

Кучер А.В., Кузнецов Е.Е., Шарипова Т.В., Кислов А.А., Худоцев В.И., Мунгалов В.А.
Исследования по влиянию подогрева топлива на эксплуатационные параметры системы питания
дизельных двигателей автотракторной техники в низкотемпературный период

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

УДК 631.372

**Исследования по влиянию подогрева топлива на эксплуатационные
параметры системы питания дизельных двигателей автотракторной
техники в низкотемпературный период**

Кучер А.В., Кузнецов Е.Е., Шарипова Т.В., Кислов А.А., Худоцев В.И., Мунгалов В.А.

Дальневосточный государственный аграрный университет

Аннотация

Одной из существенных проблем, возникающих в зимний период эксплуатации автотракторной техники в хозяйствах агропромышленного направления, является негативное воздействие значительных минусовых температур на узлы и агрегаты автомобилей и тракторов, особенно оснащенных дизельными двигателями внутреннего сгорания. Учитывая, что при движении, вследствие активного теплообмена с окружающей средой, происходит понижение температуры под воздействием напора воздуха в системах автотракторной техники, значительно увеличивается вязкость и уменьшается прокачиваемость топлива, повышаются энергетические затраты при снижении показателей надёжности.

Проведённым обзором и исследованиями установлено, что обеспечить бесперебойную работу автотракторной техники возможно путем применения электрических нагревательных элементов, установленных на корпусах узлов топливной системы, в частности фильтрующих элементов, и запитываемых от общей электрической магистрали энергетического средства, при помощи контроллера способных осуществлять как необходимый подогрев, так и поддерживать комфортный режим нагрева проходящего через транзитный узел топлива.

В предлагаемой статье предложена конструкция электроподогревающего устройства и приведены результаты экспериментальных исследований по влиянию подогрева топлива на эксплуатационные параметры системы питания дизельных двигателей автотракторной техники в низкотемпературный период.

Ключевые слова: АВТОТРАКТОРНАЯ ТЕХНИКА, ДИЗЕЛЬНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ, ХОЛОДНЫЙ ЗАПУСК, НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ ПЕРИОД, ВЯЗКОСТЬ, ПРОКАЧИВАЕМОСТЬ, ПОДОГРЕВ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Кучер А.В., Кузнецов Е.Е., Шарипова Т.В., Кислов А.А., Худовец В.И., Мунгалов В.А.
Исследования по влиянию подогрева топлива на эксплуатационные параметры системы питания
дизельных двигателей автотракторной техники в низкотемпературный период

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

Введение

Автотракторный парк обеспечивает до 80% всех транспортных работ в сельскохозяйственной отрасли [1]. При этом в хозяйствах Приамурья на зимний период приходится основная составляющая грузооборота, так как в период с ноября по март месяцы хозяйства перевозят свою продукцию в пункты реализации, подвозят минеральные удобрения, семена, средства защиты растений и другие необходимые материалы [2, 3]. В связи с этим именно зимой значительно возрастает нагрузка на автотранспорт аграрных предприятий [4].

Однако одной из существенных проблем, возникающих в этот период в хозяйствах, является негативное воздействие значительных минусовых температур на узлы и агрегаты автомобилей и тракторов, особенно оснащенных дизельными двигателями внутреннего сгорания [5, 6].

Крупные и средние аграрные предприятия региона (АО «Луч», ООО «Амурагрокомплекс», ООО «Байкал» и др.) способны обеспечить хранение автомобилей в теплых отапливаемых гаражах и боксах, что частично решает вопросы первоначального холодного запуска двигателей при выходе на линию. Но небольшие фермерские хозяйства зачастую не могут обеспечить хранение автомобилей в схожих комфортных условиях. К тому же, решением задачи первоначального холодного пуска дизеля не устраняется общая проблема эксплуатации дизельных автомобилей и выполнения необходимых транспортных операций в условиях низких отрицательных температур [7, 8].

Также необходимо отметить и тот факт, выявленный в процессе проводимых исследований, что с целью экономии материальных средств, определенная категория малых хозяйств не закупает более дорогостоящий зимний сорт топлива, но продолжают эксплуатировать автомобили на летнем дизельном топливе [9]. Учитывая, что при движении, вследствие активного теплообмена с окружающей средой, происходит дальнейшее понижение температуры под воздействием напора воздуха в системах автотракторной техники, это еще сильнее увеличивает вязкость и снижает прокачиваемость топлива. Поэтому на дорогах Амурской области в зимний период зачастую можно наблюдать, как водитель прогревает открытым пламенем при помощи бензиновой горелки замерзшие элементы топливной системы: трубопроводы, фильтр грубой очистки и топливный бак, что напрямую противоречит требованиям техники безопасности.

Кучер А.В., Кузнецов Е.Е., Шарипова Т.В., Кислов А.А., Худоцев В.И., Мунгалов В.А.
Исследования по влиянию подогрева топлива на эксплуатационные параметры системы питания
дизельных двигателей автотракторной техники в низкотемпературный период

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

Применение зимних сортов дизельного топлива позволяет частично решить проблему как холодного пуска дизеля, так и эксплуатации. Сохраняя необходимую вязкость в соответствующем отрицательном температурном диапазоне, зимнее топливо обеспечивает оптимальную работу двигателя до определенных пределов [10, 11]. Анализируя вышесказанное можно сделать вывод, что поиск технических решений, повышающих надёжность эксплуатации транспортных и транспортно-технологических средств, оснащенных дизельными двигателями внутреннего сгорания в период низких отрицательных температур, является актуальным и перспективным направлением исследования.

В настоящее время промышленностью предлагается ряд подогревающих устройств и методов [12, 13], предназначенных для адаптации автотракторной техники к низкотемпературным условиям. Так применение электрофакельных и предпусковых подогревающих устройств может быть эффективным только перед запуском двигателя. Принцип действия таких систем заключается в предпусковом прогреве охлаждающей жидкости (антифриза) и моторного масла транспортного средства и не предусматривает подогрев систем автомобиля во время движения.

Однако электронагревательные элементы (накладки) могут использоваться как для предпускового нагрева агрегатов и узлов, так и подогрева во время движения автомобиля, из-за чего и получили широкое распространение.

Таким образом, обеспечить бесперебойную работу автотракторной техники возможно путем применения электрических нагревательных элементов, установленных на корпусы узлов топливной системы, в частности фильтрующих элементов, и запитываемых от общей электрической магистрали энергетического средства, при помощи контроллера способных осуществлять как необходимый подогрев, так и поддерживать комфортный режим нагрева проходящего через транзитный узел топлива [14].

Материалы и методы

Как отмечалось ранее, немаловажным фактором, ответственным за зимнюю эксплуатацию мобильных машин, является низкая температура топлива, в результате чего значительно увеличиваются потери на прокачку его по топливной системе и диаметр капель распыления форсунками [15].

Кучер А.В., Кузнецов Е.Е., Шарипова Т.В., Кислов А.А., Худоцев В.И., Мунгалов В.А.
Исследования по влиянию подогрева топлива на эксплуатационные параметры системы питания
дизельных двигателей автотракторной техники в низкотемпературный период

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

Как видно по данным на графике (рис. 1), при падении температуры ниже 10°C вязкость дизельного топлива значительно повышается.

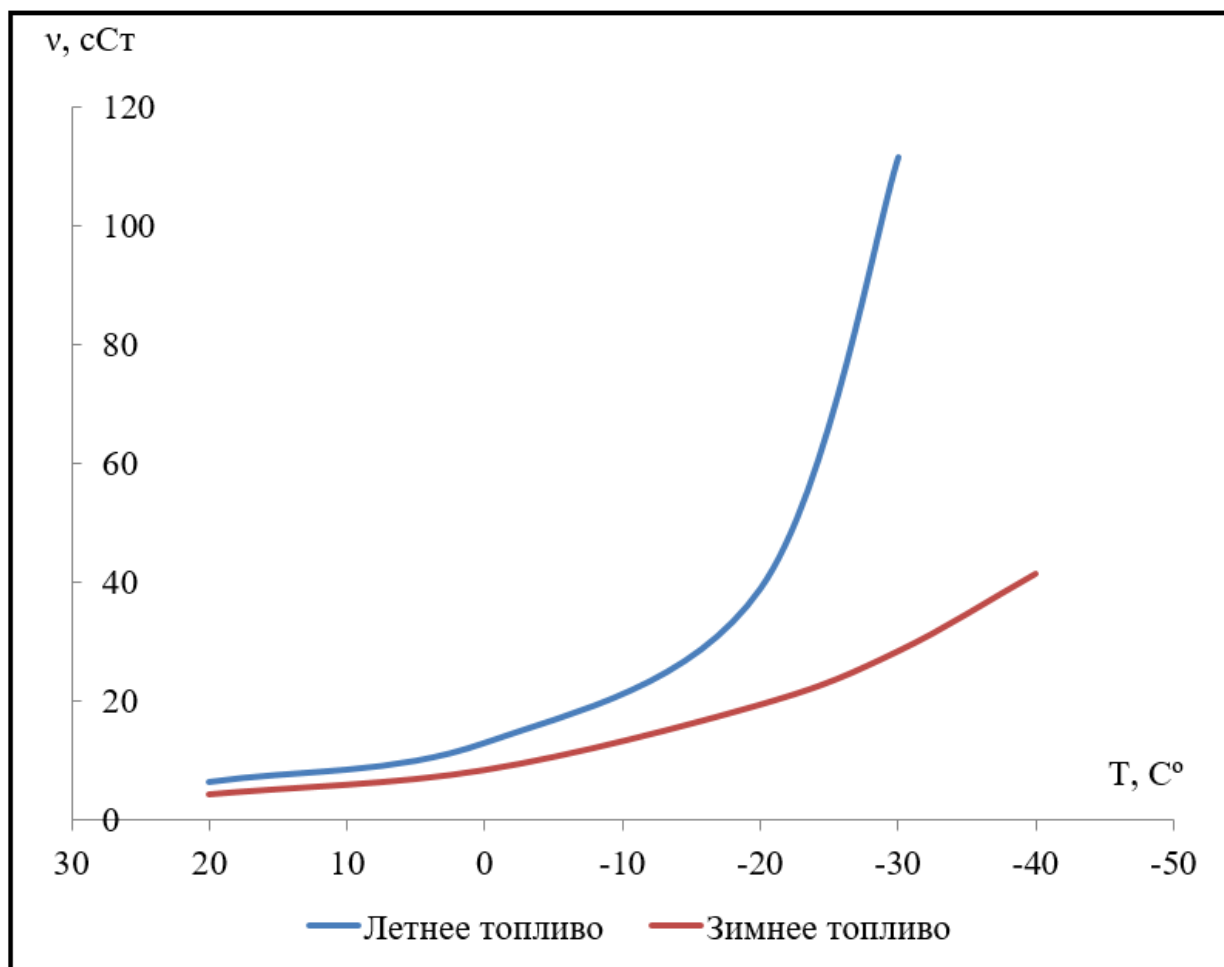


Рис. 1. Экспериментальные параметры кинематической вязкости сортов дизельного топлива в зависимости от температуры

Поэтому рабочий процесс сгорания внутри цилиндра ухудшается и приводит к неустойчивой работе, детонации, сопровождается значительными выбросами в атмосферу несгоревших фракций [7-9].

Это приводит к таким негативным последствиям, как повышение давления в топливной системе, увеличение времени прокачивания топлива и, соответственно, ухудшению качества фильтрации топлива [10, 11], а также увеличению среднего размера топливных капель в камере сгорания, рис. 2.

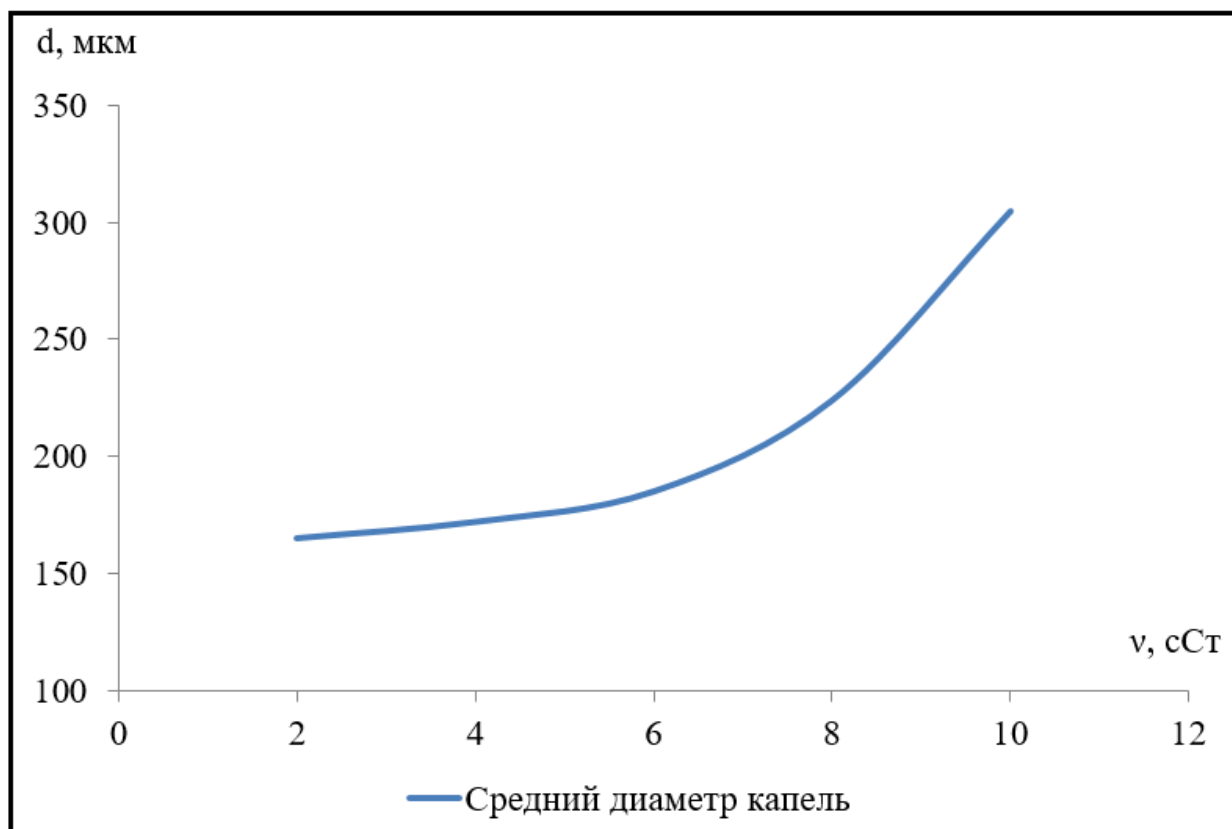


Рис. 2. Экспериментальные показатели зависимости среднего диаметра топливных капель от кинематической вязкости топлива

Таким образом необходимость осуществления подогрева топлива и рабочих жидкостей автотракторной техники в низкотемпературных условиях электрическими ленточными подогревателями является наиболее оптимальным и малозатратным способом, позволяющим получить наибольшую эффективность как в процессе запуска, так и при эксплуатации техники. Пример опытного устройства [16], установленного в топливной системе автомобиля КамАЗ-61115, представлен на рис. 3.

Конструктивно устройство выполнено из электронагревательного элемента, обвитого вокруг корпуса фильтра грубой очистки топлива и подключенного через контроллер с таймером к электромагистрали автомобиля, что позволяет запрограммировать его на выполнение операций как максимального нагрева при подготовке двигателя к запуску, так и поддержания определённой температуры корпуса фильтра при работе.



Рис. 3. Опытное электронагревающее устройство

Для измерения параметров воздействия ленточного подогревателя топливного фильтра был разработан план проведения эксперимента со следующими пунктами.

1. Провести фотографирование элементов топливной системы и автомобиля с различных ракурсов (с поднятым кузовом и без поднятия кузова).
2. Провести фотографирование фильтра грубой очистки топлива (установочные места для ленточного подогревателя, распределительных элементов и установки конвертера напряжения, контроллера с таймером).
3. Провести температурное исследование топливной системы (фильтра и подводящих топливных трубопроводов) при помощи пирометра и инфракрасной камеры с фиксацией результатов (не менее 10 раз).
4. Установить нагревающие элементы, контроллер с таймером и конвертер

Кучер А.В., Кузнецов Е.Е., Шарипова Т.В., Кислов А.А., Худовец В.И., Мунгалов В.А.
Исследования по влиянию подогрева топлива на эксплуатационные параметры системы питания
дизельных двигателей автотракторной техники в низкотемпературный период

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

напряжения, подключить к электрооборудованию.

5. Провести фотографирование установленных нагревающих элементов и конвертера, контроллера с таймером без включения оборудования.

6. Включить нагревающий элемент, контроллер с таймером и провести замер параметров нагрева топливного фильтра грубой очистки и подводящих топливопроводов пирометром и инфракрасной камерой через промежутки времени с фиксацией результатов (1 мин., 2 мин, 3 мин, 4 мин, 5 мин.,6 мин, 7 мин, 8 мин, 9 мин, 10 мин, 15 мин., 20 мин, 25 мин, 30 мин., 35 мин.). Данные занести в рабочий журнал.

7. Отключить нагревающий элемент и провести замер параметров остывания топливного фильтра и подводящих топливопроводов пирометром и инфракрасной камерой через промежутки времени с фиксацией результатов (1 мин., 2 мин, 3 мин, 4 мин, 5 мин.,6 мин, 7 мин, 8 мин, 9 мин, 10 мин, 15 мин., 20 мин, 25 мин.). Данные занести в рабочий журнал. Фрагмент проведения эксперимента приведён на рис. 4.



Рис. 4. Фрагмент проведения исследований параметров нагрева фильтра
Автомобиль перед проведением эксперимента был в холодном состоянии (находился 37 часов без запуска двигателя в неотопляемом помещении). Температура воздуха достигала минус 26,3°C, влажность около 62%. Так как во время движения

автомобиля КамАЗ-65115 происходит обдув некоторых агрегатов топливной системы (топливных баков и фильтра грубой очистки) холодным воздухом, то соответственно (как уже упоминалось выше), их температура будет отличаться от температуры воздуха. Поэтому перед проведением эксперимента автомобиль 45 минут двигался в городских условиях и 48 минут за городом по трассе. Средняя скорость в городе, согласно измерениям навигатора ГЛОНАСС, составила 21 км/ч, за городом – 72 км/ч.

Результаты и обсуждение

Полученные при исследованиях параметры представлены в виде графиков на рис. 5-7.

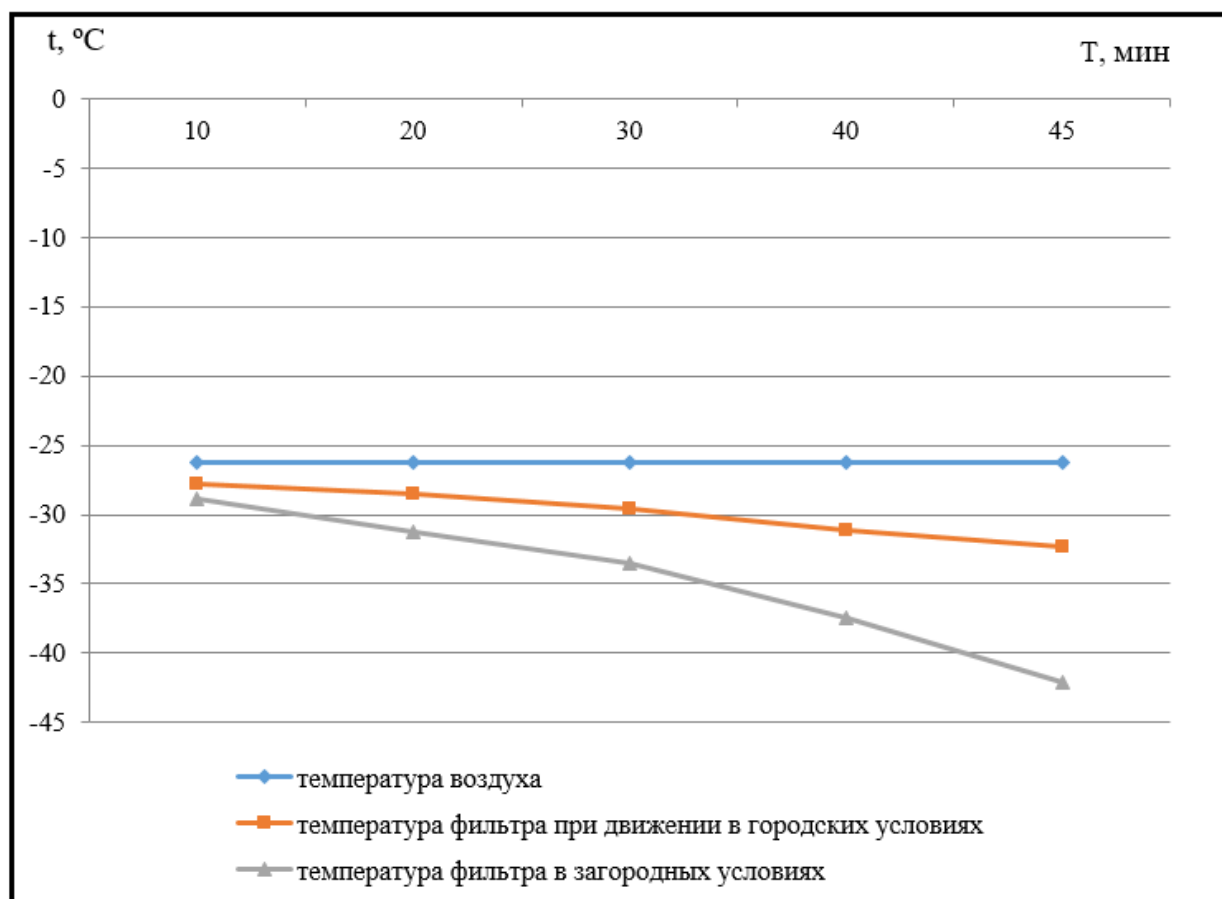


Рис. 5. Экспериментальные зависимости изменения температуры фильтра грубой очистки топлива без подключения электронагревающего устройства

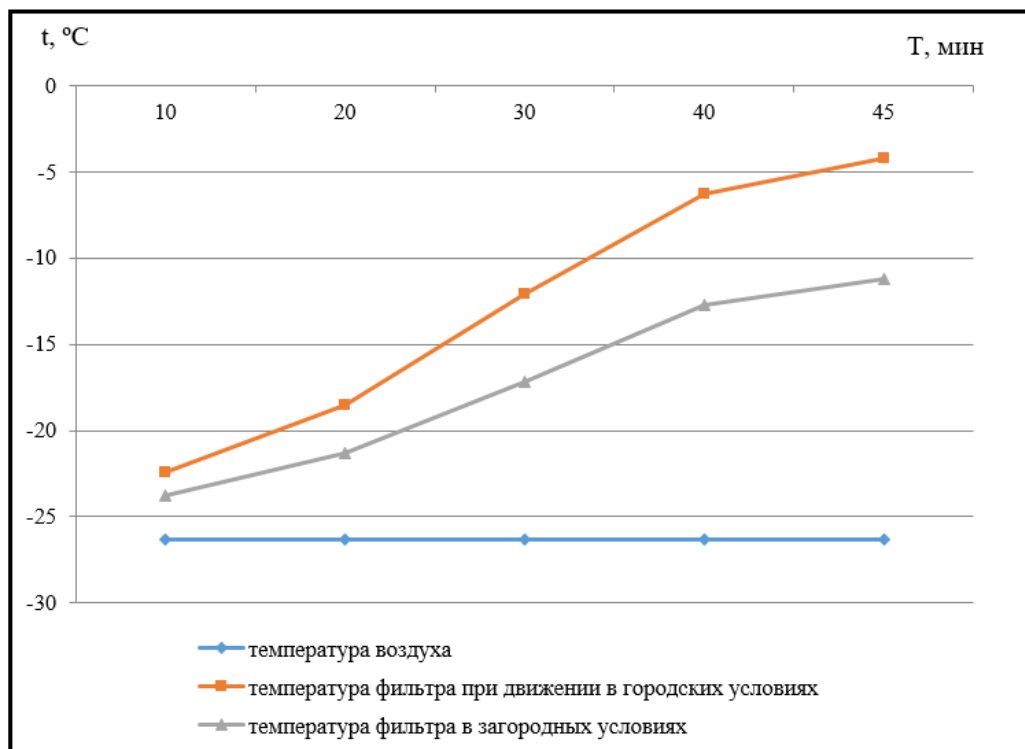


Рис. 6. Экспериментальные зависимости изменения температуры фильтра грубой очистки топлива с подключенным электронагревающим устройством

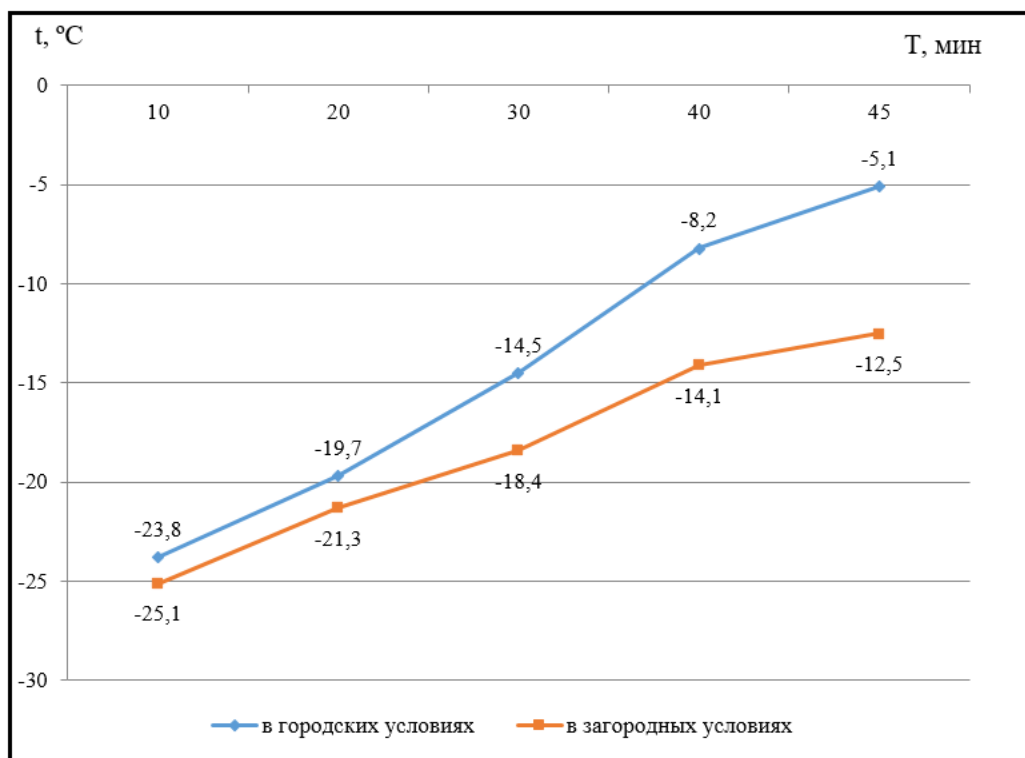


Рис. 7. Экспериментальные зависимости изменения температуры топливопровода, ведущего к насосу низкого давления от фильтра грубой очистки с подключенным электронагревающим устройством

Кучер А.В., Кузнецов Е.Е., Шарипова Т.В., Кислов А.А., Худоцев В.И., Мунгалов В.А.
Исследования по влиянию подогрева топлива на эксплуатационные параметры системы питания
дизельных двигателей автотракторной техники в низкотемпературный период

**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**

Полученные результаты позволили получить исходные данные для расчёта вязкости топлива с учётом изменения температурных параметров, таблица 1.

Таблица 1. Расчёт экспериментальной вязкости дизельного топлива

Время , мин	Температура топлива без устройства, °С		Температура топлива с включенным устройством, °С		Вязкость топлива, сСт			
					без устройства		с устройством	
	в городе	за городо м	в городе	за городо м	в городе	за городо м	в городе	за городо м
10	-27,8	-28,9	-23,8	-25,1	24,3	24,4	20,4	21,2
20	-28,5	-31,2	-19,7	-21,3	24,8	25,4	18,4	19,3
30	-29,6	-33,5	-14,5	-18,4	25,1	26,7	17,1	18,2
40	-31,1	-37,5	-8,2	-14,1	25,7	38,2	16,2	16,9
45	-32,3	-42,1	-5,1	-12,5	26,1	41,3	14,1	15,7

Выводы и заключение

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что использование электрического ленточного подогревателя фильтра грубой очистки топлива даёт возможность поднять температуру дизельного топлива с -42,1 до -12,6° С за 45 минут. Соответственно снижение вязкости топлива (как одного из основных показателей прокачиваемости) происходит (в зависимости от режима движения и нагрева) в параметрах от 38 до 244% в сравнении с неподогреваемым вариантом топливной системы.

Таким образом, увеличение вязкости в фильтре грубой очистки топлива под действием ленточного электрического нагревателя обеспечивает лучшую прокачиваемость и фильтруемость топлива, малый диаметр капель распыления в цилиндрах двигателя.

Помимо прямой экономии затрат на дизельное топливо, предлагаемое ленточное электрическое устройство обеспечивает потенциальный эффект, который заключается в продлении ресурса на узлы и агрегаты топливной системы, что в сравнении с известными и используемыми методами подогрева [4-11], выделяет предлагаемый способ, как более рациональный, простой, отличающийся надёжностью и эффективностью в применении.

Список использованных источников:

1. Алдошин, Н.В. Оптимизация транспортных процессов. Учебное пособие / Н.В. Алдошин, Р.В. Егоров // М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2011.- 40 с.
2. Лимаренко, Н.В. Обоснование выбора оптимального маршрута транспортировки зерна при внутривозвратных перевозках / А.С. Степашкина, Н.В. Лимаренко, И.А. Успенский, И.А. Юхин, Д.С. Рябчиков // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2022. Т. 14. -№1. – С. 141-149.
3. Раднаев Д.Н. К методике проектирования технологических процессов // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. - 2011. - № 1 (22). - С. 71-75.
4. Кузнецов Е.Е. Расширение функциональных возможностей колёсной энергетики/ Е.Е.Кузнецов, С.В.Щитов, [и др.]// Дальневосточный аграрный вестник. - 2021. - № 1 (57). - С. 87-98.
5. Шахов, В.А. Современные тенденции развития техники АПК/ В.А. Шахов, А.С. Растопчин, П.Г. Учкин, А.Н. Кондрашов, О.А. Жупиков// Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем: Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием. Оренбургский государственный аграрный университет. - 2023.- С.71-73.
6. Домнышев Д.А., Долгушин А.А., Курносоев А.Ф., Вакуленко М.В. Исследование теплового режима агрегатов трансмиссии и подвески автомобиля в зимних условиях // Д.А. Домнышев, А.А. Долгушин, А.Ф. Курносоев, М.В. Вакуленко // Ассоциация автомобильных инженеров. - Иркутский национальный исследовательский технический университет: материалы 99-й межд. народ. науч. практ. конф. – Иркутск, 2017. - Изд-во ИНИТУ – 543 с.
7. Разяпов М.М., Курдин П.Г., Неговора А.В. Разработка средств и способов комплексной тепловой подготовки автотракторной техники к эксплуатации в условиях низких температур / Ассоциация автомобильных инженеров. - Иркутский национальный исследовательский технический университет: материалы 99-й межд. нар. науч. практ. конф. – Иркутск, 2017. - Изд-во. ИНИТУ – 543 с.

8. Сырбаков А.П. Обеспечение работоспособности системы питания дизельных тракторов в условиях отрицательных температур / Вестник ИРГСХА, Иркутский государственный аграрный университет: – Кемерово. – 2011. – С. 117-123.

9. Селиванов Н. И. Повышение эффективности работы тракторных агрегатов в зимних условиях АПК восточной Сибири // Дисс...докт. техн. Наук /05.20.01/ Н. И. Селиванов. - М., 2006. – 344 с.

10. Баранов, А.С. Пути повышения эксплуатационных свойств мобильной машины / А.С. Баранов, А.С. Павлюк // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. - 2019. - № 1 (49). - С. 79-90.

11. Тепловая подготовка дизельных двигателей / А. П. Сырбаков, Н. Н. Бережнов, М. А. Корчуганова, С. П. Матяш // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 8(178). – С. 167-174.

12. Бережнов, Н. Н. Повышение эффективности прогрева тракторных двигателей / Н. Н. Бережнов, А. П. Сырбаков, М. А. Корчуганова // Сельский механизатор. – 2017. – № 12. – С. 12-13. – EDN YNUZAF.

13. Повышение эффективности использования мобильных транспортных энергетических средств в условиях низкотемпературной эксплуатации: монография / Е.Е. Кузнецов, С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца, А.В. Кучер; Дальневост. гос. аграр. ун-т. – Благовещенск: Дальневосточный ГАУ, 2022. – 175 [1] с. ISBN 978-5-9642-0553-1 DOI 10.22450/9785964205531

14. Кучер, А.В. Расчёт энергетической эффективности используемых в сельском хозяйстве транспортных средств, подготовленных к зимним условиям эксплуатации/ А.А. Кучер, Е.Е. Кузнецов, З.Ф. Кривуца // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №3 (45). -0,43 п.л. (0,44 Мб.) – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/3/st_314.pdf

15. Кузнецов, Е.Е. Повышение эффективности использования энергетических средств на сельскохозяйственных перевозках в условиях низких температур / Е.Е. Кузнецов, А.В. Кучер, З.Ф. Кривуца // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №3 (45). - 0,36 п.л. (0,35 Мб.) – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/3/st_320.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/20213320>

16. Ленточный подогреватель топливного фильтра автомобилей: пат. 171707 Рос. Федерация: МПК F02M 31/125, F02N 19/04. Кузнецов Е.Е., Щитов С.В., Вавилов А.И., Рекрут К.Р., Белоусов И.Ю.; заявитель и патентообладатель. Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное Учреждения Высшего Образование Дальневосточный Аграрный Университет № РФ №2016149647; заявл. 16.12.2016; опубл. 13.06.2017, Бюл. № 17.– 6 с.: 3.ил.

=====

Кучер А.В., Кузнецов Е.Е., Шарипова Т.В., Кислов А.А., Худолец В.И., Мунгалов В.А.
Исследования по влиянию подогрева топлива на эксплуатационные параметры системы питания
дизельных двигателей автотракторной техники в низкотемпературный период

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

=====

Цитирование:

Кучер А.В., Кузнецов Е.Е., Шарипова Т.В., Кислов А.А., Худолец В.И., Мунгалов В.А. Исследования по влиянию подогрева топлива на эксплуатационные параметры системы питания дизельных двигателей автотракторной техники в низкотемпературный период [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2024. – № 6. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2025/1/st_104.pdf