

Пушинов Александр Сергеевич

канд. техн. наук, ведущий инженер

Пирогова Ольга Владимировна

канд. техн. наук, доцент

Савенко Семён Андреевич

студент

Пикулин Юрий Георгиевич

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет»

г. Москва

ВЗАИМОСВЯЗЬ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕГУЛЯРНЫХ НАСАДОК

***Аннотация:** в статье представлены результаты анализа влияния высоты гофр промышленных регулярных насадок, выполненных в виде блоков, собранных из вертикальных гофрированных пластин с косыми гофрами, на основные геометрические характеристики насадки: эквивалентный диаметр канала, удельную поверхность и порозность регулярных насадок.*

***Ключевые слова:** регулярные насадки, геометрические характеристики, удельная поверхность, порозность, эквивалентный диаметр насадки, высота гофр.*

При выполнении технологических расчётов и обобщении результатов экспериментов по исследованию гидродинамики и теплообмена в градирнях и колонных аппаратах химической технологии [1–3] широко используются геометрические характеристики регулярных и насыпных насадок для контактных аппаратов: удельная поверхность насадки – a , $\text{м}^2/\text{м}^3$, порозность – ε , $\text{м}^3/\text{м}^3$; эквивалентный диаметр канала насадки – d_e , м, высота гофр – h_z , мм. Вместе с тем информация о влиянии такой важной конструктивной характеристики регулярных насадок, как высота гофр у вертикальных пластин, образующих блок

насадки, на геометрические характеристики этих насадок в литературе практически отсутствует [1–4].

В работе представлены результаты анализа взаимного влияния основных геометрических характеристик наиболее распространённых промышленных насадок для градиен плёночного типа из вертикальных полимерных гофрированных пластин с косыми и вертикальными гофрами.

Насадки, используемые для обеспечения необходимой поверхности контакта взаимодействующих потоков воды и воздуха при осуществлении процесса испарительного охлаждения в градирнях, имеют различную геометрическую форму.

Сведения о геометрических характеристиках анализируемых насадок приведены в [3–5].

Существенное увеличение удельной поверхности регулярной насадки плёночного типа, выполненной в виде блоков из вертикально установленных жёстких гофрированных пластин, возможно лишь за счёт уменьшения высоты гофр на этих пластинах. В этой связи представляет интерес зависимость $a = f(h_c)$, которая получена по литературным данным для известных промышленных регулярных насадок плёночного типа [3–5], используемых не только в градирнях, но и в колонных аппаратах химической технологии, например, для осуществления процессов абсорбции (рис. 1).

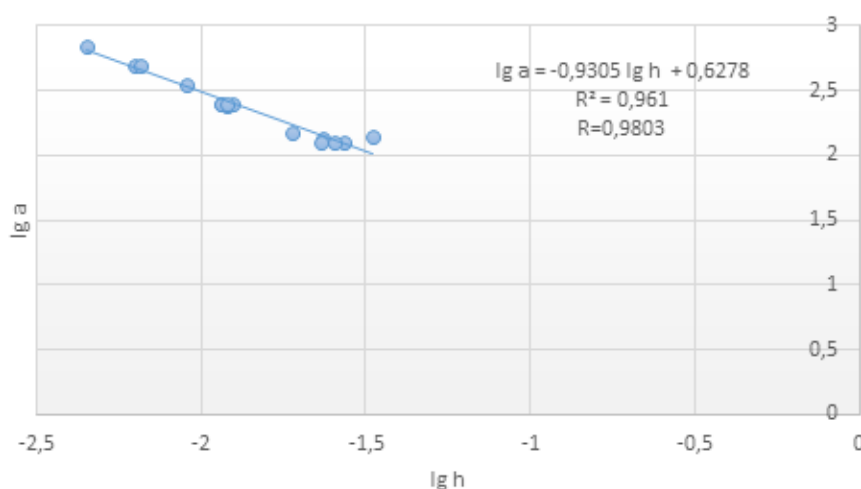


Рис. 1. Зависимость $a = f(h_c)$ для регулярных насадок

Представленная на рис. 1 графическая зависимость $a = f(h_z)$ аппроксимируется уравнением:

$$a = 4,24 \cdot h_z^{-0,931} \quad (1)$$

Влияние высоты гофр h_z на величину порозности ε рассматриваемых регулярных насадок представлено на рис. 2.

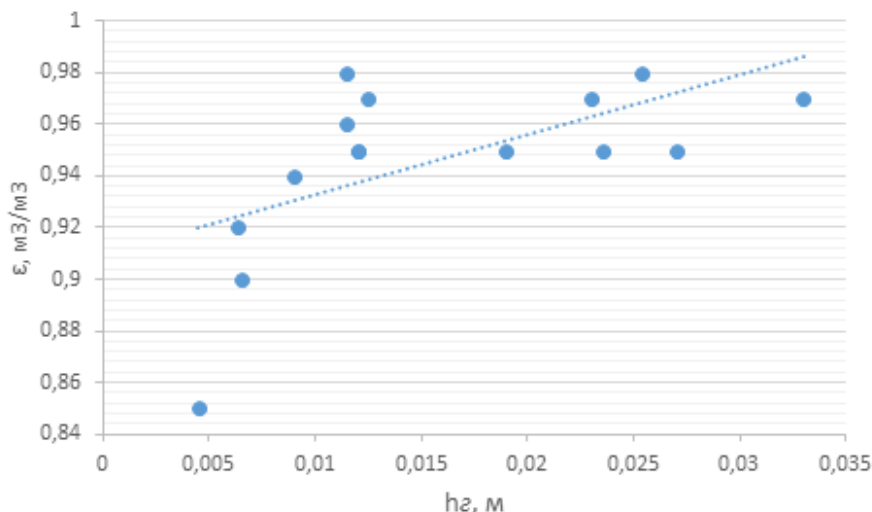


Рис. 2. Зависимость $\varepsilon = f(h_z)$ для регулярных насадок

Эта зависимость может быть аппроксимирована уравнением:

$$\varepsilon = 1,16 \cdot h_z^{0,0467} \quad (2)$$

По данным на рис. 2 видно, что с ростом высоты гофр от 0,0045 м до 0,02 м величина порозности ε регулярных насадок рассматриваемой конструкции увеличивается незначительно: от $\varepsilon = 0,85 \text{ м}^3/\text{м}^3$ до $\varepsilon = 0,87 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

При этом зависимость эквивалентного диаметра насадки от высоты гофр $d_e = f(h_z)$ при изменении её величины от 0,0045 м до 0,02 м имеет почти линейный характер.

Эта зависимость описывается уравнением:

$$d_e = 1,09 \cdot h_z^{0,977} \quad (3)$$

Таким образом, предложенные расчётные уравнения для оценки степени влияния высоты гофр h_z на величины a , ε и d_e насадок могут быть использованы при создании новых конструкций регулярных насадок, выполненных из гофрированных пластин.

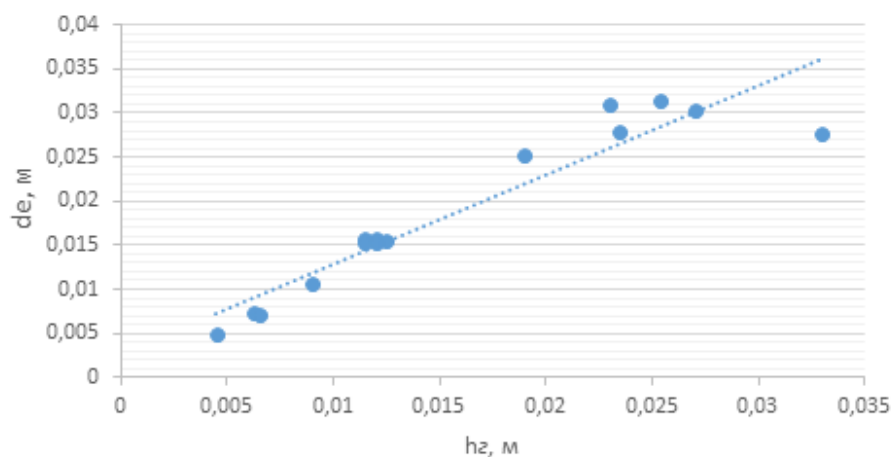


Рис. 3. Зависимость $d_e = f(h_z)$ для регулярных насадок

Список литературы

1. Каган А.М. Контактные насадки промышленных теплообменных аппаратов. Монография / А.М. Каган, А.Г. Лаптев, А.С. Пушнов [и др.]; под ред. Лаптева А.Г. – Казань: Отечество, 2013. – 454 с.
2. Лаптева Е.А. Прикладные аспекты явлений переноса в аппаратах химической технологии и теплоэнергетики (гидромеханика и теплообмен) / Е.А. Лаптева, А.Г. Лаптев. – Казань: Печать-Сервис XXI век, 2015. – 236 с.
3. Беренгартен М.Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Насадочные скрубберы для контактного теплообмена: учеб. пособие / М.Г. Беренгартен, Р.Ф. Витковская, А.А. Городилов [и др.]. – СПб.: ФГБОУ ВПО «СПГУТД», 2014. – 82 с.
4. Mackowiak J. Fluid Dynamics of Packed Columns Principles of the Fluid Dynamic Design of Columns for Gas/ Liquid and Liquid/ Liquid Systems. Springer – Verlag Berlin Heidelberg, 2010. – 355 p.
5. Городилов А.А. Совершенствование конструкции хордовой насадки / А.А. Городилов, А.С. Пушнов, М.Г. Беренгартен // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2014. – №2. – С. 10–13.