

УДК 662.75

СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ КАЧЕСТВА МОТОРНЫХ ТОПЛИВ В АПК



С.В.РОМАНЦОВА,
канд. хим. наук

Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов, e-mail: svromantsova@yandex.ru
г. Тамбов, Российская Федерация

Представили классификацию факторов, влияющих на изменение качества топлив при хранении. Установили взаимосвязь физических и химических процессов, протекающих при хранении топлив в стальных резервуарах. Для снижения качественных и количественных потерь топлив при хранении предложили улавливание и конденсацию паров нефтепродуктов и воды с использованием недорогих и простых по конструкции вихревых аппаратов. Привели схему установки по предотвращению обводнения топлив и снижению потерь от испарения. Установка позволяет снизить выброс паров нефтепродуктов в атмосферу на 85 процентов. Для повышения стабильности моторных топлив при хранении предложили использование полифункциональных присадок. Сформулировали требования к структуре полифункциональных присадок для дизельного топлива. Этим требованиям полностью соответствует структура 2,2'-дигидроксиазосоединений. Их защитный эффект составляет более 60 процентов, скорость окислительных процессов снижается в 2-3 раза, скорость образования осадков – в 9 раз. Для улучшения качества дизельного топлива предложили использование эфирной композиции, синтезируемой из возобновляемого сырья. Эфирная композиция обладает лучшими экологическими характеристиками по сравнению и с нефтяным, и с биодизельным топливом. При ее использовании дымность выброса снижается на 45 процентов, содержание СО в выхлопных газах – на 35 процентов, а несгоревших углеводородов – на 25 процентов. Потери при хранении в результате испарения эфирной композиции в 2,5 раза меньше, чем при хранении нефтяного топлива.

Ключевые слова: моторные топлива, хранение топлива, полифункциональные присадки, эфирная композиция.

Анализ процессов, протекающих при хранении топлив на нефтескладах, позволил не только систематизировать факторы, влияющие на качество топлив и работоспособность техники, составить схему, наиболее полно учитывающую внешние и внутренние факторы, но и выявить взаимосвязь физических и химических процессов, протекающих в резервуаре [1].

Продукты окислительных и микробиологических реакций вызывают коррозионные процессы, ионы металла и продукты коррозии увеличивают скорость реакций окисления. В результате крупные

агрегированные частицы выпадают в осадок. При этом доля высокомолекулярных соединений в топливе уменьшается, а низкомолекулярных летучих компонентов – повышается. Эти явления приводят к потенциальному росту испаряемости и удалению из топлива низкокипящих компонентов, что увеличивает концентрацию высокомолекулярных соединений, склонных к реакциям окисления и полимеризации. Все эти процессы обуславливают качественные и количественные потери нефтепродуктов при хранении на нефтескладах. Использование некачественного топлива приводит к его перерас-

ходу, способствует преждевременному выходу техники из строя, увеличивает содержание вредных веществ в выхлопных газах. Поэтому предотвращение потерь нефтепродуктов – один из наиболее актуальных вопросов повышения эффективности использования топлива [2]. Благодаря этому можно сэкономить до 20% моторных топлив.

Существует ряд способов предотвращения негативных процессов, протекающих при хранении моторных топлив и связанных с ними потерь (рис. 1).

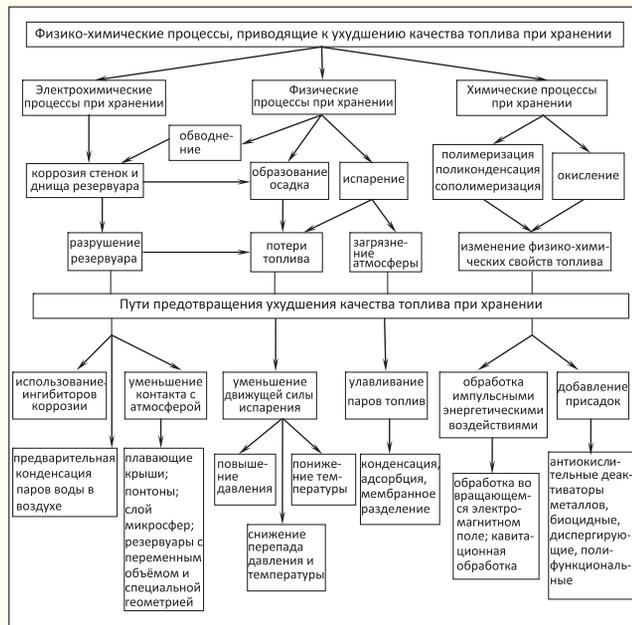


Рис. 1. Способы и средства снижения потерь моторных топлив

Основные пути снижения качественных и количественных потерь топлива при его хранении можно разделить на четыре направления:

- уменьшение контакта с воздухом;
- снижение движущей силы перемещения паров;
- улавливание паров;
- изменение химического состава.

Уменьшение контакта нефтепродукта с воздухом и движущей силы перемещения его паров наряду с их улавливанием снизит количественные потери легких фракций от испарения.

Сокращение времени контакта нефтепродукта с воздухом и изменение его химического состава путем введения различных присадок и добавок уменьшит качественные потери топлив в результате снижения скорости окислительных, полимеризационных и коррозионных процессов.

Цель исследования – определение наиболее эффективных способов снижения потерь от испарения и обводнения топлив на сельскохозяйственных нефтескладах. Нами предлагаются следующие направления: улавливание и конденсация паров нефтепродуктов и воды с использованием вихревых ап-

паратов, повышение стабильности моторных топлив при хранении с помощью присадок, улучшение качества дизельного топлива путем добавления эфирной композиции, синтезируемой из возобновляемых энергоресурсов.

Материалы и методы. При исследовании использованы методы тонкого органического синтеза для получения присадок и эфирной композиции, физико-химические методы определения параметров топлив. Для моделирования процессов в вихревых аппаратах использовали программный комплекс *Flow Vision*.

Результаты и обсуждение. Наиболее эффективным способом создания низких температур для установок улавливания паров нефтепродуктов мы считаем использование недорогих и несложных в изготовлении вихревых аппаратов. Их также можно применять для конденсации паров воды, содержащихся в атмосферном воздухе, чтобы в резервуар хранения попадал осушенный воздух, поскольку легче бороться с причиной обводнения топлива, чем с его последствиями. Вихревой аппарат делит подаваемый в него поток газа, например воздуха, на два потока: один с температурой выше исходной, а второй – ниже. Несомненные достоинства аппарата – простота конструкции и обслуживания, отсутствие специальной системы охлаждения и движущихся деталей. С помощью математического моделирования определена оптимальная конструкция вихревого аппарата. Схема установки приведена на рисунке 2.

При сливе топлива и уменьшении давления в резервуаре воздух поступает в теплообменник, где и

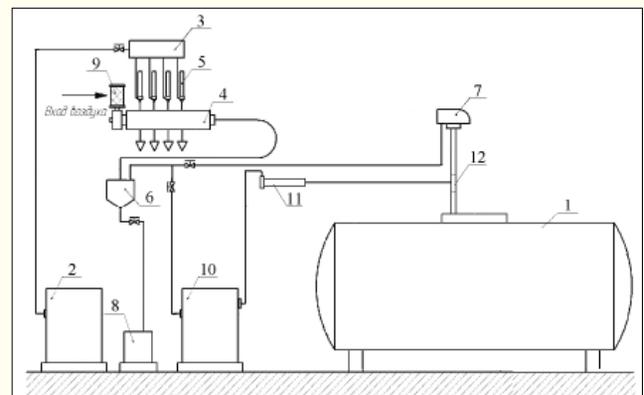


Рис. 2. Принципиальная схема установки для защиты моторных топлив от обводнения и снижения потерь нефтепродуктов от испарения: 1 – резервуар; 2 – компрессор для атмосферного воздуха; 3 – накопитель сжатого атмосферного воздуха; 4 – теплообменник; 5 – каскад вихревых аппаратов; 6 – отстойник; 7 – дыхательный клапан; 8 – емкость для воды; 9 – воздушный фильтр; 10 – компрессор для осушенного воздуха; 11 – вихревой аппарат для охлаждения осушенного воздуха; 12 – камера смешения

охлаждается до температуры ниже температуры точки росы. Необходимая температура генерируется при помощи каскада вихревых аппаратов. Влага из атмосферного воздуха конденсируется на стенках теплообменника и сливается через отстойник в емкость, а осушенный воздух попадает в резервуар с топливом. При наливке топлива при помощи компрессора поток сжатого осушенного воздуха подается в вихревой аппарат. Из него поток холодного осушенного воздуха направляется в камеру смешения дыхательной линии, где происходит охлаждение и конденсация паров топлива с последующим возвратом конденсата в резервуар хранения, что позволяет снизить выброс паров нефтепродуктов в атмосферу на 85%.

Для снижения скорости химических и электрохимических реакций широко используются присадки. Этот способ не требует больших трудовых капитальных затрат и тщательной подготовки защищаемой поверхности. Проведенный нами анализ антикоррозионных и стабилизирующих свойств органических веществ позволил сформулировать систему требований для структуры полифункциональных присадок к дизельному топливу [1,3,4]. Были синтезированы 2,2'-дигидроксиазосоединения, структура которых полностью соответствует этим требованиям (рис. 3).

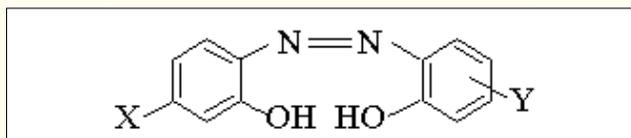


Рис. 3. Структура полифункциональных присадок к дизтопливу

Исследовано антикоррозионное и антиокислительное действие присадок [1, 5]. Их защитный эффект составляет более 60%, скорость окислительных процессов снижается в 2-3 раза, осадкообразовательных – почти в 9 раз (для самого активного соединения). Введение в топливо этих соединений повышает химическую и физическую стабильность нефтяного топлива при хранении. По механизму действия исследованные соединения можно отнести к классу присадок-деактиваторов металлов [5].

Не требуется никаких дополнительных операций для того, чтобы перевести присадку в образующийся при хранении слой подтоварной воды. Экстракция соединения из объема топлива протекает самопроизвольно под действием градиента концентраций.

Требования к современному топливу все время ужесточаются. Так, постановлением Правительства РФ № 7 от 07.09.2011 введены следующие сроки перехода на экологические классы топлива: класса 2 – до 31.12.2012; кл. 3 – до 31.12.2014; кл. 4 – до 31.12.2015.

Экологические классы топлива отвечают стандартам «Евро-2», «Евро-3» и «Евро-4» с пониженным количеством серосодержащих соединений и ароматических углеводородов. В результате перехода на топливо, отвечающее современным экологическим требованиям, из продажи исчез бензин АИ-80, на который рассчитаны двигатели сельскохозяйственной техники. Изменения в конструкции двигателей для перехода на новый вид бензина нежелательны, так как автомобили находятся в эксплуатации уже длительное время. Снизить октановое число бензина можно смешением его с прямогонными бензиновыми фракциями, фракциями крекинга (октановое число 62-64) или с нефрасами, например бензином «калоша» (октановое число 52). В зависимости от величины октанового числа низкооктановых компонентов для получения бензина с октановым числом 80 потребуется смешать 65-70 частей бензина АИ-92 и, соответственно, 35-30 частей низкооктанового компонента.

В процессе деароматизации и гидрообессеривания дизельной фракции нефти происходит удаление поверхностно-активных веществ, способных защищать трущиеся поверхности от износа, что ухудшает смазывающую способность дизтоплива. Увеличивают диаметр пятна износа и цетаноповышающие присадки, имеющие повышенную окислительную способность [6]. Удаление поверхностно-активных веществ снижает способность топлива вытеснять влагу с поверхности металла, образуя защитную пленку, что приводит к необходимости добавления антикоррозионных присадок.

В качестве противоизносной добавки к дизтопливу, отвечающему требованиям стандартов «Евро», можно использовать биодизельное топливо, имеющее высокое цетановое число, лучшие экологические и смазывающие характеристики, чем у нефтяного топлива [7]. Оно более безопасно при хранении и транспортировке, так как имеет высокую температуру вспышки и легко разлагается микроорганизмами при попадании в почву. Однако физико-химические свойства биодизельного топлива не полностью отвечают требованиям, предъявляемым к топливу для дизельных двигателей. Его стабильность и, следовательно, сроки хранения ниже, чем у нефтяного топлива [8].

Для улучшения эксплуатационных и экологических свойств биодизельного топлива наиболее перспективно создание эфирной композиции, состоящей из 50% высокомолекулярного компонента (биодизельного топлива) и 50% низкомолекулярного компонента (предельных сложных эфиров меньшей молекулярной массы). Эфирная композиция обладает лучшими экологическими характеристиками по сравнению и с нефтяным, и с биодизельным то-

пливом. Так, дымность выброса снижается на 45%, содержание CO в выхлопных газах – на 35%, а несгоревших углеводородов – на 25% [9].

Эфирная композиция имеет практически тот же фракционный состав, что и нефтяное дизельное топливо, но потери при хранении в результате испарения для эфирной композиции в 2,5 раза меньше [9]. Срок хранения эфирной композиции выше, чем у биодизельного топлива.

Получение компонентов биотоплива – одна из возможностей увеличения внутреннего спроса на сельскохозяйственную продукцию в рамках так называемой «зеленой корзины» поддержки сельского хозяйства, субсидии на которую не подлежат сокращению в связи с вступлением России в ВТО.

Выводы. Для снижения потерь и восстановле-

ния качества моторных топлив в условиях небольших сельскохозяйственных нефтескладов рекомендуется:

- введение полифункциональных присадок для замедления окислительных, полимеризационных и электрохимических реакций, протекающих при хранении топлив и ухудшающих их качество;

- использование простых по конструкции и надежных вихревых аппаратов для создания низких температур в установках улавливания паров нефтепродуктов, а также для конденсации паров воды, содержащихся в атмосферном воздухе.

Добавление разработанной эфирной композиции улучшает экологические и эксплуатационные свойства современных дизельных топлив в соответствии с требованиями стандартов «Евро».

Литература

1. Нагорнов С.А., Романцова С.В. Предотвращение качественно-количественных потерь топлив при хранении // *Наука в центральной России*. – 2013. – № 2. – С. 49-55.

2. Сапьян Ю.Н., Воробьев М.А., Колос В.А. Система допуска к производству и применению биологических видов моторного топлива // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2013. – № 3. – С. 22-28.

3. Нагорнов С.А., Романцова С.В., Вигдорович В.И. Полифункциональные присадки для смесевых топлив // *Вестник Тамбовского государственного технического университета*. – 1999. – Т. 5. – Вып. 4. – С. 570-574.

4. Савельев Г.С., Кочетков М.Н., Овчинников Е.В., Овчинников А.В. Результаты испытаний по использованию нанопродукта в виде добавки в биотопливо из рапсового масла // *Система технологий и машин для инновационного развития АПК России: Сб. докл. Междунар. науч.-техн. конф.*

Ч. 1. – М.: 2013. – С. 220-225.

5. Нагорнов С.А., Романцова С.В., Вигдорович В.И. Применение некоторых азосоединений для ингибирования коррозии стали в подтоварной воде // *Химическое и нефтегазовое машиностроение*. – 2002. – № 9. – С. 49-51.

6. Митусова Т.Н. Современное состояние производства дизельных топлив // *Мир нефтепродуктов*. – 2009. – № 9-10. – С. 6-9.

7. Романцова С.В., Рязанцева И.А., Бодягина С.В. Изменение характеристик биодизельного топлива при хранении // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. – 2010. – № 5. – С. 33-34.

8. Нагорнов С.А., Романцова С.В. Организация хранения современных топлив на сельскохозяйственных нефтескладах // *Наука в центральной России*. – 2013. – № 2. – С. 43-49.

9. Нагорнов С.А., Романцова С.В. Эфирная композиция для улучшения свойств дизельного топлива // *Наука в центральной России*. – 2013. – № 2. – С. 35-43.

References

1. Nagornov S.A., Romantsova S.V. *Predotvrashchenie kachestvenno-kolichestvennykh poter' topliv pri khranении* [Prevention of fuels qualitative and quantitative losses at storage]. *Nauka v tsestral'noy Rossii*. 2013. No 2. pp. 49-55 (Russian).

2. Sap'yan Yu.N., Vorob'ev M.A., Kolos V.A. *Sistema dopuska k proizvodstvu i primeneniyu biologicheskikh vidov motornogo topliva* [Tolerance system to production and application of biological motor fuel]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2013, No 3. pp. 22-28 (Russian).

3. Nagornov S.A., Romantsova S.V., Vigdorovich V.I. *Polifunktsional'nye prisadki dlya smesevykh topliv*

[Multifunctional additives for mixed fueis]. *Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 1999. T. 5. Vyp. 4. pp. 570-574 (Russian).

4. Savel'ev G.S., Kochetkov M.N., Ovchinnikov E.V., Ovchinnikov A.V. *Rezul'taty ispytaniy po ispol'zovaniyu nanoprodukta v vide dobavki v biotoplivo iz rapsovogo masla* [Test data of application of a nanoprodukt in the form of an additive in biofuel from rape oil]. *Sistema tekhnologii i mashin dlya innovatsionnogo razvitiya APK Rossii: Sb. dokl. Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. Ch. 1. Moscow: 2013. pp. 220-225 (Russian).*

5. Nagornov S.A., Romantsova S.V., Vigdorovich V.I. *Primenenie nekotorykh azosoeдинений dlya ingibirovaniya korrozii stali v podtovarnoy vode* [Some

azo compounds application for inhibition of steel corrosion in bottom water]. *Khimicheskoe i neftegazovoe mashinostroenie*, 2002. No 9. pp. 49-51 (Russian).

6. Mitusova T.N. *Sovremennoe sostoyanie proizvodstva dizel'nykh topliv [Current state of diesel fuels production]*. *Mir nefteproduktov*. 2009, No 9-10. pp. 6-9 (Russian).

7. Romantsova S.V., Ryazantseva I.A., Bodyagina S.V. *Izmenenie kharakteristik biodizel'nogo topliva pri khranении [Change of biodiesel fuel characteristics at storage]*. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo*

khozyaystva. 2010. No 5. pp. 33-34 (Russian).

8. Nagornov S.A., Romantsova S.V. *Organizatsiya khraneniya sovremennykh topliv na sel'skokhozyaystvennykh nefteskladakh [The management of modern fuels storage in agricultural tank farms]*. *Nauka v tsentral'noy Rossii*, 2013. No 2. pp. 43-49 (Russian).

9. Nagornov S.A., Romantsova S.V. *Efirnaya kompozitsiya dlya uluchsheniya svoystv dizel'nogo topliva [Ester composition for improvement of diesel fuel properties]*. *Nauka v tsentral'noy Rossi*. 2013. No 2. pp. 35-43 (Russian).

LOSS DECREASE AND RENOVATION OF MOTOR FUELS IN AIC

Romantsova S.V., Cand.Sc.(Chem.), All-Russian Research Institute of Use of Technics and Mineral Oil in Agriculture, e-mail: svromantsova@yandex.ru, Tambov, Russian Federation

The classification of the factors influencing change of fuel quality at storage is presented. Interrelation of the physical and chemical processes proceeding at storage of fuel in steel tanks is established. Tank vapor and water recovery with use of vortex devices, inexpensive and simple on a designs is offered to reduce qualitative and quantitative storage loss. The scheme of equipment for prevention of fuel flooding and evaporation losses decrease is presented. The unit makes possible reducing emission of oil products vapors in the atmosphere by 85 percent. Applying of multifunctional additives for increase of motor fuels stability at storage is offered. Requirements to structure of multifunctional additives for diesel fuel are formulated. The structure 2,2 '-dihydroxyazo-compounds conforms completely to these requirements. Their protective effect makes more than 60 percent, the speed of oxidizing processes decreases by 2-3 times, the speed of sediments accumulation decreases by 9 times. Applying of the ester composition synthesized from renewable raw materials to improve diesel fuel quality is offered. The ester composition has the best ecological characteristics in comparison both with oil, and with biodiesel fuel. At its applying exhaust opacity decreases by 45 percent, the CO content in exhaust gases – by 35 percent, but unburned hydrocarbons – by 25 percent. Because of ester composition evaporation losses at storage are 2,5 times less, than at oil fuel storage.

Keywords: Motor fuels; Fuel storage; Multifunctional additives; Ester composition.

