

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

ФГБОУ ВО Башкирский государственный аграрный университет

УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «Спутник Альянс»


И.Д.Гафуров
« 02 » _____ 2019 г.

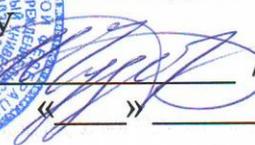


УДК 631.3-6
ББК 40.72
М3630

УТВЕРЖДАЮ

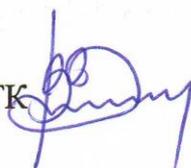
Проректор по научной и
инновационной деятельности
БГАУ




/Чудов И.В./
« _____ » _____ 2019 г.

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Исследование качества нефтепродуктов на предприятиях АПК РБ
(договор № 66 от 23 октября 2018 г.)

Руководитель темы,
старший преподаватель
кафедры Автомобиля и МТК  В.В. Зиннатуллин

Уфа 2019

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы, старший преподаватель кафедры Автомобили и МТК

В.В. Зиннатуллин (определение основных показателей нефтепродуктов, проведение исследований, анализ данных, составление отчета)

Доцент кафедры Автомобили и МТК

И.Т. Бакиев (организация и проведение исследований, анализ данных, составление отчета)

РЕФЕРАТ

Отчет 27 с., 7 табл., 3 приложения, 10 источников.

ДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО, БЕНЗИН, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ, АНАЛИЗ МОТОРНОГО ТОПЛИВА, ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ТОПЛИВ

Объект исследования - пробы бензинов АИ-92-К5 ГОСТ 32513-2013, дизельных топлив ДТ-Л-К5, ДТ-З-К5 32511-2013.

Цель работы – контроль качества моторного топлива поставляемых в ООО АП имени Калинина Стерлитамакского района для дальнейшего использования их в тракторах, самоходных сельскохозяйственных машинах и автомобилях предприятия.

Методы исследования: физико-химический анализ моторных топлив.

Проведены исследования качества моторных топлив ООО АП имени Калинина Стерлитамакского района.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	4
1. ЦЕЛЬ И ОБЪЕКТЫ ИСПЫТАНИЙ	5
2. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА МОТОРНЫХ ТОПЛИВ	7
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БЕНЗИНОВ	9
4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ	14
ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИТОГАМ ИССЛЕДОВАНИЙ	23
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	25
ПРИЛОЖЕНИЯ	25

ВВЕДЕНИЕ

Лаборатория горюче-смазочных материалов автотракторной и сельскохозяйственной техники Башкирского ГАУ с 1 сентября 2018 года по 31 января 2019 года проводила исследования качества моторных топлив поставляемых в ООО АП имени Калинина Стерлитамакского района для дальнейшего использования их в тракторах, самоходных сельскохозяйственных машинах и автомобилях предприятия.

Испытания качества проб бензинов АИ-92-К5 ГОСТ 32513-2013, дизельных топлив ДТ-Л-К5, ДТ-З-К5 32511-2013 проводились на основании двухстороннего договора № 66 от 23 октября 2018 г между ООО «Спутник Альянс» и ФГБОУ ВО Башкирский государственный аграрный университет.

В соответствии с условиями указанного договора исследования состояли из следующих этапов:

- обзор требований к качеству моторных топлив;
- обзор основных показателей качества моторных топлив;
- проведение анализа проб моторных топлив предприятия;
- анализ качественных показателей топлив.

В настоящем отчете в обобщенном виде представлены результаты исследований.

1. ЦЕЛЬ И ОБЪЕКТЫ ИСПЫТАНИЙ

За отчетный период: сентябрь-декабрь 2018 года проведена оценка качества моторных топлив поставляемых в ООО АП имени Калинина Стерлитамакского района для дальнейшего использования их в тракторах, самоходных сельскохозяйственных машинах и автомобилях предприятия.

Объектами исследования являлись:

- бензин АИ-92-К5 экологического класса К5, сорта С вырабатываемое по ГОСТ 32513-2013;

- дизельное топливо ДТ-Л-К5, летнее сорта С, экологического класса К5, вырабатываемое по ГОСТ 32511-2013;

- дизельное топливо ДТ-З-К5 зимнее класса 2, экологического класса К5, вырабатываемое по ГОСТ 32511-2013.

Таблица 1 Основные требования ГОСТ 32513-2013 к бензину АИ-92-К5 сорта С.

Наименование показателя	Нормативные значения
Детонационная стойкость - октановое число по исследовательскому методу, не менее	92
2. Фракционный состав: объемная доля испарившегося бензина, %, при температуре:	
70 °С (И70)	15-50
100 °С (И100)	40-70
150 °С (И150), не менее	75
конец кипения, °С, не выше	215,0
объемная доля остатка в колбе, %, не более	2,0
Потери, % , не более	2,0
3. Содержание водорастворимых кислот и щелочей.	отсутствие
4. Цвет	От светло- соломенно-го до светло- желтого
5. Содержание механических примесей	отсутствие
6. Содержание воды (визуально)	отсутствие
7. Массовая доля серы, мг/кг, не более,	50
8. Плотность при 15°С, кг/м ³ .	725-780

Таблица 2 Основные требования ГОСТ 32511-2013 к дизельному топливу ДТ-Л-К5, летнего, сорта С, экологического класса К5.

Наименование показателя	Единица измерения	Нормативные значения
Цетановое число, не менее	ед.	51
Температура помутнения, не выше	°С	- 5
Вязкость кинематическая при 40°С	мм ² /с	2-4,5
Содержание механических примесей (визуально)	-	отсутствие
Содержание воды (визуально)	-	отсутствие
Плотность при 15 °С	кг/м ³	820-845
Фракционный состав:		
- при температуре 250° С перег., менее	% об	65
- при температуре 350° С перег., не менее	% об	85
- 95% перег. При температуре, не выше	°С	360
Массовая доля серы, мг/кг, не более,	-	50

Таблица 3 Основные требования ГОСТ 32511-2013 к дизельному топливу ДТ-З-К5, зимнего, класса 2, экологического класса К5.

Наименование показателя	Единица измерения	Нормативные значения
Цетановое число, не менее	ед.	48
Температура помутнения, не выше	°С	- 22
Вязкость кинематическая при 40°С	мм ² /с	1,5-4,5
Содержание механических примесей (визуально)	-	отсутствие
Содержание воды (визуально)	-	отсутствие
Плотность при 15 °С	кг/м ³	800-840
Фракционный состав:		
- перегоняется до температуры 180 °С, не более	% об	10
- 95% перег. при температуре, не выше	°С	360
Массовая доля серы, мг/кг, не более,	-	10

2. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА МОТОРНЫХ ТОПЛИВ

Методы испытаний основных показателей качества моторных топлив и используемого оборудования представлены в таблицах 4 и 5.

Таблица 4 Методы испытаний бензинов.

Наименование показателя	Метод испытания	Используемое оборудование
1. Детонационная стойкость - октановое число по исследовательскому методу	ГОСТ 32339 (ISO 5164:2005)	Анализатор SX-300
2. Испаряемость топлива (фракционный состав)	ГОСТ 2177	Аппарат для разгонки нефтепродуктов АРН-ЛАБ-02
3. Содержание водорастворимых кислот и щелочей	ГОСТ 6307	Воронка ВД-1-500ХС; фенолфталеин (индикатор), 1%-ный раствор в 60%-ном этиловом спирте; метиловый оранжевый (индикатор), 0,02%-ный водный раствор
4. Цвет	ГОСТ 28582-90	Колба стеклянная коническая 100 мл, набор цветных стекол
5. Содержание механических примесей	СТБ 1634-2006	Колба стеклянная цилиндрическая 1000 мл
6. Содержание воды (визуально)	СТБ 1634-2006	
7. Массовая доля серы	ГОСТ Р 51947(ASTM D 4294-98), ISO 8754:2003.	Энергодисперсионный анализатор серы Спектроскан SL
8. Плотность при 15°C	ГОСТ 3900	Ареометр АНТ-1 (диапазон измерения 710-770 кг/м ³); колба стеклянная цилиндрическая 200 мл; баня водяная LOIB LB-140

Таблица 5 Методы испытаний дизельных топлив.

Наименование показателя	Метод испытания	Используемое оборудование
1. Цетановое число	ГОСТ Р 52709-2007 (ASTM D 613-05)	Анализатор SX-300
2. Испаряемость топлива (фракционный состав)	ГОСТ 2177	Аппарат для разгонки нефтепродуктов АРН-ЛАБ-02
3. Вязкость кинематическая при 40°C	ГОСТ 33-2016	Вискозиметр ВПЖ-4; термостат
4. Содержание водорастворимых кислот и щелочей	ГОСТ 6307	Воронка ВД-1-500ХС; фенолфталеин (индикатор), 1%-ный раствор в 60%-ном этиловом спирте; метиловый оранжевый (индикатор), 0,02%-ный водный раствор
5. Температура помутнения	ГОСТ20287	Термостат низкотемпературный LOIP FT-316-40
6. Содержание механических примесей	СТБ 1634-2006	Колба стеклянная цилиндрическая 1000 мл
7. Содержание воды (визуально)	СТБ 1634-2006	
8. Массовая доля серы	ГОСТ Р 51947(ASTM D 4294-98), ISO 8754:2003.	Энергодисперсионный анализатор серы Спектроскан SL
9. Плотность при 15°C	ГОСТ 3900	Ареометр АНТ-1 (диапазон измерения 830-890 кг/м ³); колба стеклянная цилиндрическая 200 мл; баня водяная LOIB LB-140

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БЕНЗИНОВ

В таблице 6 представлены результаты испытаний бензинов.

Октановое число бензина характеризует его детонационную стойкость. При низкой детонационной стойкости мощность двигателя падает, детали двигателя подвергаются наиболее высоким тепловым и механическим нагрузкам. В результате работы двигателя с повышенной детонацией происходит обгорание и разрушение рабочих кромок клапанов и поршней, электродов свечей. Повышенная детонация может вызвать пробой прокладки головки блока. Ударные волны, возникающие вследствие повышенной детонации, разрушают масляную пленку между поршнем и гильзой цилиндра, что приводит к повышенному износу пар трения. Все вышеперечисленные процессы происходят при низкой детонационной стойкости автомобильного бензина.

Бензин, имеющий повышенную детонационную стойкость, слишком медленно горит. При применении таких бензинов горение в цилиндрах значительно затягивается, продукты сгорания не успевают расшириться и охладиться. Повышенная температура отработанных газов производит губительное действие на выпускные клапаны, в результате чего последние быстро прогорают.

Пробы топлива № 22 и № 23 имеют повышенное октановое число, что свидетельствует о нарушениях технологии производства. Резкий запах и повышенное октановое число свидетельствует о повышенном содержании октаноповышающих присадок.

Испаряемость бензина оценивается показателями фракционного состава.

Испаряемость бензина должна обеспечивать оптимальный состав топливовоздушной смеси на всех режимах работы двигателя независимо от способа ее приготовления.

С испаряемостью бензина связаны такие характеристики двигателя, как пуск при низких температурах, вероятность образования паровых пробок в систе-

ме питания в летний период, приемистость автомобиля, скорость прогрева двигателя, а также износ цилиндропоршневой группы и расход топлива.

Фракционный состав бензинов характеризуется температурами начала перегонки и выкипания: объемами (%) испарившегося бензина при температуре 70, 100, 180 °С, конца кипения; объемом остатка в колбе и потери (%).

Характеристику бензина по холодному запуску принято связывать с объемной долей (%) бензина, перегоняемого при 70 °С.

Как характеристика прогрева, так и характеристика управляемости при движении в общем чувствительны к испаряемости средних фракций, обозначаемой в спецификациях объемной долей бензина, перегоняемого при 100 °С.

Содержание тяжелых фракций бензина ограничивают, так как в определенных условиях эксплуатации они могут испаряться не полностью и попадать в цилиндры двигателя в жидком состоянии. При этом топливо в цилиндрах смывает масляную пленку, из-за чего увеличивается износ, разжижается масло, повышается расход топлива.

В спецификациях на автомобильные бензины предусмотрены ограничения на давление насыщенных паров, в зависимости от климатических условий. Эту физическую характеристику топлива рассматривают как фактор, влияющий на надежность работы топливной системы, а также на потери от испарения, загрязняющие атмосферу при хранении, транспортировании и применении бензина.

Испаряемость топлива влияет на выбросы автомобилей, причем это влияние особенно проявляется при эксплуатации автомобиля в условиях холодной и жаркой погоды. В холодную погоду низкая испаряемость увеличивает продолжительность запуска двигателя, и поскольку топливовоздушная смесь экстремально обогащена, то выбросы несгоревших углеводородов очень велики.

Во время прогрева двигателя недостаточная испаряемость бензина приводит к обеднению смеси в начале ускорения, и если автомобиль отрегулирован на режим, близкий к пределу обеднения, то могут возникнуть проблемы приемистости из-за чередования периодов, когда топливовоздушная смесь находится за преде-

лами диапазона воспламенения. В такие периоды увеличиваются выбросы несгоревших углеводородов и оксида углерода.

Для автомобилей, имеющих воздушную заслонку с ручным управлением, проблемы приемистости могут быть смягчены путем усиленного дросселирования в течение продолжительного времени, но это приводит к еще большему обогащению смеси и, следовательно, к увеличению выбросов несгоревших углеводородов и оксида углерода.

В жаркую погоду основная проблема заключается в образовании паровых пробок в результате испарения бензина в топливном насосе и в трубопроводах подачи топлива, что ограничивает подачу топлива в двигатель. Это приводит к обеднению смеси и ухудшению приемистости либо, в экстремальных условиях, к остановке двигателя. На автомобилях с карбюраторными двигателями высокая испаряемость может также привести к кипению топлива в поплавковой камере, вследствие чего в цилиндры поступает очень богатая топливовоздушная смесь и, как результат, увеличиваются выбросы оксида углерода и несгоревших углеводородов.

По показателям испаряемости все пробы бензинов соответствуют требованиям стандартов.

Водорастворимые кислоты и щелочи являются случайными примесями бензина.

Чаще всего в бензинах может присутствовать щелочь после щелочной очистки из-за недостаточной отмывки ее водой. Щелочи корродируют алюминий, поэтому присутствие их в бензинах недопустимо.

Попадание в бензин водорастворимых кислот, в частности сульфокислот, образующихся при глубоком окислении некоторых сероорганических соединений, вызывает сильную коррозию металлов.

Водорастворимые кислоты и щелочи во всех пробах бензинов отсутствуют.

Содержание серы. Увеличение содержания сернистых соединений в бензине приводит к повышению нагарообразования и износа деталей двигателя, старению моторного масла, а также оказывает существенное влияние на загрязнение

окружающей среды как непосредственно - выбросы оксидов серы, твердых частиц, так и косвенно - снижение эффективности работы каталитического нейтрализатора отработавших газов.

Пробы топлива № 22 и № 25 имеют повышенное содержание серы, 18 и 25 мг/кг соответственно, что превышает допустимые нормы экологического класса К5. Все остальные пробы бензинов по содержанию серы соответствуют экологическому классу К5.

Содержание воды. В пробах №22, №23 и №25 присутствует свободная вода. Попадание воды в топливо возможно при его хранении и транспортировке.

Присутствие воды в топливе нежелательно — это приводит к коррозии топливных цистерн и топливной аппаратуры, затрудняет пуск двигателя и может вызвать перебои в его работе.

Содержание механических примесей в моторных топливах. Механические примеси в топливе состоят из частиц органического и неорганического происхождения. Основными составляющими механических примесей являются частицы кокса, пыли, металла и окалины, попадающие в топливо при его переработке, хранении, транспортировке и перекачке по трубопроводам. Наличие механических примесей в топливе приводит к загрязнению емкостей и фильтров, повышенному износу трущихся пар топливных насосов и форсунок, засорению сопловых отверстий форсунок, заеданию плунжеров топливных насосов и игл форсунок, а также, способствует повышенному износу втулок цилиндров и поршневых колец.

Механические примеси во всех пробах бензинов отсутствуют.

Плотность. Плотность является как физической характеристикой бензина, так и эксплуатационным показателем: при пересчете объема и массы бензина на местах потребления, при транспортировании, а также при определении топливной экономичности, запаса хода, установлении конструктивных и регулировочных параметров узлов и агрегатов.

По плотности можно ориентировочно судить и об углеводородном составе бензина, поскольку значения плотности различных групп углеводородов различны.

Так, для фракций с одинаковыми температурам начала и конца кипения плотность наименьшая, если они состоят из парафиновых углеводородов, и наибольшая, если содержат в основном ароматические углеводороды.

Значения плотности всех проб бензинов находятся в допустимых пределах.

Таблица 6 Результаты анализа качества бензинов АИ-92-К5, сорта С.

Наименование показателя	Фактические значения			
№ пробы	22	23	25	28
№ протокола	64	65	66	69
Дата отбора пробы	15.08.2018	15.08.2018	01.10.2018	08.11.2018
Номер емкости	1	6	6	6
Октановое число	95,0	95,6	92,5	92,1
Фракционный состав: объемная доля испарившегося бензина, %, при температуре:				
70 °С (И70)	32	35	30	33
100 °С (И100)	50	51	48	48
150 °С (И150)	83	85	76	79
конец кипения, °С	183	185	190	191
объемная доля остатка в колбе, %	2	2	2	2
Потери, %	2	2	2	2
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют
Цвет	Светло-желтый	Светло-желтый	Светло-желтый	Светло-соломенный
Содержание механических примесей	отсутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие
Содержание воды (визуально)	присутствие	присутствие	присутствие	отсутствие
Массовая доля серы, мг/кг	18	8	25	5
Плотность при 15°С, кг/м ³	737	747	747	730

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ

В таблице 7 представлены результаты исследования летних дизельных топлив.

Цетановое число. Чем ниже цетановое число, тем больше период задержки самовоспламенения. Поэтому применение дизельных топлив с цетановым числом менее 45 единиц приводит к жесткой работе двигателя.

С повышением цетанового числа процесс сгорания протекает более плавно, двигатель работает экономично и не так жестко. Но с цетановым числом более 55 единиц топливо в цилиндре воспламеняется, не успев распространиться по всей камере сгорания и перемешаться с воздухом: в результате происходит неполное сгорание, снижается мощность и увеличивается расход топлива.

Цетановое число всех проб дизельных топлив в пределах допустимых норм.

Кинематическая вязкость. Вязкость является показателем, определяющим прокачиваемость дизельного топлива по системе питания двигателя, тонкость распыла его через форсунки в цилиндры. Понижение или повышение вязкости по сравнению с нормируемыми значениями приводит к нарушению работы топливоподающей аппаратуры, процессов смесеобразования и полноты сгорания топлива. Изменяется дозировка, часто снижается давление впрыска.

При понижении вязкости неизбежно увеличиваются подтекания и просачивания во всех зазорах и неплотностях, повышается расход топлива. Подтекания через отверстия форсунок неизбежно увеличивают нагарообразование. Маловязкое топливо проникает через зазоры в плунжерной паре насоса, что приводит к уменьшению цикловой подачи, падению мощности.

Использование топлива повышенной вязкости приводит к ухудшению качества смесеобразования, образуются крупные капли. Чем быстрее дизель, тем выше требования к вязкости. На испарение вязкого топлива затрачивается больше времени, оно не может полностью сгореть, что вызывает повышенное нагарообразование, задымление. Отработанные газы становятся черными, более токсичными, повышается расход топлива. Лучшими свойствами обладает топливо средней вязкости (2,0—4,0 мм²/с). Его использование позволяет получить мелкие и однород-

ные по составу капли, улучшить процессы испарения, смесеобразования и сгорания топлива. При отрицательной температуре такое топливо обладает лучшей текучестью по топливопроводам, хорошей проходимостью через фильтры тонкой очистки, насосы высокого давления.

Как и для любых нефтепродуктов, вязкость топлива понижается с ростом температуры и наоборот. Чем выше значение вязкости при 40 °С, указываемое в паспорте качества, тем сильнее изменения в двигателе, происходящие при понижении температуры воздуха.

Летние марки дизельного топлива уже при -3...-7 °С загустевают, становятся трудноподвижными. Зимние марки ДТ сохраняют подвижность до более низкой температуры (-30...-35 °С).

Значения кинематической вязкости всех проб находятся в пределах допустимых норм в соответствии со стандартами для летних и зимних дизельных топлив.

Температура помутнения. Температурой помутнения является температура, при которой дизельное топливо мутнеет вследствие выделения из топлива кристаллов твердых углеводородов (парафинов). Кристаллы, задерживаясь на фильтрующем патроне в фильтре тонкой очистки, образуют непроницаемую для топлива парафиновую плёнку, в результате чего подача топлива прекращается.

Для нормальной работы дизеля нужно, чтобы температура помутнения дизтоплива была на 3-5°С ниже температуры окружающего воздуха.

Температура помутнения всех проб летних дизельных топлив ниже - 5 °С, зимнего топлива ниже -22 °С, что соответствует нормам стандартов.

Плотность дизельного топлива. Характеристика плотности дизтоплива является параметром, который определяет эффективную работоспособность данного вида горючего в различных температурных условиях. Величина плотности топлива зависит от температуры. Повышение температуры горючего приводит к уменьшению его плотности. Крайне высокая плотность топлива означает, что в его составе присутствует больше тяжелых фракций. Для нормальной работы дизельного двигателя наличие тяжелых фракций является негативным аспектом, так

как испаряемость и процессы распыла в камере сгорания ДВС ухудшаются. В топливной системе и самих цилиндрах дизеля от езды на таком горючем постепенно накапливаются отложения и нагар.

Зимнее топливо имеет меньшую плотность сравнительно с летним. Меньшая плотность дизтоплива для зимы позволяет такому горючему сохранять текучесть и противостоять застыванию в условиях низких температур.

Низкая плотность не дает топливу застывать при низких температурах. Также плотность влияет на энергетичность. Чем выше плотность топлива, тем больше энергии выделяется при его сгорании в цилиндре. КПД двигателя растет и его экономичность повышается. Вот по этой причине зимой эффективность работы двигателя меньше, а расход топлива больше. Для получения того самого количества энергии необходимо сжигать все больше топлива. Плотность топлива влияет на его вязкость. Чем меньше плотность топлива, тем оно более текучее. Поэтому оно и сохраняет свою текучесть даже при низких температурах.

Значения плотности всех проб дизельных топлив находятся в допустимых пределах.

Содержание серы в дизельном топливе. Присутствие сернистых веществ при взаимодействии с парами воды приводит к образованию сернистой и серной кислоты. В результате появляется коррозия металлических деталей поршневой группы, топливной и выхлопной системы. Образование отложений ухудшает отвод тепла, снижает компрессию, ограничивает подвижность колец.

Из-за высокого содержания серы в топливе для дизелей изменяется сам процесс сгорания смеси. В результате возможна потеря мощности, снижение экономичности и ухудшение динамики дизеля.

Слишком низкое содержание серы тоже не очень хорошо для дизеля. При уменьшении сернистых соединений ниже 0,035 % ухудшаются смазывающие свойства горючего. В результате появляется преждевременный износ и сокращаются сроки эксплуатации топливной системы. Чтобы устранить эту проблему, в настоящее время используют специальные присадки.

Все пробы дизельных топлив по содержанию серы соответствуют экологическому классу К5.

Фракционный состав. Фракционный состав дизельных топлив имеет важное значение для работы дизеля. При увеличении содержания лёгких фракций в дизельном топливе повышается критическое давление воспламенения рабочей смеси, появляются стуки в цилиндрах и разжижается картерное масло. Слишком тяжёлые фракции сгорают неполно и увеличивают отложение нагара в камере сгорания. Чем уже интервал температур, в котором выкипает топливо, тем лучше процесс его сгорания в двигателе. Для нормального протекания рабочего процесса в дизеле топливо, поступившее в камеру сгорания, прежде чем воспламениться, должно перейти из жидкого в парообразное состояние. Испаряемость влияет на период задержки воспламенения топлива, его сгорание в двигателе, пусковые качества и экономичность двигателя. Температура кипения 50% топлива определяет наличие пусковых фракций, а 96% топлива — полноту сгорания и склонность к нагарообразованию. Фракционный состав летнего и зимнего ДТ несколько различается, что связано с испаряемостью углеводородов топлива.

Состав фракций по температурам кипения влияет на качество распыливания и полноту сгорания топлива. В дизельных двигателях смесеобразование происходит за 20—30° поворота коленчатого вала в течение всего лишь 0,001—0,004 с, т.е. время смешения топлива с воздухом в дизеле примерно в 10-15 раз меньше, чем в бензиновом двигателе. При таком ограниченном времени получение однородной горючей смеси возможно только при достаточно хороших распыливании и испаряемости дизельного топлива.

Если в дизельном топливе много легких углеводородов, то нарушается процесс сгорания (резко нарастает давление на градус угла поворота коленвала). Тяжелое, с высокой температурой кипения, топливо при распыливании образует более крупные капли, ухудшается качество горючей смеси, повышается расход топлива. При значительном утяжелении топлива существенно увеличивается коксование распылителей форсунок, возрастает количество нагара в зоне цилиндропоршневой группы. Современные форсированные дизели могут надежно работать

только на топливе нормированного фракционного состава: $t = 340 \dots 360$ °С (в зависимости от марки ДТ). Установлено, что за счет увеличения температуры конца кипения с 360 до 380 °С ресурсы дизельного топлива могут быть увеличены на 3—4%.

По показателям испаряемости все пробы дизельных топлив соответствуют требованиям стандартов.

Содержание воды. В пробах №1, №3, №№5-7, №9 и №№11-27 присутствует свободная вода. Попадание воды в топливо возможно при его хранении и транспортировке.

Присутствие воды в топливе нежелательно — это приводит к коррозии топливных цистерн и топливной аппаратуры, затрудняет пуск двигателя и может вызвать перебои в его работе.

Содержание механических примесей в моторных топливах.

В пробах №№3-8 присутствуют механические примеси.

Основными составляющими механических примесей являются частицы пыли попадающие в топливо при его хранении, транспортировке и перекачке по трубопроводам. Наличие механических примесей в топливе приводит к загрязнению емкостей и фильтров, повышенному износу трущихся пар топливных насосов и форсунок, засорению сопловых отверстий форсунок, заеданию плунжеров топливных насосов и игл форсунок, а также, способствует повышенному износу втулок цилиндров и поршневых колец.

Механические примеси во всех остальных пробах отсутствуют.

Таблица 6 Результаты анализа качества дизельных топлив ДТ-Л-К5, сорта С, экологического класса К5.

Наименование показателя	Фактические значения						
	1	2	3	4	5	6	7
№ пробы	1	2	3	4	5	6	7
№ протокола	44	45	46	47	48	49	50
Дата отбора пробы	17.08.2018	29.08.2018	30.08.2018	23.08.2018	27.08.2018	26.08.2018	30.08.2018
Номер емкости	3	1А	2А	3	3	11	5
Цетановое число	50,0	50,6	53,3	50,0	50,8	50,0	53,9
Температура помутнения, °С	- 9,3	- 8,8	- 6,8	- 10,6	- 8,9	- 11,4	-6,0
Вязкость кинематическая при 40°С, мм ² /с	2,48	2,44	2,37	2,34	2,47	2,34	2,5
Содержание механических примесей (визуально)	отсутствие	отсутствие	присутствие	присутствие	присутствие	присутствие	присутствие
Содержание воды (визуально)	присутствие	отсутствие	присутствие	отсутствие	присутствие	присутствие	присутствие
Плотность при 15 °С, кг/м ³	833	833	840	835	833	833	841
Фракционный состав:							
- при температуре 250° С перег., % об	42	42	42	42	41	42	42
- при температуре 350° С перег., % об	92	91	92	91	91	92	92
- 95% перег. при температуре, °С	352	350	349	350	351	351	347
Массовая доля серы, мг/кг	8	7	6	8	8	7	9

Продолжение таблицы 6 Результаты анализа качества дизельных топлив ДТ-Л-К5, сорта С, экологического класса К5.

Наименование показателя	Фактические значения						
	8	9	10	11	12	13	14
№ пробы	8	9	10	11	12	13	14
№ протокола	51	52	53	54	55	56	57
Дата отбора пробы	23.08.2018	25.08.2018	27.08.2018	25.08.2018	22.08.2018	23.08.2018	29.08.2018
Номер емкости	3	5	13	11А	5	5	2А
Цетановое число	50,0	51,0	49,9	50,0	50,0	50,8	50,0
Температура помутнения, °С	-10,6	-8,6	-10,9	-12,3	-11,8	-11,6	-9,7
Вязкость кинематическая при 40°С, мм ² /с	2,34	2,34	2,38	2,44	2,43	2,34	2,44
Содержание механических примесей (визуально)	присутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие
Содержание воды (визуально)	отсутствие	присутствие	отсутствие	присутствие	присутствие	присутствие	присутствие
Плотность при 15 °С, кг/м ³	831	833	830	833	831	833	833
Фракционный состав:							
- при температуре 250° С перег., % об	41	42	42	42	42	42	42
- при температуре 350° С перег., % об	90	92	91	92	91	92	90
- 95% перег. при температуре, °С	349	351	350	350	351	351	350
Массовая доля серы, мг/кг	8	8	9	8	10	10	9

Продолжение таблицы 6 Результаты анализа качества дизельных топлив ДТ-Л-К5, сорта С, экологического класса К5.

Наименование показателя	Фактические значения						
	15	16	17	18	19	20	27
№ пробы	15	16	17	18	19	20	27
№ протокола	58	59	60	61	62	63	68
Дата отбора пробы	25.08.2018	30.08.2018	30.08.2018	24.08.2018	23.08.2018	24.08.2018	05.09.2018
Номер емкости	1	15	12	5	13	11	3
Цетановое число	50,5	53,2	50,4	50,0	50,0	50,0	49,8
Температура помутнения, °С	-11,9	-6,9	-8,9	-13,2	-9,7	-9,7	-12,4
Вязкость кинематическая при 40°С, мм ² /с	2,40	2,45	2,42	2,4	2,38	2,38	2,47
Содержание механических примесей (визуально)	отсутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие
Содержание воды (визуально)	присутствие	присутствие	присутствие	присутствие	присутствие	присутствие	присутствие
Плотность при 15 °С, кг/м ³	833	840	835	831	830	830	832
Фракционный состав:							
- при температуре 250° С перег., % об	41	43	42	42	41	41	42
- при температуре 350° С перег., % об	89	92	91	89	88	88	89
- 95% перег. при температуре, °С	348	352	351	350	349	349	347
Массовая доля серы, мг/кг	7	3	6	3	8	8	11

Таблица 7 Результаты анализа качества дизельных топлив ДТ-3-К5, класса 2, экологического класса К5.

Наименование показателя	Фактические значения
№ пробы	26
№ протокола	67
Дата отбора пробы	05.11.2018
Номер емкости	5
Цетановое число	47,5
Температура помутнения, °С	-28,1
Вязкость кинематическая при 40°С, мм ² /с	1,6
Содержание механических примесей (визуально)	отсутствие
Содержание воды (визуально)	отсутствие
Плотность при 15 °С, кг/м ³	811
Фракционный состав:	
- перегоняется до температуры 180 °С, % об	9
- 95% перег. при температуре, °С	352
Массовая доля серы, мг/кг	9

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИТОГАМ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Исследования основных показателей качества бензинов показали, что пробы топлива № 22 и № 23 имеют повышенное октановое число, что свидетельствует о нарушениях технологии производства. Резкий запах и повышенное октановое число свидетельствует о повышенном содержании октаноповышающих присадок. Пробы бензинов № 22 и № 25 имеют повышенное содержание серы, 18 и 25 мг/кг соответственно, что превышает допустимые нормы экологического класса К5.

2. Основные физико-механические свойства дизельных топлив соответствуют установленным требованиям стандартов.

3. В большинстве проб бензинов и дизельных топлив присутствуют свободная вода и механические примеси. Основными причинами попадания в топливо механических примесей и воды являются несоблюдение правил хранения, транспортировки и перекачки по трубопроводам, несвоевременное выполнение операций технического обслуживания резервуарного парка, а также качество отбора проб.

Исходя из вышесказанного, предлагаются следующие рекомендации:

- При закупке крупных объемов топлива, необходимо проводить подтверждение качества по основным показателям приобретаемой продукции на соответствие в специализированных лабораториях. Экономия на этом может привести к техническим отказам двигателя, по причине некачественного топлива.

- Своевременно выполнять операции технического обслуживания резервуарного парка.

- Соблюдать правила хранения, транспортировки, перекачки топлив по трубопроводам и заправки машин.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 32513-2013 Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия
2. ГОСТ 32511-2013 (EN 590:2009) Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия (с Поправкой).
3. ГОСТ 7.32-2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
4. ГОСТ 3900-85. Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности (с Изменением №1, с Поправкой)
5. ГОСТ 2177-99. Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава.
6. ГОСТ 33-2016 Нефть и нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической и динамической вязкости.
7. СТБ 1634-2006. Топлива дистиллятные. Определение свободной воды и механических примесей визуальным методом.
8. Гафуров И.Д. Топливо: (общие сведения и рекомендации по использованию в АПК) / Гафуров И. Д., Нагорнов С. А.; Изд-во Башкирского гос. аграрного ун-та, 2007. – 27 с.
9. Остриков, В. В. Топливо и смазочные материалы [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 110300 "Агроинженерия" / В. В. Остриков, С. А. Нагорнов, И. Д. Гафуров; МСХ РФ, Башкирский ГАУ. - Уфа: БГАУ, 2006. – 292 с.
10. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Справочник под ред. Школьников В.М.; - М.: Издательский центр «Техинформ», 1999. - 596 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Протокол испытаний бензина АИ-92-К5, сорт С, вырабатываемое по ГОСТ 32513-2013

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 64 от 17.09.2018 г.

ДАННЫЕ ОБЪЕКТА	
Лабораторный номер пробы	22
Наименование заказчика	
Дата получения объекта	17.09.2018
Дата выполнения анализа	17.09.2018
Наименование и марка объекта	Бензин АИ-92-К5 (М700НК, емкость №1, от 15.08.2018)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ОБЪЕКТА

Наименование показателя	Нормативные значения по ГОСТ 32513-2013	Фактические значения	Маркер отклонений
Детонационная стойкость - октановое число по исследовательскому методу, не менее	92	95,0	Оценка экспресс-методом
2. Фракционный состав: объемная доля испарившегося бензина, %, при температуре:			
70 °С (И70)	15-50	32	в норме
100 °С (И100)	40-70	50	в норме
150 °С (И150), не менее	75	83	в норме
конец кипения, °С, не выше	215,0	183	в норме
объемная доля остатка в колбе, %, не более	2,0	2	в норме
Потери, %, не более	2,0	2	в норме
3. Содержание водорастворимых кислот и щелочей.	отсутствие	отсутствуют	в норме
4. Цвет	От светло- соломенного до светло- желтого	Светло-желтый	в норме
5. Содержание механических примесей	отсутствие	отсутствие	в норме
6. Содержание воды (визуально)	отсутствие	присутствие	Присутствует свободная вода в пробе
7. Массовая доля серы, мг/кг, не более,	10	18	в норме для класса К4
8. Плотность при 15°С, кг/м ³ .	725-780	737	в норме

- ЗАКЛЮЧЕНИЕ** 1. Резкий запах и повышенное октановое число свидетельствует о повышенном содержании октаноповышающих присадок.
2. В пробе присутствуют свободная вода. Необходимо обратить внимание на качество отбора проб.
3. Содержание серы превышает допустимые нормы экологического класса К5.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Протокол испытаний дизельного топлива ДТ-Л-К5 летнее, сорт С, вырабатываемое по ГОСТ 32511-2013;

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ №44 от 03.09.2018 г.

ДАННЫЕ ОБЪЕКТА	
Лабораторный номер пробы	1
Наименование заказчика	
Дата получения объекта	03.09.2018
Дата выполнения анализа	03.09.2018
Наименование и марка объекта	Топливо дизельное ДТ-Л-К5 (сорт С) (С492АН, емкость 3, от 17.08.2018)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ОБЪЕКТА

Наименование показателя	Единица измерения	Метод испытания	Нормативные значения по ГОСТ 32511-2013	Фактические значения	Примечания
Цетановое число, не менее	ед.	Анализатор SX-300	51	50,0	в норме
Температура помутнения, не выше	°С	ГОСТ 20287	- 5	- 9,3	в норме
Вязкость кинематическая при 40°С	мм ² /с	ГОСТ 33	2-4,5	2,48	в норме
Содержание механических примесей (визуально)	-	СТБ 1634-2006	отсутствие	отсутствие	в норме
Содержание воды (визуально)	-	СТБ 1634-2006	отсутствие	присутствие	Присутствует свободная вода в пробе
Плотность при 15 °С	кг/м ³	ГОСТ 3900	820-845	833	в норме
Фракционный состав:					
- при температуре 250°С перег., менее	% об	ГОСТ 2177	65	42	в норме
- при температуре 350°С перег., не менее	% об		85	92	в норме
- 95% перег. При температуре, не выше	°С		360	352	в норме
Массовая доля серы, мг/кг, не более,	-	ГОСТ Р 51947	10	8	в норме для класса К5

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Основные физико-механические свойства топлива соответствуют установленным требованиям летнего топлива экологического класса 5. В пробе присутствует свободная вода. Необходимо обратить внимание на качество отбора проб.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Протокол испытаний дизельного топлива ДТ-3-К5 зимнее, класс 2, вырабатываемое по ГОСТ 32511-2013;

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ №67 от 08.11.2018 г.

ДАННЫЕ ОБЪЕКТА	
Лабораторный номер пробы	26
Наименование заказчика	
Дата получения объекта	05.11.2018
Дата выполнения анализа	08.11.2018
Наименование и марка объекта	ДТ-3-К5, зимнее, класс 2

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ОБЪЕКТА

Наименование показателя	Единица измерения	Метод испытания	Нормативные значения по ГОСТ 32511-2013	Фактические значения	Примечания
Цетановое число, не менее	ед.	Анализатор SX-300	48	47,5	в норме
Температура помутнения, не выше	°С	ГОСТ20287	- 22	-28,1	в норме
Вязкость кинематическая при 40°С	мм ² /с	ГОСТ33	1,5-4,5	1,6	в норме
Содержание механических примесей (визуально)	-	СТБ 1634-2006	отсутствие	отсутствие	в норме
Содержание воды (визуально)	-	СТБ 1634-2006	отсутствие	отсутствие	в норме
Плотность при 15 °С	кг/м ³	ГОСТ3900	800-855	811	в норме
Фракционный состав:					
- перегоняется до температуры 180 °С, не более	% об	ГОСТ2177	10	9	в норме
- 95% перег. при температуре, не выше	°С		360	352	в норме
Массовая доля серы, мг/кг, не более,	-	ГОСТ Р 51947	10	9	в норме для класса К5

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Основные физико-механические свойства топлива соответствуют установленным требованиям зимнего топлива класса 5.