

УДК 621.43

**Капцевич В.М.<sup>1</sup>**, доктор технических наук, профессор;  
**Дечко М.М.<sup>1</sup>**, кандидат технических наук, доцент;  
**Лисай Н.К.<sup>2</sup>**, кандидат технических наук, доцент;  
**Чугаев П.С.<sup>1</sup>**, инженер

<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный аграрный  
технический университет», г. Минск, Республика Беларусь,

<sup>2</sup>РО «Белагросервис», г. Минск, Республика Беларусь

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОРОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ В МНОГОСЛОЙНЫХ СЕТЧАТЫХ МАТЕРИАЛАХ**

***Аннотация.** На основе компьютерного моделирования показана возможность оценки изменения сквозного порораспределения многослойных сетчатых материалов при различных типах укладки сеток.*

Сетчатые фильтры, изготавливаемые из металлических плетеных проволочных сеток, широко применяются для очистки горючесмазочных материалов [1] и для улавливания искр в искрогасителях сельскохозяйственной техники [2] благодаря ряду преимуществ перед другими проницаемыми материалами: сочетанию высокой прочности, проницаемости, термостойкости, способностью к многократной и практически неограниченной регенерации [3]. Отличительной особенностью пористой структуры сетки является регулярность расположения одинаковых по форме и размерам ячеек. В процессе фильтрования сетка задерживает все частицы загрязнений, размеры которых превышают размеры ее ячейки. Существенным недостатком СМ является невысокая грязеемкость, так как при их практическом использовании реализуется не глубинное, а поверхностное фильтрование [4]. Однако, применяя простые конструкторско-технологические решения, можно с использованием сетчатых материалов простым пакетированием (укладкой сеток одна на другую) получать объемно-сетчатые материалы, работающие в режиме глубинного фильтрования.

На практике пакетирование сеток можно осуществить путем случайной укладки либо целенаправленно ориентированной, когда ячейки прилегающих сеток смещаются на определенные расстояния

и/или поворачиваются на заданный угол. При таком пакетировании сеток характеристики сквозных пор изменяются, так как в результате взаимных пересечений ячеек образуются многоугольники различных форм и размеров.

Целью настоящей работы является анализ изменения сквозного порораспределения многослойных сетчатых материалов, получаемых целенаправленным ориентированием каждого слоя, и получаемой при этом проницаемости фильтра.

Для моделирования процесса фильтрования используем уравнение Гагена-Пуазейля [5], описывающее ламинарное течение жидкости через цилиндрическую трубу:

$$Q = \frac{\pi \Delta P r^4}{8 \mu L},$$

где  $Q$  – объемная скорость потока жидкости, м<sup>3</sup>/с;  $\Delta P$  – перепад давления, Па;  $r$ ,  $L$  – радиус и длина трубы, м;  $\mu$  – вязкость жидкости.

Представим сквозные поры сетчатого фильтра, как множество труб со средним гидравлическим радиусом [6]:

$$r_i = 2 \frac{S_i}{P_i},$$

где  $S_i$  и  $P_i$  – соответственно площадь и периметр поперечного сечения поры.

Тогда скорость фильтрации через площадку  $S_1$  будет равна:

$$V_{\text{ср}} = \frac{Q_1}{S_1} = \frac{\pi \Delta P}{4 \mu L S_1} \sum_i \left( \frac{S_i}{P_i} \right)^4. \quad (1)$$

Таким образом при прочих равных условиях влияние порораспределения в сетчатом фильтре на скорость фильтрования определяется суммой

$$\sum_i \left( \frac{S_i}{P_i} \right)^4.$$

Для моделирования и расчета геометрических параметров сквозных отверстий, получаемых при наложении ячеек, нами разработана программа на Visual Basic в графическом редакторе CorelDRAW X7, с помощью которой вычислялись  $S_i$  и  $P_i$  для задаваемых наложений сеток.

Для примера выбраны сетки  $\sim 50 \times 50 \text{ мм}^2$  с числом квадратных ячеек  $39 \times 39$  размерами  $1 \times 1 \text{ мм}^2$  и расстоянием между их центрами 1,3 мм. Для такой сетки отношение  $S_i/P_i = 1/4$ , а, следовательно

$$\sum_i \left( \frac{S_i}{P_i} \right)^4 = (380,25 \times 10^{-6})^4.$$

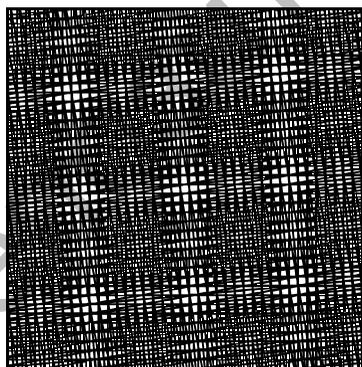
При наложении 3-х сеток с поворотом на  $5^\circ$  каждой, получим картину, показанную на рисунке 1, а. Рассчитанная для такого фильтра

$$\sum_i \left( \frac{S_i}{P_i} \right)^4 = (303,7 \times 10^{-6})^4,$$

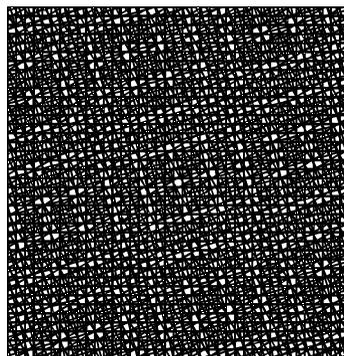
что по уравнению (1) прогнозирует снижение скорости фильтрования в 2,46 раза. При наложении 3-х сеток с поворотом на  $15^\circ$  каждой, получим картину, показанную на рисунке 1, б. Рассчитанная для такого фильтра

$$\sum_i \left( \frac{S_i}{P_i} \right)^4 = (310,8 \times 10^{-6})^4,$$

что по уравнению (1) прогнозирует снижение скорости фильтрования в 2,2 раза, то есть меньше, чем при  $5^\circ$ . Но при этом тонкость очистки существенно повышается вследствие образования большего числа мелких пор.



а



б

Рисунок 1 – Структура сквозных пор при наложении 3-х сеток с поворотом на  $5^\circ$  (а) и на  $15^\circ$  (б)

**Выводы.** На примере сетчатого пакета из трех сеток, повернутых на заданные углы, показана возможность оценки изменения сквозного порораспределения многослойных сетчатых материалов, что позволило прогнозировать изменение производительности фильтрования и тонкости очистки фильтров из таких материалов.

Список использованной литературы

1. Капцевич, В.М. Очистка и регенерация смазочных материалов в условиях сельскохозяйственного производства: монография / В.М. Капцевич [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2007. – 232 с.
2. Капцевич, В.М. Искрогасители для сельскохозяйственной техники / В. М. Капцевич [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2017. – 153 с.
3. Синельников, Ю.И. Пористые сетчатые материалы / Ю.И. Синельников [и др.]. – М.: Металлургия, 1983. – 64 с.
4. Брай, И.В. Фильтры тонкой очистки дизельного топлива / И.В. Брай, Ю.А. Кудинов, И.Ю. Белявский. – М.: Машгиз, 1963. – 128 с.
5. Hutten, I.M. Handbook of Nonwoven Filter Media / I.M. Hutten. – Elsevier Science, 2007. – 496 p.
6. Wakeman, R.J. Filtration: Equipment Selection, Modeling and Process Simulation / R.J. Wakeman, E.S. Tarleton. – Elsevier Science, 1999. – 446 p.

**Abstract.** On the basis of computer simulation, it is shown that it is possible to estimate the change in the through pores distribution of multilayer mesh materials for various types of laying of grids.

УДК 621.899

**Корнеева В.К.**, старший преподаватель;

**Рыхлик А.Н.**, студент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

**ОЦЕНКА ФИЛЬТРУЮЩИХ СВОЙСТВ ДВУХСЛОЙНЫХ  
ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ  
МЕДНЫХ КАБЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ МЕТОДОМ СУХОГО  
ИЗОСТАТИЧЕСКОГО ПРЕССОВАНИЯ**

**Аннотация.** В работе представлены результаты расчетов степени очистки смазочных материалов при требуемой тонкости