

**УДК 631.348:662.767.2**

**Полищук А.В., Козак Н.И., Тарасенко С.Е., Полищук В.Н.**

**РАСПЫЛИТЕЛИ ДЛЯ ПРОМЫВКИ БИОДИЗЕЛЯ. ОБЗОР И АНАЛИЗ**

*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины*

*Киев, Героев Обороны, 12, 03041*

**Polishchuk A.V., Kozak N.I., Tarasenko S.E., Polishchuk V.N.**

**SPRAYERS FOR WASHING BIODIESEL. REVIEW AND ANALYSIS**

*National university of life and environmental sciences of Ukraine*

*Heroyiv Oborony st., 15, Kyiv, Ukraine*

*Аннотация: Обоснована необходимость очистки биодизеля от щелочного катализатора, которая может проводиться путем его нейтрализации с последующей аэрозольной промывкой и осаждением каплями воды пластинок солей калия. Проведен анализ возможности использования струйных, дефлекторных, роторных и центробежных распылителей для аэрозольной промывки биодизеля. Установлено, что для распыления воды над слоем биодизеля в реакторе наиболее целесообразно применять центробежные полноконусные распылители. Использование одного распылителя для покрытия всей площади биодизеля в реакторе нецелесообразно из-за подорожания всей конструкции. Рекомендуется размещать радиально несколько распылителей с обеспечением определенного перекрытия их факелов распыления.*

*Ключевые слова: распылитель, давление, лимонная кислота, нейтрализация, факел распыления*

*Abstract: The necessity of purifying the biodiesel from an alkali catalyst which can be carried out by neutralization followed by precipitation and spray washing water drops plates salts of citric acid. The analysis of the possibility of using inkjet, deflector, rotary and centrifugal spray nozzles for washing biodiesel. It was found that spray water over a bed of biodiesel reactor is most advisable to apply the full*

*cone spray centrifugal. Using a sprayer to cover the entire area of biodiesel reactor is impractical due to the cost of the assembly. It is recommended to place a few sprays radially to ensure a certain overlap of spray cones*

*Keywords: atomizer pressure, citric acid, neutralization, spray pattern*

**Введение.** Произведенный по традиционной технологии биодизель содержит щелочной катализатор, который негативно влияет на сам двигатель [1]. Для освобождения биодизеля от катализатора проводится его нейтрализация водным раствором лимонной кислоты [2], в результате чего образуются соли калия, мелкие пластинки которых (диаметром до 100 мкм) осаждаются достаточно долгое время (10 ч. и более в зависимости от диаметра пластинки) [3]. Для освобождения биодизеля от солей калия проводится его аэрозольное промывание. Для этого используется система распылителей, размещенных над слоем биодизеля, через которые происходит разбрызгивания воды с образованием капель и их движением через слой метилового эфира. При этом капли воды захватывают мелкие пластинки цитрата калия и выносят их из слоя биодизеля [4].

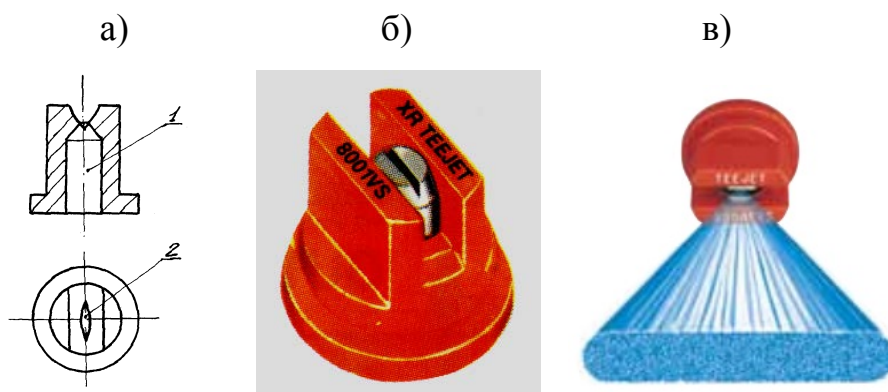
Однако биодизельное производство появилось сравнительно недавно, поэтому промышленность не выпускает специальные распылители для этих целей. Приходится пользоваться распылителями, выпускаемыми для других целей, например, для пожаротушения или механизации защиты растений. Однако существует большое разнообразие типов распылителей, которые хорошо подходят для целей, под которые они конструировались, и могут быть непригодными для аэрозольной очистки биодизеля.

Поэтому **целью наших исследований** является анализ типов и выбор пригодных распылителей для применения для аэрозольного промывки биодизеля.

**Результаты. Обсуждение и анализ.** Существует много разновидностей распылителей: струйные, центробежные, пневматические, механические, электродинамические, комбинированные. Все показатели качества распыления в значительной степени зависят от типа, параметров и режимов работы распылителей.

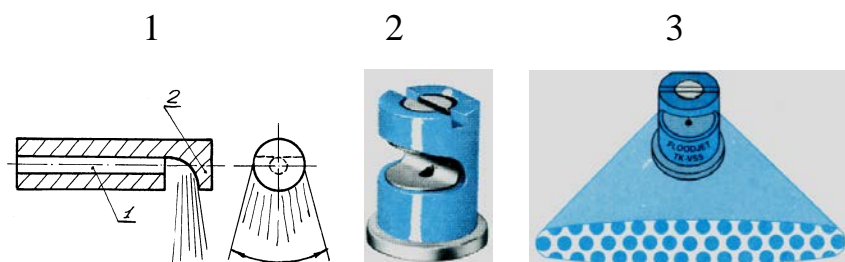
Струйные (гидравлические) распылители наиболее простые в

конструктивном оформлении и представляют собой цилиндрическую трубку, с которой под давлением вытекает струя жидкости, которая затем распадается на капли и образует факел распыления [5]. В технике распыления распространенные плоскоструйные щелевые распылители (рис. 1), которые обеспечивают распыление капель широкого спектра дисперсности с углом раскрытия факела распыла от  $40^\circ$  до  $110^\circ$  [6].



**Рис. 1. Щелевой плоскоструйный распылитель [6]: – схематическое изображение; 1 – входной канал; 2 – щель; б) – общий вид; в) – схема дисперсности факела распыления**

К группе гидравлических относятся также дефлекторные распылители (рис. 2), где щель заменена наклонной плоскостью и достаточно удалена от выходного отверстия цилиндрической трубки. С их помощью получают грубокапельное распыления рабочей жидкости [7].

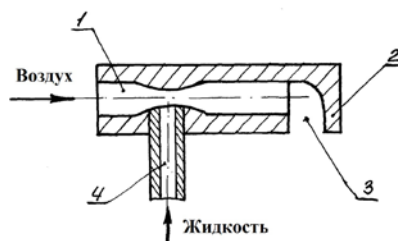


**Рис. 2. Дефлекторный распылитель [6]: 1 – схематическое изображение; 2 – общий вид; 3 – схема дисперсности факела распыления**

Как плоскоструйные щелевые, так и дефлекторные распылители, имеют факел распыления в виде плоской щели. Такие распылители удобно применять в опрыскивателях для защиты сельскохозяйственных культур от болезней и

вредителей, однако данная форма факела распыления не позволяет их использовать в цилиндрических биодизельных реакторах, поскольку для обеспечения полного перекрытия зеркала биодизеля в реакторе необходимо установить много таких распылителей.

Пневматические распылители (рис. 3, а) отличаются тем, что струя жидкости в них разбивается под действием воздуха, подаваемого под давлением [8]. Они позволяют получать более тонкое распыление рабочей жидкости по сравнению с гидравлическими и центробежными, что дает возможность сокращать норму ее расхода. Пневматические распылители просты и надежны в эксплуатации, однако требуют отдельного подвода жидкости и воздуха, имеют очень большой коэффициент полидисперсности – 5,5-9,0, незначительный диапазон регулирования размера капель и низкое качество распыления при малых нормах расхода жидкости [7].



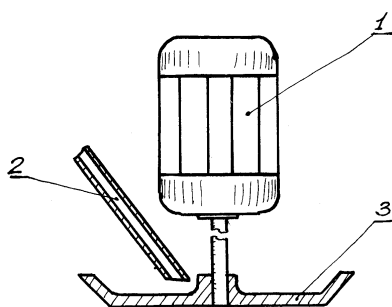
**Рис. 3. Схематическое изображение пневматического распылителя:**

**1 – канал для подвода воздуха; 2 – отражающая поверхность; 3 – щелевой отверстие; 4 – канал для ввода жидкости**

Использование пневматических распылителей для аэрозольной промывки биодизеля ограничивается необходимостью наличия пневматической сети от компрессора, или обеспечения индивидуального компрессора для каждого распылителя.

В механических (роторных) распылителях (рис. 4) пленка жидкости, образующейся при вращении ротора, стекает с его кромок и становится неустойчивой. При этом она распадается на капли. Среди роторных распылителей наибольшее распространение получили дисковые распылительные элементы, в которых жидкость получает энергию в результате

трения о быстро вращательный рабочий элемент (диск). В распылителях этого типа дозирование жидкости и ее распыление не связаны между собой, что позволяет получать качественное распыление при подаче жидкости на диск под низким давлением. Этим обеспечивается возможность в два и более раза снизить расход жидкости по сравнению с гидравлическими распылителями при одинаковом дозирующем отверстии [7]. Кроме того, дисковые распылители обеспечивают возможность регулировки дисперсности капель в пределах 40-400 мкм путем изменения частоты вращения дисков.



**Рис. 4. Механические (роторные) распылители: 1 – вал;  
2 – трубка для подачи жидкости; 3 – диск**

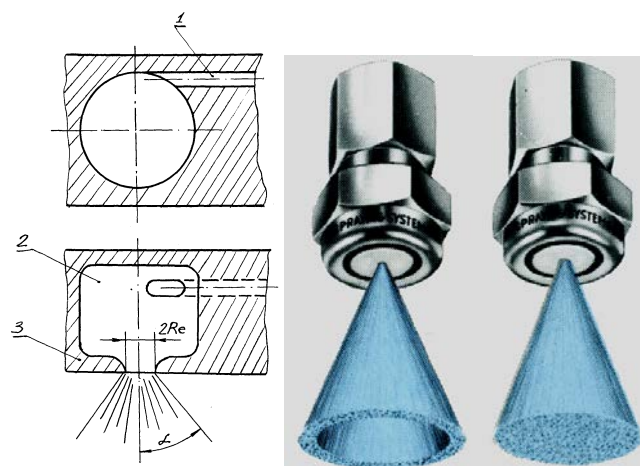
Однако для аэрозольной промывки биодизеля роторные распылители малопригодны вследствие своей сложности и дороговизны.

В центробежных распылителях жидкость движется под давлением, закручивается в завихрителе с тангенциально расположенным каналом (рис. 5) (ось каналов перпендикулярна или размещена под углом к оси форсунки, но не пересекается с ней) и за счет интенсивного вращательного движения в камере попадает в сопло, на выходе из которого распадается на мелкие капли, при этом принимая форму полого конуса. Для образования такого факела жидкость в форсунку подводится под давлением 300-1000 кПа. Диапазон изменения давления зависит главным образом от требуемой дисперсности распыла, физических свойств жидкости и размеров дозирующих элементов. При высоком давлении жидкости на входе в центробежный распылитель размеры ее сопла и тангенциальных каналов обычно находятся в пределах 0,5-3,0 мм [5].

*a*

*б*

*в*



**Рис. 5. Центробежный распылитель [6]: а) – схематическое изображение: 1 – тангенциальный входной канал; 2 – камера закручивания; 3 – сопло; б) – полноконусный факел распыления; в) – полноконусный факел распыления**

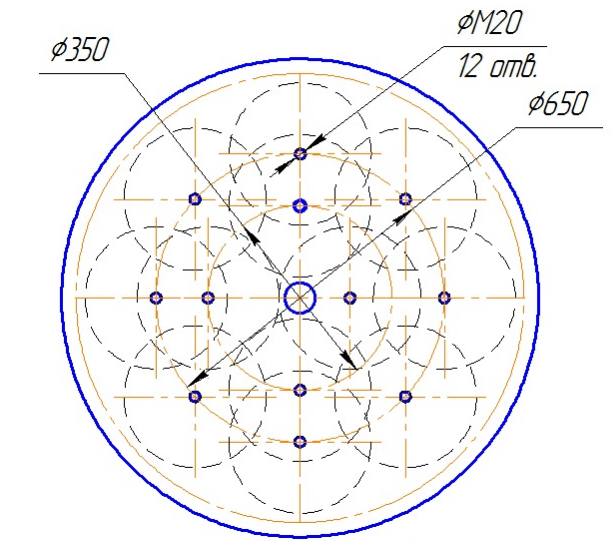
Центробежные полноконусные распылители серии TR выпускает фирма "Lechler", Hollow cone – фирма "Lurmark", 1299 – фирма "Hardi". Фирма "Spraying Systems" выпускает центробежные распылители "ConeJet" и "Disc and Core". Полноконусный распылитель "ConeJet" неразборный, рассчитанный на рабочее давление до 20 бар. Распылитель "Disc and Core" (рис. 6) разбирается, что позволяет изменять тип турбулизатора, благодаря чему он может обеспечивать как полноконусный, так и полноконусный факел распыления. Он рассчитан на рабочее давление до 20 бар. Угол распыления варьируется в пределах 30-60° [6].



**Рис. 6. Структура распылителя "Disc and Core"**

Полноконусные центробежные распылители не позволяют обеспечить полного перекрытия каплями зеркала биодизеля в реакторе. Зато центробежные полноконусные распылители обеспечивают наиболее эффективное перекрытие распыленными каплями зеркала биодизеля в реакторе по сравнению с

вышерассмотренными типами распылителей. При этом использование одного распылителя для покрытия всей площади биодизеля в реакторе проблематично, поскольку существующие распылители имеют малый факел распыления, что требует увеличения высоты реактора, а следовательно и подорожания всей конструкции. Более целесообразно размещать радиально несколько распылителей с обеспечением определенного перекрытия их факелов распыления, как показано на рис. 7.



**Рис. 7. Схема расположения центробежных полноконусных распылителей на крышке биодизельного реактора с изображением их факела распыления**

### **Заключение и выводы**

1. Для аэрозольной промывки биодизеля наиболее целесообразно применять центробежные полноконусные распылители.

2. Использование одного распылителя для покрытия всей площади биодизеля в реакторе нецелесообразно из-за подорожания конструкции. Рекомендуется размещать радиально несколько распылителей с обеспечением определенного перекрытия их факелов распыления.

Литература:

1. Дубровін В.О. Дизельні палива із відновлюваних ресурсів / В.О. Дубровін, В.Г. Мироненко, В.М. Поліщук // Науковий вісник Національного

університету біоресурсів і природокористування: Зб. наук. праць. – Київ, 2012. – № 174. Ч. 2 – С. 32-35.

2. Поліщук О.В. Дослідження впливу частоти обертання валу мішалки на лужність дизельного біопалива при його очищенні / О.В. Поліщук // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування: Зб. наук. праць. – Київ, 2014. – № 196. Ч. 3 – С. 172-177.

3. Полищук А.В. Теоретические основы промывки биодизеля / А.В. Полищук, Н.И. Козак, А.А. Мироненко, В.Н. Полищук, Т.А. Билько // Сборник научных трудов SWorld. – Вып. 4(37). – Т.7. – Иваново: Маркова АД, 2014. – ЦИТ. 414-008. – С. 92-98.

4. Полищук Алексей. Определение эффективности нейтрализации биодизеля путем распыления водного раствора лимонной кислоты / Алексей Полищук, Наталья Козак, Виктор Полищук // MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. – Lublin – Rzeszow, 2015. – Vol. 17, No 3. – С. 202-207.

5. Распыливание жидкостей / [В.А. Бородин, Ю.Ф. Дитякин, Л.А. Клячко, В.И. Ягодкин]. – М.: Машиностроение, 1967. – 263 с.

6. TeeJet Technologies: Katalog-51RU. – Spraing Systems Co. – 146 с.

7. Поліщук В.М. Аналіз сучасних технічних засобів для забезпечення якісного обприскування польових культур і обґрунтування перспектив їх розвитку / В.М. Поліщук // Вісник Житомирського інженерно-технологічного інституту. – Житомир, 2000. – № 12. – С.117-124

8. Барановський О. Сучасні та перспективні розпилювачі штангових обприскувачів / А.С. Барановский // Пропозиція. – 2003. – №1. – С. 86-88.

Статья отправлена: 23.11.2015 г.

© Полищук А.В., Козак Н.И, Тарасенко С.Е., Полищук В.Н.