

Кусин Р.А.¹, кандидат технических наук, доцент;

Астапенко А.А.¹; Кунцевич М.Д.¹;

Андрушевич А.А.², кандидат технических наук, доцент;

Закревский И.В.², старший преподаватель

¹ ГНУ «Институт порошковой металлургии

имени академика О.В. Романа», г. Минск, Республика Беларусь

² Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ С ОРТОТРОПНОЙ СТРУКТУРОЙ НА ОСНОВЕ ТКАНЫХ СЕТОК В АПК

Аннотация. Раскрыты преимущества фильтрующих материалов с ортотропной структурой на основе тканых сеток. Показана перспектива их применения на предприятиях АПК, в частности в качестве фильтрующих и дренажных элементов.

Abstract. The filter materials with an orthotropic structure based on woven meshes (FMWM) advantages are revealed. The potential for their application in agricultural enterprises, particularly as filter and drainage elements, is demonstrated.

Ключевые слова. Фильтрующий материал, очистка дизельного топлива, дренажный элемент, тканые сетки, ортотропная структура, проницаемость, тонкость очистки.

Keywords. Filter material, diesel fuel cleaning, drainage element, fabric meshes, orthotropic structure, permeability, fine cleaning.

Введение. Техника и оборудование современных предприятий агропромышленного комплекса не могут обойтись без фильтрации жидких и газообразных сред фильтрующими материалами (используемых в качестве участников технологического цикла при изготовлении продукции или предметов потребления) с целью их очистки, равномерного распределения по площади фильтрации, диспергирования, обеспечения безопасных условий труда и др., что обеспечивает достижение требуемого качества производимой с их помощью продукции или безотказную и безопасную работу машин и механизмов [1-4]. Для очистки газов и жидкостей от твердых механических примесей как в бытовых, так и в промышленных системах достаточно широко применяются сетчатые фильтрующие материалы (СФМ), имеющие ряд достоинств, обусловленных сочетанием высокой прочности и проницаемости, высокой термостойкостью, способностью к многократной регенерации [5,6]. Недостатком СФМ является их невысокая грязеемкость, сокращающая ресурс работы до регенерации. Процесс

регенерации СФМ затруднен, полностью удалить из ячеек все частицы загрязнений проблематично, сами ячейки подвержены деформации [7]. Институтом порошковой металлургии имени академика О.В. Романа и БГАТУ разработан фильтрующий материал с ортотропной структурой (ФМТС), состоящий из пакета тканых сеток и лишенный указанных недостатков [8,9]. Поток очищаемой среды в процессе эксплуатации ФМТС направляется параллельно ячейкам сеток, а выходит в перпендикулярном направлении по отношению к первоначальному (через ячейки), что повышает грязеемкость, так как фильтрующий материал работает в режиме глубинного фильтрования; при этом тонкость очистки фильтрующего материала определяется размерами щелей между слоями сеток, а не размерами их ячеек. Очевидно, что щелевые каналы, в которых задерживаются частицы загрязнителя, могут быть полностью очищены в процессе регенерации с разборкой фильтра. Это объясняется тем, что контур этих каналов при разборке становится полностью разомкнутым, что обеспечивает практически неограниченный ресурс работы ФМТС [7].

Целью работы является обмен опытом по вопросу перспективных областей применения разработанных фильтрующих материалов с ортотропной структурой на основе тканых сеток в АПК.

Основная часть. Принципиальная конструкция разработанных фильтроэлементов (ФЭ) на основе ФМТС представлена на рисунке 1 [3].

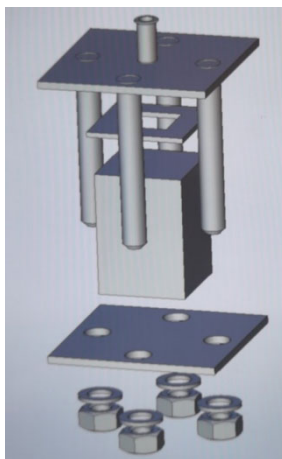


Рисунок 1. 3-D модель фильтроэлементов на основе ФМТС

Фильтроэлементы на основе ФМТС отличаются простотой конструкции, надежностью в работе, высокой регенерируемостью. Отличительной особенностью этих изделий является возможность их

обслуживания, регенерации и изготовления в любых условиях, поскольку это не требует наличия специализированных мастерских, участков и т.п. Применяя разные исходные сетки, можно в широких пределах регулировать свойства ФМТС (тонкость очистки от нескольких до сотен микрон, пропускная способность регулируется размерами ФЭ); при этом ФМТС обладают более высоким комплексом свойств по сравнению с традиционными материалами.

В результате полученных на настоящий период экспериментальных данных в качестве перспективных областей применения ФМТС в АПК были выбраны очистка дизельного топлива и предотвращение выноса загрузки в трубопровод в различного вида устройствах (например, в каталитических или скорых фильтрах).

Для обоснования возможности использования фильтрующих материалов с ортотропной структурой на основе тканых сеток для очистки дизельного топлива в качестве аналога для сравнения характеристик был выбран штатный (бумажный) фильтр DIFA 6101/1, применяемый в системе подачи топлива автотракторных двигателей моделей Д-240/245 (рисунок 2); экспериментальный образец фильтроэлемента из ФМТС для сравнения свойств с бумажным аналогом приведен на рисунке 3.



Рисунок 2 – Фильтр DIFA 6101/1 в сборе и в разобранном виде



a

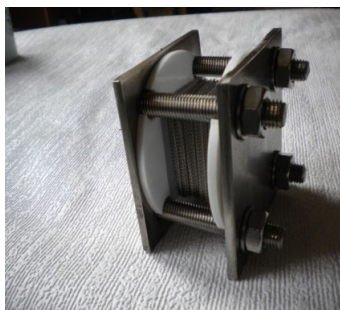


Рисунок 3 – Экспериментальный образец фильтроэлемента из ФМТС в разобранном виде (*a*) и в сборе (*б*)

Материал для изготовления образцов ФМТС подобран по результатам определения методом вытеснения жидкости по ГОСТ 26849-86 размеров максимальных пор (определяющих тонкость очистки) установленного в штатном фильтре фильтроэлемента (45 мкм). Затем по ГОСТ 25283-93 был определен вязкостной коэффициент проницаемости экспериментального образца, что позволило рассчитать пропускную способность ФМТС и, соответственно, изготавливаемые из него изделия любых типоразмеров. Установлено, что характеристики экспериментального образца из ФМТС соответствуют условиям использования по прямому назначению: при одинаковом качестве очистки (тонкости очистки, оцениваемой по размерам пор) со штатным фильтроэлементом ФМТС обеспечивает требуемый расход топлива (7,5 л/ч) при пересчете на площадь фильтрации, соответствующую объему корпуса штатного фильтра[3].

По аналогичной методике была обоснована возможность применения ФМТС для очистки дизельного топлива при эксплуатации автомобилей марок МАЗ и КамАЗ. Для этого были разобраны штатные рекомендуемые фильтры для очистки дизельного топлива (рисунок 4), исследованы их свойства, подобраны аналоги ФМТС, изготовлены экспериментальные образцы и проведено сравнение характеристик. В результате также была подтверждена возможность использовать разработанные материалы для изготовления аналогов фильтрующих элементов для очистки дизельного топлива в системах подачи топлива автомобилями марок МАЗ и КамАЗ; здесь следует отметить, что фильтры FS36253 и FF542 имеют более высокую степень очистки (размеры максимальных пор равны $32,5 \pm 2,5$ мкм), фильтр FSA2402100 – более низкую (размер максимальных пор составляет 69 ± 2 мкм).

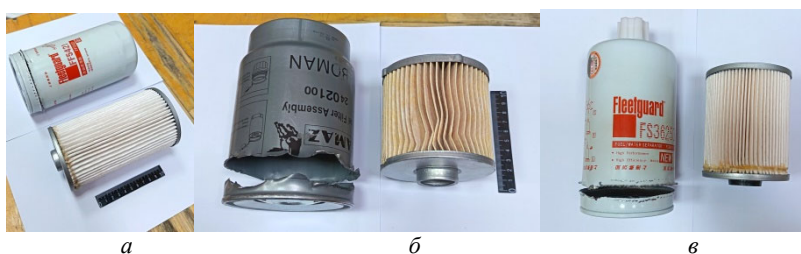


Рисунок 4 – Фильтры для очистки дизельного топлива FF5421(*а*), FSA2402100 (*б*) и FS36253 (*в*)

Перспективность применения ФМТС для предотвращения выноса мелкодисперсных загрузок в трубопровод подтверждена при внедрении изготовленного в БГАТУ дренажного элемента. Элемент был установлен

в блок каталитической очистки установки обезжелезивания воды [10] Эскиз и фото дренажного элемента приведены на рисунке 5.

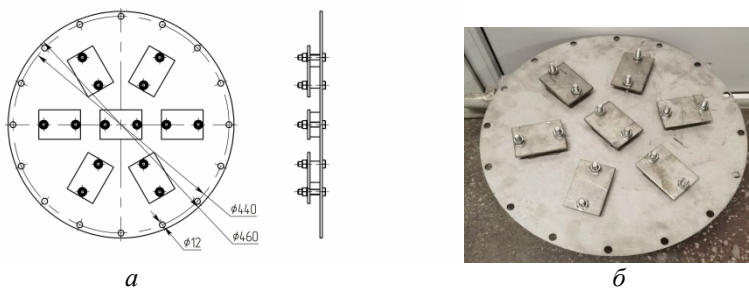


Рисунок 5 – Эскиз (а) и фото (б) дренажного элемента

Дренажный элемент предназначен для предотвращения уноса частиц Вигм, которые имеют размеры 0,2 – 0,4 мм. Дренажный элемент обеспечивает пропускную способность по воде не менее 10 м³/ч при перепаде давления 1 атм. и обеспечивать тонкость фильтрации не более 0,2 мм.

Заключение. Описаны разработанный Институтом порошковой металлургии имени академика О.В. Романа и БГАТУ фильтрующий материал с ортотропной структурой, состоящий из пакета тканых сеток, и принципиальная конструкция фильтроэлементов на его основе. Раскрыты преимущества ФМТС. Показана перспектива их применения на предприятиях АПК в качестве фильтров для очистки дизельного топлива и дренажных элементов.

Список использованной литературы

1. Яблокова, М.А. Перспективные методы очистки дизельного топлива от воды и механических примесей / М.А. Яблокова, Е.А. Пономаренко // Научное обозрение. Технические науки. – 2014. – № 2. – С. 235-235.
2. Коваленко, В.П. Основы техники очистки жидкостей от механических загрязнений [Текст] / В.П. Коваленко, А.А. Ильинский. – Москва: Химия. – 1982. – 272 с.
3. Ilyushchanka, A. Research of the possibility of using filter materials with orthotropic structure based on woven nets for cleaning diesel fuel / R. Kusun, I Charniak, A. Kusun, V. Kaptsevich, N. Rutkovskaia. // MATEC Web of Conferences 387, 06001 (2023).Power Transmissions 2023.
4. Улюкина, Е.А. Обеспечение чистоты топлив и масел при эксплуатации сельскохозяйственной техники / Е.А. Улюкина, В.П. Коваленко В.П., М.А. Липаева // Вестник ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина». - 2015. - № 3 (67). С. 44–50.
5. Синельников, Ю.И. Пористые сетчатые материалы / Ю.И. Синельников. – М., 1983. – 64 с.].

6. Спиридонов, В.С. Фильтровальные перегородки из спеченных металлических сеток для встроенных фильтров авиационных гидросистем / В.С. Спиридонов, Ю.М. Новиков, В.А. Большаков // Безопасность в техносфере, №4. - 2015. - С. 39 – 45.

7. Кусин, Р.А. Оптимизация конструкции фильтров с ортотропной структурой на основе тканых сеток при ограниченных возможностях варьирования управляющими факторами / Р.А. Кусин, М.М. Дечко, И.Н. Черняк [и др.] // Доклады Национальной академии наук Беларуси. – 2025. – Т. 69, № 3. – С. 234–241.

8. Пат. 4811 Респ. Беларусь, МПК 7 В 01D 29/44. Щелевой фильтр: заявлено 29.06.1998: опубл. 30.12.2002 / Витязь П.А., Кусин Р.А., Валькович И.В., Капцевич В.М., Круглей В.П.; заявители ГНУ и БГАТУ;

9. Пат. РБ № 949 Респ. Беларусь. U. В 01D 29/00. Композиционный фильтр: заявлено 18.12.2002: опубл. 30.09.2003 / Капцевич В.М., Крутов А.В., Корнеева В. К., Азаров Г.А., Кусин Р.А., Бокань Г.А., Лыков И.Ю., Кусин А.Р.; заявители ГНУ ИПМ, БГАТУ.

10. Aliaksandr Ph. Ilyushchanka, Aleksey R. Kusin, Iryna M. Charniak, Dzmitryi I. Zhehzdryn, Ruslan A. Kusin, Natalia V. Rutkovskaya, Evgeniy N. Eremin and Tsanka D. Dikova / Equipment for Catalytic Water Purification with a Gas-Saturated Reactor / Machine and Industrial Design in Mechanical Engineering, KOD 2021. Mechanisms and Machine Science, vol 109. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-88465-9_17 2022. P. 201-206

Summary. The paper describes a filter material with an orthotropic structure, developed by the O.V. Roman Institute of Powder Metallurgy and BSATU, consisting of a package of woven meshes, and the basic design of filter elements based on it, and demonstrates the prospects for their application in agricultural enterprises.

УДК 621.923

Акулович Л.М.¹, доктор технических наук, профессор;

Сергеев Л.Е.¹, доктор технических наук, доцент;

Алешко А.Ю.¹, студент;

Цекун В.И.², старший научный сотрудник

¹ Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

² Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОПОГРАФИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРИ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКЕ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМАХ РАБОЧЕГО ЗАЗОРА

Аннотация. В статье приведены результаты исследования топографии магнитного поля при эквидистантной и плоской формах рабочего зазора. Приведен расчет напряженности магнитного поля и распределение этой напряженности в рабочем зазоре. Разработана математическая модель, позволяющая определить максимальную напряженность магнитного поля в рабочем зазоре.