



РОСАТОМ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ  
ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»



# ДВЕНАДЦАТЫЕ ПЕТРЯНОВСКИЕ И ТРЕТЬИ ФУКСОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

МОСКВА, 14 – 16 ОКТЯБРЯ 2019 ГОДА

## ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Москва 2019

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ТОЛЩИНЫ ВЫСОКОПОРИСТОГО ЯЧЕЙСТОГО ФИЛЬТРА

Соловьева О.В., Соловьев С.А., Яфизов Р.Р.

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань

### Введение

Ежегодный рост выбросов и загрязнений увеличивает роль фильтрации в жизнедеятельности человека. Высокопористые ячейчатые фильтры являются перспективным направлением в области создания фильтров, так как благодаря высокой пористости обладают низким перепадом давления. Развитая площадь поверхности позволяет использовать пористые структуры не только в качестве фильтрующей среды, но также в качестве матриц для нанесения химических катализаторов, в аккумуляторах, биотехнологии и т.д. [1-3]. Материалы, из которых изготавливаются пористые структуры, могут нести полезные свойства для конкретных задач, например, использование полиуретанов при изготовлении пористых структур позволяет удалять ионы свинца и других тяжелых металлов из воды [4-5]. Керамические и металлические пористые среды обладают высокой прочностью по отношению к своему весу, что позволяет использовать их в аэрокосмической и автомобильной промышленности [6, 7]. Благодаря высокой теплопередаче их используют в микроэлектронике в качестве радиаторов для эффективного отвода тепла от компонентов [8]. Моделирование течения жидкостей и газов в пористых средах до недавнего времени было ограничено осредненными моделями [9]. Развитие компьютерных технологий позволяет использовать прямое численное моделирование, точность которого намного выше по сравнению с осредненными моделями [10].

### Постановка проблемы

При создании фильтров основными функциями являются сопротивление и эффективность осаждения частиц, а также параметр качества фильтра, который представляет собой отношение эффективности осаждения частиц к перепаду давления. Для проведения прямого численного моделирования были созданы 3 модели пористых фильтров длиной 200 мм, диаметром 20 мм со значением пористости 0,7. От каждой модели отрезалась часть определенной длины начиная от 10 мм и заканчивая 110 мм (рис. 1). К каждой модели со стороны входа и выхода присоединялись патрубки длиной 10 мм и 30 мм соответственно. Параметры всех расчетных моделей представлены в таблице 1. Необходимо было определить длину фильтра, при которой значение эффективности осаждения изменяется незначительно по сравнению с фильтром большей длины. Данная длина определена как эффективная длина фильтра.

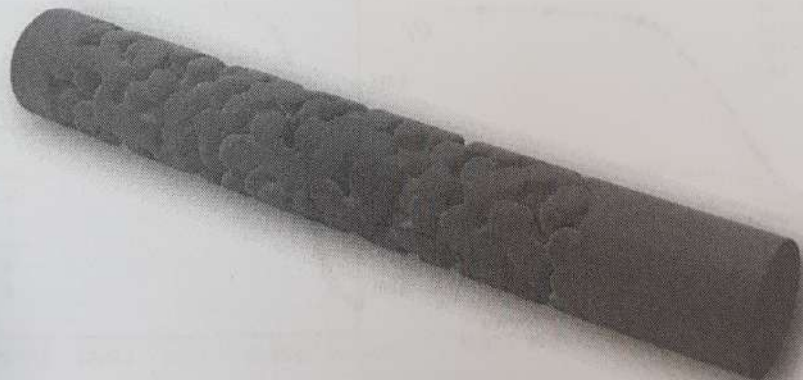


Рис. 1. Модель пористого фильтра длиной 110 мм с патрубками.

Параметры расчетных моделей пористых фильтров.

Длина поистой структуры (мм)	Пористость	Длина патрубков вход/выход (мм)	Диаметр ячейки (мм)
10-110	0,7	10/30	6

На рисунке 2 представлено изменение эффективности осаждения в зависимости от диаметра частиц при различных длинах пористой вставки в модели фильтра. Можно сделать вывод, что эффективность осаждения изменяется незначительно, начиная от длины фильтрующей среды 90 мм, дальнейшее увеличение длины вставки будет приводить лишь к росту перепада давления и уменьшению коэффициента качества фильтра.

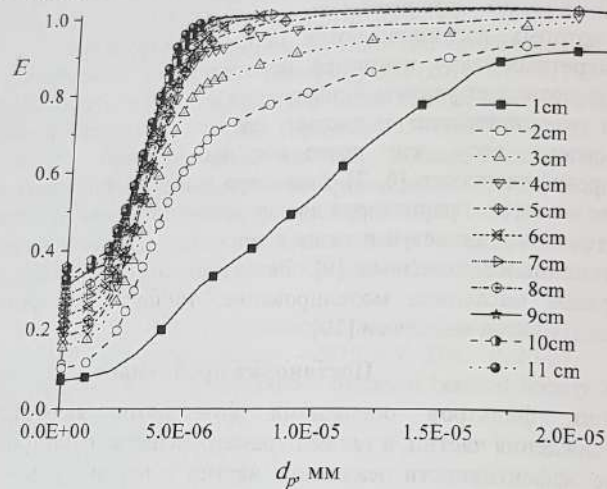


Рис. 2. Зависимость эффективности от диаметра частиц

Для полноценной оценки фильтра требуется рассчитать параметр коэффициента качества фильтра, объединяющий в себе перепад давления и эффективность осаждения частиц. Из графика, представленного на рисунке 3, можно увидеть, что коэффициент качества остается практически неизменным, это обусловлено тем, что рост эффективности осаждения компенсируется ростом перепада давления.

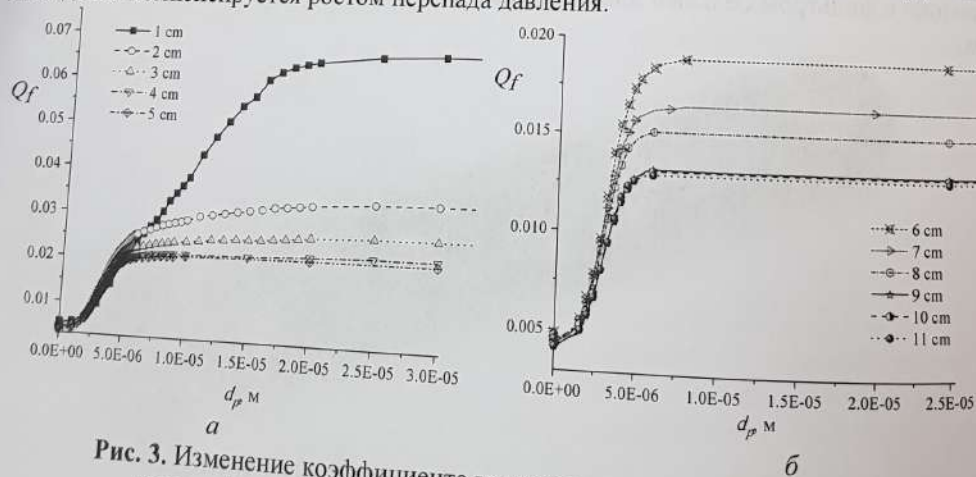


Рис. 3. Изменение коэффициента качества от диаметра частиц для длин пористой вставки (а) – 1, 2, 3, 4 и 5 см, (б) – 6, 7, 8, 9, 10 и 11 см.

## Выводы

1. Эффективной длиной высокопористого ячеистого фильтра является длина равная 90 мм.
2. Для фильтрации частиц размером более 10 мкм достаточно использовать фильтр длиной 20 мм.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда  
(проект № 19-71-00100).*

## Список литературы

1. Gu D., Schüth F. Synthesis of non-siliceous mesoporous oxides // *Chemical Society Reviews*. – 2014. – V. 43. – №. 1. – P. 313-344.
2. Ariga K. et al. Nanoarchitectonics for mesoporous materials // *Bulletin of the Chemical Society of Japan*. – 2011. – V. 85. – №. 1. – P. 1-32.
3. Li W. et al. A perspective on mesoporous TiO<sub>2</sub> materials // *Chemistry of Materials*. – 2013. – V. 26. – №. 1. – P. 287-298.
4. McBrayer R. L., Wysocki D. C. Polyurethane foams formulation and manufacture. – Program Division, Technomic Publishing Company, Incorporated, 1998
5. Gunashekar S., Abu-Zahra N. Characterization of functionalized polyurethane foam for lead ion removal from water // *International Journal of Polymer Science*. – 2014. – Т. 2014.
6. Hwang J. J. et al. Measurement of interstitial convective heat transfer and frictional drag for flow across metal foams // *Journal of heat transfer*. – 2002. – V. 124. – №. 1. – P. 120-129.
7. Hwang J. J. et al. Measurement of interstitial convective heat transfer and frictional drag for flow across metal foams // *Journal of heat transfer*. – 2002. – V. 124. – №. 1. – P. 120-129.
8. Boomsma K., Poulikakos D., Zwick F. Metal foams as compact high performance heat exchangers // *Mechanics of materials*. – 2003. – V. 35. – №. 12. – P. 1161-1176.
9. Boomsma K., Poulikakos D. The effects of compression and pore size variations on the liquid flow characteristics in metal foams // *Journal of fluids engineering*. – 2002. – Т. 124. – №. 1. – С. 263-272.
10. Hilyard N. C., Collier P. A structural model for air flow in flexible PUR foams // *Cellular polymers*. – 1987. – Т. 6. – №. 6. – С. 9-26.