеки, и водометные агрегаты), к механизмам передач, в частности, к передаточным числам передач, к площади и углам поворота водяного руля, к остальному силовому электрооборудованию, к средствам связи и пр. Может быть поставлена задача расширения маневренных возможностей на воде установкой винтов бокового подруливания.

5. Применительно к средствам автоматизации вождения должны предшествовать требования к рулю, данные по маневренности транспортного средства при движении по различным средам и при использовании различных движителей, к наличию и характеристикам подсистем навигационного комплекса определенного состава, прожекторов, анализ возможностей ручного управления, перечень функций и возможных режимов авторулевого.

7. Постоянный экипаж, командир или капитан, несколько профессиональных спасателей, медперсонал (не достаточно двух водителей-пилотов) должны работать посменно с продолжительностью вахты не более 6 часов, а в тяжелых условиях не более 4 часов. Поэтому численность экипажа должна составлять 6—8 человек, что нужно учитывать при планировании внутреннего помещения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Соколов М.** Вездеходы СССР 1918—1945 годов. М.: Эксмо, 2012.
2. **Боевые шнекоходы.** Большая энциклопедия танков. http:// tankovedia.ru
3. **Изделие 29061.** Техническое описание, инструкция по эксплуатации. — М.: ПО ЗИЛ, 1979.
4. **Серийный шнекоход.** http://ser-sarajkin.narod2.ru
5. **Бурдин А.** ТЕШ — всепогодный амфибийный движитель // Мембрана. Люди, идеи, технологии. http://membrana.ru.
6. **Шнекоход** Tesh Drive Алексея Бурдина. Популярная механика. http://www.popmech.ru

УДК 625 7/8

Е. Джалайубеков, канд. техн. наук, Казахская академия транспорта и коммуникаций, e-mail: erkin.j@mail.ru, **А. В. Кочетков**, д-р техн. наук, ФГБОУ ВПО "Пермский национальный исследовательский политехнический университет", e-mail: soni.81@mail.ru, **Н. Е. Кокодеева**, д-р техн. наук, ФГБОУ ВПО "Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.", e-mail: kokodeewa@mail.ru

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕГО СОСТОЯНИЯ ВОПРОСОВ ТЕХНИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН ПО ВЕСОВЫМ И ГАБАРИТНЫМ ПАРАМЕТРАМ

Статья содержит результаты аналитического обзора в области определения допустимых параметров транспортных средств (в том числе крупногабаритных и тяжеловесных) в Республике Казахстан с учетом безопасности дорожного движения, безопасности транспортных средств и сохранности автомобильных дорог.

Ключевые слова: *автотранспортное средство, закон, риск причинения вреда, габарит, безопасность*

Постановка задачи. Аналитический обзор вопросов технического нормирования эксплуатации автотранспортных средств по весовым и габаритным параметрам для обеспечения безопасности функционирования автомобильного транспорта и сохранности автомобильных дорог проводится на примере государства — участника Таможенного союза — Республики Казахстан (РК).

Пути исследования. Анализ существующего состояния по весовым и габаритным параметрам автотранспортных средств проводится на основе рассмотрения законодательных актов РК в области технического регулирования и современного нормативно-методического обеспечения по данному вопросу.

Постановлением Правительства РК от 9 июля 2008 г. № 675 принят Технический регламент "Требования к безопасности автотранспортных средств" [1]. Объектами технического регулирования Технического регламента являются механические транспортные средства категорий M1, M2, M3, N1, N2 и N3 с рабочим объемом двигателя более 50 см^3 и максимальной конструктивной скоростью более 50 км/ч и прицепы к ним категорий O1, O2, O3 и O4 [1].

В Техническом регламенте используются понятия, установленные Законом РК "О техническом регулировании" [2] от 9 ноября 2004 г., а также [1].

Причинами возникновения рисков причинения вреда жизни и здоровью людей, имуществу юридических и физических лиц, а также окружающей среде вследствие использования АТС и их компонентов являются: несовершенство конструкции, технологических процессов или систем контроля продукции серийного и массового производства, не позволяющее обеспечить выполнение требований безопасности в отношении введенных в эксплуатацию АТС и их компонентов; снижение показателей безопасности АТС в процессе их эксплуатации; снижение безопасности АТС в связи с недопустимым изменением их конструкции; возникновение повышенной опасности АТС в связи с их неправильной эксплуатацией; загрязнение окружающей среды вредными выбросами АТС в процессе эксплуатации, а также выведенными из эксплуатации и не утилизированными надлежащим образом АТС.

Риски, связанные с использованием АТС и их компонентов и зависящие от требований, предъявляемых к конструктивным свойствам и характеристи-

кам АТС, делятся на следующие группы: 1) риск совершения дорожно-транспортного происшествия (ДТП) вследствие несовершенства, отсутствия или технических неисправностей отдельных элементов конструкции АТС; 2) риск совершения ДТП вследствие неспособности водителя выполнять надлежащим образом свои функции по управлению АТС; 3) риск наступления тяжелых последствий в результате ДТП; 4) риск загрязнения окружающей среды при эксплуатации АТС и его последующей утилизации; 5) риск возникновения помех в работе радиопередающих устройств и радиоэлектронной аппаратуры вследствие использования АТС; 6) риск несанкционированного использования АТС; 7) риск поражения электрическим током при использовании электромобилей и троллейбусов.

Снижение описанных рисков до социально приемлемого уровня должно осуществляться: на стадии производства, посредством достижения соответствия требованиям, установленным в отношении вводимых в эксплуатацию АТС и выпускаемых в обращение компонентов; на стадии эксплуатации, посредством достижения соответствия требованиям, установленным в отношении АТС, находящихся в эксплуатации, в том числе при выполнении их технического обслуживания и ремонта, а также при внесении изменений в конструкцию.

Требования к конструктивной безопасности АТС устанавливаются: в отношении предельных значений массовых и габаритных параметров автотранспортных средств; способности конструкции АТС минимизировать травмирующие воздействия на водителя и пассажиров, возникающие в процессе и непосредственно после ДТП, а также возможности эвакуации без применения технических средств водителя и пассажиров автотранспортного средства после дорожно-транспортного происшествия (Правила ЕЭК ООН № 12; 14; 16; 17; 21; 25; 29; 32; 33; 42-44; 58; 61; 66; 73; 80; 93; 94; 95; 114; 126); способности конструкции АТС во время дорожно-транспортного происшествия минимизировать физическое воздействие на других участников дорожного движения (Правила ЕЭК ООН № 26); обзорности с места водителя внешнего пространства во всех направлениях для принятых в РК условий дорожного движения (Правила ЕЭК ООН № 46; 125); измерения с необходимой точностью и, в необходимых случаях, регистрации параметров движения АТС и информирования о них водителя (Правила ЕЭК ООН № 39; 68; 84; 85; 89).

Эксплуатационная безопасность АТС обеспечивается путем проведения периодических технических осмотров АТС и непосредственно на дорогах и улицах уполномоченными на проведение технического осмотра АТС должностными лицами.

Периодические технические осмотры должны проводиться с соблюдением следующих общих принципов: технические осмотры должны проводиться без разборки или снятия какой-либо части АТС; контрольно-диагностическое оборудование и средства измерения должны быть внесены в Государственный реестр средств измерений, разрешенных для применения на территории РК, иметь сертификаты об утверждении типа средств измерений и установленные документы о поверке; технический осмотр должен проводиться в пределах ограниченного времени. Фактическое время, необходимое для проведения технического осмотра, может изменяться в зависимости от категории и состояния осматриваемого АТС, но не должно превышать 30 мин.

Периодический технический осмотр АТС должен осуществляться визуально, опробованием действия и функционирования компонентов АТС, а также с помощью средств инструментального контроля компонентов.

Разработаны перечень характеристик и конструктивных свойств, а также составных частей автотранспортных средств, в отношении которых, с учетом возможных рисков, должны устанавливаться требования безопасности.

Можно отметить методическое сходство законов Российской Федерации (Федеральный закон № 184-ФЗ "О техническом регулировании") и РК (Закон РК "О техническом регулировании"), в которых основным принципом технического регулирования объявлена разработка технических регламентов с учетом оценки степени риска и степени причиняемого ущерба. В Законе Российской Федерации № 184-ФЗ от 2002 г. и его изменении от 2011 г. (№ 255-ФЗ) устанавливается в качестве измерителя требуемого уровня безопасности использование допустимого риска причинения вреда. Даны следующие трактовки понятий "безопасность" и "риск" [3]:

— безопасность продукции и связанных с ней процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации (далее — безопасность) — состояние, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или

муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений;

— риск — вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений с учетом тяжести этого вреда.

Риск (как вероятность причинения вреда) можно устанавливать статистическими методами — на основе обработки натурных данных, можно определять с использованием той же статистики по формулам теории риска, основанным на анализе законов распределения изучаемых параметров. При этом риск устанавливают отдельно: для проектных условий, с обоснованными допусками на отклонение проектных параметров, и для объектов, находящихся в фактических условиях эксплуатации сооружения, с фактическими отклонениями анализируемых параметров. Требования к техническим регламентам, а значит и ко всем группам документов, по уровню безопасности (по уровню допустимого риска) будут зависеть только от того, в начале жизненного цикла находится технический объект (обеспечение безопасности при проектировании, строительстве или реконструкции) или данный объект уже существует (обеспечение безопасности при его эксплуатации).

Анализ Закона РК от 4 июля 2003 года № 476-II "Об автомобильном транспорте" с точки зрения нормативного обеспечения пропуска крупногабаритного и тяжеловесного транспорта позволил выявить следующие основополагающие требования в исследуемом вопросе.

1. Транспортный контроль подразделяется на следующие виды (Статья 19-2) [4]:

1) контроль за проездом автотранспортных средств по территории РК;

2) инспекторские проверки за соблюдением субъектами предпринимательства на автомобильном транспорте законодательства РК в сфере автомобильного транспорта, международных договоров, ратифицированных Республикой Казахстан, определяющих порядок функционирования автомобильного транспорта, а также лицензионных правил в сфере оказания автотранспортных услуг.

Виды проверок: плановая; внеплановая; встречная; рейдовая.

Транспортный контроль за проездом автотранспортных средств по территории РК регламентируется статьей 19-4.

Формы проведения транспортного контроля за проездом автотранспортных средств по территории РК регламентируются статьей 19-5.

1. Транспортный контроль за выполнением требований разрешительной системы при осуществлении международных автомобильных перевозок в РК на постах производится путем проверки:

1) наличия разрешительных документов на проезд автотранспортных средств по территории РК;

2) наличия специальных разрешений на движение по автомобильным дорогам РК крупногабаритных и тяжеловесных транспортных средств, перевозящих неделимый груз;

3) соответствия маршрута следования, установленного для международного сообщения;

4) наличия талонов прохождения контроля, выдаваемых в пунктах пропуска при въезде автотранспортных средств.

2. Транспортный контроль за соблюдением перевозчиками режима труда и отдыха водителей автотранспортных средств на постах производится путем проверки наличия контрольного устройства режима труда и отдыха водителя (тахографа) и его использования, а также ведения регистрационных листов контроля режима труда и отдыха экипажа.

3. Транспортный контроль за проездом крупногабаритных и тяжеловесных транспортных средств путем проверки фактических весовых и габаритных параметров транспортных средств и определения величины их превышения над допустимыми параметрами, установленными на территории РК, производится с использованием весоизмерительного оборудования стационарного типа или переносных мобильных весов, измерительного инструмента и габаритных рамок.

Порядок выдачи специальных разрешений на проезд отечественных и иностранных крупногабаритных и (или) тяжеловесных автотранспортных средств по территории РК регламентируется статьей 19-11.

1. Проезд отечественных и иностранных крупногабаритных и (или) тяжеловесных автотранспортных средств по территории РК осуществляется на основании разрешительного документа — специального разрешения на проезд тяжеловесных и (или) крупногабаритных автотранспортных средств.

2. Специальное разрешение выдается уполномоченным органом после установления маршрута движения и уплаты суммы сбора за проезд автотранспортных средств по территории РК по ставкам, установленным Правительством РК.

3. Если автотранспортное средство с грузом или без груза имеет превышение по габаритам, массе и (или) осевым нагрузкам над установленными Правительством РК допустимыми параметрами автотранспортных средств, предназначенных для передвижения по автомобильным дорогам РК, специальное разрешение выдается только в случае перевозки данным автотранспортным средством неделимых грузов, которые при перевозке не могут быть разделены на две или более части без изменения их назначения, чрезмерных затрат или риска их порчи. При выявлении проезда крупногабаритного и (или) тяжеловесного автотранспортного средства с делимым грузом перевозка может быть возобновлена без выдачи специального разрешения, когда перевозчик произведет разгрузку автотранспортного средства, чтобы привести его в соответствие с установленными Правительством РК допустимыми параметрами автотранспортных средств, предназначенных для передвижения по автомобильным дорогам РК, и оплатит сумму сбора за проезд крупногабаритного и тяжеловесного транспортного средства за фактически пройденную часть маршрута.

Порядок организации и осуществления перевозок неделимых крупногабаритных и тяжеловесных грузов на территории РК определяется Правительством РК от 19 января 2002 года № 62 "Об утверждении допустимых параметров автотранспортных средств, предназначенных для передвижения по автомобильным дорогам РК (по состоянию на 19.03.2010 г.)".

4. Допустимая масса автотранспортных средств не должна превышать приведенные ниже значения (в тоннах):

1) грузовые автомобили:

двухосный автомобиль	— 18
трехосный автомобиль	— 24
трехосный автомобиль, имеющий ведущую ось, состоящую из двух пар колес,	— 25
оборудованных пневматической или эквивалентной ей подвеской четырехосный автомобиль с двумя ведущими осями, каждая из которых состоит из двух пар колес и имеет пневматическую или эквивалентную ей подвеску	— 32

2) транспортные средства, образующие часть комбинированного транспортного средства:

двухосный прицеп	— 18
трехосный прицеп	— 24

3) комбинированные транспортные средства: седельные автопоезда:

двухосный тягач с двухосным полуприцепом при расстоянии между осями полуприцепа от 1,3 м до 1,8 м	— 36
двухосный тягач с двухосным полуприцепом при расстоянии между осями полуприцепа, превышающем 1,8 м (в случае если данный автопоезд состоит из 18-тонного грузовика и 20-тонного полуприцепа, ведущая ось состоит из спаренных колес и оборудована пневматической или эквивалентной ей подвеской допустимая масса может быть увеличена на 2 т)	— 38
двухосный тягач с трехосным полуприцепом	— 38
трехосный тягач с двухосным полуприцепом	— 38
трехосный тягач с трехосным полуприцепом	— 38
прицепные автопоезда:	
двухосный грузовой автомобиль с двухосным прицепом	— 36
двухосный грузовой автомобиль с трехосным прицепом	— 42
трехосный грузовой автомобиль с двухосным прицепом	— 42
трехосный грузовой автомобиль с трехосным прицепом	— 44
трехосный грузовой автомобиль с четырехосным прицепом	— 44
трехосный тягач с четырехосным полуприцепом	— 44

4) автобусы:

двухосный	— 18
трехосный	— 24
трехосный шарнирно сочлененный	— 28
четырехосный шарнирно сочлененный	— 28

5. Допустимые осевые нагрузки автотранспортных средств. В пункт 14 внесены изменения в соответствии с постановлением Правительства РК от 24.12.03 г. № 1306 (см. стар. ред.); постановлением Правительства РК от 19.03.10 г. № 226 (см. стар. ред.)

В Соглашении о массах и габаритах транспортных средств, осуществляющих межгосударственные перевозки по автомобильным дорогам государств — участников Содружества Независимых Государств (г. Астана, 1 ноября 1999 г.) установлено:

Максимальные массы транспортных средств

1. Максимальная масса транспортных средств не должна превышать приведенные ниже значения:

1.1. Грузовые автомобили:

двухосный автомобиль	— 18 т;
трехосный автомобиль	— 24 т;
трехосный автомобиль, имеющий ведущую ось, состоящую из двух пар колес, оборудованных пневматической или эквивалентной ей подвеской	— 25 т;
четырехосный автомобиль с двумя ведущими осями, каждая из которых состоит из двух пар колес и имеет пневматическую или эквивалентную ей подвеску.	— 32 т.

1.2. Транспортные средства, образующие часть комбинированного транспортного средства:

двухосный прицеп	— 18 т;
трехосный прицеп	— 24 т;

1.3. Комбинированные транспортные средства.

1.3.1. Седельные автопоезда:

двухосный тягач с двухосным полуприцепом при расстоянии между осями полуприцепа 1,3 и более м, но не более 1,8 м	— 36 т;
двухосный тягач с двухосным полуприцепом при расстоянии между осями полуприцепа, превышающем 1,8 м	— 38 т;
двухосный тягач с трехосным полуприцепом	— 38 т;
трехосный тягач с двухосным полуприцепом	— 38 т;
трехосный тягач с трехосным полуприцепом	— 38 т;

1.3.1.2. Для автотранспортных средств, осуществляющих межгосударственные перевозки по территории РК, и автотранспортных средств РК, осуществляющих межгосударственные перевозки по территориям других государств — участников настоящего Соглашения:

максимальный общий вес транспортного средства	— 36 т.

Для транспортного средства, состоящего из 18-тонного грузовика и 20-тонного полуприцепа по пункту 1.3.1 "б" настоящего Приложения максимальная масса может быть увеличена на 2 т в случае, если транспортное средство имеет ведущую ось, состоящую из спаренных колес и оборудованную пневматической или эквивалентной ей подвеской.

1.3.2. Прицепные автопоезда

двухосный грузовой автомобиль с двухосным прицепом	— 36 т;
двухосный грузовой автомобиль с трехосным прицепом	— 42 т;
трехосный грузовой автомобиль с двухосным прицепом	— 42 т;
трехосный грузовой автомобиль с трехосным прицепом	— 44 т;
трехосный грузовой автомобиль с четырехосным прицепом	— 44 т.

1.3.2.1. Для автотранспортных средств, осуществляющих межгосударственные перевозки по территории Республики Беларусь, и автотранспортных средств Республики Беларусь, осуществляющих межгосударственные перевозки по территориям других государств — участников настоящего Соглашения.

Прицепные автопоезда:

двухосный грузовой автомобиль с двухосным прицепом	— 36 т;
другие автопоезда	— 38 т;

1.4. Автобусы:

двухосный	— 18 т;
трехосный	— 24 т;
трехосный шарнирно сочлененный	— 28 т;
четырехосный шарнирно сочлененный	— 28 т.

Приложение 3. Максимальные осевые массы транспортных средств.

1. Максимальная осевая масса транспортных средств не должна превышать приведенные ниже значения:

1.1. Для одиночной оси:

ведомой	— 10,0 т;
ведущей с двухскатными колесами	— 10,0 т.

1.2. Для сдвоенных осей, прицепов или полуприцепов с двухскатными колесами сумма осевых масс не должна превышать при расстоянии между осями:

от 0,5 м до 1 м	— 12,0 т;
от 1 м до 1,3 м	— 14,0 т;
от 1,3 м до 1,8 м	— 16,0 т;
равном или более 1,8 м	— 18,0 т.

1.3. Для сдвоенных осей прицепов или полуприцепов с односкатными колесами сумма осевых масс не должна превышать при расстоянии между осями:

от 0,5 м до 1 м	— 11,0 т;
от 1 м до 1,3 м	— 13,0 т;
от 1,3 м до 1,8 м	— 15,0 т;
равном или более 1,8 м	— 17,0 т.

1.4. Для трехосных осей прицепов или полуприцепов с двухскатными колесами сумма осевых масс не должна превышать при расстояниях между осями:

от 0,5 м до 1 м	— 16,5 т;
от 1 м до 1,3 м	— 19,5 т;
от 1,3 м до 1,8 м	— 22,5 т;
равном или более 1,8 м	— 25,5 т.

1.5. Для трехосных осей прицепов или полуприцепов с односкатными колесами при расстояниях между осями:

от 0,5 м до 1 м	— 15,0 т;
от 1 м до 1,3 м	— 18,3 т;
от 1,3 м до 1,8 м	— 21,0 т;
равном или более 1,8 м	— 24,0 т.

1.6. Для сдвоенных ведущих осей грузового автомобиля или автобуса с двухскатными колесами сумма осевых масс не должна превышать при расстоянии между осями:

от 0,5 м до 1 м	— 12,0 т;
от 1 м до 1,3 м	— 14,0 т;
от 1,3 м до 1,8 м	— 16,0 т;
равном или более 1,8 м	— 18,0 т.
то же при креплении на воздушной или эквивалентной ей подвеске	— 19,0 т.

1.7. Для сдвоенных ведущих осей грузового автомобиля или автобуса с односкатными колесами сумма осевых масс не должна превышать при расстоянии между осями:

до 1 м	— 11,0 т;
от 1 м до 1,3 м	— 13,0 т;
от 1,3 м до 1,8 м, равном или более 1,8 м	— 15,0 т.

Для автотранспортных средств, осуществляющих межгосударственные перевозки по территории РК, и автотранспортных средств РК, осуществляющих межгосударственные перевозки по территориям других государств — участников настоящего Соглашения:

1. Максимальная осевая масса транспортных средств не должна превышать приведенные ниже значения:

1.1. Для одиночной оси:

ведомой	— 8,0 т;
ведущей с двухскатными колесами	— 8,0 т.

1.2. Для сдвоенных осей, прицепов или полуприцепов с двухскатными колесами сумма осевых масс не должна превышать при расстоянии между осями:

более 0,5 м, но менее 1 м	— 12,0 т;
равном или более 1 м, но менее 1,3 м	— 13,0 т;
равном или более 1,3 м, но менее 1,8 м	— 14,2 т;
равном или более 1,8 м	— 14,6 т.

1.3. Для сдвоенных осей прицепов или полуприцепов с односкатными колесами сумма осевых масс не должна превышать при расстоянии между осями:

более 0,5 м, но менее 1 м	— 11,0 т;
равном или более 1 м, но менее 1,3 м	— 12,0 т;
равном или более 1,3 м, но менее 1,8 м	— 13,2 т;
равном или более 1,8 м	— 13,6 т.

1.4. Для трехосных осей прицепов или полуприцепов с двухскатными колесами сумма осевых масс не должна превышать при расстояниях между осями:

более 0,5 м, но менее 1 м	— 17,4 т;
равном или более 1 м, но менее 1,3 м	— 18,4 т;
равном или более 1,3 м, но менее 1,8 м	— 21,2 т;
равном или более 1,8 м	— 21,9 т.

1.5. Для трехосных осей прицепов или полуприцепов с односкатными колесами при расстояниях между осями:

более 0,5 м, но менее 1 м	— 15,9 т;
равном или более 1 м, но менее 1,3 м	— 17,2 т;
равном или более 1,3 м, но менее 1,8 м	— 19,7 т;
равном или более 1,8 м	— 20,4 т.

1.6. Для сдвоенных ведущих осей грузового автомобиля или автобуса с двухскатными колесами сумма осевых масс не должна превышать при расстоянии между осями:

более 0,5 м, но менее 1 м	— 12,0 т:
равном или более 1 м, но менее 1,3 м	— 14,0 т;
равном или более 1,3 м, но менее 1,8 м	— 16,0 т;
равном или более 1,8 м	— 18,0 т.
то же при прикреплении на воздушной или эквивалентной ей подвеске	— 19,0 т.

1.7. Для сдвоенных ведущих осей грузового автомобиля или автобуса с односкатными колесами сумма осевых масс не должна превышать при расстоянии между осями:

до 1 м	— 11,0 т;
от 1 м до 1,3 м	— 13,0 т;
от 1,3 м до 1,8 м, равном или более 1,8 м	— 15,0 т.

Казахстан высказал замечания при подписании: "Направляем текст статьи 4 в казахстанской редакции: "По территории РК разрешается пропускать транспортные средства, максимальные габариты и осевые нагрузки которых не превышают действующих значений Приложения 4. В случае, когда габариты или общий вес транспортного средства, следующего без груза или с грузом, превышают установленные на территории РК нормы, перевозчик должен получить специальное разрешение ее компетентных органов". Соглашение необходимо дополнить Приложением 4, являющимся неотъемлемой частью данного Соглашения".

Допускаемые параметры автотранспортных средств, предназначенных для передвижения по автомобильным дорогам РК

Габаритные размеры, м:

Ширина	— 2,5
Высота от поверхности	— 4,0

Длина:

Для автопоезда с одним прицепом (полуприцепом)	— 20
Для автопоезда с двумя и более прицепами, автобус с прицепом	— 24

Груз не должен выступать на величину более 2 м за заднюю точку габарита транспортного средства.

Максимально допускаемые нагрузки на ось, т:

Одиночная ось, при расстоянии между осями 2,5 м и более	— 8,0
Сдвоенные оси, при расстоянии между осями 1,4 м	— 13,2
Строенные оси, при расстоянии между осями 1,4 м	— 18,8
Максимальный общий вес транспортного средства, т	— 36,0

Осевые нагрузки могут быть уменьшены на 20 % в весенний период на участках дорог с низкой несущей способностью покрытий.

Проведен анализ правового обеспечения регулирования движения крупногабаритных и тяжеловесных автотранспортных средств [5, 6]. В соответствии с действующим законодательством РК автотранспортное средство считается крупногабаритным, если его габариты по длине и ширине (с грузом или без груза) превышают максимальные значения, установленные законодательством для проезда по автомобильным дорогам РК. В связи с этим, движение на автомобильных дорогах крупногабаритных и тяжеловесных транспортных средств (с грузом или без груза) требует решения целого ряда проблем, таких, как, например, обеспечение сохранности дорог, безопасности дорожного движения, создание условий комфортного проезда всем участникам движения, включая водителей этих автомобилей.

Основными нормативно-правовыми актами, регламентирующими проезд отечественных и иностранных крупногабаритных и (или) тяжеловесных автотранспортных средств по территории РК, в том числе являются: Закон РК "Об автомобильном транспорте" [7]; Закон РК " Об автомобильных дорогах" [8]; Правила проезда автотранспортных средств по территории РК и выдачи разрешительных документов (утверждены постановлением Правительства РК от 31.12.2008 г., № 1345); постановление Правительства РК от 19.01.2002 г., № 62 "Об утверждении допустимых параметров автотранспортных средств, предназначенных для передвижения по автомобильным дорогам РК" [9]; Правила организации и осуществления перевозок неделимых крупногабаритных и тяжеловесных грузов на территории РК (утверждены постановлением Правительства РК от 24.01.2005 г., № 51) [5]; Правила дорожного движения РК (утверждены постановлением Правительства РК от 25.11.1997 г., № 1650); приказ министра внутренних дел РК от 21.02.2002 г., № 103 "Об утверждении Инструкции по осуществлению подразделениями дорожной полиции государственного надзора и контроля за соблюдением правил, нормативов и стандартов в сфере дорожной деятельности и совершенствованию организации дорожного движения" (зарегистрирован в Министерстве юстиции РК от 15.03.2002 г., № 1797).

Проезд отечественных и иностранных крупногабаритных и (или) тяжеловесных автотранспортных средств (с грузом или без груза) по территории республики осуществляется на основании разрешительного документа — специального разрешения на проезд тяжеловесных и (или) крупногабаритных автотранспортных средств с грузом или без груза, выдаваемого уполномоченным органом в области транспорта после установления маршрута движения и уплаты суммы сбора за проезд автотранспортных средств по территории РК по ставкам, установленным Налоговым кодексом РК. Ставка сбора за проезд отечественных и иностранных крупногабаритных и (или) тяжеловесных автотранспортных средств по территории Казахстана определяется в соответствии с методикой, установленной ст. 461 Налогового кодекса.

Порядок выдачи и согласования специального разрешения (контрольного талона), а также организация и порядок проезда крупногабаритных и (или) тяжеловесных автотранспортных средств по автомобильным дорогам детально регламентируются Правилами организации и осуществления перевозок неделимых крупногабаритных и тяжеловесных грузов на территории РК, утвержденными постановлением Правительства РК от 24.01.2005 г. № 51. Для получения специального разрешения на проезд крупногабаритного и (или) тяжеловесного автотранспортного средства перевозчик обращается в уполномоченный орган с заявлением установленной формы, которое содержит достоверные сведения о характере и категории груза, весовых и габаритных параметрах автотранспортного средства с грузом, предполагаемом маршруте движения, сроках перевозки и другую необходимую информацию.

Предварительно перевозчиком должен быть утвержден с согласовывающими организациями маршрут перевозки, указанный в заявлении. При утверждении предлагаемого маршрута перевозки оцениваются несущая способность и пропускная способность автомобильных дорог, дорожных и иных инженерных сооружений по пути следования в части обеспечения безопасности перевозки, сохранности дорог, дорожных и иных инженерных сооружений, необходимости принятия дополнительных мер по обеспечению безопасности движения на маршруте следования. Для каждой согласовывающей организации законодательством установлены сроки проведения согласования заявленного маршрута или предоставления перевозчику мотивированного отказа, в частности, на местную перевозку не более чем в трехдневный срок, на межрегиональную и международную перевозку не более чем в пятидневный срок.

Для обеспечения безопасности перевозки, и сохранности дорожного полотна и инженерных коммуникаций на маршруте может потребоваться дополнительное согласование с органами управления автомобильными дорогами, владельцами искусст-

венных сооружений (мосты, путепроводы, подземные трубопроводы и кабели, линии электроснабжения и связи и т. п.) и отделениями железных дорог. В определенных случаях транспортные средства, перевозящие крупногабаритные и тяжеловесные грузы, должны сопровождаться автомобилями прикрытия, оборудованными проблесковым маячком оранжевого или желтого цвета, а также патрульными автомобилями. Необходимым условием выдачи разрешения является внесение владельцами или пользователями автотранспортных средств, перевозящих тяжеловесные грузы, платы за ущерб, наносимый дорогам и дорожным сооружениям. После получения специального разрешения перевозчик заверяет проезд крупногабаритного и (или) тяжеловесного автотранспортного средства по автомобильным дорогам органами дорожной полиции: 1) с Департаментом дорожной полиции — при прохождении маршрута по территории двух и более областей и при осуществлении международных перевозок, производится в пятидневный срок; 2) с органом дорожной полиции области, района, города — при прохождении маршрута в пределах соответственно одной области, района или города, производится в трехдневный срок. Процесс оформления разрешений на перевозку крупногабаритных и тяжеловесных грузов и всех необходимых согласований в зависимости от категории грузов (массы и размеров автотранспортного средства) может быть длительным и составлять от 10 до 30 дней. Перевозка крупногабаритных и (или) тяжеловесных грузов автомобильным транспортом по автомобильным дорогам должна осуществляться в соответствии с требованиями Правил дорожного движения, а также дополнительных требований к перевозке крупногабаритных и (или) тяжеловесных грузов, установленных их производителем или грузоотправителем (грузополучателем). Контроль за соблюдением допустимых весовых параметров и габаритов транспортных средств ведут Комитет транспортного контроля Министерства транспорта и коммуникаций РК и его территориальные органы транспортного контроля.

Согласно ст. 19-5 "Закона об автомобильном транспорте" транспортный контроль за проездом крупногабаритных и тяжеловесных транспортных средств осуществляется путем проверки фактических весовых и габаритных параметров транспортных средств и определения величины их превышения над допустимыми параметрами, установленными на территории РК. Контроль проводится с использованием весоизмерительного оборудования стационарного типа или переносных мобильных весов, измерительного инструмента и габаритных рамок [7].

Если АТС с грузом или без груза имеет превышение по габаритам, массе и (или) осевым нагрузкам над установленными допустимыми параметрами, специальное разрешение выдается только в случае перевозки данным автотранспортным средством неделимых грузов, которые при перевозке не могут быть разделены на две или более части без изменения их назначения, чрезмерных затрат или риска их порчи. Статья 38 Закона "Об автомобильном транспорте" запрещает перевозку крупногабаритных и тяжеловесных грузов, за исключением случаев перевозки неделимых крупногабаритных и тяжеловесных грузов. При выявлении проезда крупногабаритного и (или) тяжеловесного автотранспортного средства с делимым грузом перевозка может быть возобновлена без выдачи специального разрешения, если перевозчик проведет разгрузку автотранспортного средства, для того чтобы привести его в соответствие с установленными законодательством требованиями в отношении допустимых параметров автотранспортных средств, и оплатит сумму сбора за проезд крупногабаритного и тяжеловесного транспортного средства за фактически пройденную часть маршрута.

Предельные значения параметров автотранспортных средств, осуществляющих перевозку крупногабаритных и тяжеловесных грузов (КТГ) по дорогам РК установлены постановлением Правительства РК от 19.01.2002 г., № 62 "Об утверждении допустимых параметров автотранспортных средств, предназначенных для передвижения по автомобильным дорогам РК". При этом пункт 16 упомянутого правительственного документа предусматривает возможность уменьшения весовых нагрузок на участках дорог с низкой несущей способностью покрытий из-за погодно-климатических условий. Подобное ограничение вводится решением уполномоченного государственного органа. Так, приказом министра транспорта и коммуникаций РК от 19.04.2004 г., № 165-1 "Об организации движения автотранспортных средств по автомобильным дорогам общего пользования республиканского значения РК в весенние периоды" были введены временные ограничения движения автотранспортных средств на автомобильных дорогах общего пользования республиканского значения РК с нагрузкой на одиночную ось до 8 т. Однако это ограничение не касается АТС перевозчиков, осуществляющих меж-

дународные перевозки грузов и пассажиров в соответствии с международными соглашениями, транспортных средств, занятых на мероприятиях по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также перевозящих скоропортящиеся товары. Данным приказом установлен срок ежегодного действия временных ограничений движения в зависимости от дорожно-климатических зон. Данный приказ утратил силу приказом МТК от 27.04.2012 г. № 210.

Вместе с тем одним из серьезнейших барьеров, с которым сталкиваются водители, осуществляющие международные автомобильные перевозки, является система многократных взвешиваний автопоездов как при пересечении границы, так и на территории Казахстана и других стран СНГ. В целях прекращения сложившейся практики многократно повторяющихся и требующих значительного времени процедур взвешивания автотранспортных средств странами СНГ 16.04.2004 г. в г. Чолпон-Ате было подписано Соглашение о введении международного сертификата взвешивания грузовых транспортных средств на территории государств — участников СНГ. На территории РК международный сертификат взвешивания введен в 2005 г. постановлением Правительства РК от 06.05.2005 г., № 436 [10]. Соглашением устанавливаются жесткие требования к специальным пунктам взвешивания автотранспортных средств, а именно весовое оборудование и участок дороги с установленными весами должны быть аккредитованы уполномоченными на то органами. В целях реализации названного Соглашения автомобильные пункты пропуска были оснащены стационарным контрольно-измерительным оборудованием. Органами транспортного контроля на постах регулярно проводятся метрологические поверки весового оборудования на соответствие установленным требованиям по классу точности и допустимой погрешности.

Проведен анализ нормативных документов стран Европы, Центральной Азии, СНГ и Китая по предельно допустимым массам, осевым нагрузкам и габаритам АТС. Самое большое негативное влияние на разрушение дорог оказывает увеличение предельно-допустимых осевых нагрузок на АТС. К сожалению, до сих пор в странах ЦА и других странах СНГ не существует стандарта по допустимым весовым параметрам и габаритам АТС.

Проведен анализ истории вопроса нормирования допустимых масс, осевых нагрузок и габаритов в странах ЦА и СНГ. В СССР за расчетную нагрузку для дорожных одежд всех типов принимали статическое давление колес АТС, нормированных ГОСТ 9314—59 "Автомобили и автопоезда. Весовые параметры и габариты". Согласно стандарту автомобили и автопоезда, в зависимости от весовых параметров — осевой массы и полной массы, — подразделялись на две группы: группа А — автомобили и автопоезда, предназначенные для эксплуатации на автомобильных дорогах I и II категорий общей сети Союза ССР, имеющих усовершенствованные капитальные типы покрытий, а также на автомобильных дорогах других категорий и городских дорогах, проезжая часть которых рассчитана на пропуск автомобилей этой группы; группа Б — автомобили и автопоезда, предназначаемые для — эксплуатации на всех автомобильных дорогах общей сети Союза ССР. Весовые параметры автомобилей и автопоездов не должны были превышать величин, указанных в табл. 1 [11, 12].

При этом допускаются следующие условия: а) увеличение осевой массы для автобусов при заполнении всех мест для сидения и стояния до 11,5 т —

Таблица 1

Весовые параметры автомобилей и автопоездов

Наименование весовых параметров	Группа А	Группа Б
1. Осевая масса (нагрузка на дорогу, передаваемая колесами одиночной) наиболее нагруженной оси, т:		
а) при расстоянии между смежными осями 3 м и более	10,0	6,0
б) при расстоянии между смежными осями менее 3 м	9,0	5,5
2. Полная масса, т:		
а) двухосного автомобиля или прицепа	17,5	10,5
б) трехосного автомобиля или прицепа	25,0	15,0
в) автопоезда в составе тягача с полуприцепом (при общем количестве осей —3)	25,0	16,0
г) автопоезда в составе автомобиля и прицепа или тягача и полуприцепа (при общем количестве осей — 4)	33,0	20,0
д) автопоезда в составе автомобиля и прицепа или тягача и полуприцепа (при общем количестве осей — 5 и более)	40,0	30,0

Таблица 2

Данные о нагрузках

Транспортные средства	Наибольшая нагрузка на одиночную ось, кгс	Среднее давление на покрытие, кг/см^2	Расчетный диаметр следа колеса, см
Автомобили			
Группы А	10 000	6	33
Группы Б	6000	5	28
Автобусы			
Группы А	11 500	6	35
Группы Б	7000	5	30
Расчетный автомобиль			
Н-10	9500	5,5	33
Н-30	12 000	6,0	36

по группе А и до 7 т — по группе Б; б) увеличение осевой массы до 6,5 т для автомобилей-самосвалов, выпускаемых на базе двухосных автомобилей группы Б. Автомобили, полуприцепы и прицепы при полной массе более 1,5 т должны иметь колеса с пневматическими шинами, обеспечивающими передачу осевой массы на поверхность дороги со средним удельным давлением не более 6,5 кгс/см^2 для автомобилей и автопоездов группы А, и не более 5,5 кгс/см^2 — для группы Б.

Габаритные параметры АТС должны были быть:

а) наибольший габарит автомобилей и автопоездов (поперечный) устанавливается в форме прямоугольника шириной 2,5 м и высотой 3,8 м.

б) в наибольший габарит автомобилей и автопоездов должно вписываться полностью все оборудование автомобилей и автопоездов за исключением боковых зеркал заднего вида, которые могут выступать за пределы наибольшего габарита при условии установки их на откидных кронштейнах.

в) при высоте автомобилей, прицепов и полуприцепов более 3,1 м должна быть предусмотрена возможность временного уменьшения их высоты до пределов, обеспечивающих перевозку по железным дорогам.

г) полная длина автомобилей и автопоездов не должна превышать: автомобиля с любым числом осей (без прицепа) — 12,0 м; автопоезда в составе тягача с полуприцепом или автомобиля с одним прицепом — 20,0 м; автопоезда в составе автомобиля с двумя и более прицепами — 24,0 м.

д) ограничение по длине не относится к случаям буксирования автомобилей.

При проектировании одежд на городских улицах исходили из расчетных подвижных вертикальных нагрузок для расчета искусственных сооружений на автомобильных дорогах. Данные о нагрузках даны в табл. 2. Нагрузки от автомобилей группы А использовали при расчетах одежд на дорогах I и II категорий и на дорогах более низких категорий, если по ним предусмотрен пропуск транспортных средств этой группы. На остальных дорогах расчет одежд проводился на автомобили группы Б. Городские скоростные дороги рассчитывались на нагрузки Н-30, магистральные улицы общегородского и районного значения на Н-10 и Н-30, улицы в жилых кварталах на Н-10. Одежды улиц с интенсивным автобусным движением рассчитывались на нагрузки группы А.

В настоящее время в странах СНГ и естественно в ЦА действует только один нормативный документ "Соглашение о массах и габаритах транспортных средств, осуществляющих межгосударственные перевозки по автомобильным дорогам государств — участников Содружества Независимых Государств" Минск 04.06.99, относящихся к АТС осуществляющих международные перевозки. Узбекистан до сих пор не ратифицировал это соглашение. При подписании Республика Узбекистан установила согласно данного "Соглашения" свои нормативы по массам седельных автопоездов. Казахстан с 24.12.2003 ввел свои изменения в сторону увеличения относительно допустимых нагрузок сдвоенных и строенных осей прицепов и полуприцепов [13].

В ЕС действует Директива 96/53 от 25 июля 1999 г., устанавливающая максимально разрешенные размеры и массы для определенных автомобилей, выполняющих рейсы по территории ЕС. Согласно нормативному документу GB 1589—2004 Китайская Народная Республика гармонизировала практически все свои нормативы по предельным осевым нагрузкам и полной массе автотранспортных средств с упомянутой директивой 96/53 ЕС.

Ограничение масс и осевых нагрузок транспортных средств в России

В разных странах уровень ограничений весовых параметров АТС определяется в первую очередь состоянием дорожной сети и уровнем экономического развития страны при обеспечении оптимального соотношения прибыли, получаемой от автомобильного транспорта, и расходов на строительство, ремонт и реконструкцию автомобильных дорог.

Автомобильные дороги строились на основании принятого в 1960 г. в Советском Союзе ГОСТ 9314—59 "Автомобили и автопоезда. Весовые параметры и га-

бариты", которым нормировались полная масса, осевые нагрузки и габариты АТС, выпускаемых автомобильной промышленностью и эксплуатируемых на автомобильных дорогах. Этот стандарт был обязателен для отраслей автомобильной промышленности, автомобильного транспорта и дорожного хозяйства, что позволило в течение 15 лет сохранять от разрушения и совершенствовать сеть автомобильных дорог страны [11, 12].

Приостановка действия стандарта в 1975 г. и полная его отмена в 1979 г. привели к нарушению сложившегося равновесия в дорожном хозяйстве и транспорте; к выпуску и эксплуатации АТС с массами и осевыми нагрузками, не соответствующими нормам проектирования и состоянию дорог. Появление новых типов автомобилей с повышенными массами и осевыми нагрузками явилось одной из важнейших причин преждевременного разрушения автомобильных дорог страны. До 1996 г. допустимые осевые нагрузки и массы АТС регламентировались ведомственными документами, не носящими обязательного характера для перевозчиков грузов автомобильным транспортом. Таким образом, начиная с 1975 г. в России отсутствовал какой-либо нормативно-правовой или межведомственный акт, определяющий значения допустимых параметров АТС, беспрепятственно эксплуатируемых на автомобильных дорогах общего пользования, и обеспечивающий безопасность движения и сохранность автомобильных дорог. В настоящее время в России на межведомственном уровне вопрос максимально допустимых масс и габаритов АТС опосредованно отражен в Приложении 1 к действующей "Инструкции по перевозке крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом по дорогам Российской Федерации".

Выводы. В результате проведенного анализа законодательных документов РК необходимо разработать научно-обоснованные рекомендации по совершенствованию определения допустимых параметров, а именно:

— по внесению изменений в нормативно-правовую базу функционирования автотранспорта в части, касающейся нормативов весовых и габаритных параметров многоосных автомобилей;

— по унификации допустимых весовых и габаритных параметров автотранспортных средств со странами, на которые приходятся основные транспортные потоки Казахстана (ЕС, ТС, КНР);

— по маркам и моделям автотранспортных средств, по которым отсутствуют нормы на весогабаритные параметры.

Необходимо в рамках выполнения Закона РК "О техническом регулировании" разрабатывать научно-методическое сопровождение по воздействию многоосных автомобилей на степень разрушения автомобильных дорог, а также по унификации допустимых весогабаритных параметров автомобилей с учетом степени риска причинения вреда.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Технический регламент** РК Требования к безопасности при строительстве автомобильных дорог.
2. **Закон РК** от 9 ноября 2004 года "О техническом регулировании".
3. **Закон Российской Федерации** № 184-ФЗ "О техническом регулировании" 2002 г. и его изменении 2007 г. (№ 65-ФЗ).
4. **Закон РК** от 7 июля 2006 года "О концессиях".
5. **Правила** организации и осуществления перевозок неделимых крупногабаритных и тяжеловесных грузов на территории РК, утвержденных постановлением Правительства от 24 января 2005 года № 51.
6. **Инструкция** по перевозке крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом по дорогам Российской Федерации, утв. Минтрансом РФ, МВД РФ и Федеральной автомобильно-дорожной службой РФ 27 мая 1996 г.
7. **Закон РК** от 4 июля 2003 года № 476-II "Об автомобильном транспорте" (с изменениями и дополнениями по состоянию на 05.07.2011 г.).
8. **Закон РК** от 17 июля 2001 года "Об автомобильных дорогах".
9. **Постановление** Правительства РК от 19 января 2002 года № 62 "Об утверждении допустимых параметров автотранспортных средств, предназначенных для передвижения по автомобильным дорогам РК, установленных на территории РК".
10. **Соглашение** о введении международного сертификата взвешивания грузовых транспортных средств на территориях государств-участников Содружества Независимых Государств (Чолпон-Ата, 16 апреля 2004 г.).
11. **Акчурин А. Г.** Современная автотранспортная техника (тенденции, анализ и прогноз мирового развития). — Алматы, Изд-во LEM, 2009. — 392 с.
12. **Бекмагамбетов М. М.** Автомобильный транспорт Казахстана. Этапы становления и развития. НИИТК. — Алматы: ТОО "Print-S", 2003.
13. **Рекомендации** по законодательному обеспечению развития транспортной " инфраструктуры в государствах — участниках СНГ (Приняты на тридцать третьем пленарном заседании Межпарламентской Ассамблей государств — участников СНГ постановлением № 33-26 от 3 декабря 2009 г.).

УДК 625 7/8

Е. Джалайубеков, канд. техн. наук, Казахская академия транспорта и коммуникаций, e-mail: erkin.j@mail.ru, **А. В. Кочетков**, д-р техн. наук, ФГБОУ ВПО "Пермский национальный исследовательский политехнический университет", e-mail: soni.81@mail.ru, **Н. Е. Кокодеева**, д-р техн. наук, ФГБОУ ВПО "Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.", e-mail: kokodeewa@mail.ru

АНАЛИЗ ТИПОВ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОЛИЧЕСТВА И РАСПОЛОЖЕНИЯ ОСЕЙ, ПО КОТОРЫМ ОТСУТСТВУЮТ ВЕСОГАБАРИТНЫЕ НОРМЫ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ ЗНАЧЕНИЙ

Статья содержит результаты аналитического обзора нормативных документов Казахстана и зарубежных стран по предельно допустимым массам, осевым нагрузкам и габаритам автотранспортных средств.

Ключевые слова: *автотранспортное средство, закон, риск причинения вреда, габарит, безопасность, сохранность автомобильных дорог*

Постановка задачи. Аналитический обзор вопросов технического нормирования эксплуатации автотранспортных средств по весовым и габаритным параметрам для обеспечения безопасности функционирования автомобильного транспорта и сохранности автомобильных дорог проводится на примере государства-участника Таможенного союза — Республики Казахстан (РК).

Пути исследования. Анализ действующих нормативных документов Республики Казахстан и зарубежных стран по предельно допустимым массам, осевым нагрузкам и габаритам автотранспортных средств с целью обеспечения безопасности функционирования автомобильного транспорта и сохранности автомобильных дорог.

Для сравнения в табл. 1 приведены данные об ограничениях весовых параметров АТС, действующие в различных странах [1—4].

Нормативные параметры масс, осевых нагрузок и габаритов АТС для ряда стран представлены в табл. 2. В США и Канаде требования к параметрам полной массы, осевых нагрузок и габаритов АТС несколько разнятся, хотя между этими странами нет границы и автотранспорт свободно перемещается из одного государства в другое, в рамках соглашения NAFTA. Нормативы США и Канады приведены для обзора, как стран, имеющих особые требования, сберегающие дорожное покрытие. Практически во всех нормативных документах стран, представленных в анализе, установлены одинаковые массы для двухосного и трехосного грузовиков. В США и Канаде за счет параметров, установленных на одиночные оси грузовиков, полная масса составляет 16,35 т (в США) и 17,1 т (в Канаде). На одиночную ось, имеющую 4 колеса (это обычно задние оси грузового автомобиля) в США, допустима нагрузка 9,07 т, в Канаде 9,1 т. Это — самые низкие в мире допустимые осевые нагрузки. В ЕС на заднюю четырехскатную ведущую ось грузовика или седельного тягача допустима нагрузка в 11,5 т, с учетом того, что ось установлена на пневматической подвеске. Необходимо заметить, что в СНиП стран ЦА "Автомобильные дороги" допускается нагрузка на заднюю одиночную ось автобусов также 11,5 т, для грузовиков 10 т [1—4].

В России перевозки автомобильным транспортом крупногабаритных и тяжеловесных грузов регулируются Инструкцией, разработанной по Постановлению № 962 Правительства Российской Федерации от 26 сентября 1995 г. По этой инструкции взимается плата за ущерб, наносимый дорожным сооружениям и автомобильным дорогам от проезда автотранспортных средств, перевозящих крупногабаритные и тяжеловесные грузы. Допустимая полная масса автотранспортных средств с пятью осями и более для автомобильных дорог I—IV категорий ограничена 38 т.

Таблица 1

Данные об ограничениях весовых параметров АТС

Государство	Нагрузка, тс, на			Полная масса, т
	одиночную ось	двухосную тележку	трехосную тележку	
Австрия	10,0	16,0	—	38
Великобритания	9,3	16,3*	22,9*	38
Бельгия	12,0	—	—	44
Болгария*	10,0	13,0-18,0*	—	38
Венгрия	10,0	16,0	24,0	40
Греция	13,0	19,0	20,0	38
Дания**	10,0	16,0	—	48
Испания	13,0	14,7	—	38
Италия	12,0	—	—	44
Люксембург**	13,0	20,0	—	40
Нидерланды**	11,0	16,0—20,0*	21,0—24,0*	50
Норвегия	10,0	—	—	16
Польша**	-	—	—	42
Португалия	12,0	—	—	40
Румыния**	10,0	16,0	—	38
Словакия**	11,0	11,5—16,0*	—	48
Финляндия	10,0	18,0	—	56
Франция	13,0	21,0	21,0—24,0*	40
Германия**	11,0	16,0—20,0*	—	40
Чехия**	11,0	11,5—18,0*	22,0—24,0*	48
Швейцария	10,0	18,0	—	28
Швеция	10,0	11,0—20,0	21,0—24,0	20—56*
Рекомендации ЕЭС от 1992 г.	11,5	11,0—20,0	21,0—24,0	40
Украина**	10,0	16,0	22,0	36
Беларусь**	6,0 и 10,0	11,4 и 18,0*	17,1 и 27,0*	36
Казахстан*	6,0 и 10,0	11,4 и 18,0*	17,1 и 27,0*	36
Латвия	10,0	16,0	—	36
Литва**	10,0	16,0	22,0	36
Эстония	10,0	20,0	24,0	40
Молдова**	10,0	16,0	22,0	36
Россия**(проект)	6,0 и 10,0	11,4 и 18,0*	16,5 и 24,0*	30—38*
Соглашение СНГ	10,0	11,0—18,0*	15,0—25,5*	18—44*

* В зависимости от межосевых расстояний для осевых нагрузок или количества осей и вида АТС для общих масс.

** Взимаются либо государственные дорожные сборы, либо сборы и налоги в зависимости от полных масс, осевых нагрузок и габаритов АТС.

Позднее, для пятиосных и более автотранспортных средств допустимая полная масса была увеличена до 44 т.

Для проезда в Азербайджане автотранспортных средств, перевозящих крупногабаритные и тяжеловесные грузы, необходимо специальное разрешение, которое можно получить в Государственной дорожной полиции или в Управлении "Yolnagliyyatservi". Налог взимается с транспортных средств, превышающих массу 37 т, за каждый километр пробега — от 37 до 41 т взимается 0,15, далее через каждые 10 т превышения массы берется определенный повышающийся тариф. Кроме этого, с иностранцев берутся дорожные сборы в зависимости от сроков пребывания и числа осей транспортного средства.

Белоруссия — после ремонта магистральных дорог допустимая полная масса для автопоездов и тягачей увеличена до 44 т. Для проезда транспортных средств, превышающих допустимые параметры, необходимо получить специальное разрешение. Заявление на получение специального разрешения на проезд тяжеловесных и крупногабаритных транспортных средств подается в РУП "Белдорцентр". Проезд по дороге М1/Е30 Брест — Минск — граница Российской Федерации платный для иностранцев в СКВ, для стран СНГ в российских рублях. Если нет двухсторонних соглашений, то с иностранцев берутся специальные дорожные сборы за въезд и транзит в зависимости от грузоподъемности.

Таблица 2

Нормативные параметры масс, осевых нагрузок и габаритов АТС на 01.07.2008 г.

Параметры АТС	ЕС	СНГ	Казахстан	Узбекистан	США	Канада	КНР
I. Максимальные размеры транспортных средств							
Максимальные размеры транспортных средств не должны превышать приведенные ниже значения, м:							
1.1. Максимальная длина, м:							
грузового автомобиля	12,0	12,0	12,0	12,0	12,5	12,5	12,0
автобуса	12,0	12,0	12,0	12,0	14	14	12,0
прицепа (полуприцепа)	12,0	12,0	12,0	12,0	8,53 (14,63)	н.о. (16,2)	13,0
сочлененного автобуса	18,0	18,0	18,0	18,0	—	—	18
автопоездов:							
— седельного (сочлененного)	16,5	20	20	20	н.о.	23	16,5
— прицепного	18,75	20	20	20	н.о.	23	20
— седельно-прицепного	—	—	—	—	н.о.	25	
1.2. Максимальная ширина, м:							
всех транспортных средств	2,55	2,55	2,55	2,55	2,6	2,6	2,5
изотермических кузовов транспортных средств	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,55
1.3. Максимальная высота, м	4,0	4,0	4,0	4,0	н.о.	4,15	4,0
II. Максимальные массы транспортных средств							
Максимальная масса транспортных средств не должна превышать приведенные ниже значения, т:							
2.1. Грузовые автомобили:							
двухосный автомобиль	18	18	18	18	16,35	17,1	18,0
трехосный автомобиль	25	24	24	24	24	26,0	25,0
трехосный автомобиль, имеющий ведущую ось, состоящую из двух пар колес, оборудованных пневматической или эквивалентной ей подвеской	26	25	25	25	—	—	—
четырехосный автомобиль, имеющий ведущую ось, состоящую из двух пар колес, оборудованных пневматической или эквивалентной ей подвеской	32	32	32	32	31	34	32
2.2. Транспортные средства, образующие часть комбинированного транспортного средства:							
двухосный прицеп	18,0	18,0	18,0	18,0	18,14	18,2	18,0
трехосный прицеп	24,0	24,0	24,0	24,0	25,0	26,1	25,0
2.3. Комбинированные транспортные средства							
2.3.1. Седельные автопоезда:							
двухосный тягач с двухосным полуприцепом, расстояние между осями полуприцепа 1,3 и более м, но не более 1,8 м	36,0	36,0	36,0	36,0	—	—	36,0
двухосный тягач с двухосным полуприцепом, при расстоянии между осями полуприцепа, превышающем 1,8 м (вед. ось на 4 колесах и пневмоподвеске)	38,0	38,0	38,0	38,0	—	—	38,0

Продолжение табл. 2

Параметры АТС	ЕС	СНГ	Казахстан	Узбекистан	США	Канада	КНР
двухосный тягач с трехосным полуприцепом	40,0	38,0	38,0	40,0	—	—	40,0
трехосный тягач с двухосным полуприцепом	40,0	38,0	38,0	40,0	36,29	41,5	40,0
трехосный тягач с трехосным полуприцепом (при перев. 40-ф. контейнера)	40,0 (44,0)	38,0	38,0	40,0	39,915	44,5	49,0
2.3.2. Прицепные автопоезда:							
двухосный грузовой автомобиль с двухосным прицепом	36,0	36,0	36,0	36,0	35,0	35,1	35,0
двухосный грузовой автомобиль с трехосным прицепом	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	43,2	43,0
трехосный грузовой автомобиль с двухосным прицепом	42,0	42,0	42,0	42,0	39,42	44,25	43,0
трехосный грузовой автомобиль с трехосным прицепом	44,0	44,0	44,0	44,0	44,5	48,25	49,0
трехосный грузовой автомобиль с четырехосным прицепом	44,0	44,0	44,0	44,0	53,0	53,5	49,0
2.4. Автобусы:							
двухосный	18,0	18,0	18,0	18,0	16,35	16,35	18,0
трехосный	24,0	24,0	24,0	24,0	25,25	25,25	24,0
трехосный шарнирно-сочлененный	28,0	28,0	28,0	28,0	—	—	28,0
четырехосный шарнирно-сочлененный	28,0	28,0	28,0	28,0	—	—	28,0
III. Максимальные осевые массы транспортных средств							
Максимальная осевая масса транспортных средств не должна превышать приведенные ниже значения, т:							
3.1. Для одиночной оси:							
ведомой (передней оси грузовых автомобилей)	10,0	10,0	10,0	10,0	5,45* (7,25)	5,5* (7,25)	10,0
ведущей с двухскатными колесами	11,5	10,0	10,0	10,0	9,07	9,1	11,5
3.2. Для сдвоенных осей, прицепов или полуприцепов с двухскатными колесами сумма осевых масс не должна превышать при расстоянии между осями:							
от 0,5 до 1 м	11,0	12,0	12,5	12,5			11,5
от 1 до 1,3 м (США, Канада, Мексика — до 1,2 м)	16,0	14,0	15,0	15,0	—	9,1	16,0
от 1,3 м до 1,8 м (США, Канада, Мексика — от 1,2 до 1,85 м)	18,0	16,0	16,0	16,0	15,42	18,0	18,0
равном или более 1,8 м (Канада — более 1,85)	20,0	18,0	18,0	18,0	–	18,2	20,0
3.3. Для сдвоенных осей прицепов или полуприцепов с односкатными колесами сумма осевых масс не должна превышать при расстояниях между осями:							
от 0,5 до 1 м	11,0	11,0	12,0	12,0	—	—	11,0
от 1 до 1,3 м	16,0	13,0	14,0	14,0	—	—	16,0
от 1,3 до 1,8 м	18,0	15,0	16,0	16,0	—	—	18,0
равном или более 1,8 м	20,0	17,0	17,5	17,5	—	—	20,0

Продолжение табл. 2

Параметры АТС	ЕС	СНГ	Казахстан	Узбекистан	США	Канада	КНР
3.4 Для трехосных осей прицепов или полуприцепов с двухскатными колесами сумма осевых масс не должна превышать при расстояниях между осями:							
от 0,5 до 1 м (США, Канада, Мексика — до 1,2 м)	—	16,5	17,5	16,5	—	18,0	—
от 1 до 1,3 м (США, Канада, Мексика — от 1,2 до 1,5м)	21,0	19,5	21,0	21,0	19,0	21,0	21,0
от 1,3 до 1,8 м (США, Канада, Мексика — от 1,5 до 1,85м)	24,0	22,5	24,0	24,0	—	24,0	24,0
равном или более 1,8 м (Канада — более 1,85м)	—	25,5	26,5	26,5	—	26,0	—
3.5. Для трехосных осей прицепов или полуприцепов с односкатными колесами при расстояниях между осями:							
от 0,5 до 1 м	—	150	16,5	16,5	—	—	—
от 1 до 1,3 м	21,0	18,3	19,5	195	—	—	21
от 1,3 до 1,8 м	24,0	21,0	22,5	22,5	—	—	24,0
равном или более 1,8 м	—	24	24,5	24,0	—	—	—
3.6. Для сдвоенных ведущих осей грузового автомобиля или автобуса двускатными колесами сумма осевых масс не должна превышать при расстоянии между осями:							
от 0,5 до 1 м (США, Канада, Мексика — до 1,2 м)	11,5	12,0	12,0	12,0	—	—	11,5
от 1 до 1,3 м (США, Канада, Мексика — от 1,2 до 1,5 м)	16,0	14,0	14,0	14,0	—	9,1	16,0
от 1,3 до 1,8 м (США, Канада, Мексика — от 1,5 до 1,85 м)	18 (19)**	16	16	16	15,42	18,0	18,0
равном или более 1,8 м (Канада — более 1,85 м)	—	180	18,0	18,0	—	18,2	—
то же при креплении на воздушной или эквивалентной ей подвеске	—	19,0	19,0	19,0	—	—	—
3.7. Для сдвоенных ведущих осей грузового автомобиля или автобуса с односкатными колесами сумма осевых масс не должна превышать при расстоянии между осями:							
до 1 м	—	11,0	11,0	11,0	—	—	—
от 1 до 1,3 м	—	13,0	13,0	13,0	—	—	—
от 1,3 до 1,8 м	—	15,0	15,0	15,0	—	—	—
3.8. Вес, передающийся на ведущую ось автомобиля или комбинированного транспортного средства, не должен быть менее 25% суммарного веса автомобиля или комбинированного транспортного средства.	+	+	+	+	+	+	+

н.о — не определено.
* — для передней оси седельного тягача.
** — если сдвоенная ось оснащена пневмоподвеской.

В Молдове для перевозки негабаритных грузов необходимо получить специальное разрешение. За превышение допустимых параметров по весу и габаритам, нагрузкам на оси оплачивается специальная пошлина. Специальное разрешение выдается Молдавским Агентством по международным автомобильным перевозкам (AMTAI). За въезд в Молдову и за каждый километр пути берутся дорожные сборы, если нет двухсторонних соглашений между странами [1—4].

По правилам перевозок в странах Европейского Союза специальное разрешение на перевозку тяжеловесных грузов выдается в том случае, если груз является неделимым.

Германия — допустимая полная масса для автопоездов и тягачей с полуприцепами с 5-ю и 6-ю осями составляет 44 т. Специальное разрешение на перевозку крупногабаритных и тяжеловесных грузов получают в транспортных органах на пограничных пунктах в тех случаях, когда невозможно разделить груз, по техническим причинам. При невозможности отправки груза по железной дороге или водным транспортом в течение большей части пути это влечет за собой избыточные расходы. При пребывании в Германии транспортного средства более 21 дня взимаются сборы.

В Дании при превышении допустимых весовых и габаритных параметров необходимо известить полицию при въезде в страну или в пункте отправления. Допустимая полная масса для автопоездов и тягачей с полуприцепами с 4-мя осями составляет 38 т, с 5-ю осями (2 + 3) – 42 т, (3 + 2) – 44 т, с 6-ю осями — 48 т. Дорожные сборы в Дании берутся за проезд по мостам и туннелям.

При превышении допустимых параметров по весу и габаритам в Румынии необходимо получить специальное разрешение. Допустимая полная масса для автотранспортных средств с контейнерами ISO 120 м^3 ограничена 44 т [7]. Специальное разрешение можно получить в Администрации Национальных дорог, Министерстве транспорта. Дорожные сборы платятся за км пути.

В Польше заявка на проезд по специальному разрешению подается за 14 дней. При отсутствии заявки взимаются сборы за превышение допустимых параметров. После вступления Польши в ЕС допустимые параметры автотранспортных средств приведены к европейским стандартам, допустимая полная масса для перевозок сорокафутовых контейнеров ISO увеличена до 44 т. Также в Польше взимаются специальные дорожные сборы с иностранцев.

Для проезда автотранспортных средств с крупногабаритными и тяжеловесными грузами в Хорватии требуется специальное разрешение. Допустимая полная масса для автопоездов с пятью осями и более установлена в 40 т, для тягачей с полуприцепами 5/6-осных для перевозки сорокафутовых контейнеров — 44 т. Дорожные сборы взимаются в зависимости от полной массы автотранспортных средств.

Иран — для тягача с полуприцепом с 5-ю осями (18 колес) — допустимая полная масса ограничена 40 т, нагрузка на одинарную ось (с двумя колесами) — 6 т, одинарную ось (с четырьмя колесами) — 13 т. В этой стране есть свои особенности — при превышении допустимой массы часть груза должна перегружаться на иранское транспортное средство, при этом уплачивается штраф. Если груз неделимый, он должен быть перегружен на иранское транспортное средство, при отсутствии транспортного средства для перегрузки, не разрешается ввозить неделимый крупногабаритный или тяжеловесный груз на территорию Ирана. В Иране дорожные сборы с иностранцев не взимаются.

В Турции специальное разрешение для транспортных средств, перевозящих тяжеловесные и крупногабаритные грузы, дают, если нет другой возможности проезда, кроме автодорог, уполномоченные органы — Министерство общественных работ, Национальная дорожная администрация (в столице). Допустимая масса для тягача с полуприцепом при перевозке сорокафутовых контейнеров ISO установлена в 44 т. Оплачиваются налоги за въезд и транзит за километр пути.

Монголия — максимально допустимая масса грузового автомобиля составляет 16 т, автопоезда — 38 т. По вступлении в силу Соглашения между Правительствами Монголии и Белоруссии разрешения на проезд по территории Монголии с белорусских перевозчиков не требуется. Остальным перевозчикам наличие разрешений обязательно. Монголия не является страной — участницей МДП.

До сих пор не изучен вопрос влияния на дорожные покрытия осевых нагрузок, если оси АТС снабжены пневмоподвеской. Неровности поверхности дороги в виде волн разной длины (от 1 до 20 м и более), при движении по которым возникают вертикальные колебания автомобиля, увеличивают динамическую составляющую воздействия АТС на дорогу. Естественно, динамическая составляющая осевой нагрузки АТС, влияющая на разрушение автомобильной дороги, при использовании пневмоподвески будет значительно снижена. Использование

пневмоподвесок повышает надежность и ходимость самого автомобиля или автопоезда. Наличие пневмоподвески позволяет АТС расширить номенклатуру перевозимого груза. В международных перевозках грузов в отношении применения автотранспортных средств существуют ограничения по их весовым и габаритным параметрам [1—4].

В ЕС нормативы по допускаемым нагрузкам и габаритным размерам установлены Директивой 96/53 от 25 июля 1996 г. В частности, максимальная длина автопоездов составляет 18,75 м, максимальный вес — 44 т.

В странах СНГ действует нормативный документ "Соглашение о массах и габаритах транспортных средств, осуществляющих межгосударственные перевозки по автомобильным дорогам государств — участников Содружества Независимых Государств", принятых в Минске 4 июня 1999. В соответствии с его положениями, максимальная длина автотранспортных средств не должна превышать 20 м, а общий вес — 44 т.

В то же время внутри СНГ по внутреннему законодательству стран имеются отличия от нормативов, принятых Минским соглашением. В основном это касается различий в осевых нагрузках автопоездов. Данные по некоторым регионам и странам приведены в табл. 1, 2. В США и Канаде приняты более жесткие весогабаритные нормативы. В КНР параметры автомобилей по допускаемым предельным массам и габаритам в 2004 г. приведены в соответствие с европейскими нормами.

Анализ нагрузок на дорогу от сдвоенных и строенных осевых тележек показывает следующее:

а) В странах ЕС допускаются большие параметры нагрузок, начиная с расстояния между осями более 1,2 м, чем в других странах. Наиболее щадящие для дороги нагрузки от спаренных осей установлены в США.

б) В ЕС нагрузки на осевые тележки не зависят от количества колес (шин) на оси. Они имеют одинаковые значения как для сдвоенных и строенных осей с односкатными колесами. В странах СНГ эти же параметры меньше примерно на 2 т, а в США и Канаде односкатные оси практически не используются на типовых грузовых автомобилях и автобусах.

в) В Республиках Казахстан и Узбекистан нагрузки на дорогу от трехосных осевых тележек с двухскатными колесами превышают параметры, установленные в других странах ЦА и СНГ, и составляют 22,5 т при расстоянии между крайними осями 2,7 м.

При анализе полных масс седельных и прицепных автопоездов (рис. 1) наибольший интерес представляют нормативные значения полных масс пятиосных и шестиосных автопоездов.

Напомним, что 48 лет назад по ГОСТ 9314—59 "Автомобили и автопоезда. Весовые параметры и габариты", который был введен с 01.01.1960 г. и отменен в конце 80-х годов, было установлено — приводится дословно — "автопоезда в составе автомобиля и

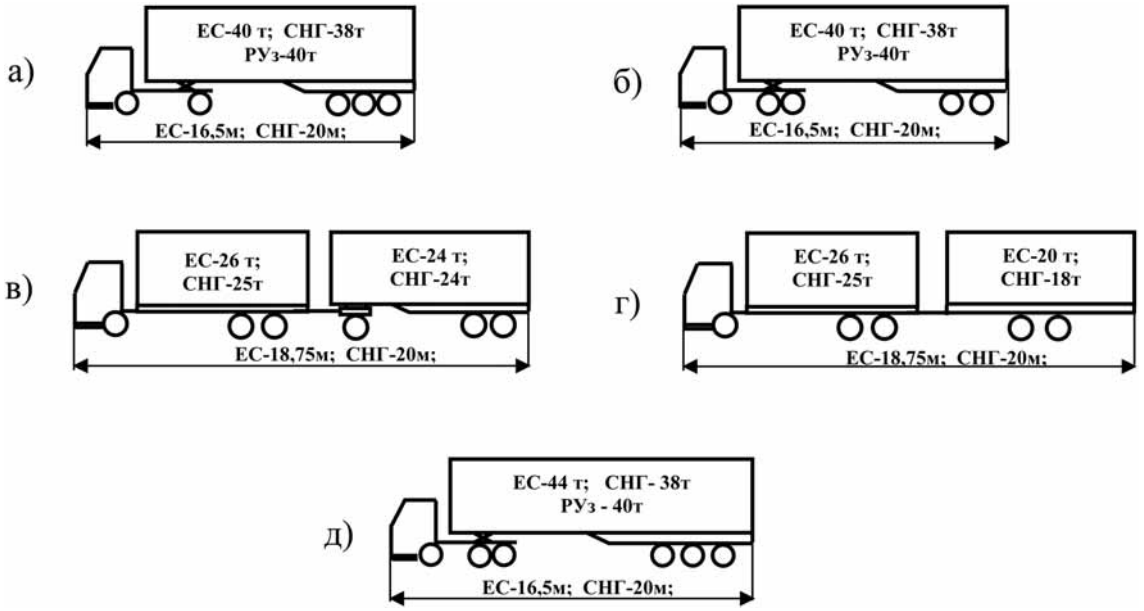

Рис. 1. Существующий типовой ряд автопоездов для перевозок в странах ЕС, ЦА и СНГ

прицепа или тягача и полуприцепа (при общем количестве осей 5 и более) параметры не должны превышать 40 т". В "Соглашении" для седельных пятиосных поездов установлен допустимый предел в 38 т. С момента ввода старых норм предельных значений полных масс автопоездов прошло свыше 50 лет, а современные нормы ниже, чем ранее были установлены.

На рис. 1, *в* представлен типовой шестиосный прицепной автопоезд и допустимые массы его звеньев. В действующем в странах СНГ "Соглашении о массах и габаритах транспортных средств, осуществляющих межгосударственные перевозки по автомобильным дорогам стран — участников СНГ" (г. Минск, 04.06.99 г.) максимально допустимая масса для данного автопоезда составляет 44 т, что представляется заниженной. Даже в США, Канаде, где действуют самые жесткие в мире нормы в отношении осевых нагрузок и масс автопоездов (что в США установлены на одиночную ось с 4 колесами максимальная нагрузка 9,07 т, в Канаде 9,1 т, на сдвоенную ось соответственно — 15,42 т. и 17,0 т, при расстоянии между осями от 1,2 до 1,85 м), допустимая предельная масса такого же шестиосного прицепного автопоезда составляет около 48 т. Такое же положение с шестиосным седельным автопоездом (рис. 3, *д*), где предельная масса для стран СНГ, кроме РУз установлена в 38 т, в Узбекистане 40 т. В ЕС допустимая полная масса составляет 44 т (Директива 96/53 ЕС), а в Канаде 44,5 т, при тех же межосевых расстояниях на трехосной тележке полуприцепа [1—4].

Перегруз автотранспортных средств запрещен законодательными и нормативно-правовыми актами любой страны. Основными причинами запрета перегруза являются: интенсивное разрушение автодорог; резкое снижение надежности автотранспорта; снижение безопасности перегруженного АТС в критических ситуациях движения (резкое торможение, прохождение крутых поворотов и т. п.).

Разрушение автомобильных дорог и в связи с этим повышенный износ АТС ведет к дополнительным расходам как государственного бюджета, так и перевозчика. В то же время нельзя допускать и снижение предельно допустимых норм по массам автопоездов. Низкие значения предельно допустимых масс автотранспортных средств приводят к существенному возрастанию эксплуатационных затрат перевозчика, повышению транспортной составляющей стоимости товаров, а значит и общей стоимости товаров, и, вследствие этого, к снижению конкурентоспособности казахстанских перевозчиков. Существенное повышение предельно допустимых значений масс автопоездов приведет к необходимости повышения нормативов расчетных осевых нагрузок при строительстве и реконструкции дорог страны. Это приведет к значительному удорожанию дорожных работ в целом по республике. При изменении предельных величин допустимых масс АТС необходимо найти оптимальный баланс между изменением затрат на дорожное строительство и изменением эксплуатационных расходов на перевозку.

В связи с вышеизложенным странам СНГ необходимо пересмотреть "Соглашение о массах и габаритах транспортных средств, осуществляющих межгосударственные перевозки по автомобильным дорогам стран — участников СНГ" (г. Минск, 04.06.99 г.) и разработать научно-обоснованный развернутый соответствующий нормативный документ с учетом всех возможных комбинаций используемых в автотранспортных средствах (АТС) осевых тележек и расстояний между ними. Учитывая, что в Евроазиатском пространстве геометрические и весовые параметры автотранспортных средств, совершающих международные перевозки, должны быть гармонизированы, рекомендуется за основу нормирования в ЦА и СНГ взять требования, установленные в Директиве 96/53 ЕС. Эксперты ЕЭК ООН, ЕС, АБР, ЭСКАТО предупреждают, что к 2020 г. грузопотоки на автомобильных магистралях по маршрутам Европа-Азия удвоятся, следовательно, необходимо будет повышать грузоподъемность автотранспорта за счет увеличения их длины, строительства новых автомагистралей с увеличением допустимой осевой нагрузки до 11,5 т и выше.

В Казахстане, в 2006 г. введен новый СНиП по автомобильным дорогам, где установлена максимальная нагрузка на одиночную ось 130 кН для автомагистралей международного значения. В Узбекистане также идет пересмотр аналогичных СНиП, где допустимая нагрузка на одиночную ось будет не менее 11,5 т. Китай практически все свои нормативы по предельным осевым нагрузкам и полной массе автопоездов гармонизировал с упомянутой Директивой 96/53 ЕС (нормативный документ GB 1589—2004). В Канаде увеличение полной массы автопоездов происходит за счет увеличения допустимой их длины. Например, для седельного и одноприцепного автопоездов допускается длина до 23 м. Кардинально повысить эффективность перевозок на маршрутах Европа — Азия, где расстояния достигают 5—8 тыс. км, в настоящее время могут только

Рис. 2. Седельно-прицепной автопоезд длиной 25,25 м, объемом кузова 160 м^3

модульные длинномерные большегрузные автопоезда (МДБАП).

С 1998 г. Швеция и Финляндия изменили требования к длине и полной массе автопоездов до 25,25 м и 60 т, сохранив при этом требования Директивы ЕС № 96/53 к осевым нагрузкам. Разрешена эксплуатация двух компоновок автопоездов. Первый автопоезд сформирован из трехосного тягача и пятиосного прицепа, выполненного на базе серийного трехосного полуприцепа с двухосной подкатной тележкой. Второй седельно-прицепной автопоезд (СПА), где к серийному полуприцепу прицепляется двухосный прицеп, обычно с центральной осью (рис. 2). В ЕС допустимая длина седельного поезда 16,5 м, прицепного 18,75 м.

Уже пятый год по специальным разрешениям такие автопоезда совершают международные перевозки из Швеции и Финляндии в Россию до Санкт-Петербурга и до Москвы — практически, проходят опытные испытания. Появление таких автопоездов на международных перевозках ожидалось, но дорожное и транспортное законодательства к этому до сих пор не готовы ни в ЕС, кроме Швеции и Финляндии, ни в странах СНГ. Эти автопоезда, как их образно назвали "паровозы", имеют полезный объем до 160 м^3.

Идея повышения грузоподъемности автопоездов за счет использования дополнительных прицепов ранее применялась в СССР, где в 1960—1980 гг. весьма активно внедряли в эксплуатацию самые различные типы большегрузных многозвенных автопоездов общей длиной до 24 м, которая тогда была установлена нормативными документами. Такие автопоезда формировались по модульному принципу из серийно выпускаемого подвижного состава — грузовых автомобилей, седельных тягачей, полуприцепов и прицепов. В бывших республиках СССР в 70—80 гг. были сформированы и эксплуатировались более 30 различных типов бортовых и самосвальных

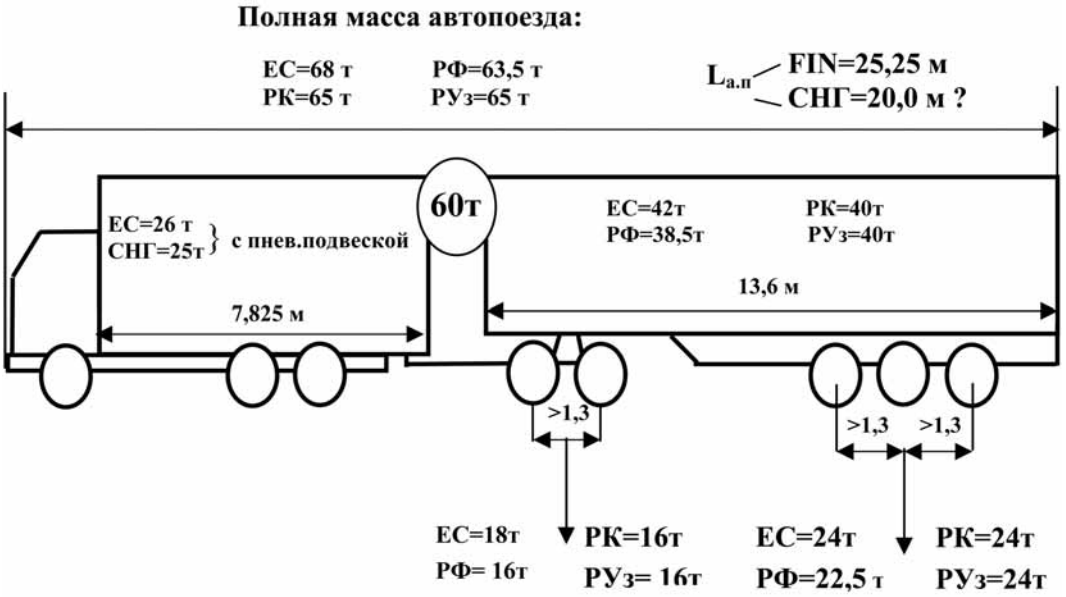

Рис. 3, *а*. Прицепной МДБАП (первый вариант)

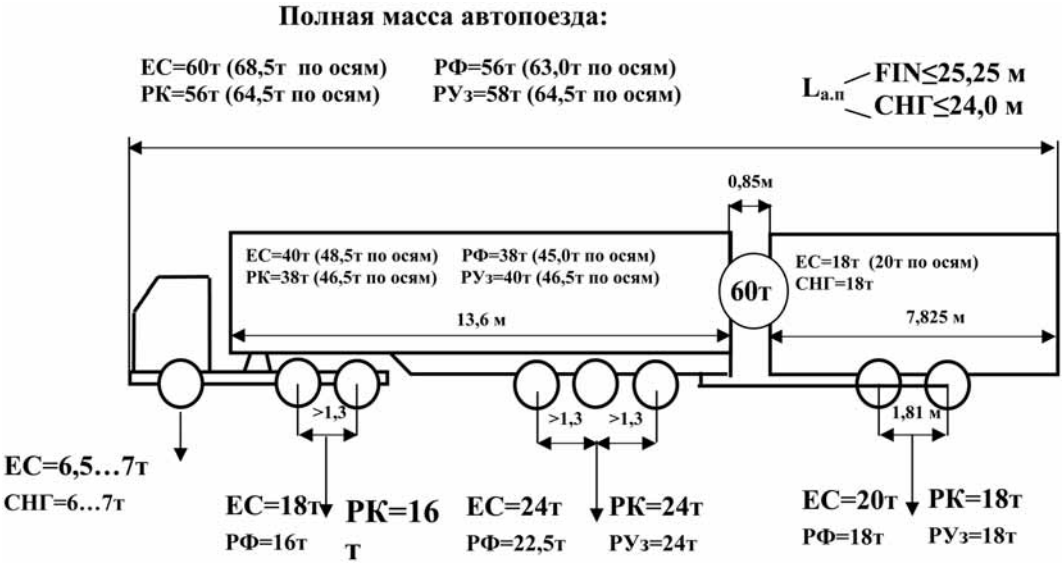

Рис. 3, *б*. Седельно-прицепной МДБАП (сочлененно-прицепной вариант)

седельно-прицепных и двухприцепных автопоездов, которые использовались на дальних перевозках, в строительстве и сельском хозяйстве [5].

По прогнозам специалистов через 10 лет, только на дорогах Германии, доля грузового транспорта возрастет на 70 %, а уже к 2015 г. объем внутренних перевозок возрастет на 25 %, а международных — на 40 %. Чтобы разгрузить дороги от транспорта Европа будет вынуждена переходить на перевозки длинномерными автопоездами до 25,25 м (по примеру скандинавских стран), полной массой до 60 т (рис. 3, *а*, *б*). Использование таких автопоездов позволяет резко повысить эффективность автоперевозок, сократить расход топлива до 20 % и выброс выхлопных газов на единицу перевозимого груза до 30 %.

В 1990-е гг. в Европе была разработана концепция модульных систем (EMS), которая позволяет применять на маршрутах большой протяженности два типа большегрузных длинномерных автопоезда, сформированных из типового подвижного состава автотранспорта, вместо трех стандартных, при перевозке одинакового количества груза. Это 60-тонные большегрузные модульные автопоезда, которые стали, по общему мнению автоперевозчиков, весьма удачным решением проблемы наращивания грузопотоков.

Отрицательным примером повышения грузоподъемности автотранспортных средств являются перевозки, которые осуществляют китайские перевозчики в Киргизию, используя трехосные грузовики полной массой до 60 т или четырехосные — до 80 т. Китайские производители специально усиливают лонжероны рамы грузовика или изготовляют их двойными. Они умудряются проезжать и по туннелю в районе перевала Тео-Ашуу (на высоте 3568 м). Причем это не разовые поездки, а регулярные.

Первыми из тех, кто разрешил использовать на своей территории автопоезда длиной сначала 24, а затем и до 25,25 м, были Финляндия и Швеция. В связи с этим широко известные немецкие фирмы Кроне, Шмитц, Кегель, Флиегль, уже давно активно занимаются исследованием и конструированием именно такой прицепной техники, а первые две из названных — небольшими сериями уже выпускают длиннобазные прицепы (рис. 3, *а*), сконструированные на базе серийного полуприцепа длиной 13 6 м и предназначенные для большегрузного прицепного автопоезда, а также для седельно-прицепного автопоезда (рис. 3, *б*), на котором обычно применяется двухосный прицеп с центральной осью, с разрешенной полной массой до 20 т в ЕС и 18 т в СНГ.

В новом автопоезде зачастую используется седельный тягач с низкой установкой седельного устройства (950 мм вместо 1150—1200 мм от уровня дороги), что позволяет увеличить объем кузовов полуприцепа и прицепа до 150—160 м^3.

Рассмотренные перспективные большегрузные модульные автопоезда — дело вполне реальное, поскольку у всех известных европейских производителей седельных тягачей и грузовых автомобилей в арсенале имеется целый ряд дизелей мощностью от 420 до 500 кВт (от 570 до 680 л. с.). Это обеспечивает удельную мощность АТС от 6,6 до 8 кВт/т, или от 9 до 11 л. с./т. Такие мощности двигателей позволяют оснащенным ими большегрузным автопоездам поддер-

живать высокую скорость движения, беспрепятственно вливаться в транспортные потоки на автомагистралях. При этом автопоезд свободно вписывается в стандартный разворотный круг радиусом не более 15 м, предусмотренный для автопоездов в СНиП "Автомобильные дороги" стран СНГ.

Массовое внедрение в странах ЕС, ЦА и СНГ длинномерных автопоездов связано с ограничениями [5]:

а) Ограничение по геометрическим и весовым параметрам автотранспортных средств. В странах ЦА и СНГ до сих пор нет нового стандарта, устанавливающего нормативы на весовые параметры и габариты автомобилей и автопоездов. Старый аналогичный ГОСТ 9314—59 был отменен еще в СССР, где полная масса 5-осного седельного или одноприцепного автопоезда допускалась до 40 т, а длина в 20 м (с двумя прицепами — 24 м). Страны ЕС также ограничивают длину седельного поезда до 16,5 м, прицепного до 18,75 м (Директива 96/53 ЕС);

б) Ограничения, связанные с требованиями безопасности к конструкции рассматриваемых автопоездов.

1. Сертификация конструкции таких автопоездов по условиям совместимости транспортного средства не предусмотрена в Приложении 10 Правила ЕЭК 13 "Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств категорий N и O в отношении торможения". В приложение 10 нормы по совместимости установлены только для автопоездов с двумя транспортными звеньями, тягача и прицепа (полуприцепа). Необходима доработка данного приложения.

2. Обеспечить быстродействие и синхронность работы пневматического тормозного привода на прицепных звеньях можно путем внедрения электропневматических тормозных приводов с электронным управлением (EBS).

3. Современные автопоезда оборудуются все более совершенными интеллектуальными системами, повышающими безопасность движения: ассистирование водителю, обнаружения пешехода, маневрирования на терминалах и др. Всеми этими системами будут оснащаться МДБАП.

4. Несомненно, МДБАП будет значительно сложнее укладываться в нормативы Стандартов ЕС и ЕЭК ООН по управляемости и устойчивости движения АТС. Решить эту проблему помогут внедрение в конструкции автопоездов современных систем динамической стабилизации устойчивости движения и опрокидывания типа ESC (ESP), RSS(RSP) компаний Wabco и Knorr-Bremse.

5. Учитывая, что в составе автопоезда имеется дополнительный прицеп, двигатель и трансмиссия тягача, тягово-сцепные приборы тягача и полуприцепа будут более нагружены и естественно режимы их контроля должны быть ужесточены. Это требование косвенно будет сказываться на безопасности конструкции подвижного состава "паровозов".

6. Ограничения, связанные с трудностями приема их на существующих терминалах, логистических центрах.

Выводы. При массовом внедрении большегрузных автопоездов в международных перевозках потребуется расширение или реконструкция терминалов, организация проездных постов для погрузки, разгрузки МДБАП, мест ожидания и т. п., а также расширение на автомагистралях участков (карманов) для отдыха экипажей или осмотра автопоездов.

МДБАП — это автопоезда для дальних перевозок самого ближайшего будущего, особенно для Евроазиатских перевозок по автомагистралям Великого шелкового пути. В основе реализации проектов по использованию большегрузных длинномерных поездов лежит обеспечение безопасности движения.

В эксплуатации они должны формироваться только из подвижного состава (тягачи, прицепы и полуприцепы), имеющие соответствующий сертификат — "одобрение типа транспортного средства", с учетом возможности работы в составе большегрузных автопоездов.

Массовую эксплуатацию представляется целесообразным разрешать только на автомагистралях, имеющих как минимум четыре полосы движения. Обгон длинномерных автопоездов на двухполосной дороге обычного типа другими АТС с выездом на полосу встречного движения очень опасен, а при плотных транспортных потоках — просто невозможен.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **ОДН 218.046—01.** Проектирование нежестких дорожных одежд (Взамен ВСН 46—83) / Гос. служба дор. хоз. Министерства транспорта РФ. — М.: Транспорт, 2001.
2. **Бекмагамбетов М. М.** Автомобильный транспорт Казахстана. Этапы становления и развития. НИИТК. — Алматы: ТОО "Print-S". 2003.
3. **Столяров В. В.** Проектирование автомобильных дорог с учетом теории риска: В 2 ч. / В. В. Столяров. — Саратов: СГТУ, 1994. Ч. 1. — 184 с.; Ч. 2.
4. **Директива** Совета Европейского Союза 96/53/ЕС от 25 июля 1996 г., устанавливающая для некоторых транспортных средств, перемещающихся по Сообществу, максимально допустимые габариты при национальных и международных перевозках и максимально допустимый вес при международных перевозках.
5. **Веб-сайт** BNews.kz "www.bnews.kz".

УДК 656.1

К. Э. Сафронов, канд. техн. наук, **Э. А. Сафронов,** д-р техн. наук,
ФГБОУ ВПО Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия, г. Омск
E-mail: transistem@rambler.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ АВТОБУСНОЙ МАРШРУТНОЙ СЕТИ

Развитие рынка транспортных услуг в последние годы привело к появлению большого числа перевозчиков различных форм собственности. И если во многих городах процесс управления перевозками уже взят под контроль муниципалитетами, то региональными автобусными перевозками стали заниматься совсем недавно.

Ключевые слова: *пассажирские автобусные перевозки, подвижной состав, маршрутная сеть, эффективность, доступность, безопасность.*

Региональная маршрутная сеть значительно отличается по своему функционированию от городской. Она работает по расписаниям, а не интервалам, причем их необходимо корректировать в зависимости от функционирования других видов транспорта и загрузки. Большинство маршрутов нуждаются в бюджетной поддержке. Кроме того, необходим особый подход к безопасности и доступности перевозок, развитию сети автовокзалов. Анализ показал, что для решения этих вопросов еще не в полной мере сформировалась научно-методическая и законодательная база. В статье даются предложения в этом направлении.

За 2011 г. в РФ автобусным транспортом перевезено 13 305 млн пассажиров [1]. В этот объем входит более семи тысяч межрегиональных автобусных маршрутов, по которым на регулярной основе перевезено более 200 млн пассажиров. Во многих российских городах существующие объекты транспортной инфраструктуры и сам городской транспорт не могут в полном объеме удовлетворить растущий спрос. Большинство городов испытывают трудности в том, что касается последовательного планирования городских транспортных систем и управления ими, что является необходимым условием успешного решения существующих транспортных проблем. Кроме того, необходимо обеспечить формирование полноценной нормативно-правовой базы [2].

В целях обеспечения безопасности перевозок, повышения культуры и качества обслуживания пассажиров, создания цивилизованного рынка транспортных услуг и упорядочения процедуры открытия регулярных автобусных маршрутов между субъектами Российской Федерации (межобластных, межкраевых, межреспубликанских) приказом Минтранса России от 14 августа 2003 г. № 178 утвержден "Порядок формирования сети регулярных автобусных маршрутов между субъектами Российской Федерации". На сайте Минтранса ведется реестр регулярных автобусных маршрутов между субъектами РФ, где по состоянию на 25 декабря 2012 г. зарегистрирован 3881 маршрут.

В настоящее время готовится к принятию проект федерального закона "Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом по межрегиональным маршрутам". В нем предлагается ввести в обращение новый документ — свидетельство об осуществлении перевозок по конкретному маршруту, выдаваемое на пять лет, в котором будут отражаться сведения о перевозчике, а также карты межрегионального маршрута на каждое транспортное средство, предусмотренное для обслуживания межрегионального маршрута.

Большой объем региональных автобусных пассажирских перевозок осуществляется в Ханты-Мансийском автономном округе Югра. На уровне автономного округа пассажирские перевозки регулируются Законом от 16 декабря 2011 года № 114-оз "Об организации транспортного обслуживания населения автомобильным транспортом общего пользования по пригородным и межмуниципальным маршрутам в Ханты-Мансийском автономном округе Югре".

Порядок предоставления субсидий организациям автомобильного и других видов транспорта на возмещение убытков от пассажирских перевозок в пригородном, межмуниципальном сообщении по регулируемым тарифам определяет Постановление Правительства Ханты-Мансийского Автономного Округа Югры от 12 декабря 2007 г. № 318-п. Постановление имеет социальную направленность и повышает доступность транспортных услуг для населения автономного округа.

Постановление Правительства Ханты-Мансийского автономного округа Югры "О порядке организации транспортного обслуживания населения автомобильным транспортом в Ханты-Мансийском автономном округе Югре" от 29 декабря 2012 г. № 552-п определяет порядок проведения конкурсов на право заключения договоров о регулярных пассажирских перевозках автомобильным транспортом общего пользования по пригородным и межмуниципальным маршрутам, порядок формирования и ведения реестра пригородных и межмуниципальных маршрутов, порядком открытия, изменения и закрытия маршрутов и временного прекращения автобусного движения, порядок согласования паспортов маршрутов.

Практическая реализация этих документов лежит в области проведения конкурсов среди перевозчиков и требует уточнения на ближайшую перспективу расписаний и отдельных показателей маршрутной сети — объема перевозок, пассажирооборота, количества маршрутов и рейсов, тарифов и субсидий.

Совершенствование региональной маршрутной сети

В 2012 г. в СибАДИ по заказу Правительства автономного округа была выполнена НИР по теме "Мониторинг и анализ пассажиропотока по межмуниципальным и пригородным маршрутам, корректировка маршрутной сети с учетом взаимоувязки различных видов транспорта". В работе использованы методики по совершенствованию транспортной инфраструктуры, разработанные в СибАДИ и других вузах и опубликованные в открытой печати за период 2002—2012 гг. [3, 4].

Общая характеристика пассажирского транспорта Ханты-Мансийского автономного округа Югры представлена в табл. 1. Существенно изменились показатели за последние два года. На 7 % упал пассажирооборот, вдвое сократилось число автобусов общего пользования, что связано со снижением перевозок в городах. Вместе с тем на 10 % вырос уровень автомобилизации населения и на 1 % число ДТП. В 2008 г. наблюдался максимум отправлений пассажиров железнодорожным и автобусным транспортом общего пользования, который постепенно стал снижаться в связи с кризисом. В целом за период с 2006 по 2011 г. уровень легковой автомобилизации вырос на 23 %.

Перевозку пассажиров автомобильным транспортом в автономном округе выполняют 17 организаций и более 700 индивидуальных предпринимателей, которые осуществляют 60 % от общего объема перевозок. Организации автомобильного пассажирского транспорта обеспечивают перевозки по

Таблица 1

Общая характеристика пассажирского транспорта Ханты-Мансийского автономного округа Югры, 2006—2011 гг.[1]

Показатель	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2011/2006, %
Уровень легковой автомобилизации, авт./тыс. жителей	237,1	254,4	269,7	268,4	266,1	292,1[2]	123
Число дорожно-транспортных происшествий и пострадавших на 100 000 чел. населения	204,2	197,0	178,7	163,7	162,1	163,1	80
Отправление пассажиров железнодорожным транспортом общего пользования (тыс. чел.)	2670	2690	2895	2616	2665	2585	97
Перевозки пассажиров автобусами общего пользования (млн чел.)	132,2	130,7	134,7	121,6	119,8	74,9	57
Пассажирооборот автобусов общего пользования (млн пассажиро-километров)	2411	2384	2445	2609	2633	1786	74
Число автобусов общего пользования на 100 000 чел. населения, шт.	95	94	165	154	167	76	80

Источники:
[1] Регионы России. Социально-экономические показатели. 2012. URL: http://www.gks.ru.
[2] Аналитический центр "АльфаСтрахование".

Таблица 2

Анализ работы маршрутов, субсидируемых за счет средств бюджетов муниципальных образований за период 2009—2012 гг.

Показатель	2009	2010	2011	2012 (план)	%, 2012/2009
Количество маршрутов	34	32	28	29	85
Количество рейсов	30 538	25 395	22 626	23 006	75
Объем перевозок пассажиров	327 799	299 342	363 933	406 504	124
Загрузка на один рейс, чел.	10,7	11,8	16,1	17,7	165
Размер субсидии, тыс. руб.	34 153,83	34 118,51	32 762,82	35 963,47	105

Таблица 3

Объем перевозок пассажиров по группам маршрутов, тыс. чел.

Группы маршрутов	2011	%
Общий объем перевезенных пассажиров автобусами общего пользования в межмуниципальном и пригородном сообщении	2197	100,0
Коммерческие межсубъектные маршруты	500	22,8
Внутрисубъектные маршруты (окружной бюджет)	1055,2	48,0
Внутрирайонные маршруты (муниципальные бюджеты)	363,9	16,6
Коммерческие внутрисубъектные маршруты	277,9	12,6

257 социально значимым маршрутам, в том числе по 157 городским и внутрирайонным и 100 межмуниципальным и пригородным маршрутам. Годовой пассажирооборот автомобильным транспортом составляет более 560 млн пассажиро-километров, годовой объем перевозок пассажиров — более 40 млн пассажиров.

Через автономный округ проходит 41 межсубъектный коммерческий автобусный маршрут, перевозки на которых можно оценить в 537 000 пасс. в год.

На 70 межмуниципальных и пригородных маршрутах, субсидируемых из окружного бюджета в 2012 г., работал 91 автобус, перевозя ежегодно более миллиона пассажиров. Объем перевозок уменьшился на 2 %, а количество рейсов увеличилось на 7,5 % по сравнению с 2009 г.

Порядка 30 маршрутов субсидируются из бюджетов муниципальных образований и являются пригородными и внутрирайонными (табл. 2). Объем перевозок в 2012 г. увеличился на 24 %, а количество рейсов уменьшилось на 25 % по сравнению с 2009 г.

В то же время отсутствуют достоверные данные о работе коммерческих внутрисубъектных маршрутов, которых насчитывается порядка 30. Объем перевозок на них можно оценить, отняв от общего количества перевезенных пассажиров известные величины (табл. 3). Точно установить количество коммерческих маршрутов и определить их параметры, не позволяет отсутствие отчетности от перевозчиков и единой информационно-справочной системы расписаний. Статистика показывает, что основной объем перевозок реализуется на субсидируемых маршрутах, за работой которых организован контроль.

Основными проблемами выполнения пассажирских перевозок автомобильным транспортом являются:

— стыковка расписаний различных видов транспорта;

— высокий износ автобусного парка;

— убыточность пассажирских перевозок на маршрутах с малым пассажиропотоком.

Координация расписаний

Сложность при организации взаимодействия различных видов транспорта порождает отсутствие единого подхода к составлению расписаний. На воздушном, также как и на автобусном транспорте, указываются дни вылета, например, ежедневно, или 1, 3, 5, что означает понедельник, среда, пятница. На железнодорожном транспорте обычно указываются четные или нечетные дни календаря, или дни или периоды года. На водном транспорте может указываться лишь периодичность рейсов, например, "раз в неделю", "через день" или "через два на третий". На железнодорожном транспорте указывается московское время, на авиа-, авто- и речном транспорте — местное. Нет единого дня перехода на зимнее и летнее расписания, существуют периоды межсезонья, многое зависит от состояния путей передвижения и климатических условий. В условиях неопределенности и повышенного риска перевозчики не берут на себя ответственность за организацию пересадочных маршрутов. Эти проблемы требуют решения.

Процесс координации расписаний выглядит следующим образом. В качестве основного берется магистральный вид транспорта. Например, вылету самолета из аэропорта г. Ханты-Мансийска должны предшествовать прибытие теплохода и междугороднего автобуса с учетом времени, необходимого для

Рис. 1. Процесс взаимодействия различных видов транспорта при координации расписаний

поездки в аэропорт и посадки на борт (рис. 1). И наоборот, прилетевшие пассажиры должны быть без задержки отправлены теплоходами и автобусами до конечных пунктов назначения.

По завершении процесса по каждому пункту стыковки различных видов транспорта предложено откорректировать существующие расписания или организовать недостающие рейсы: по прибытию — за 2 ч. до самолета, за 1—1,5 до поезда (теплохода), по отправлению — через час после самолета, поезда, теплохода. Однако при переносе рейсов целесообразно руководствоваться сложившимися пассажиропотоками и потребностями людей.

Может оказаться, что из ста пассажиров самолета автобусным рейсом для пересадки на самолет пользуется лишь один. И менять из-за него расписание автобусов окажется нецелесообразным. Приоритетным при составлении расписаний может стать время работы, например, предприятия, поликлиники, школы или вуза. Для этого необходимо опросить каждого пассажира о цели и периодичности поездки. Для проведения социологических исследований в этом случае необходимо охватить всю территорию округа и все сезоны. Но, как правило, перевозчики сами подстраиваются под потребности населения, для которого большое значение имеет наличие достоверной информации о работе транспорта.

Следует отметить, что транспортная сеть автономного округа весьма неоднородна: есть населенные пункты, в которые можно попасть только по воздуху; имеются районы, лишенные железнодорожного транспорта, есть населенные пункты, до которых можно добраться только автотранспортом. Для координации расписаний движения различных видов транспорта необходимо использовать интернет. На сайте департамента дорожного хозяйства и транспорта автономного округа должна отражаться актуальная информация о расписаниях и работе транспорта. На сайтах муниципальных образований желательно отображать аналогичную информацию или давать ссылки на страницу с расписаниями. Это позволит уже существующим сервисам (tutu.ru, Куда-Откуда, Маршруты.Ру, Яндекс.Расписания и т. д.) использовать данную информацию для составления маршрутов и продажи билетов.

Прогноз показателей маршрутной сети

С учетом предложений от глав муниципальных образований и автотранспортных предприятий и расчетов составлен прогноз развития маршрутной сети (рис. 2). С вероятностью близкой к единице динамика показателей будет именно такой, если исключить влияние экзогенных (вызываемых внешними причинами) факторов.

Проведена оптимизация подвижного состава по вместимости и даны рекомендации по классам автобусов, используемых на маршрутах. Упорядочены расписания движения в соответствии с количеством рейсов, уточнено время отправления на отдельных маршрутах.

Общее количество рейсов в год зависит от регулярности суточного и недельного отправления и количества дней работы маршрута. Поэтому рост пассажиропотока можно компенсировать до определенного уровня за счет изменения вместимости подвижного состава. Резерв для этого на большинстве маршрутов есть. На отдельных пригородных маршрутах с периодичностью от 6 рейсов в сутки и более среднее наполнение доходит до 20 %. Корректировать периодичность отправления маршрутов и вместимость подвижного состава можно во время конкурсов и с помощью дополнительных соглашений.

Развитие межмуниципальной маршрутной сети до 2015 г. предусмотрено за счет включения в категорию субсидируемых отдельных коммерческих маршрутов и за счет открытия новых маршрутов (табл. 4). Этот процесс еще трудней спрогнозировать, так как

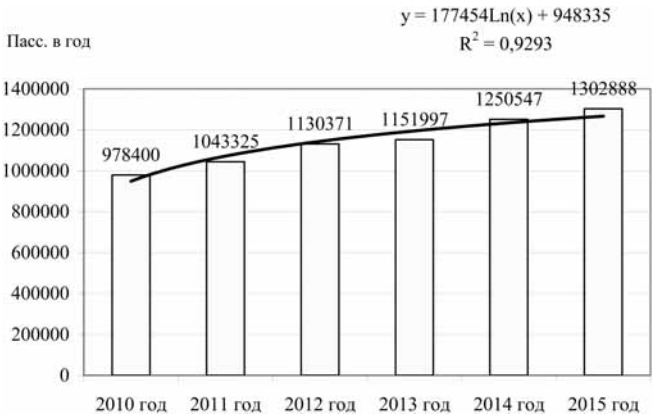

Рис. 2. Прогноз объемов перевозок пассажиров на субсидируемых из бюджета автономного округа маршрутах до 2015 г.

Таблица 4

Основные показатели субсидируемых из бюджета автономного округа межмуниципальных и пригородных маршрутов на 2012—2015 гг.

Показатель	2012	2013	2014	2015	2015/2012, %
Протяженность маршрутов в одном направлении, км	8020	7984,35	9618,35	11 764	147
Количество дней работы в году	16 311	16 434	18 989	22 639	139
Количество рейсов в году	90 339	90 643	102 688	111 083	123
Пассажирооборот, пасс./ км	38 937 671	39 513 511	48 243 946	54 734 668	141
Объем перевозок, пасс.	1 140 932	1 151 997	1 250 547	1 302 888	114
Среднесписочное количество автобусов, ед.	71	78	86	96	135
Доля доступных для инвалидов автобусов, %	9	10	11	12	—
Субсидии окружного бюджета, тыс. руб.	174 100	167 100	191 832	195 142	112
Удельные затраты на 1 пасс./км, руб.	4,47	4,23	3,98	3,57	80

открытие новых маршрутов зависит от готовности дорог, на что влияет множество других факторов, желания перевозчиков, наличия устойчивых пассажиропотоков, возможности бюджета, сложностей при согласовании маршрутов со всеми муниципальными образованиями по которым он проходит.

Субсидии предприятиям автомобильного транспорта на возмещение убытков от перевозки пригородным и межмуниципальным сообщением до 2015 г. увеличатся на 12 %. Вместе с тем рост пассажирооборота предполагает снижение на 20 % удельных затрат в руб. на 1 пасс./км за счет оптимизации подвижного состава по вместимости и его обновления.

Подготовка конкурсной документации

Следующий этап работы над маршрутной сетью — проведение конкурсов, который включает процесс подготовки конкурсной документации, публичного обсуждения проекта маршрутной сети, согласования с главами муниципальных образований и формирования на этой основе лотов.

В соответствии с Постановлением от 29 декабря 2012 г. № 552-п, которое определяет порядок проведения конкурсов, составлены перечни субсидируемых из бюджета автономного округа межмуниципальных и пригородных маршрутов, а также коммерческих (не субсидируемых) маршрутов. В перечни входит следующая информация: наименование маршрута; период действия маршрута; протяженность рейса, км; время рейса, ч, мин; путь следования; количество подвижного состава; категория подвижного состава; время отправления с начального пункта; дни отправления; время отправления с конечного пункта; дни отправления.

Обеспечение безопасности населения на транспорте

Совершенствование маршрутной сети автономного округа должно быть увязано с "Комплексной программой обеспечения безопасности населения на транспорте", которая утверждена Распоряжением Правительства РФ № 1285 от 30 июля 2010 года. В соответствии с этапами реализации Программы для противодействия терроризму, а также устранения противоправных и хулиганских действий на пассажирском транспорте автономного округа предлагается реализовать дополнительные мероприятия:

— в салонах транспортных средств всех перевозчиков, работающих на регулярных маршрутах, разместить памятки пассажирам с напоминанием о необходимости соблюдать бдительность во время поездки;

— в транспорте регулярно воспроизводить звуковые ролики с призывом незамедлительно сообщать водителю об обнаружении в салоне подозрительных бесхозных предметов;

— на территории пассажирских автотранспортных предприятий установить системы видеонаблюдения, которые позволят существенно повысить защищенность предприятия, и может оказать помощь правоохранительным органам в случае расследования противоправных действий;

— в автобусах установить видеорегистраторы с двумя встроенными камерами, направленными на дорогу и в салон. Данные требования включить в условия конкурса и договор.

Обновление подвижного состава

Потребность в обновлении подвижного состава автобусов определялась на основе заявок на поставку автобусов для пассажирских перевозок на межмуниципальных и пригородных маршрутах для АТП в рамках программы "Развитие транспортной системы Ханты-Мансийского автономного округа Югры на 2011—2013 годы и на период до 2015 года" в 2012 г.

Учитывая сложившееся техническое состояние парка автобусов, в первую очередь необходима замена автобусов, прошедших 100 % амортизацию и

подлежащих списанию на текущий период эксплуатации. Согласно данным проведенного анализа, 18 ед. (28 %) необходимо обновить уже в 2012 г. При этом износ парка снизится до 62 %.

Наибольшую долю в приобретении составляют автобусы средней вместимости (6 ед., 33 %), малой — 8 ед. (44 %). В качестве основных характеристик, предъявляемых к соответствующему классу вместимости автобусов, выступают габаритные размеры автобуса (длина), вместимость, а также требования условий эксплуатации в данном регионе, что обусловливает использование определенной модели автобуса.

За период с 2013—2015 гг. обновление оставшегося парка необходимо производить планомерно. Динамика обновления парка должна составлять 15 % ежегодно, т. е. 2013 г. — 10 ед., 2014 — 10 ед., 2015 г. — 10 ед., всего 30 ед. Износ парка при этом достигнет 48 %. В 2013 г. запланирована покупка и поставка автобусов для пассажирских перевозок на межмуниципальных и пригородных маршрутах на сумму 30 млн руб. Структура приобретаемого подвижного состава по вместимости аналогична приведенной программе обновления, т. е. с учетом сложившейся структуры парков в данных районах.

Доступность региональных пассажирских перевозок для инвалидов

В настоящее время существует ряд законов, обязывающих владельцев и организаторов перевозок обеспечить доступность транспортной инфраструктуры для инвалидов и маломобильных групп населения. В стране и регионах реализуется госпрограмма "Доступная среда" на 2011—2015 гг. Необходимо обеспечить доступность вокзалов и остановок всех видов транспорта и организовать выпуск доступного подвижного состава [5].

Положения Транспортной стратегии РФ на период до 2030 г. распространяются на парк подвижного состава автомобильного и городского наземного электрического транспорта общего пользования. В частности, рекомендуется довести долю доступного подвижного состава к 2015 г. до уровня 12 %, а к 2030 г. — до 55 %. Разработка и принятие на федеральном уровне социальных автотранспортных стандартов, устанавливающих показатели качества обслуживания населения пассажирским транспортом в городском, пригородном, междугородном и международном сообщении, включая маломобильных граждан, запланированы на 2013—2014 гг.

Требования по обеспечению доступности подвижного состава реализуются в основном для автобусов, работающих на городских маршрутах. В настоящее время практически все автобусные заводы перешли на выпуск доступной техники — низкопольных автобусов. Среди представленных на рынке моделей пригородного и междугородного назначения, можно отметить продукцию Минского (МАЗ) и Нефтекамского (НефАЗ) заводов, выпускающих доступные автобусы различных классов вместимости, что отражено в их более высокой цене по сравнению с другими производителями.

В структуре существующего парка подвижного состава автобусов, используемых на межмуниципальных и пригородных маршрутах, можно выделить несколько моделей подвижного состава, приспособленных для перевозки инвалидов. Это автобусы марок МАЗ-103, 1 ед., Volkswagen Crafter, 3 ед. (Нижневартовский район, ООО ПАТП-1), МАЗ-103, 2 ед. (Нефтеюганский район, НРМУ ТТП).

В настоящее время доля доступного транспорта для маломобильных граждан на субсидируемых из бюджета автономного округа маршрутах составляет 9,2 %. Для обеспечения рекомендуемой доли доступного парка в 12 % в общем объеме автобусного парка, необходимо приобретение доступной техники взамен устаревшей на межмуниципальных и пригородных маршрутах до 2015 г. в объеме 8—10 ед. Однако, этот подвижной состав будет работать на разных маршрутах, таким образом, не на каждом маршруте появится доступный автобус. Выход следует искать в организации заказных рейсов службой социального такси. В перспективе до 2030 г. целесообразно обеспечить на каждом маршруте работу доступного для инвалидов и маломобильных граждан подвижного состава.

Обеспечение доступности автовокзалов обеспечивается путем реализации требований строительных правил СП 59.13330.2012, которые вступили в действие с 1 января 2013 г. В них отражены международные нормы по доступности зданий и сооружений для инвалидов и маломобильных групп населения.

Развитие сети автовокзалов

В последние годы в автономном округе ведется интенсивное дорожное строительство, направленное на улучшение транспортной доступности населенных пунктов и улучшение качества транспортного обслуживания, развивается транспортная инфраструктура. Реконструирован автовокзал в г. Мегион, построен автовокзал в г. Радужный, железнодорожный вокзал в Нижневартовске с автостанцией, авторечвокзал в г. Ханты-Мансийске. Сдана первая очередь многофункционального вокзала в Приобье. Строится железнодорожный вокзал с автостанцией в г. Нягань. Количество действующих автовокзалов достигло 20, включая 7 вахтовых.

Таблица 5

Обеспеченность Ханты-Мансийского автономного округа Югры сетью автовокзалов, пасс./км

Показатели	2002	2011	2012	2013	2014	2015	2015/2002, %
Протяженность автомобильных дорог общего пользования, км*	2023	2559,3	2596,8	2739,2	2802,7	2802,7	139
Суммарная расчетная вместимость автовокзалов, пасс.	1010	3265	3565	3915	4115	4615	457
Обеспеченность АД ОП регионов сетью АС и АВ, пасс./км	0,5	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	320

* Постановление Правительства ХМАО Югры от 02.12.2010 № 321-п (ред. от 22.09.2012) "О целевой программе Ханты-Мансийского автономного округа Югры "Развитие транспортной системы Ханты-Мансийского автономного округа Югры на 2011—2013 годы и на период до 2015 года".

До 1 января 2011 г. методика определения параметров автостанций и автовокзалов требовала многолетних наблюдений и проведения сложных расчетов. В настоящее время основным исходным показателем для проектирования автовокзала является количество отправляющихся пассажиров. Требования к оборудованию автовокзалов утверждены Приказом № 234 г. Минтранса России от 1 ноября 2010 г. и обязательны для выполнения юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями, владеющими автовокзалами на правах собственности или ином законном основании.

В качестве индикатора уровня обеспеченности автономного округа в автовокзалах использован удельный показатель, выражающий распределение вместимости комплексов на сети автодорог общего пользования с твердым покрытием, который определяется по формуле [6]:

$$\Delta N_{в} = N_{в}/L_{АД},$$

где: $\Delta N_{в}$ — обеспеченность АД ОП сетью автовокзалов, пасс./км; $N_{в}$ — вместимость комплекса автовокзалов, пасс; $L_{АД}$ — протяженность автомобильных дорог с твердым покрытием, км.

В табл. 5 показана динамика развития сети автовокзалов в автономном округе, которая опережает темпы строительства дорог.

Обоснованием для расчета параметров автовокзалов послужили данные о расписаниях автобусных маршрутов, полученные от автотранспортных предприятий, из открытых источников и сведенные в таблицы по районам автономного округа, где по каждому пункту отправления определено расчетное количество маршрутов, рейсов и отправлений пассажиров в сутки.

На этой основе уточнены показатели существующих 13 автовокзалов (за исключением 7 вахтовых) и предложены параметры для строительства 15 новых автовокзалов. Строительный объем, приходящийся на одного пассажира зависит от размера автовокзала и составляет от 20 до 36 м^3. Для оценки стоимости строительства использован набор типовых проектов и поправочные коэффициенты. Стоимость строительства 1 м^3 составила от 30 до 50 тыс. руб.

В последнее время наблюдается большая потребность в недорогих гостиницах и мотелях. Люди передвигаются на автобусах и автомобилях и гостиницы при автовокзалах могли бы стать отличным местом отдыха и источником содержания автовокзальных комплексов.

Заключение

Экономическая эффективность исследований заключается в экономии бюджетных средств за счет оптимизации работы маршрутов, снижении ДТП, использовании модернизированного подвижного состава. Социальная эффективность маршрутной сети заключается в ее дальнейшем развитии и проявляется в экономии времени населением при передвижениях, повышении доступности транспортных услуг, росте мобильности населения, повышении качества транспортного обслуживания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Транспорт** и связь в России. 2012. URL: http://www.gks.ru
2. **Национальная** концепция устойчивых городских транспортных систем. — М.: "Алекс", 2013.
3. **Сафронов Э., Сафронов К., Киммель Д.** Начало реформирования ГПТ — совершенствование маршрутных сетей городов // Автомобильный транспорт. — 2004. — № 5.
4. **Сафронов Э. А., Сафронов К. Э.** Инновационные подходы к совершенствованию муниципальных транспортных систем // Грузовик. — № 3. — 2012.
5. **Сафронов К. Э.** Повышение эффективности процесса формирования доступной транспортной инфраструктуры в регионах // Вестник Омского университета. Серия "Экономика". — 2012. — № 1.
6. **Сафронов К. Э.** Развитие региональной сети автовокзалов: монография. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. — 2011.

УДК 629.33-524.8

В. А. Зенченко, А. Н. Глотов
E-mail: zvaeats@yandex.ru, anglotov@gmail.com

РАЗРАБОТКА РЕЖИМОВ ОБСЛУЖИВАНИЯ ГАЗОВЫХ СИСТЕМ ПИТАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ ОТСУТСТВИИ ИНФОРМАЦИИ О НАДЕЖНОСТИ

В статье показаны динамика мирового развития парка газобаллонных автомобилей, работающих на сжиженном нефтяном газе и структура парка ГБА в Российской Федерации. Отмечена необходимость разработки нормативно-технической документации, определяющей режимы и технологии ТО и ремонта, обеспечивающие снижение токсичности отработавших газов. Отражены основные типы конструкций газовых систем питания автомобилей, используемых в РФ. Доказана актуальность проведения исследований, направленных на разработку методов формирования и корректировки режимов обслуживания ГСП с ЭСУД на стадиях их освоения, постоянной модернизации и последующей эксплуатации. Представлена методика формирования гибких режимов обслуживания газовых систем питания с электронным управлением в условиях отсутствия информации о надежности элементов системы, базирующаяся на применении мини-максных принципов определения стратегий обслуживания.

Ключевые слова: *автотранспортное средство (АТС), газовое топливо ГСН (газ нефтяной сжиженный), токсичности отработавших газов (ОГ), газобаллонные автомобили (ГБА), автомобильные газонаполнительные станции (АГНС), автомобильный транспорт (АТ), газобаллонные автомобили (ГБА), нормативно-техническая документация (НТД), газовые системы питания (ГСП), уровень работоспособности, надежность, элементы, электронные системы управления двигателем (ЭСУД), мини-максные принципы определения стратегий обслуживания, математическое ожидание, вероятность, кластеры, распределение наработок, оптимальные режимы, уровень оснащенности, накопленные пробеги, периодичности контроля.*

(Рисунки на 2-й полосе обложки)

В мировой и отечественной практике в последнее десятилетие наблюдается интенсивный рост автотранспортных средств (АТС) использующих газовое топливо: газ нефтяной сжиженный (ГСН).

Ежегодное увеличение автотранспортных средств, использующих газовое топливо: (в динамике с учетом прогноза) на протяжении последнего десятилетия как в отечественной, так и в мировой практике, показано на рис. 1 [16].

Такая тенденция обусловлена возросшими требованиями к АТС по снижению затрат на их эксплуатацию и ужесточению экологических норм к токсичности отработавших газов (ОГ), поскольку по сравнению с традиционными топливами ГСН в этом плане менее токсичен. Использование его позволяет улучшить экологическую ситуацию, что очень важно особенно для крупных городов.

По данным производителей ГСН [14, 15] объем производства к 2015 г. превысит его потребление на 1 млн т/г. В связи с этим правительством РФ намечен ряд мер по стимулированию потребления ГСН, как альтернативного вида моторного топлива, предполагающих увеличение производства газобаллонных автомобилей (ГБА) в заводском исполнении. При этом уже в настоящее время доля потребления газа в качестве автомобильного топлива в РФ составляет 2 % и по прогнозам [4, 10, 11] будет расти.

Исторически в РФ широкое распространение переоборудование бензиновых автомобилей в газобаллонные получило еще в конце 80-х гг.в прошлого века. В основном увеличение парка ГБА происходило за счет переоборудования серийных бензиновых автомобилей, и в первую очередь легковых (75 %, рис. 2).

В настоящее время в РФ, так же как и в других странах наблюдается рост парка ГБА, работающего на ГСН, его инфраструктуры и такая тенденция по всей видимости сохранится в будущем. При этом наиболее интенсивно вопросом продвижения на

рынок АТС, работающих на ГСН, с 2010 г. занимается группа ГАЗ, производящая газобаллонные автомобили "Газель-бизнес" [8, 12]. Одновременно для обеспечения парка ГБА в последние годы вводятся в строй передвижные автомобильные газонаполнительные станции (АГНС). Следовательно, можно сделать вывод о том, что парк ГБА, работающий на ГСН в РФ, имеет тенденцию к росту, объемы потребления ГСН увеличиваются, сеть АГНС развивается. С целью улучшения экологической ситуации в ряде областей и городов РФ действуют и внедряются программы по использованию ГСН на автомобильном транспорте (АТ). Например, в Москве перевод бензиновых автомобилей на ГСН осуществляется в соответствии с программой "Снижение вредного влияния АТ на окружающую среду в г. Москве" [9] и постановлениями Правительства [6, 7]. Очевидно, что в дальнейшем, при благоприятной экономической конъюнктуре темп роста парка ГБА ГСН в России сохранится.

В то же время для поддержания парка ГБА в технически исправном состоянии и повышения его экологической безопасности АТП необходима соответствующая нормативно-техническая документация (НТД), определяющая режимы и технология ТО и ремонта, методы диагностирования и поиска неисправностей, рекомендации по обеспечению минимальной токсичности ОГ, оборудование, инструмент и пр. В настоящее время в полном объеме такая документация не разработана, что приводит в реальной действительности к значительным затратам на ТО и ремонт и снижению уровня работоспособности и прибыльности АТС. Необходимость решения данного вопроса связано с тем, что при переоборудовании серийных автомобилей в России используют ГСП различных конструкций, отличающихся сложностью, уровнем надежности, экологическими характеристиками, нормативными значениями режимов обслуживания, технологиями ТО и ремонта, применяемым оборудованием.

На практике в РФ используются конструкции ГСП четырех поколений [1, 13—15], а именно: механические системы с пневматическим управлением (1-е поколение); механические системы с пневматическим управлением, дополненные электронным дозатором газа и блоком управления ГСП (2-е поколение); системы распределенного одновременного и полупоследовательного впрыска газа с механическими форсунками (3-е поколение); системы распределенного последовательного впрыска газа с электромагнитными форсунками, управляемые более совершенным ЭБУ, способным взаимодействовать со штатными диагностическими системами OBD, OBD-2 и EOBD (4-е поколение). Кроме того, на мировом рынке началось продвижение систем с непосредственным впрыском газа в камеру сгорания (системы 5-го поколения).

Уровень затрат на поддержание работоспособности и уровень надежности в эксплуатации автомобилей, определяющий работоспособность АТС оснащенных новыми типами ГСП с ЭСУД (4-го и 5-го поколений), в значительной мере зависит от степени обоснованности используемых нормативов технического обслуживания и ремонта. Вместе с тем, как отмечалось выше, нормативно-техническая документация (НТД) по эксплуатации, режимам и технологиям обслуживания газобаллонных автомобилей (ГБА), оснащенных ГСП с ЭСУД, разработанная для ранних типов и конструкций ГСП, не соответствует сегодняшнему уровню их развития.

В связи с этим в условиях интенсивного совершенствования конструкций автотранспортных средств и их элементов важным фактором повышения эффективности технической эксплуатации является сокращение сроков разработки научно обоснованных нормативов и их оперативное корректирование с учетом конкретных условий эксплуатации. Это имеет прямое отношение и к формированию научно обоснованных режимов технического обслуживания (ТО) отмеченных систем. Их отсутствие приводит к снижению эксплуатационной надежности и значительным затратам на поддержание АТС в исправном состоянии и, соответственно, к потерям транспортной работы. Острота данного вопроса встала на повестку дня после вступления в силу Закона "О техническом регулировании", отменившим "Положение о ТО и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта", регламентировавшего режимы ТО и ремонта АТС. При этом необходимо учитывать то обстоятельство, что рекомендации заводов производителей АТС и их элементов не всегда соответствуют специфике эксплуатации автомобилей, оснащенных ГСП с ЭСУД, особенно на начальном (гарантийном) периоде эксплуатации. Поэтому руководителям автотранспортных предприятий и частным владельцам АТС приходится принимать режимы обслуживания исходя из собственного опыта, что не всегда (или как правило) является рациональным решением.

В связи с изложенным необходимость проведения исследований, направленных на разработку методов формирования и корректировки режимов обслужи-

вания ГСП с ЭСУД (особенно последних поколений) на стадиях их освоения, постоянной модернизации и последующей эксплуатации автомобилей, не вызывает сомнения и обусловливает их актуальность.

При этом необходимо учитывать то обстоятельство, что в реальной действительности, в процессе решения поставленной задачи, для новых систем ГСП с ЭСУД, на начальной стадии их эксплуатации, возникают трудности с получением достоверной информации о надежности элементов. Это исключает возможность использования ранее разработанных и успешно апробированных методов и методик, поскольку их применение требует проведения длительных эксплуатационных наблюдений, что не всегда (и как правило) возможно (в том числе и использование методик, обеспечивающих формирование рациональных режимов обслуживания элементов автотранспортных средств новых моделей на начальной стадии их освоения в условиях ограниченной информации о надежности систем [2, 3]).

В то же время при формировании режимов обслуживания необходимо учитывать такую особенность, как экономическую нецелесообразность проведения контроля технического состояния и обслуживания элементов рассматриваемых систем (ГСП с ЭСУД последних поколений), когда их техническое состояние на начальном периоде эксплуатации выше среднего. При накоплении же пробегов АТС и естественного износа и старения элементов может возникать объективная необходимость в ужесточении режимов обслуживания, вызывающих более частое обращение на контроль технического состояния, обслуживание и предупредительный ремонт с целью обеспечения рационального уровня работоспособности АТС и минимизации как затрат на поддержание заданного уровня надежности, так и потерь в транспортной работе.

Вышеотмеченные требования, особенности и ограничения связанные со сложностью (или невозможностью) применения существующих методов и методик формирования рациональных (или оптимальных) режимов обслуживания новых типов ГСП с ЭСУД в условиях отсутствия информации о закономерностях (функциях) распределения наработок на отказы, вызывают целесообразность использования для рассматриваемой задачи специальных прикладных методов оптимизации, базирующихся на применении мини-максных принципов определения стратегий обслуживания. Такие стратегии предполагают минимизацию возможного максимального ущерба (с получением оптимальных значений показателя функционирования системы для наихудших вариантов характеристик ее надежности) при определении и назначении моментов контроля технического состояния и, при необходимости, восстановления работоспособности элементов на любом пробеге заданного интервала эксплуатации системы.

Таким образом, задача в выборе оптимальной стратегии сводится к определению таких моментов времени $(L_1, L_2, ..., L_k) < Ln$ проведения контроля технического состояния (проверок), при которых минимизировалось бы математическое ожидание S полных затрат от отказов и от самого контроля.

Математическое ожидание величины общих затрат и потерь согласно [5], в данной ситуации может быть отражено в виде:

$$S = \sum_{k=0}^{\infty} \int_{L_k}^{L_{k+1}} [S_п(k+1) + S_0(L_{k+1} - L)]dF(L), \quad (1)$$

где $k = (\overline{1, n})$ — порядковый номер контроля технического состояния и обслуживания ГСП (номер проверки); L_k — наработка на момент проведения k-й проверки (контроля технического состояния и обслуживания) ГСП; $S_п$ — затраты на проверку (контроль технического состояния ГСП); S_0 — затраты на устранение отказа ГСП и потери АТС транспортной работы по причине потери его работоспособности и снижения уровня безопасности в эксплуатации; $F(L)$ — вероятность возникновения отказа элемента на L-м пробеге АТС.

При неизвестных законах распределения наработок элементов на отказы и, соответственно, значений $F(L)$, равных значениям вероятностей возникновения отказов элементов на момент проведения k-й проверки $F(L_k)$, применение мини-максного подхода предусматривает выбор в качестве вероятности $F(L)$ наиболее неблагоприятное с точки зрения затрат распределение, в качестве которого выступает равномерное на интервале $[0, L_{зад}]$.

В связи с этим выражение (1) принимает вид:

$$S = \sum_{k=0}^{\infty} \int_{L_k}^{L_{k+1}} [S_п(k+1) + S_0(L_{k+1} - L)] \frac{dL}{L_{зад}}. \quad (2)$$

В данном выражении величина общих затрат и потерь (S) моделируется для каждого элемента рассматриваемой системы ГСП с ЭСУД, с последующей ее минимизацией и формированием однородных кластеров множества (S) в сечениях выявлен-

ных моментов проверок (контролей технического состояния элементов), что, в конечном итоге, позволит сформировать оптимальные режимы контроля и обслуживания ГСП с учетом интенсивности эксплуатации АТС и изменения (и, соответственно, старения) для них накопленных пробегов.

Вместе с тем необходимо учитывать то, что в процессе проведения контроля технического состояния элементов ГСП на величины $S_П$ (затраты на контроль технического состояния ГСП) и $S_о$ (затраты на устранение отказов и потери транспортной работы АТС) оказывают влияние:

- уровень квалификации персонала (K);
- уровень оснащенности диагностическим и технологическим оборудованием для производства обслуживания и ремонта ГСП (U);
- затраты на устранение отказов ГСП ($C_{зо}$);
- потери транспортной работы АТС вследствие невозможности выполнения транспортной работы АТС и снижения уровня их безопасности в эксплуатации ($П_о$);
- дисконт d (т. е. норма приведения разновременных затрат с учетом фактора времени t, инфляционных ожиданий i и ставки рефинансирования ЦБ r), влияющая, в свою очередь, на $C_{зо}$, $П_о$, $S_о$ и $S_П$, т. е.:

$$S_П = f(K;\ U), \tag{3}$$

$$S_о = f(K;\ C_{зо};\ П_о;\ d). \tag{4}$$

При этом величина дисконта d выступает в качестве функционала:

$$d = d(t;\ i;\ r), \tag{5}$$

где t — срок службы диагностического и технологичного оборудования, используемого для обслуживания элементов ГСП; i — инфляционные ожидания; r — ставка рефинансирования ЦБ.

Между тем уровень оснащенности диагностическим и технологическим оборудованием для производства обслуживания и ремонта ГСП (U) зависит от производительности, информативности, технического совершенства и, соответственно, стоимости диагностического оборудования ($C_{Поб}$), используемого при проверке технического состояния элементов ГСП:

$$U = f(C_{Поб}). \tag{6}$$

В свою очередь, величина затрат на восстановление работоспособности ГСП ($C_{зо}$) также определяется уровнем оснащенности диагностическим и технологическим оборудованием (U), т. е.:

$$C_{зо} = f(U). \tag{7}$$

В то же время потери $П_о$ транспортной работы АТС, возникающие вследствие отказа ГСП, приводящего к невозможности выполнения транспортной работы АТС и, в ряде случаев, к снижению уровня их безопасности в эксплуатации, зависят от уровня значимости α отказов и их последствий для клиентуры (потери времени, потери транспортной работы, снижение безопасности эксплуатации ГСП), т. е.:

$$П_о = f(\alpha). \tag{8}$$

Решение уравнения (2) относительно L_k, после несложных преобразований, позволяет определить моменты проведения проверок (контроля технического состояния), выраженные через накопленные значения наработок элементов ГСП. То есть для значения пробега АТС на k-й контроль (проверку) технического состояния можно записать:

$$L_k = \frac{kL_{зад}}{n} + k(n-k)\frac{S_п}{2(S_0/P_n)},\ k = (\overline{1, n}), \tag{9}$$

где n — число проверок (контролей технического состояния элемента ГСП) за срок его службы; k — порядковый номер проверки технического состояния ГСП; P_n — вероятность обнаружения отказа при проверке технического состояния элементов ГСП.

При этом в процессе формирования последовательности проверок (контроля технического состояния) $\{L_k\}$ с учетом роста накопленных пробегов и возможного снижения уровня надежности элементов ГСП с ЭСУД должно выполняться условие:

$$n(n-1) \leqslant \frac{2L_{зад}(S_0/P_n)}{S_п}. \tag{10}$$

В выражении (10) n выбирается как наибольшее целое число, после чего уже окончательно, формируется массив пробегов $\{L_k\}$, т. е. $L_1 < L_2 < ... < L_k < ...\ L_n$, характеризующий накопленные значения наработок на случай контроля (проверок) технического состояния согласно выражению (9). На рис. 3, 4, 5 в общем виде представлен характер изменения:

- накопленных значений наработок L_k на случай контроля (проверок) технического состояния, как функция $L_k = f(k)$;

- периодичности ΔL_k контроля технического состояния элементов ГСП в зависимости от накопленных значений наработок L_k на случай контроля;
- периодичности ΔL_k в зависимости от порядкового номера k проверки технического состояния ГСП.

Отмеченные, в качестве примера, графические зависимости принципиально отражают прогнозное изменение рассматриваемых характеристик L_k, ΔL_k при различных вероятностях обнаружения отказов P_{ni} (определяемых точностью постановки диагноза о техническом состоянии на основе использования соответствующего оборудования, т. е. уровнем оснащенности и технологий U) и различных затратах $S_{\Pi i}$ на контроль технического состояния ГСП (определяемых квалификацией как персонала K, так и уровнем оснащенности U одновременно).

При этом для периодичности ΔL_k можно записать:

$$\Delta L_k = L_k - L_{k-1}. \qquad (11)$$

Проведенные теоретические исследования в рамках представленных подходов и принципов позволяют целенаправленно подойти к формированию гибких режимов обслуживания элементов ГСП, обеспечивающих учет роста накопленных пробегов АТС, их старения, квалификации персонала, используемых технологий и оборудования, производительности автомобилей и, соответственно, уровня доходности перевозок, состояния экономики (выражаемой через инфляционные ожидания и ставки рефинансирования) и других показателей.

Проведенные теоретические исследования в рамках представленных подходов и принципов позволяют целенаправленно подойти к формированию гибких режимов обслуживания элементов ГСП с ЭСУД, обеспечивающих учет роста накопленных пробегов АТС, их старения, квалификации персонала, используемых технологий и оборудования, производительности автомобилей и, соответственно, уровня доходности перевозок, состояния экономики (выражаемой через инфляционные ожидания и ставки рефинансирования) и других показателей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Банковский А.** Обзор российского рынка впрысковых газотопливных систем 4-го поколения для инжекторных автомобилей // Автогазозаправочный комплекс + Альтернативное топливо. — 2006. — № 5. — С. 45—49.
2. **Зенченко В. А., Григорьев М. В.** Режимы обслуживания электронных систем управления двигателем. "Автотранспортное предприятие". № 8, 2004. — 16—22 с.
3. **Зенченко В. А.** Методика формирования рациональных режимов обслуживания элементов автотранспортных средств новых моделей на начальной стадии их освоения. Вестник Московского автомобильно-дорожного института (Государственного технического университета). Выпуск 7, Москва, 2006. — 15—22 с.
4. **Ким А. А., Коротков М. В.** ОАО "Газпром газэнергосеть": стратегия развития региональных газомоторных рынков // Транспорт на альтернативном топливе. — 2011. — № 1. — С. 40—43.
5. **Кубарев А. И.** Надежность в машиностроении. — М.: Издательство стандартов, 1989.
6. **Постановление** Правительства Москвы № 170 "О городской целевой программе использования альтернативных видов моторного топлива". Принят 12 марта 2002 г.
7. **Постановление** Правительства Москвы от 24 апреля 2007 г. № 290-ПП "О расширении применения диметилового эфира и других альтернативных видов моторного топлива". www.mos.ru
8. **Приходько М.** План Б. // За рулем. — 2011. — № 6. — С. 208—209.
9. **Проблемы** и методы обеспечения экологической безопасности автотранспортного комплекса Московского региона. Под общ. редакцией Кузнецова Е. С. и Маршалкина Г. И. Учебное пособие МАДИ (ГТУ). — М., 1998.
10. **Рынок** газомоторного топлива России: перспективы развития // Автогазозаправочный комплекс + Альтернативное топливо. — 2011. — № 1. — С. 40—61.
11. **Сосницкий В.** Сжиженный углеводородный газ — альтернативное моторное топливо // Автогазозаправочный комплекс + Альтернативное топливо. — 2009. — № 2. — С. 21—22.
12. **Фролов А.** России требуется альтернативное моторное топливо // Российская газета. — 2011. — № 5448 (72) от 06.04.2011.
13. **Яжиньски Г.** Четыре поколения газового оборудования автомобилей фирмы "ELPIGAZ" // Автогазозаправочный комплекс + Альтернативное топливо. — 2003. — № 6. — С. 25—27.
14. **Automotive** liquefied petroleum gas — technical reference paper. Bas Hollemans, Tim Dean. The world LPG Association, 2nd edition, June 1996.
15. **Clearing** the Air, A Technical Guide on Autogas. Emissions, Test Methods, Standards and Technology. World LP Gas Association's Global Autogas Industry Network (GAIN), 2002.
16. **LPG** exceptional energy / International Systems and communications limited // September 2009 / worldlpgas.com

УДК 621.436

В. Г. Камалтдинов, В. А. Марков, Г. Д. Драгунов
E-mail: markov@power.bmstu.ru

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОЧЕГО ЦИКЛА HCCI ДВИГАТЕЛЯ

Показаны преимущества реализации рабочего цикла HCCI двигателя. Представлена математическая модель процессов, протекающих в цилиндре двигателя внутреннего сгорания. Приведены результаты расчетных исследований процесса сгорания смеси 83 % природного газа и 27 % диметилового эфира.

Ключевые слова: *дизельный двигатель, компрессионное воспламенение однородной смеси, дизельное топливо, природный газ, диметиловый эфир.*

(Рисунки на 3-й и 4-й полосе обложки)

Актуальность исследования

Наиболее сложной проблемой снижения токсичности ОГ дизелей является необходимость существенного уменьшения выбросов с ОГ оксидов азота NO_x. Такое снижение эмиссии оксидов азота в атмосферу может быть достигнуто в перспективных двигателях, работающих на гомогенной рабочей смеси, т. е. при реализации рабочего цикла HCCI (Homogeneous Charge Compression Ignition) [1—4]. Специфика организации рабочего процесса HCCI состоит в зависимости процессов воспламенения и сгорания от сочетания различных факторов, таких как вид применяемого топлива, конструкция и тепловое состояние двигателя, скоростной и нагрузочный режим работы и др. Температура самовоспламенения горючей смеси в определенный момент времени при определенном угле поворота коленчатого вала (п. к. в.) достигается в результате процесса сжатия. Для различных топлив расчетно-теоретически и экспериментально установлено влияние на этот момент состава (коэффициента избытка воздуха α, подачи топлива), температуры T_a и давления p_a топливно-воздушной смеси в начале сжатия, температуры огневой поверхности цилиндра и поршня, геометрической степени сжатия, угла закрытия впускных клапанов [1—4].

Результаты проведенных исследований позволяют моделировать рабочий процесс HCCI двигателя при заданных конструктивных параметрах, различных тепловом и нагрузочном режимах. В то же время абсолютное большинство экспериментальных и расчетно-теоретических исследований выполнено при постоянных частотах вращения коленчатого вала n [5—9]. Это объясняется особым характером влияния фактора времени на процессы воспламенения и сгорания, которое в распространенных моделях процесса сгорания в явном виде не учитывается.

В реальных условиях работы HCCI двигателя необходимо принимать меры для корректировки момента воспламенения и скорости сгорания с учетом частоты вращения коленчатого вала. Это вызвано тем, что при увеличении n процессы воспламенения и сгорания происходят с запаздыванием. Экспериментально установлено существенное смещение максимума скорости тепловыделения при постоянной подаче топлива и увеличении частоты вращения (рис. 1) [10]. Здесь состав топливно-воздушной смеси оценивался коэффициентом λ, который численно равен $1/\alpha$, где α — коэффициент избытка воздуха. Аналогичные результаты приведены в работе [11] (рис. 2). В соответствии с законами химической кинетики для развития процессов воспламенения необходимо определенное время. Однако при повышении частоты вращения продолжительность процесса сжатия сокращается, и начало сгорания по углу поворота коленчатого вала происходит позже (рис. 3) [11]. Такое запаздывание сгорания может привести к существенному изменению индикаторных показателей рабочего цикла.

Цель и задачи исследования

Целью данного исследования являлось определение влияния частоты вращения коленчатого вала на параметры процесса сгорания и рабочего цикла в целом. Необходимо также обоснование возможности

корректировки момента воспламенения и скорости сгорания HCCI двигателя, конвертированного из дизеля 4Ч13/15 ООО "ЧТЗ-Уралтрак" и работающего на смесевом топливе (природном газе с диметиловым эфиром), для обеспечения максимальной эффективности рабочего цикла при изменении частоты вращения коленчатого вала. При достижении этой цели решались следующие задачи:

— расчетно-теоретическое определение изменения параметров процесса сгорания и индикаторных показателей при изменении частоты вращения коленчатого вала на режимах внешней скоростной характеристики;

— расчетно-теоретический подбор оптимальной температуры начала сжатия, обеспечивающей наилучшие индикаторные показатели для каждого скоростного режима.

Методика исследования

Исследование проводилось с использованием однозонной модели горения топлива [12, 13], разработанной на кафедре "Двигатели внутреннего сгорания" Южно-Уральского государственного университета. В этой модели процесс сгорания рассматривается как "длинная" реакция окисления, подчиняющаяся закону Аррениуса, но с переменной энергией активации. Особенностью модели является введение нового параметра — условной продолжительности реакции окисления молекулы топлива τ_y. Она определяется как период времени, в течение которого полностью прореагируют молекулы топлива с энергией, большей условной энергии активации. При моделировании сгорания двухкомпонентного топлива в HCCI двигателе выгорание каждого из топлив определяется параллельно по законам химической кинетики с различными скоростями в условно отдельных объемах, но с одинаковыми давлениями и температурами [1, 13]. Модель учитывает влияние на процесс сгорания основных физико-химических свойств компонентов топливно-воздушной смеси (метана, диметилового эфира, кислорода, азота, аргона, оксида и диоксида углерода, воды), тепловыделения, теплообмена со стенками цилиндра, утечек рабочего тела [14] и изменение молекулярного состава. На основе этой модели разработаны методика и программа расчета рабочего цикла HCCI двигателя [15].

Поскольку в разработанной модели в явном виде учитывается фактор времени, то с ее помощью можно исследовать влияние температуры начала сжатия T_a на показатели рабочего цикла при изменении частоты вращения коленчатого вала в широких пределах. Наибольший интерес представляет определение влияния частоты вращения на параметры процесса сгорания и рабочего цикла в целом на режимах внешней скоростной характеристики, а также корректировка характеристики тепловыделения изменением температуры начала сжатия.

В качестве постоянных исходных данных принимались следующие параметры: геометрическая степень сжатия $\varepsilon = 16$, давление начала сжатия $p_a = 0{,}098$ МПа, смесевое топливо на основе природного газа с добавлением диметилового эфира (ДМЭ) в количестве, соответствующем массовой доле $\varphi_{ДМЭ} = 0{,}27$, цикловая подача смесевого топлива $6{,}0 \cdot 10^{-5}$ кг. В результате с изменением температуры на впуске автоматически менялся коэффициент избытка воздуха по смесевому топливу $\alpha_{см}$ в диапазоне 2,0...2,17.

Результаты исследования

Для заданных конструктивных параметров HCCI двигателя определена температура в начале сжатия $T_a = 350$ K, при которой обеспечиваются наилучшие индикаторные показатели при $n = 2100$ мин$^{-1}$ [16]: среднее индикаторное давление $p_i = 0{,}615$ МПа, индикаторный КПД $\eta_i = 0{,}462$, удельный индикаторный расход топлива $g_i = 176{,}3$ г/(кВт · ч). Максимальная скорость сгорания достигается при угле $\alpha_{Wcr\ max} = 367$ град. п. к. в. (рис. 4).

По мере уменьшения частоты вращения коленчатого вала от 2100 до 1000 мин$^{-1}$ сгорание начинается все раньше. При постоянной температуре $T_a = 350$ K угол максимальной скорости сгорания изменился с 367 град. п. к. в. (при $n = 2100$ мин$^{-1}$) до 357 град. п. к. в. (при $n = 1100$ мин$^{-1}$), т. е. на 10 град. п. к. в. (рис. 5). Характер процесса сгорания практически не изменился, но максимальное значение скорости тепловыделения $dQ_{сг}/d\varphi$ постепенно увеличивалось в диапазоне 1580...2000 Дж/град. п. к. в. В результате чего максимальные значения давления p_{max}, температуры T_{max} и скорости нарастания давления W_p max в цилиндре заметно увеличились: на 1,02 МПа (12,7 %), 92 K (4,5 %) и 1,2 МПа/град. п. к. в. (40 %), соответственно, а индикаторные показатели ухудшились примерно на 3 % (см. рис. 4).

Раннее начало сгорания устранялось снижением температуры начала сжатия. Для каждого скоростного режима расчетом подобрана оптимальная температура $T_{a\ опт}$, обеспечивающая наилучшие индикаторные показатели рабочего цикла. При этом угол максимальной скорости сгорания $\alpha_{Wcr\ max}$ находился на уровне около 367 град. п. к. в. (рис. 6). Вследствие снижения температуры начала сжатия (от 350 до 324 K) на режимах с меньшими частотами вращения коленчатого вала коэффициент избытка воздуха $\alpha_{см}$ увеличился с 2,0 ($n = 2100$ мин$^{-1}$) до 2,17 ($n = 1000$ мин$^{-1}$), т. е. примерно на 8,5 %, а максимальная температура T_{max} снизилась на 178 K и составила 1979 K (при $T_a = 350$ K эта температура была равна 2157 K). При уменьшении частоты вращения коленчатого вала двигателя до 1000 мин$^{-1}$ в результате своевременного развития процесса сгорания индикаторные показатели улучшились примерно

на 2,2 %. Так, среднее индикаторное давление p_i возросло с 0,615 до 0,629 МПа, индикаторный КПД η_i увеличился от 0,462 до 0,472, удельный индикаторный расход топлива g_i снизился от 176,3 до 172,5 г/(кВт · ч). Единственным отрицательным эффектом снижения частоты вращения коленчатого вала осталось повышение максимального давления в цилиндре и скорости его нарастания. Однако по сравнению с расчетами при постоянной температуре $T_a = 350$ К это повышение стало значительно меньше. Так, например: при $n = 1000$ мин$^{-1}$ максимальное давление p_{max} уменьшилось от 9,08 до 8,31 МПа (на 8,5 %), а скорость нарастания давления $W_{p\,max}$ уменьшилась на 19 % (от 4,2 до 3,4 МПа/град. п. к. в.). Это снижает механическую нагрузку на кривошипно-шатунный механизм.

Заключение

В результате расчетных исследований влияния частоты вращения коленчатого вала на параметры процесса сгорания и рабочего цикла двигателя 4Ч13/15 с воспламенением от сжатия гомогенной топливно-воздушной смеси на основе природного газа с ДМЭ установлены следующие закономерности.

1. Наилучшие расчетные показатели при степени сжатия $\varepsilon = 16$, номинальной частоте вращения $n = 2100$ мин$^{-1}$, давлении начала сжатия 0,098 МПа К и суммарном коэффициенте избытка воздуха $\alpha_{см} = 2{,}0$ достигаются в рабочих циклах с температурой начала сжатия около 350 К: $\eta_i = 0{,}462$, $p_i = 0{,}615$ МПа и $g_i = 176{,}3$ г/(кВт · ч).

2. При снижении частоты вращения коленчатого вала от 2100 до 1000 мин$^{-1}$ на режимах внешней скоростной характеристики (при постоянстве других параметров) целесообразно понижать температуру начала сжатия T_a от 350 до 324 К (или 7,4 %). Это позволит сохранить угол максимальной скорости сгорания на уровне около 7 град. п. к. в. после ВМТ, получить наилучшие индикаторные показатели рабочего цикла для каждой частоты вращения коленчатого вала и снизить механическую нагрузку на кривошипно-шатунный механизм.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Камалтдинов В. Г.** Влияние состава двухкомпонентного топлива на процесс сгорания в двигателе с объемным самовоспламенением от сжатия / В. Г. Камалтдинов, Е. В. Абелиович // Вестник ЮУрГУ. Серия "Машиностроение". — 2008. — Вып. 12. — № 23. — С. 46—53.
2. **Камалтдинов В. Г.** Влияние параметров свежего заряда на показатели рабочего цикла HCCI двигателя с наддувом / В. Г. Камалтдинов, В. А. Марков // Известия вузов. Серия "Машиностроение". — 2011. — № 6. — С. 31—37.
3. **Камалтдинов В. Г.** Расчетное исследование процесса сгорания и показателей рабочего цикла HCCI двигателя, работающего на смеси природного газа и диметилового эфира / В. Г. Камалтдинов, В. А. Марков // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. — 2010. — № 6. — С. 8—15.
4. **Камалтдинов В. Г.** Влияние геометрической степени сжатия и угла закрытия впускных клапанов на процесс сгорания и показатели рабочего цикла HCCI двигателя с наддувом / В. Г. Камалтдинов, В. А. Марков // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. — 2011. — № 2. — С. 9—16.
5. **Гусаков С. В.** Оценка влияния ДМЭ в смеси с природным газом на работу ДВС с гомогенным самовоспламенением / С. В. Гусаков, М. М. Эльгобаши Эльхагар, И. В. Епифанов // Транспорт на альтернативном топливе. — 2010. — № 2. — С. 10—13.
6. **Гусаков С. В.** Опыт моделирования рабочего процесса ДВС с воспламенением гомогенного заряда от сжатия / С. В. Гусаков, М. М. Эльгобаши Эльхагар // Вестник РУДН. Серия "Инженерные исследования". — 2004. — № 2. — С. 25—28.
7. **Федянов Е. А.** Моделирование основной фазы процесса сгорания в двигателе с самовоспламенением от сжатия гомогенной метановоздушной смеси / Е. А. Федянов, Е. М. Иткис, В. Н. Кузьмин // Известия ВГТУ. — 2008. — Т. 6, № 1. — С. 11—13.
8. **Chen Z.** Experimental study of CI natural-gas/DME homogeneous charge engine / Z. Chen, M. Konno, M. Oguma, T. Yanai // SAE Technical Paper Series. — 2000. — № 2000-01-0329. — 10 p.
9. **Kong S. C.** A study of natural gas/DME combustion in HCCI engines using CFD with detailed chemical kinetics / S. C. Kong // Fuel. — 2007. — 86. — P. 1483—1489.
10. **Luszcz P. M.** Combustion Diagnostics in Homogeneous Charge Compression Ignition Optical and Thermal Single Cylinder Engines / P. M. Luszcz // University of Birmingham. — 2009. — 293 p. — http://etheses.bham.ac.uk/524/1/Luszcz09PhD.pdf
11. **Mahdi Shahbakhti M.** Modeling and Experimental Study of an HCCI Engine for Combustion Timing Control / M. Shahbakhti // University of Alberta. — 2009. — 282 p. — http://www.me.berkeley.edu/~mahdi/PhDThesis_Shahbakhti.pdf
12. **Камалтдинов В. Г.** Новая модель процесса горения топлива в ДВС / В. Г. Камалтдинов // Двигателестроение. — 2008. — № 3. — С. 17—20.
13. **Kamaltdinov V.** Combustion process modeling in HCCI engine / V. Kamaltdinov // SAE Technical Paper Series. — 2011. — № 2011-01—1789. — 10 p.
14. **Камалтдинов В. Г.** Уточненная методика расчета параметров рабочего тела на пусковых режимах дизеля / В. Г. Камалтдинов // Двигателестроение. — 2008. — № 2. — С. 31—34.
15. **Свидетельство** ФГУ ФИПС № 2010617228. Программа расчета рабочего цикла двигателя с воспламенением от сжатия "Рабочий цикл" / Камалтдинов В. Г.; выдано 29.10.2010 г.
16. **Камалтдинов В. Г.** Управление рабочим процессом в HCCI двигателе / В. Г. Камалтдинов, С. С. Никифоров // Двигателестроение. — 2010. — № 3. — С. 3—9.

УДК 629.1.04

А. В. Сотсков, ассистент каф., **А. Ю. Чеканов**, ассистент каф., **В. В. Гулый**, студент, МАДИ
E-mail: GulyV.V@yandex.ru

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ С УЧАСТИЕМ СТУДЕНЧЕСКИХ КОМАНД

В связи с увеличением потребности в квалифицированных инженерных кадрах, подготовленных к практической деятельности, возникает необходимость развития новых учебных методик, позволяющих повысить качество образования студентов, одной из таких методик является участие студентов в международных инженерных проектах.

Ключевые слова: *международные студенческие проекты, Формула Студент, Формула Гибрид, Шелл Эко-марафон, Формула Мини Баха*

Потенциальные участники таких проектов — студенты, аспиранты, молодые инженеры, изобретатели, конструкторы — представители учебных заведений в возрасте от 16 до 27 лет. В рамках студенческих проектов научно-технические инженерные разработки команд представляют свои учебные заведения.

В МАДИ студенты могут участвовать в таких международных инженерных проектах, как: Формула Мини Баха; Формула Студент; Формула Гибрид; Шелл Эко-марафон.

Это серии проектов, в которых группа студентов из одного вуза должна за один год составить бизнес-план, найти спонсоров, спроектировать и изготовить небольшой автомобиль в соответствии с требованиями технического регламента каждого из проектов. После этого представить и защитить свою разработку перед жюри, в составе которого инженеры и конструкторы, экономисты, менеджеры крупных компаний, а также показать наилучший результат в серии из нескольких статических и динамических тестов.

Основная отличительная черта этих проектов — создание студентами полностью самостоятельных конструкций в условиях реальной жизни и при жестких ограничениях регламента проекта. Все проекты отличаются между собой сложностью и уровнем решаемых задач.

Формула Мини Баха — этот проект развивается с середины 70-х годов прошлого века, когда несколько американских университетов стали организаторами студенческих конкурсов конструкций транспортных средств для бездорожья (рис. 1). На сегодняшний день соревнования (а это своеобразный инженерный чемпионат мира среди студентов, на который собираются

Рис. 1. Автомобиль проекта Формула Мини Баха команды Wolfpackmotorsports

команды из ведущих технических университетов) проходят во многих странах мира: США, Великобритании, Германии, Южной Корее, Бразилии, Италии, Австралии, Мексике, Японии и в Южной Африке.

Основной упор в проекте Мини Баха делается на конструкцию шасси. Каждая из команд, проектируя и изготавливая свой автомобиль, использует двигатель мощностью 10 л. с. Briggs & Stratton без возможности изменять его настройки. Этот проект постоянно развивается и появляются новые этапы с возможностью реализовывать абсолютно новые технические идеи. Например, на этапе в штате Флорида был добавлен

тест на преодоление глубоких водных преград, т. е. автомобиль должен был стать амфибией.

Формула Студент — наиболее сложный проект из всех (рис. 2). В нем студентам необходимо сконструировать, изготовить и собрать целиком новый гоночный автомобиль, отвечающий основным требованиям регламента соревнования. Вот некоторые из них: рабочий объем двигателя не должен превышать 610 см^3; автомобиль должен иметь подвеску с суммарным ходом не менее 50 мм; студенты могут самостоятельно изготовить любой элемент автомобиля, кроме тормозных механизмов; на впускном коллекторе должен быть установлен ограничитель диаметром 25 мм; автомобиль должен иметь четыре колеса; тормозные механизмы колес переднего и заднего мостов должны приводиться в действие независимыми (раздельными) контурами; отсек пилота должен быть отделен от моторного сплошной перегородкой из негорючего материала.

В данном проекте соревнования проходят по следующему расписанию: первый день — оценка и защита проекта, его коммерческой целесообразности, презентация и проверка соответствия автомобиля требованиям регламента. Второй день — индивидуальные динамические тесты. Третий день — тесты на выносливость автомобиля, совмещенные с замерами топливной экономичности.

Кроме этого, появляется возможность применять больше инновационных электронных и механических систем и тщательно настраивать свой автомобиль для отдельных тестов.

В 2006 г. на этапе Чемпионата мира Formula Student Germany, проходившего с 3 по 6 августа на гоночной трассе "Формулы-1" Хоккенхаймринг команда SEG-MADI (Student's Engineering Group — MADI) впервые представляла российскую команду.

Команда SEG-MADI выступила очень достойно. Преодолев все трудности и устранив недочеты, она приняла участие в финальной гонке — Endurance. По результатам соревнований командам SEG-MADI и Oxford Brookes была вручена награда за совместные действия и сплочение команд.

Рис. 2. Автомобиль проекта Формула Студент команды МАДИ

Рис. 3. Автомобиль проекта Формула Гибрид команды МАДИ

Формула Гибрид ставит перед участниками задачи по повышению экологичности транспортных средств, увеличению их эффективности и развитию принципиально новых технологий автомобильной промышленности (рис. 3). За основу берется шасси от автомобиля проекта Формула Студент предыдущего года, поскольку технический регламент (ТР) проекта Формула Гибрид соответствует ТР Формулы Студент прошлого года, за исключением глав, касающихся электрической части автомобиля. И в соответствии с ним разрабатывается новая трансмиссия и гибридная силовая установка.

Шелл Эко-марафон — это образовательный проект, в котором ежегодно принимают участие около 200 команд из 26 стран мира. Цель соревнования — спроектировать и построить автомобиль, который будет наиболее энергоэффективным (рис. 4). Победителем становится та команда, которая преодолеет максимальное расстояние при наименьшем расходе топлива.

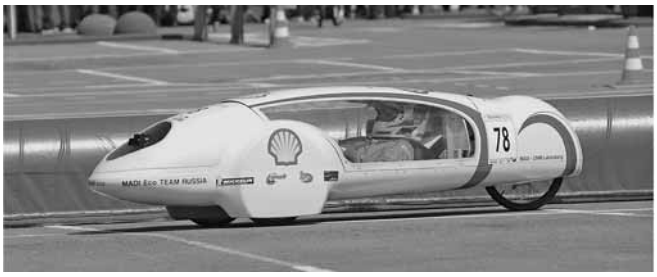

Рис. 4. Автомобиль российской команды Шелл Эко-марафон команды МАДИ

Шелл Эко-марафон проводится уже более 25 лет. Его регламент сохранился по сей день. Ежегодно проходит три этапа: Shell Eco-marathon в США, Хьюстон; Shell Eco-marathon в Европе, Роттердам, Нидерланды; Shell Eco-marathon в Азии, Куала-Лумпур, Малайзия.

Команды соревнуются в одной из двух основных категорий, в зависимости от типа созданного ими транспортного средства: Прототип и Урбан Концепт.

Прототип — это концептуальный автомобиль. Здесь основной упор делается на энергоэффективность и аэродинамику машины, что зачастую приводит к созданию автомобилей обтекаемой формы несколько футуристического вида.

Урбан Концепт — это категория автомобилей, соответствующих ряду критериев, приближающих их к городским автомобилям сегодняшнего дня. В связи с этим автомобили данной категории должны содержать ряд обязательных элементов таких, как четыре колеса, руль, передние и задние фонари, стеклоочиститель и т. д.

В качестве источников энергии используются как традиционные бензин и дизельное топливо, так и альтернативные — водород, солнечная энергия, биотопливо, электроэнергия.

На сегодняшний день участниками европейского этапа соревнований являются различные университеты и школы. Среди них University of Applied Sciences Offenburg, ITIS Leonardo da Vinci Carpi, Politecnico di Torino, Hochschule Lausitz (FH), Universite de Technologie de Compiegne, TUGraz, INSA Toulouse, Warsaw University of Technology, IPSIA Ferrari Maranello, Gdansk University Of Technology, Харьковский Национальный автомобильно-дорожный университет.

Первая российская команда университета МАДИ приняла участие в соревнованиях в 2013 году, проходивших в Роттердаме. Отличительной особенностью соревнований была трасса городского типа, на которой большое значение имеет мастерство пилота. Участникам необходимо преодолеть 10 кругов по 1630 м. Перед выездом на трассу, каждая команда обязана пройти техническую комиссию, которая представляет собой ряд тестов.

При этом измеряют массу автомобиля и ее распределение по осям; проверяют соответствие габаритных размеров автомобиля требованиям технического регламента соревнований; тормозные свойства автомобиля; наличие ремней безопасности и в целом безопасность конструкции автомобиля; топливную систему автомобиля и заправку топлива.

По итогам проверки команде выдают специальные наклейки, без которых ни одна команда не может выезжать на трассу соревнований.

Команда МАДИ успешно прошла техническую комиссию, но по стечению обстоятельств не смогла принять участие в финальном заезде.

Полагаясь на опыт зарубежных университетов, можно сказать, что развитие подобных студенческих проектов позволяет повысить качество подготовки молодых специалистов. Так, за время участия в серии проектов студенты практически осваивают теорию автомобиля, сопромат, пакеты автоматизированного проектирования и математического моделирования, материаловедение, электронное и электрооборудование, программирование, менеджмент, маркетинг, мультимедийные технологии, фотодело и многие другие.

Поднятие качества российского образования путем внедрения инновационных педагогических технологий в инженерном образовании, способствующих значительному росту компетентности и квалификации выпускников учебных заведений, расширению массовости и повышению эффективности инициатив молодежи в научно-исследовательской, инженерной и экономической деятельности, содействию интеграции научной и образовательной деятельности с промышленным комплексом страны, а также объединению творческой молодежи для созидательной деятельности, развитию коммуникативных навыков и установлению международных связей.

Подробнее ознакомиться с работами студентов можно на сайтах:

www. formulastudent.de;
www.formulastudent.ru; www.formulahybrid.ru;
www.students.sae.org; www.shell.com.

ABSTRACTS OF ARTICLES

2 *Chelpanov I., Kochetkov A., Yankovsky L.* Improvement of methods of design of special vehicles oil economy
The concept of improvement of methods of design of special vehicles of an oil economy is offered. A research objective — increases of efficiency of methods of design and designing. Result of work — development of technical requirements to a design and control facilities car on spiral to a course new generation.
Keywords: the oil economy, a special vehicle, technical requirements, designing, a control system

8 *Dzalajubekov E., Kochetkov A., Kokodeeva N.* Analysis of the current state of questions of technical operation of motor vehicles on the dimensions and weights parameters
The Article contains results of the research in the field of defining the acceptable parameters of vehicles (including oversized and heavy lift) with the account of road traffic safety, vehicle safety and security of roads.
Keywords: vehicle, the law, the risk of causing harm, size, security

10 *Dzalajubekov E., Kochetkova A., Kokodeeva N.* Analysis of types of vehicles depending on the number and location of axes, for which there is no dimension and weight norms of maximum permissible values
The Article contains the results of the analytical review of regulatory documents of Kazakhstan and foreign countries for the maximum acceptable to the masses, axial loads and dimensions of motor vehicles.
Keywords: vehicle, the law, the risk of causing harm, size, safety, safety of motor roads

30 *Safronov K., Safronov E.* Perfection of a regional bus routing network
Last years the liberalization of the market of transport services has resulted in occurrence of the large number of the motor transportation enterprises. The process of management of passenger transportations in many cities is taken under the control, but regional passenger transportations began to be engaged absolutely recently.
Keywords: passenger bus transportations, mobile structure, routing network, efficiency, availability, safety

37 *Zenchenko V., Glotov A.* Development maintenance mode for gas supply systems automobile with no information about reliability
The main types of designs of gas systems of a food of cars used in in the Russian Federation are reflected. Relevance of carrying out the probes directed on development of methods of formation and correction of modes of service of GSP with ECU at stages of their development, continuous modernization and the subsequent operation is proved. The technique of formation of flexible modes of service of gas feed systems with electronic control in the conditions of absence of information on reliability of elements of the system, based on application of the minimax principles of definition of strategy of service is presented.
Keywords: vehicle, the GSN gas fuel (LPG), toxicity of the exhaust gases (EG), gas-cylinder cars (GCC), automobile gas-filling stations (AGFS), motor transport (MT), normarive-technical documentation (NTD), gas feed systems (GFS), working capacity level, reliability, elements, electronic engine control module (ECM), minimax principles of definition of strategy of service, population mean, probability, clusters; distribution of practices, optimum modes, equipment level, the saved-up run, frequency of control

42 *Kamaltdinov V., Markov V., Dragunov G.* Assessment of crankshaft rotational speed influence on HCCI engine operating cycle characteristics"
The advantages of HCCI Engine working cycle characteristics are demonstrated. Mathematical model of the process occurring in the internal combustion engine cylinder has been presented. Results of the calculation research of the process of combustion of 83 % natural gas and 27 % dimethyl ether mixture have been given.
Keywords: diesel engine, homogeneous charge compression ignition, diesel fuel, natural gas, dimethyl ether

45 *Sotskov A., Chekanov A., Guliy V.* The international engineering projects with participation of students teams
Due to the increase in requirement for the qualified engineers prepared for practical activities, there is a need of development of the new educational techniques, allowing to increase quality of education of the students, one of such techniques is participation of students in the international engineering projects.
Keywords: international student's projects, Formula Student, Formula Hybrid, Shell Eco-marathon, Formula Mini Baja

Художественный редактор *Т. Н. Галицына*. Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *Е. В. Комиссарова*
Сдано в набор 05.09.2013. Подписано в печать 22.10.2013. Формат 60 × 88 1/8. Усл. печ. л. 5.88.
Отпечатано в ООО «Белый ветер», 115407, г. Москва, Нагатинская наб., д. 54, пом. 4