

К инновационному методу усиления железобетонных пролетных строений можно отнести усиление главных балок углепластиковыми ламинатами и холстами из углеволокна. Опытное применение такого способа усиления успешно было реализовано на мосту через р. Протока на 11+079 км автомобильной дороги «Подъезд к п. Кангалассы» в Республике Саха (Якутия). Анализ эффективности усиления, проведенный сотрудниками кафедры «Автомобильные дороги и аэродромы» Автодорожного факультета Северо-Восточного федерального университета, показал, что применение системы внешнего армирования композиционными материалами в условиях Крайнего Севера является эффективным по крайней мере в течение первых двух лет эксплуатации [3], однако требует многолетних наблюдений за напряженно-деформированным состоянием работы усиленных конструкций.

Список литературы

1. Дементьев В.А., Волокитин В.П., Анисимова Н.А. Усиление и реконструкция мостов на автомобильных дорогах: Учебное пособие. – Воронеж, 2006.
2. Усиление железобетонных балочных пролетных строений автодорожных мостов: Обзорная информация. – М., 1987. Вып. 2.
3. Смолина М.В., Прохорова А.Е. Опыт применения системы внешнего армирования железобетонных пролетных строений автодорожных мостов композитными материалами в условиях Крайнего Севера.

УКРУПНЕННЫЙ ПРОЕКТИРОВОЧНЫЙ РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ГИБРИДНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ СИСТЕМЫ БЫСТРОГО ГОРОДСКОГО АВТОБУСНОГО ТРАНЗИТА (БГАТ)

Шелмаков П.С., Шелмаков С.В.

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, e-mail: Mcredjis@gmail.com

Быстрый городской автобусный транзит (БГАТ) – это высококачественная, базирующаяся на автобусах транспортная система, которая удовлетворяет потребности горожан в быстрой, удобной и рентабельной мобильности, путем создания инфраструктуры выделенных полос движения, обеспечения быстрых и частых рейсов, а также использования передового уровня в маркетинге и обслуживании клиентов [1].

Фактически, БГАТ такая же удобная и эффективная система, как система рельсового транспорта, но требующая при этом намного меньше финансов. Стоимость систем БГАТ обычно от 4 до 20 раз меньше (БГАТ – \$0,5...\$14 млн/км), чем стоимость трамвайной или легкорельсовой транспортной системы (ЛРТ – \$15...\$45 млн/км) и от 10 до 100 раз меньше, чем метро (МРТ – \$45...\$350 млн/км). Сроки строительства систем БГАТ также существенно меньше (1...3 года после создания концепции), чем систем рельсового транспорта.

Пассажирооборот в системе БГАТ может составлять от 3000 до 45000 пассажиров в час в одном направлении (п/ч/н), в то время, как пассажирооборот однополосной автомобильной дороги составляет 1500...3000 п/ч/н, традиционных автобусных линий – 500...5000 п/ч/н, трамвая и ЛРТ – до 12000 п/ч/н, а метро – от 25 000 до 80 000 п/ч/н.

На сегодняшний день БГАТ все чаще применяется в городах, заинтересованных в рентабельных транспортных решениях. Высококачественные массовые системы БГАТ уже существуют как в развивающихся странах, в таких городах, как Богота (Колумбия), Куритиба (Бразилия), Кито (Эквадор), Джакарта (Индонезия), Мехико (Мексика), Тайбэй (Тайвань), Гуанджоу (Китай) и др., так и в развитых странах, в таких городах как Оттава (Канада), Лос-Анджелес (США), Брисбен (Австралия), Эйндховен (Нидерланды), Руан (Франция) и др.

Отличительными особенностями систем БГАТ являются:

Физически выделенные автобусные полосы, которые предназначены для постоянного и исключительного использования общественными транспортными средствами.

Закрытые, защищенные и контролируемые автобусные остановки с турникетами оплаты проезда перед входом и высотой пола, соразмерной высоте пола автобуса.

Высокое качество оказания услуг, удобство, безопасность и скорость обслуживания, сравнимые с метро.

Высокая степень интеграции с другими видами общественного городского транспорта, велосипедной и пешеходной инфраструктурой.

Особенностью данной системы является также использование специализированных автобусов, соответствующих конструкции инфраструктуры и условиям эксплуатации. Транспортные средства должны иметь большую пассажироместимость и пропускную способность дверных проёмов для снижения времени посадки и высадки пассажиров. Высокопольные автобусы имеют преимущество с этой точки зрения, у них на 20...30% ниже затраты на обслуживание и приобретение, а также такая компоновка позволяет установить комбинированную силовую установку между передней и задней осью автобуса. Кроме того, автобус оснащается откидным пандусом для организации посадки с уровня платформы, удобства и безопасности пассажиров, в том числе инвалидов, родителей с детскими колясками, велосипедистов.

Условия эксплуатации автобусов БГАТ характеризуются:

- высокими требованиями к надёжности и безопасности;
- явно выраженным циклическим режимом движения;
- интенсивными разгонами и замедлениями;
- частыми технологическими остановками для посадки и высадки пассажиров;

• высокими требованиями к экономичности и экологичности (выбросы загрязняющих веществ, шум).
Конфигурация силового агрегата у транспортных средств для БГАТ может быть довольно разнообразной [1, 2]:

- ДВС – двигатель внутреннего сгорания (дизельный или газовый, поршневой или газотурбинный);
- Электромотор, питаемый от контактной электросети (троллейбус);
- Электромотор, питаемый от аккумуляторной батареи (электробус);
- Электромотор, питаемый от аккумуляторной батареи и генератора с приводом от ДВС (последовательный гибридный);
- ДВС и электромотор, питаемый от аккумуляторной батареи и генератора с приводом от ДВС (параллельный гибридный);
- Электромотор, питаемый от накопителя энергии (аккумуляторной батареи или суперконденсатора), подзаряжаемого на остановочных пунктах от контактной или беспроводной сети (т.н. OLEV On-Line Electric Vehicle – подзаряжаемый на маршруте электробус);
- Электромотор, питаемый от батареи топливных ячеек (Fuel Cell Electric Vehicle электробус с топливными ячейками);
- Электромотор, питаемый от аккумуляторной батареи с подзарядкой от фотогальванических элементов (электробус с фотогальванической подзарядкой).

В данной статье будет проведена укрупнённая оценка параметров силовой установки для системы БГАТ наиболее распространённых на практике вари-

антов. Для решения данной задачи, прежде всего, следует определиться с типом и характеристиками транспортного средства, а также с типичными условиями движения автобусов на маршрутах БГАТ.

В качестве объекта исследования был выбран 12-метровый, 19-тонный автобус, рассчитанный на перевозку 100 пассажиров.

Для представления типичных условий движения, на основании рекомендаций [1], был разработан ездовой цикл, состоящий из трёх этапов: 1) движение от одного остановочного пункта до следующего без остановок; 2) движение в режиме полужэкспресса с остановками «через один» остановочный пункт; 3) движение от одного остановочного пункта до следующего с остановкой на перекрёстке. Относительная весомость этапов была принята одинаковой. Максимальная скорость движения на полосах БГАТ принята 70 км/ч. Расстояние между остановочными пунктами – 500 м. Время стоянки на остановочных пунктах – 25 с. Время стоянки на перекрёстке – 25 с. Расстояние от перекрёстка до остановочного пункта – 100 м. Общая протяжённость ездового цикла – 2100 м.

На рис. 1 показана зависимость скорости автобуса с ДВС мощностью 290 кВт и 6-ступенчатой КПП от времени движения по ездовому циклу БГАТ. Данная зависимость получена при помощи компьютерного моделирования с использованием программного комплекса «Автомобиль», разработанного в МАДИ [3]. Она положена в основу анализа энергетических балансов автобусов с разными вариантами энергоустановок.

На рис. 2 показан энергетический баланс автобуса БГАТ в разработанном ездовом цикле. Суммарные затраты энергии на тягу составили 5,42 кВт*ч, что соответствует 2,58 кВт*ч/км.

Это означает, что при использовании энергоустановки автобуса в составе «электродвигатель мощностью 290 кВт», ёмкость бортового накопителя энер-

гии должна составлять 258 кВт*ч для обеспечения запаса хода 100 км.

На рис. 3 представлен энергетический баланс автобуса БГАТ с оборудованием для рекуперации энергии замедления. Мощность рекуператора принята равной мощности тягового двигателя, а КПД данного оборудования принят равным 70%.

Как видно из рисунка, за счёт рекуперации энергии замедления удаётся вернуть 1,26 кВт*ч энергии (примерно треть от полной энергии замедления), и итоговые затраты энергии в ездовом цикле составляют 4,16 кВт*ч, что соответствует 1,98 кВт*ч/км. Однако максимум графика итоговых энергозатрат достигает значения 4,32 кВт*ч или 2,06 кВт*ч/км.

Это означает, что при использовании энергоустановки автобуса в составе «электродвигатель/генератор мощностью 290 кВт + оборудование для рекуперации энергии замедления (КПД=70%)», ёмкость бортового накопителя энергии должна составлять 206 кВт*ч для обеспечения запаса хода 100 км.

На рис. 4 представлен энергетический баланс автобуса БГАТ с оборудованием для рекуперации энергии замедления и дополнительным энергоисточником для постоянной подзарядки бортового накопителя энергии. В качестве дополнительного энергоисточника была подобрана пара «двигатель + генератор». Двигатель вырабатывает постоянную мощность 74 кВт, а генератор имеет КПД=92%. Подбор мощности двигателя производился исходя из требования обеспечения «нулевого» баланса энергопотребления в ездовом цикле. При этом следует иметь в виду, что указанная мощность не является номинальной мощностью двигателя, которая может быть на 30% больше. Это связано с фиксацией работы двигателя при приводе генератора на режиме максимальной эффективности, а не на режиме номинальной мощности. Таким образом, номинальная мощность двигателя будет составлять порядка 100 кВт.

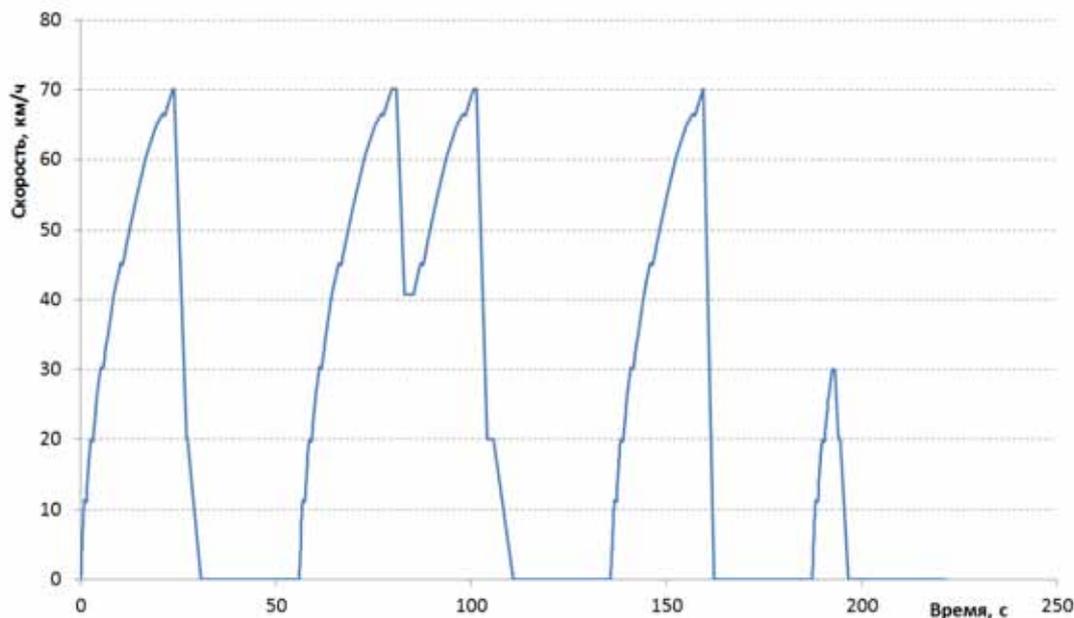


Рис. 1. Ездовой цикл автобуса БГАТ

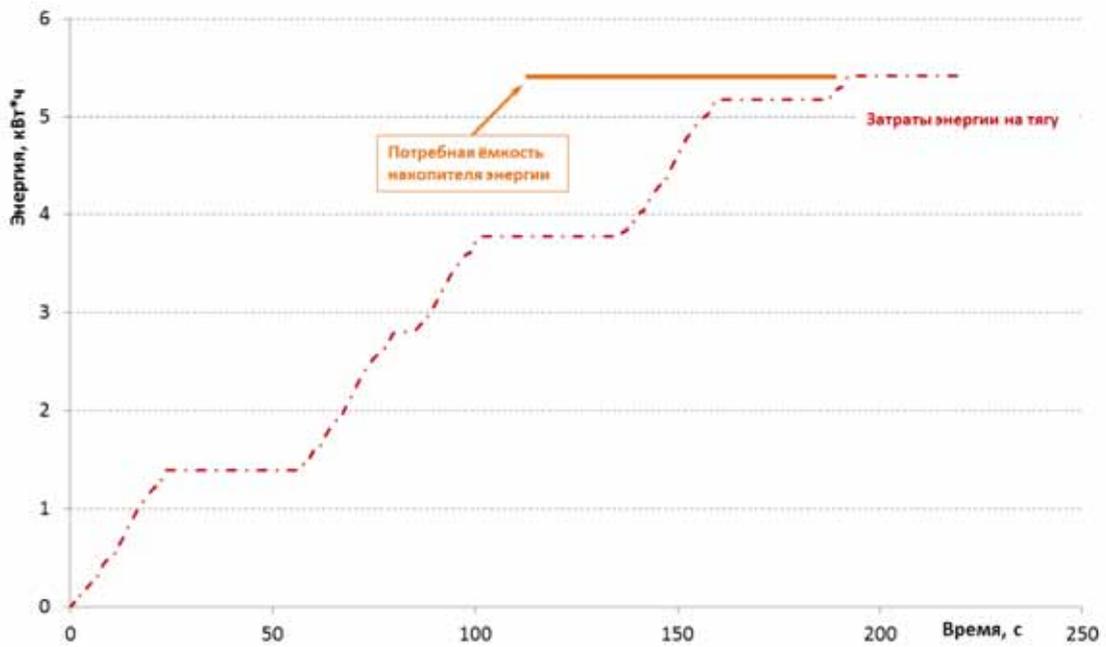


Рис. 2. Энергетический баланс автобуса БГАТ в ездовом цикле

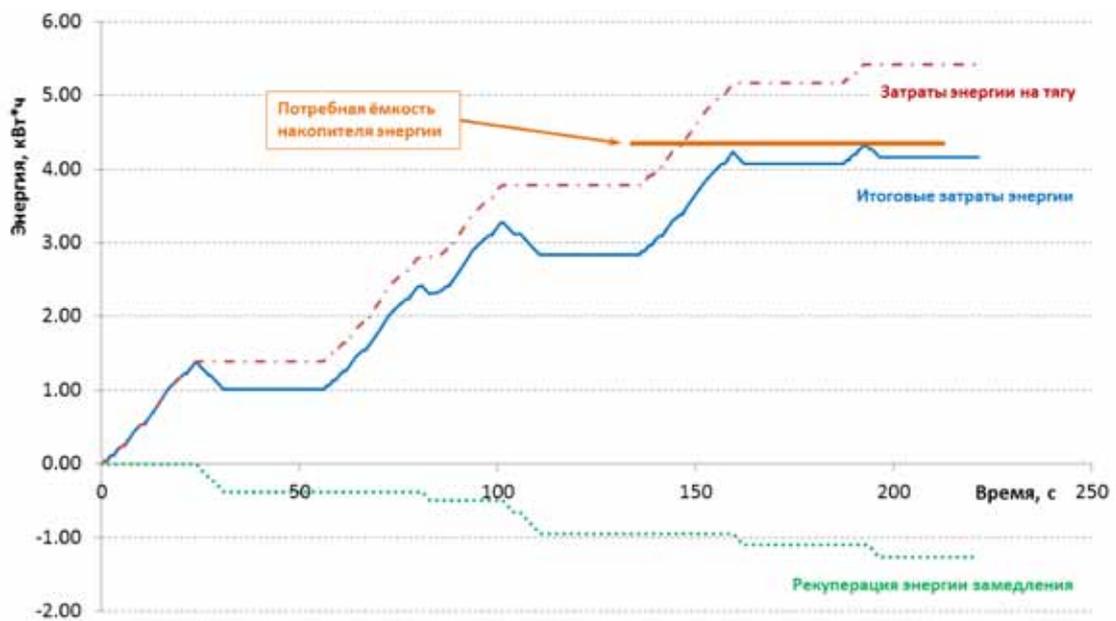


Рис. 3. Энергетический баланс движения автобуса БГАТ с учетом рекуперации энергии замедления

Как видно из рисунка, за счёт рекуперации энергии замедления удаётся вернуть 1,26 кВт·ч энергии, дополнительный энергоисточник вырабатывает за цикл 4,19 кВт·ч

энергии, таким образом, итоговый баланс энергии в ездовом цикле «обнуляется». Однако максимум графика итоговых энергозатрат достигает значения 1,41 кВт·ч.

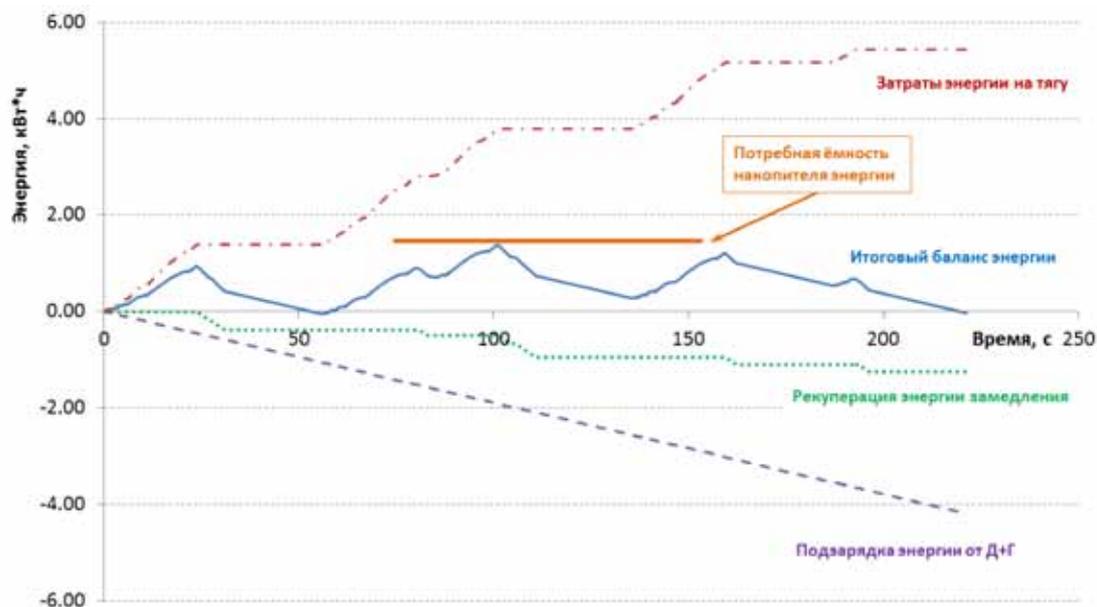


Рис. 4. Энергетический баланс движения автобуса БГАТ с учетом рекуперации энергии замедления и подзарядки от системы «двигатель+генератор»

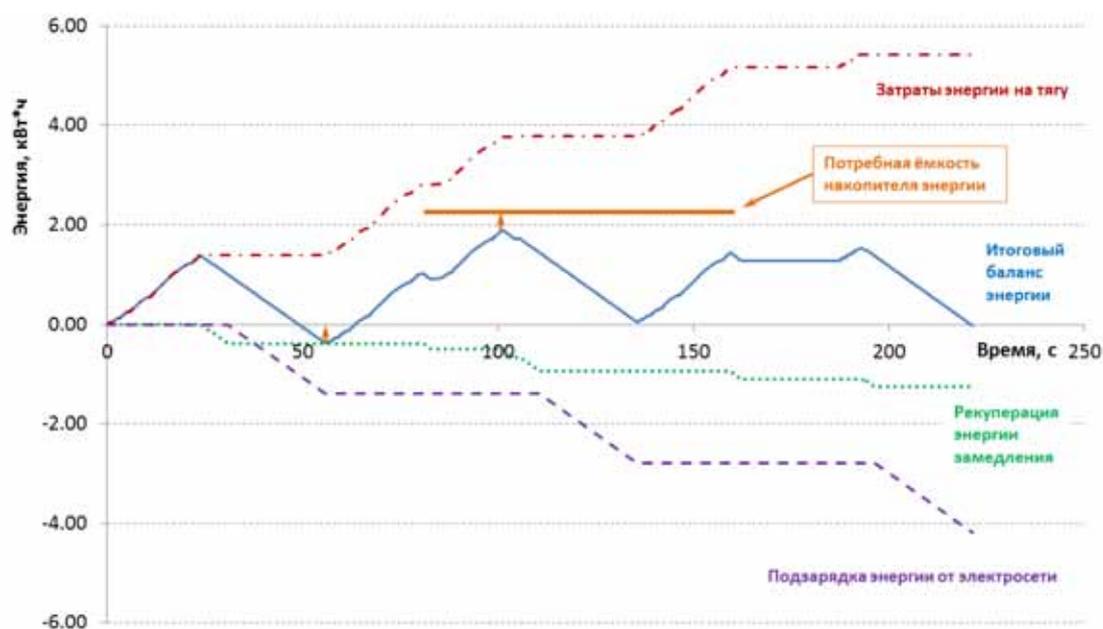


Рис. 5. Энергетический баланс движения автобуса БГАТ с учетом рекуперации энергии замедления и подзарядки от электросети на остановочных пунктах

Это означает, что при использовании энергоустановки автобуса в составе «электродвигатель/генератор мощностью 290 кВт + оборудование для рекуперации энергии замедления (КПД=70%) + ДВС мощностью 100 кВт + генератор мощностью 74 кВт и КПД=92%», ёмкость бортового накопителя энергии должна составлять 1,41 кВт·ч. При этом запас хода автобуса ограничивается только запасом топлива для работы дополнительного энергоисточника (ДВС).

На рис. 5 представлен энергетический баланс автобуса БГАТ с оборудованием для рекуперации энергии замедления и оборудованием для быстрой периодической подзарядки бортового накопителя энергии от внешней электросети во время пребывания автобуса на остановочных пунктах. Мощность зарядного устройства подобрана на уровне 223 кВт, а его КПД составляет 90%. Подбор мощности зарядного устройства производился исходя из требования обеспечения «нулевого» баланса энергопотребления в ездовом цикле.

Как видно из рисунка, за счёт рекуперации энергии замедления удаётся вернуть 1,26 кВт·ч энергии, зарядное устройство пополняет запасы энергии за цикл на 4,18 кВт·ч, таким образом, итоговый баланс энергии в ездовом цикле «обнуляется». Однако максимум графика итоговых энергозатрат достигает значения 2,27 кВт·ч.

Это означает, что при использовании энергоустановки автобуса в составе «электродвигатель/генератор мощностью 290 кВт + оборудование для рекуперации энергии замедления (КПД=70%) + зарядное устройство мощностью 223 кВт и КПД=90%», ёмкость бортового накопителя энергии должна составлять 2,27 кВт·ч. При этом запас хода автобуса не ограничивается (т.е. он ограничивается только протяжённостью маршрутной сети, на которой имеются станции подзарядки).

Таким образом, в результате проведённых расчётов получены ориентировочные (в рамках принятых допущений) значения параметров гибридной силовой установки для системы быстрого городского автобусного транзита (БГАТ). Полученные ориентиры лягут в основу выбора конкретных образцов оборудования, а также в основу оценок эффективности рассмотренных вариантов.

Список литературы

1. Скоростные автобусные перевозки. Руководство по планированию. / Нью-Йорк: Институт политики транспорта и развития (СПА). Издание третье, июнь 2007 г.
2. С. Флоренцев, Л. Макаров, В. Менухов, И. Варакин. Экономичный экологичный гибридный городской автобус. [Электронный ресурс]: [офф. сайт]. – Режим доступа: <http://www.russianelectronics.ru/skachivanie/44113/0/> (Дата обращения: 20.01.2016).
3. Трофименко Ю.В., Шелмаков С.В. Оценка токсичности и топливной экономичности автотранспортных средств в ездовых циклах. // Транспорт: наука, техника, управление. – 1994. – №3. – С. 56 – 63.

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА БЕНЗИНА
АВТОЗАПРАВОЧНЫХ КОМПАНИЙ Г. ЯКУТСКА**

Яковлева Я.Н., Охлопкова М.К.

*Северо-Восточный Федеральный университет
им. М.К. Аммосова, Якутск, e-mail: sofalo@list.ru*

Топливо-смазочные материалы это один из главных элементов, влияющих на эффективную и долговечную работу машин. Очень важно, что бы топливо и смазочные материалы, используемые в машинах с двигателями внутреннего сгорания, были качественными. Некачественный продукт подвергает опасности поломки элементов топливной системы и самого двигателя автомобиля [1]. Заправка на сомнительный АЗС – это всегда повод для волнений.

На данный момент анализ качества бензина на АЗС г. Якутска не проводится, т.к бензин, в основ-

ном, привозят из других регионов России уже с паспортом нефтепродукта. В связи с этим нефтяные компании г. Якутска повторный анализ топлива не делают.

Вследствие всего вышесказанного актуальность темы обусловлена тем, что фальсификация в России автомобильного топлива – наиболее распространенная и злободневная проблема.

Целью данного исследования является оценка качества бензина на автозаправочных станциях г. Якутска. Знание состава, свойства, областей применения и эксплуатационных характеристик нефтепродуктов является необходимым всем, кто связан с их производством, транспортировкой, хранением, потреблением, маркетингом. Как известно в процессе хранения и перевозки также могут происходить значительные изменения в качестве бензина [2].

В последние время широкое распространение получает использование экспресс – метода определения качества бензина.

Основными преимуществами экспресс – методов является быстрота получения результата, а также возможность получения с одной пробы наряду с основными показателями, характеризующими качество бензина, целого ряда других показателей качества [1].

Для определения показателей качества бензина мы воспользовались лабораторным комплектом 2М6У экспресс-анализа топлив.

Объект исследования – образцы бензина АИ-92 с 5 компаний, таких как: ОАО «ЯТЭК», ОАО «САХАНЕФТЕГАЗСБЫТ», ОАО «ГУЙМААДА-НЕФТЬ», ООО «ПАРИТЕТ», ООО «Сиб-Ойл».

Экспериментальные исследования проводились на кафедре «ЭТАиАС» в лаборатории ГСМ Автодорожного факультета.

В ходе экспертизы сравнивали характеристики образцов с нормами ГОСТ 51866-2002 и Технического регламента «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту».

Пробы топлива брались в железные канистры, которые были предварительно вымыты и выпарены. Затем, образцы «отогревались» до комнатной температуры в лаборатории кафедры ГСМ и поочередно изучались.

Результаты исследований показаны в виде диаграмм.

Как видно из диаграммы (рис. 1), приобретенном на АЗС «САХАНЕФТЕГАЗ» октановое число не соответствует параметрам стандартам: ОЧ составляет по моторному методу 81,5 (по ГОСТ оно должно составлять 83), а по исследовательскому 90,3 (по ГОСТ составляет 92). Другие образцы соответствуют параметру стандартов [3].

Анализы показали присутствие растворенной воды во всех образцах бензина, их содержание в бензине опасно при температуре ниже 0°С, так как, замерзая, она образует кристаллы, которые могут преградить доступ бензина в цилиндры двигателя.

В ходе проведенных исследований установлено, что во всех образцах количество смол в бензине всех компаний значительно превышает ГОСТ [3].

Предполагаем, причиной повышения содержания смол в бензине может быть:

- некачественная очистка бензина от смол;
- при транспортировке нефтепродуктов одними и теми же бензовозами, которые перевозят все виды топлив;
- наличие воды.

Основным источником загрязнения атмосферного воздуха свинцом в РФ является автотранспорт, использующий бензин содержащий свинец.