

## *Оптимизация процесса изготовления фильтрующего материала для очистки воды при несении службы военнослужащими в полевых условиях.*

При проведении военнослужащими службы в полевых условиях часто приходится использовать воду из различных источников. Для обеспечения необходимого качества воды необходимо ее предварительно очистить от различного вида загрязнений. Для очистки от механических примесей наиболее эффективными фильтрующими материалами являются фильтрующие материалы с анизотропной поровой структурой изготовленные из титанового порошка. Однако для оптимальной работы фильтрующего материала необходимо, чтобы поровая структура фильтрующего материала была подобрана для максимального задержания объема загрязнителя. Анизотропную поровую структуру фильтрующего материала, которая позволяет задержать максимальный объем загрязнителя можно определить экспериментальным путем.

Для сокращения объема опытов, необходимых для оптимизации поровой структуры нами применено математическое планирование эксперимента.

Высокий срок службы и высокая грязеемкость фильтра обеспечиваются только в случае преимущественной объемной фильтрации. Для достижения такого режима фильтрации необходимо, чтобы частицы загрязнителя фильтруемой среды более равномерно распределялись по размерам в объеме фильтра, т.е. необходимо, чтобы фильтр состоял из нескольких слоев с различными размерами пор. Причем слой, предназначенный для тонкой очистки, задерживал в своем объеме только мелкие частицы, а более крупные частицы задерживались слоями фильтра, предназначенными для грубой очистки. Такой фильтр позволяет исключить образования слоя загрязнителя на его поверхности и имеет большой ресурс работы при одновременно высокой тонкости очистки и высокой проницаемости. Необходимо отметить, что размер частиц загрязнителя фильтруемой среды, а также распределение их по размерам, существенно влияют и на эффективность процесса очистки. Отсюда следует, что высокая эффективность процесса очистки достигается, только в том случае, если для заданной фильтруемой среды правильно подобрана поровая структура фильтра.

Поэтому при оптимизации поровой структуры фильтрующего материала, применяемых для очистки воды в полевых условиях, в качестве загрязнителя нами использовался порошок оксида алюминия с распределением размеров частиц, близким к распределению размеров твердых частиц загрязнителя, находящихся в воде сельской местности. Кривые распределения частиц по размерам оксида алюминия и инородных частиц в воде показаны на рис. 1. Для проведения оптимизации порораспределения фильтрующего материала использовался порошок титана марки ПТЭ.

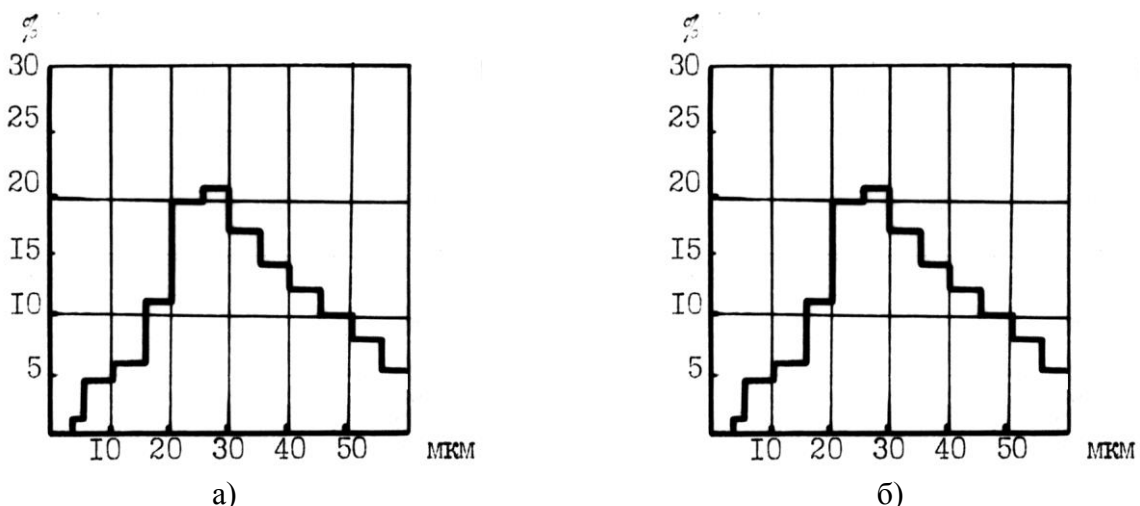


Рис. 1 Дифференциальные кривые распределения частиц по размерам инородных частиц в воде (а) и модельного загрязнителя - оксида алюминия (б)

В качестве параметров оптимизации были выбраны такие параметры, которые наиболее полно характеризуют эффективность использования фильтрующих материалов – грязеемкость  $G$  и коэффициент проницаемости  $K$ .

Для изготовления фильтрующего материал с заданным порораспределением был выбран способ получения фильтрующего методом засыпки металлического порошка и порообразователя в пресс-форму с последующим виброформованием и прессованием [1]. Факторами оптимизации выбраны количество порообразователя и время вибрационного формования, в течение которого наблюдалось распределение порообразователя по толщине слоя металлического порошка. Для проведения экспериментов, частота и ускорение вибрации выбирались на основании проведенных ранее исследований ( $f=50\text{Гц}$ ,  $a=9,8\text{ м/с}^2$ ,  $t_{\text{мин}} = 5\text{ с}$ ). Минимальное время выбиралось из условия обеспечения регулярности нижнего слоя металлического порошка, равного 13 диаметрам частиц. Количество порообразователя выбиралось с учетом обеспечения заданного порораспределения и необходимой механической прочности (10, 20, 30, 40, 50 и 60 объемных %).

Математическая модель процесса была представлена в виде полинома второго порядка

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^6 b_i \bar{x}_i + \sum_{i=1}^6 b_{ij} \bar{x}_i \bar{x}_j, \quad (1)$$

где  $y$  - параметр оптимизации;

$b_0, b_i, b_{ij}$  - коэффициенты в уравнении регрессии.

Матрица планирования была выбрана из каталога [2], план которой содержит 35 опытов. Нами в план было добавлено дополнительно 10 дублирующих опытов для оценки ошибки эксперимента.

В целях сокращения объема экспериментальных работ, необходимых для изготовления требуемого в соответствии с матрицей планирования экспериментальных образцов, на основе обобщенной модели фильтрующего

материала проведены расчеты грязеемкости и коэффициента проницаемости фильтрующих элементов. Вычисления проводили для загрязнителя, функция распределения частиц по размерам которого представлена на рис. 1 а), концентрация загрязнителя составила  $C=10^{-5}$ , а скорость фильтрации  $V=0,1$  м/с.

На основании полученных уравнений регрессии параметров  $K$  и  $G$  были определены оптимальные значения факторов оптимизации (55% порообразователя, время вибрационного формования 15 с), при которых достигается  $G_1=0,19$ .

Фотография поровой структуры полученных образцов представлена на рис. 2.

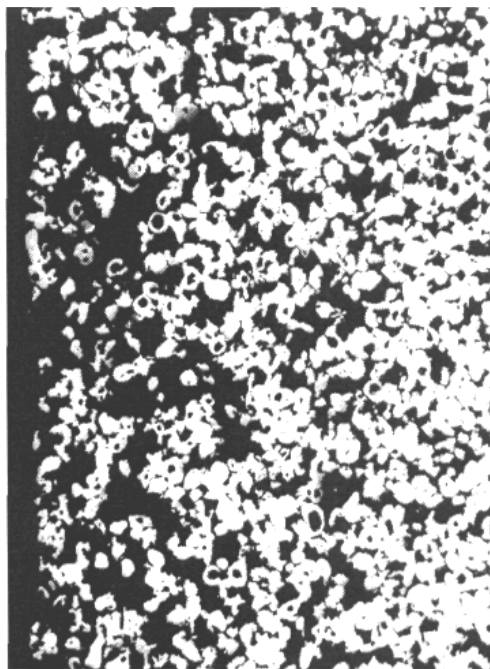


Рис. 2. Фильтрующий материал с анизотропной поровой структурой, полученной из порошка титана с порообразователем при наложении вибрации,  $\times 25$

Проведенные экспериментальные исследования показали, что фильтрующие устройства изготовленные на основе фильтрующих материалов с анизотропной поровой структурой по сравнению с устройствами изготовленными на основе фильтрующих материалов с однородной поровой структурой имеют ресурс работы более чем в 2 раза выше.

#### Список литературы

2. Пилиневич, Л.П. Пористые порошковые материалы с анизотропной структурой методы получения/ Пилиневич Л.П. [и др.]; под ред. П. А. Витязя.- Мн.: Томпик, 2005. -236с.
- 2.Бродский В.З. и др. Таблицы планов эксперимента для факторных и полиномиальных моделей.- М.: Металлургия. 1972.-725с.