

3. Optimized Hydrodynamics – the structuring of the liquid film improves mass transfer conditions.

Thus, the application of the packing element with cavities significantly intensifies the mass transfer process, opening prospects for the development of more efficient mass transfer equipment in the context of addressing environmental safety challenges.

References

1. Ланкин Р.И., Францкевич В. С. Влияние формы и геометрии насадки на гидродинамику в массообменном аппарате с псевдооживленным слоем // Горная механика и машиностроение – 2024. – № 1. С. 89–95.

2. Вайтехович П.Е., Мытько Д.Ю. Сравнительный анализ эффективности регулярных насадок для массообменных аппаратов // Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнологии, геоэкология – 2020. – № 2 (235). С. 44-49.

УДК 66.021.3

Д.Ю. Мытько, Лу Хао, Чжао Мэн

Белорусский государственный технологический университет
Минск, Республика Беларусь

СМАЧИВАНИЕ ГОФРИРОВАННОГО ЭЛЕМЕНТА РЕГУЛЯРНОЙ НАСАДКИ

***Аннотация.** Экспериментально исследовано смачивание поверхности гофрированных алюминиевых листов с различной длиной образующей (5, 8, 11 мм) и перфорацией. Определена зависимость удельной площади смоченной поверхности от расхода жидкости (0,01–0,054 м³/ч). Установлено, что перфорация улучшает смачивание, особенно для образцов с длиной образующей 8 мм. Результаты показывают влияние геометрии и перфорации на распределение жидкости. Исследование способствует оптимизации регулярных структурированных насадок для процессов массообмена.*

D.Yu. Mytsko, Lu Hao, Zhao Meng

Belarusian State Technological University
Minsk, Republic of Belarus

WETTING OF A CORRUGATED REGULAR PACKING ELEMENT

Abstract. The wetting of corrugated aluminum sheets with different generatrix lengths (5, 8, 11 mm) and perforation was studied experimentally. The dependence of the specific wetted surface area on the liquid flow rate (0.01–0.054 m³/h) was determined. It was found that perforation improves wetting, especially for samples with a generatrix length of 8 mm. The results demonstrate the influence of geometry and perforation on liquid distribution. The study contributes to the optimization of regular structured packings for mass transfer processes.

Целью данной работы является экспериментальное исследование смачивания поверхности гофрированного элемента и проектирование насадки. Для решения поставленной цели решались следующие задачи: изготовление исследуемых образцов, сборка экспериментального стенда, фотосъемка течения жидкости, получение результатов и расчет удельной величины смачивания поверхности.

Нами были подготовлены образцы гофрированных листов с длиной ребра образующей гофру – 5, 8, 11 мм. Угол гофрирования составил 90°. Высота и ширина гофры составляют 100 мм. Материал, из которого изготавливалась гофра, – алюминий. Для сопоставления деталей было принято решение дополнительно изготовить три аналогичных листа, основным отличием которых стало наличие перфорации. Она выполнялась на каждой второй ступени гофры сверху (в ряд), кроме первой, которая являлась распределяющей поверхностью для жидкости. Диаметр отверстий – 3 мм. На рисунке 1 представлена модель одного из образцов гофрированного листа с перфорацией.

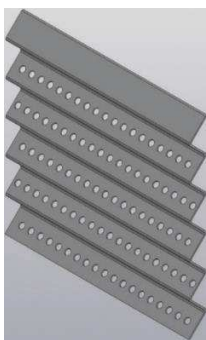


Рис. 1 - Модель образца гофрированного листа с перфорацией

Экспериментальное исследование пленочного течения проводилось для диапазона расходов жидкости $Q = 0,01-0,054$ м³/ч. В результате нами были получены фотографии пленочного течения на поверхности гофрированного листа, таким образом мы оценили площадь смоченной поверхности. Полученные значения были использованы для расчета удельной поверхности смачивания в формуле

$$a_{\Gamma} = \frac{S_{\text{см}}}{S_{\text{сух}}} \cdot 100\% \quad (1)$$

где $S_{\text{сух}}$, $S_{\text{см}}$ – площадь сухой и смоченной поверхности одной из стороны гофрированного листа, м^2 [1].

На основании формулы (1) были выполнены расчеты и построены графические зависимости изменения удельной величины смоченной поверхности гофрированного листа от расхода жидкости.

На рисунке 2 представлена графическая зависимость изменения удельной величины смоченной поверхности от расхода воды для все образцов.

На рисунке 2 *а* видно, что смачивание поверхностей с разной длиной образующей различается. Для сторон 8 и 11 мм изменение зависимости схоже, но отличается по величине. Для образующей длиной 5 мм наблюдается линейная зависимость, что обусловлено большим количеством ступеней, формирующих гофру, которые равномерно распределяют поток воды. Исследование листов с перфорацией (рисунок 2 *б*) показало, что наибольшим значением обладает гофрированный лист с длиной образующей 5 мм. Зависимости для образующих 5 мм и 8 мм сходятся после значения расхода $0,03 \text{ м}^3/\text{ч}$ и далее имеют идентичные показатели на оставшемся промежутке изменения расходов. По сравнению с зависимостями для гофрированных листов без перфорации, которые представлены на рисунке 2 *а* видно, что перфорация позволяет увеличить удельную величину смачивания преимущественно для размера образующей канала 8 мм. Для двух других образцов зависимости не существенно отличаются.

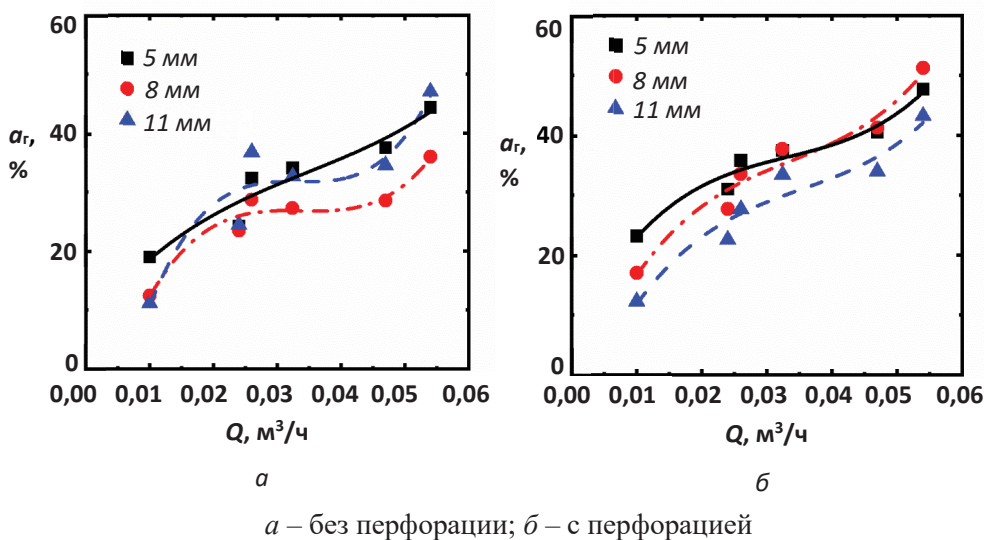


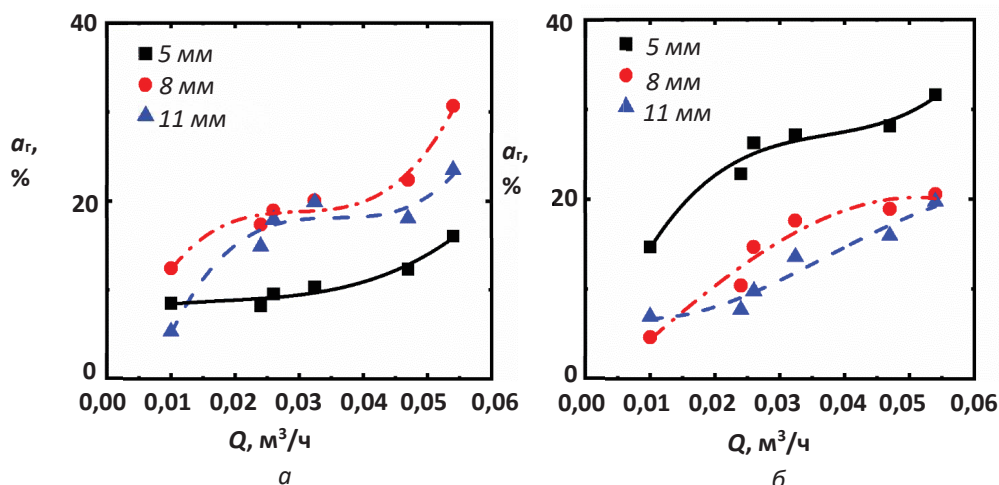
Рис. 2-Изменение удельной величины смоченной поверхности a_{Γ} от расхода жидкости Q , $\text{м}^3/\text{ч}$ для гофрированных листов

На рисунке 3 представлены графические зависимости изменения удельной величины смоченной поверхности от расхода воды на лицевой и оборотной стороне для гофрированных листов с перфорацией.

На рисунке 3 *а* видно, что для размера образующей гофру 5 мм смачивание лицевой стороны, как отмечалось выше на фотографиях хуже, что связано с большим числом перфорированных отверстий и перетеканием воды на оборотную сторону. Для двух других образцов с длиной образующей 8 и 11 мм зависимости похожи. Однако для размера 8 мм удельная величина смоченной поверхности выше на всем промежутке.

На рисунке 3 *б* видно, что наилучшее смачивание по оборотной стороне гофрированных листов достигается для размера образующей гофру 5 мм. Для двух других образцов зависимости пересекаются и не существенно отдаляются друг от друга [2-3].

В результате проведенного исследования смачивания гофрированных листов, использующихся в регулярных структурированных насадках, были получены важные выводы, касающиеся их гидродинамических характеристик. Перфорация гофрированных элементов была установлена как ключевой фактор, способствующий улучшению смачивания и равномерному распределению жидкости по поверхности. Это, в свою очередь, ведет к повышению интенсивности взаимодействия фаз, что критически важно для оптимизации процессов разделения в химической промышленности.



а – лицевая сторона; *б* – оборотная сторона

Рис. 3 - Изменение удельной величины смоченной поверхности a_r от расхода жидкости Q , $\text{м}^3/\text{ч}$ для лицевой и оборотной стороны гофрированных листов с перфорацией

Однако, несмотря на положительные результаты, следует отметить ряд ограничений и недостатков данного исследования. Во-первых, эксперименты проводились в контролируемых условиях, что может не полностью отражать реальную работу насадок в промышленных условиях, где влияние множества факторов, таких как температура, давление и состав рабочей жидкости, может значительно варьироваться. Во-вторых, влияние перфорации на долговечность и устойчивость гофрированных листов требует дальнейшего изучения, поскольку увеличение числа отверстий может ослабить конструкцию и привести к механическим повреждениям.

Также стоит отметить, что выбор оптимальных геометрических параметров, таких как длина образующей, не всегда является универсальным. Рекомендуется провести дополнительные исследования, направленные на анализ влияния различных геометрий и конфигураций на эффективность смачивания в разных условиях эксплуатации.

Таким образом, данное исследование подтверждает значимость регулярных структурированных насадок и их оптимизации для повышения эффективности процессов в химической промышленности. Полученные результаты могут служить основой для дальнейших исследований и разработок, направленных на создание более эффективных и надежных насадок, способных справляться с растущими требованиями современных технологий.

Список использованных источников

1. Su, Y., & Wang, S. (2015). The Impact of Packing Geometry on Liquid Distribution in Structured Packings. *Separation and Purification Technology*, 156, 103-111. DOI: 10.1016/j.seppur.2015.11.021
2. Satyajit, S., & Gupta, A. (2011). Understanding the Mass Transfer Mechanism in Structured Packing: A Review. *Chemical Engineering Science*, 66(15), 3359-3371. DOI: 10.1016/j.ces.2011.04.029
3. Mazzocchi, C., & Van der Meer, J. (2010). Mass Transfer in Structured Packing: Experimental and Numerical Studies. *Chemical Engineering Research and Design*, 88(9), 1129-1135. DOI: 10.1016/j.cherd.2010.01.012