

2. Голубев, В.А. Использование растительных масел в качестве биокомпонента дизельных смесевых топлив // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: Материалы III Международной НПК. – Ульяновск: УГСХА, 2011. - С. 225-229.

3. Уханов, А.П. Перспективы использования биотоплива из горчицы / А.П. Уханов, В.А. Голубев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 1 (13). – С. 88-90.

4. Голубев, Владимир Александрович. Эффективность использования тракторного агрегата при работе на горчично-минеральном топливе. 05.20.03 – технологии и средства обслуживания в сельском хозяйстве, 05.20.01 - технологии и средства механизации сельского хозяйства : дис. ... канд. техн. наук / В.А. Голубев. - Пенза, 2012. – 176 с.

### **Adaptation of the diesel engine to use vegetative mineral fuel**

Golubev S.V., Golubev V.A., Molochnikov D.E.

Keywords: Keywords: alternative fuels, biofuel, mixed vegetable and mineral fuel, diesel fuel system, mixer.

Abstract. One of the ways to ensure the working process of a diesel engine using biofuel as an additive to mineral diesel fuel is described.

УДК 621.43:681.51

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ СМЕШАННОГО ТИПА**

**Гусев Д. А.,**

кандидат технических наук, старший преподаватель  
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»,  
450001, Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, e-mail: [d-a-gusev@yandex.ru](mailto:d-a-gusev@yandex.ru).

Ключевые слова: численные исследования, теплоноситель смешанного типа, тепловая подготовка, моделирование, экспериментальная проверка.

Аннотация. В данной статье предлагается методика моделирования процесса образования теплоносителя смешанного типа, позволяющая определить условия, необходимые для получения теплоносителя с заданными параметрами, так же приведена экспериментальная проверка предложенной методики при помощи разработанной универсальной экспериментальной установки, определены некоторые геометрические параметры системы тепловой подготовки.

Для большинства регионов Российской Федерации характерны низкие температуры окружающей среды в зимний период. Это обуславливает проблемы в эксплуатации подвижного состава. Наиболее эффективным способом снижения рисков отказов техники является её хранение в отапливаемых помещениях [1], однако организация такого способа требует больших капиталовложений. Поэтому большое количество техники хранится на открытых площадках или в неотапливаемых ангарах, следовательно проблема подготовки техники к эксплуатации в условиях низких температур является актуальной.

Наиболее очевидным способом подготовки техники к эксплуатации является тепловая подготовка – повышение температуры агрегатов техники от внешних источников тепла до значений, позволяющих обеспечить нормальный режим работы агрегатов [2,6]. Современным средством тепловой подготовки является устройство, обогревающее потоком горячих газов, использующее жидкое топливо [2,3].

Высокой эффективностью обладает разработанная авторами из Башкирского ГАУ система тепловой подготовки, использующая теплоноситель смешанного типа. К преимуществам такой системы относятся уменьшенное время нагрева агрегатов, снижения вероятности термических повреждений деталей. Для формирования теплоносителя смешанного типа большое значение имеет дозирование воды в поток горячих газов в зависимости от внешних условий и требуемой температуры теплоносителя.

Авторами предложен способ определения количества воды, подаваемой в поток горячих газов. Наиболее применимым программным комплексом, пригодным для решения подобных задач является FlowVision [5]. Для его реализации разработана математическая модель процесса движения частиц воды в воздушном потоке газозвушной смеси (ГВС) с учётом испарения, которая решается конечно-разностным методом [7,8]. Для моделирования заданы следующие начальные условия: температура ГВС на входе в жаровую трубу – 550°С, температура окружающей среды минус 40°С, длина подающего патрубка – 1,5 м.

На рисунке 1 представлены результаты моделирования процесса образования теплоносителя смешанного типа (ТСТ) устройством впрыска воды в составе объемного обогревателя Термикс 15Д-24.

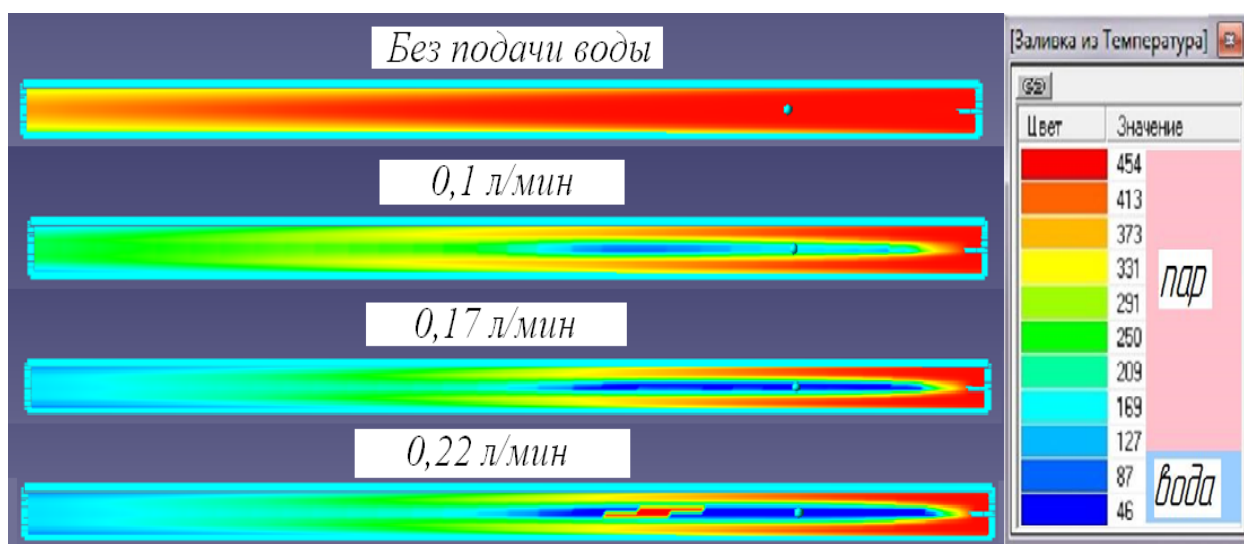


Рисунок 1 – Результаты моделирования процесса образования теплоносителя смешанного типа парогенератором в составе объемного обогревателя

По рисунку 1 видно, что температура потока теплоносителя зависит от подачи воды в поток ГВС. При увеличении подачи воды, температура ГВС снижается. Если без добавления воды, средняя температура потока ГВС на выходе из подающего патрубка составляла около 400°С, при подаче воды 0,05 л/мин, температура снизилась до 320°С, а при при подаче 0,17 л/мин температура теплоносителя снизилась до 150°С. Уже при подаче 0,22 л/мин температура теплоносителя падает до 127...130°С и наблюдаются отдельные капли в потоке ГВС. По результатам численного исследования выявлено, что в заданных условиях

наиболее оптимальным значением подачи воды является 0,17 л/мин, так как при этом обеспечивается максимальное снижение температуры теплоносителя без существенной потери эффективности средства тепловой подготовки.

Таким образом, предложенный метод позволяет находить оптимальный расход воды, для получения теплоносителя с заданными свойствами в различных условия и режимах работы обогревателя. Так как численные реализации представляют собой аппроксимации реальных процессов, они нуждаются в оценке степени достоверности путем общеизвестных процедур верификации и валидации.

Для проверки результатов проведённого численного моделирования построена экспериментальная установка [4], внешний вид и схема работы которой показана на рисунке 2 и разработана методика определения минимальной длины подающего патрубка и расхода воды на образование теплоносителя смешанного типа.

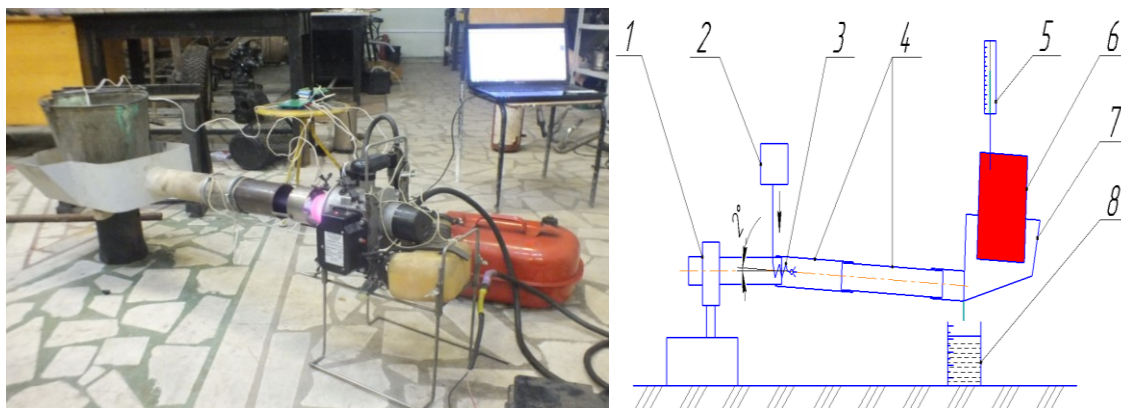


Рисунок 2 – Экспериментальная установка для исследования процесса образования теплоносителя смешанного типа:

1 – обогреватель жидкостный; 2 – градуированный бачок с водой; 3 – установлено устройство впрыскивания воды с распылителем; 4 – патрубок секционный; 5 – термометр; 6 – нагреваемый объект; 7 – направляющее устройство; 8 – мерная ёмкость

Образование теплоносителя смешанного типа зависит от времени, за которое ГВС в смеси с паром и каплями воды проходит по подающему патрубку к направляющему устройству. Однако, на разных режимах работы обогревателя скорость потока ГВС и его температура меняются. Исходя из этого, необходимо

определить минимальную длину подающего патрубка, при которой будет обеспечено стабильное образование ТСТ, а так же выявить зависимость расхода воды на образование ТСТ от режима работы обогревателя.

Для этого была спроектирована экспериментальная установка для исследования процесса образования теплоносителя смешанного типа, схема которой показана на рисунке 2. В жидкостный обогреватель с изменяемым режимом работы 1 установлено устройство впрыскивания воды с распылителем 3, в который подаётся вода из градуированного бачка 2. Секционная труба 4, длина которой изменяется соединена с жаровой трубой. В направляющем 7 устройстве установлен нагреваемый объект 6, имитирующий агрегат автотракторной техники, температура нагреваемого объекта измеряется термометром 5. Излишки воды, вышедшей из секционной трубы, поступают в мерную ёмкость 8. Цель эксперимента – определение оптимальных параметров состава теплоносителя (соотношения горячих газов и воды). Результаты эксперимента с изменением длины секционного патрубка приведены в таблице 1.

Таблица 1 Зависимость объёма излишков воды, при образовании ТСТ от тепловой мощности и размеров подающего патрубка (расход воды, подаваемой в поток ГВС 0,173 л/мин).

Тепловая мощность Р, кВт	Длина, м				
	0	0,5	1,0	1,5	2,0
3,4	0,41	0,351	0,151	0,049	0
7,5	0,351	0,32	0,092	0,02	0
9,4	0,27	0,20	0,04	0	0
10,4	0,16	0,16	0,03	0	0
11,5	0,11	0,04	0,01	0	0
14,5	0,05	0	0	0	0

Значения, полученные в результате эксперимента представлены графически, в виде трёхмерной диаграммы на рисунке 3.

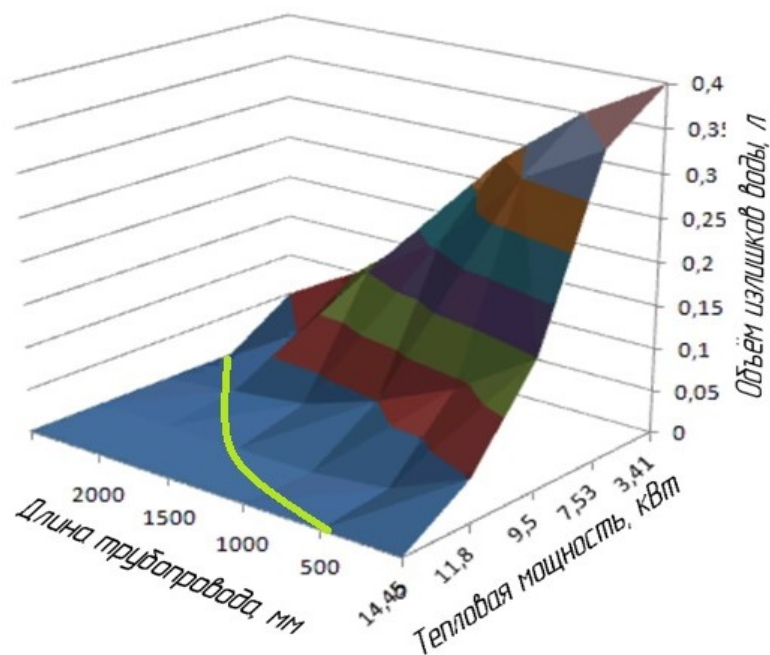


Рисунок 3 – Объем воды, не пошедшей на парообразование в зависимости от длины подающего патрубка и тепловой мощности

По результатам исследования выявлено, что минимальная длина подающего патрубка должна быть не менее 1,5 м. При таких значениях длины подающего патрубка система тепловой подготовки компактна, излишки воды невелики (0...0,01 л/мин.). Кроме того, излишки наблюдаются только на режимах малой (до 40 – 50% от номинальной мощности). Это позволяет сделать вывод о правильности предлагаемой методике моделирования процесса образования ТСТ.

Далее на установке (рисунок 2) был произведён эксперимент, с условиями, аналогичными расчётным, (температура ГВС на входе в жаровую трубу – 550°C, температура окружающей среды минус 40°C, длина подающего патрубка – 1,5 м), В результате эксперимента получено значение оптимального расхода воды, равное 0,173 л/мин.

На рисунке 4 графически показаны значения расходов воды, при которых обеспечиваются требуемая температура теплоносителя при различных значениях температуры воздуха для обогревателя, работающего в режиме максимальной тепловой мощности, полученные с использованием предложенной методики моделирования процесса, и произведено сравнение с данными, полученными экспериментально.

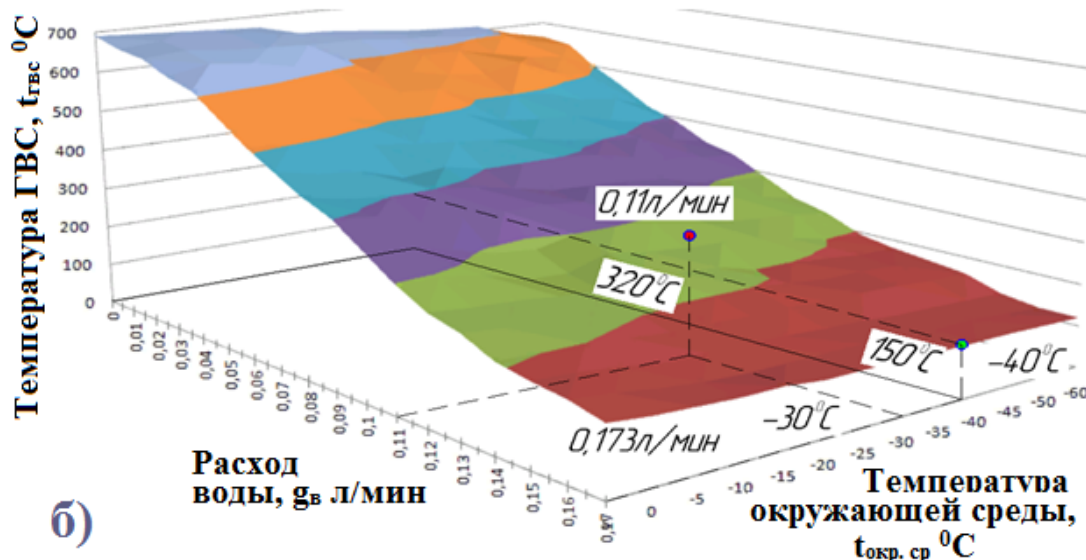
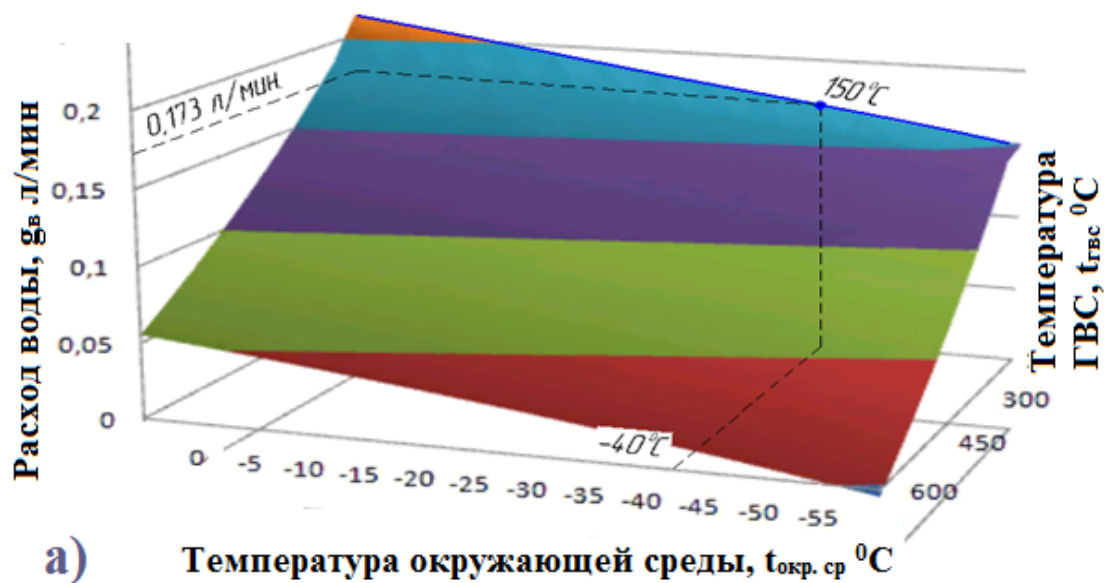


Рисунок 4 – Теоретические зависимости потребной массы воды для обеспечения заданной температуры ГВС (а) и получаемой температуры ГВС от расхода воды (б) при различной температуре окружающей среды и сравнение с экспериментальными данными.

Таким образом, установлена возможность изменения температуры потока теплоносителя путём подмешивания наружного воздуха и воды (водяного пара) в ГВС, для достижения требуемой температуры теплоносителя, равной 150<sup>0</sup>С

Данные, полученные путем моделирования, были проверены в ходе экспериментальных исследований. Таким образом, предложенная методика моделирования процесса образования ТСТ позволяет определить необходимые режимы

работы обогревателя и устройства подачи воды для обеспечения требуемых параметров теплоносителя в различных условиях.

### Библиографический список

1 Неговора А.В., Гусев Д.А. Повышение надёжности агрегатов трансмиссии //Состояние, проблемы и перспективы развития АПК. Материалы международной научно – практической конференции, посвящённой 80-ти летию ФГБОУ ВПО БГАУ. Министерство сельского хозяйства РФ, РБ, Башкирский ГАУ. 2010. № 2. С. 37-39.

2 Неговора А.В., Гусев Д.А. Обоснование конструктивно – режимных параметров предпускового подогревателя // Труды ГОСНИТИ. 2016. Т. 125. С. 90-96.

3 Неговора А.В., Гусев Д.А. Повышение эффективности работы предпускового подогрева двигателя // Проблемы и перспективы развития инновационной деятельности в агропромышленном производстве Материалы всероссийской научно-практической конференции в рамках XVII Международной специализированной выставки "агрокомплекс-2007. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Министерство сельского хозяйства Республики Башкортостан, Башкирский государственный аграрный университет, ОАО "Выставочный комплекс "Башкортостан", Башкирская выставочная кампания. 2007. С. 84-86.

4 Гусев Д.А. Установка для оценки эффективности и определения параметров смешанного теплоносителя // Инженерное обеспечение в АПК, научный сборник. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Министерство образования Республики Башкортостан, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», механический факультет. уфа, 2015. с. 37-40.

5 Ахметьянов И.Р. Предварительный нагрев материала при сушке // Пути повышения эффективности АПК в условиях вступления России в ВТО материалы международной научно-практической конференции (к XIII международной специализированной выставке "АГРО-2003"). 2003 с. 225-227.



6 Каримов Х.Т., Масалимов И.Х. Перспективное использование ИК-энергии и вакуума // Стратегические задачи аграрного образования и науки Материалы Международной научно-практической конференции. 2015 С. 170-171.

7. Минасова Н.С., Тархов С.В., Тархова Л.М. Модели формирования и практическая реализация скомпилированных учебных модулей в системе электронного обучения // Открытое образование. 2006. № 5. С. 21-29.

8. Муфтеев В.Г., Марданов А.Р., Семенов А.С., Урманов В.Г. Подготовка nurbs шаблонов аналитических кривых в Mathematica + Faircurvemodeler для САД-систем // Совершенствование конструкции, эксплуатации и технического сервиса автотракторной и сельскохозяйственной техники Материалы Международной научно-практической конференции. 2013. С. 275-282.

### **Modeling of the parameters of the mixed-type heat coolant.**

Gusev D.A.

Keywords: numerical researches, the heat-carrier of the mixed type, thermal preparation, modeling, experimental check.

Abstract. In this paper, we propose a technique for modeling the formation of a mixed-type coolant, which makes it possible to determine the conditions necessary for obtaining a coolant with given parameters, as well as an experimental verification of the proposed technique with the help of the universal experimental setup developed, and certain geometric parameters of the thermal preparation system.

УДК 631.37

### **ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОТСТАИВАНИЯ ВОДЫ В ОТРАБОТАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ МАСЛАХ**

**Замальдинов М. М.,**

кандидат технических наук, доцент

тел. 8(8422) 55-95-97, [zamaldinov.marat@mail.ru](mailto:zamaldinov.marat@mail.ru)

**Яковлев С. А.,**