

## **ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ МАССООБМЕННЫХ РЕШЕТОК В АБСОРБЕРАХ С ПОДВИЖНОЙ НАСАДКОЙ**

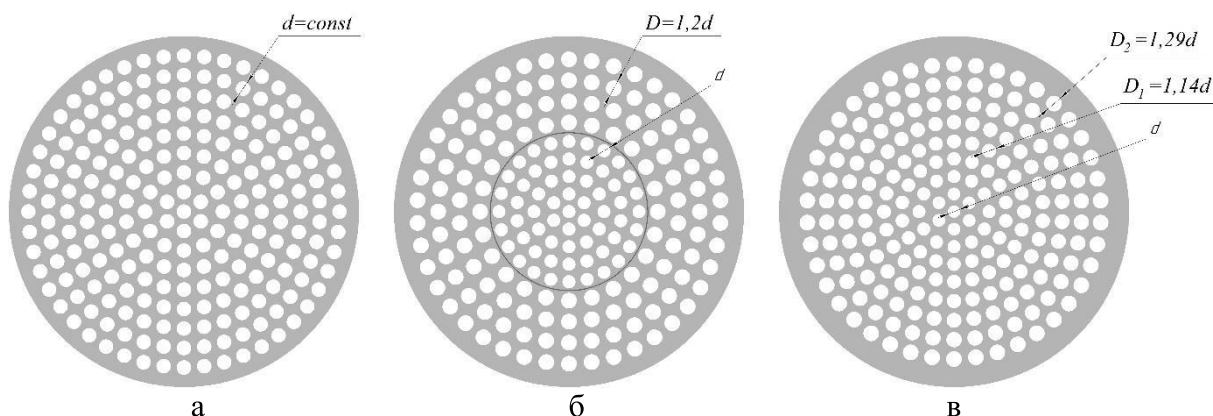
Развитие промышленности и увеличение объемов производства приводят к выбросам промышленных газов в атмосферу. Для защиты окружающей среды и утилизации ценных компонентов необходимо эффективно очищать отходящие газы, что требует высокой степени извлечения [1, 2].

Основные процессы, такие как абсорбция и десорбция, активно используют колонны с неупорядоченными элементами насадки, так как они работают в умеренном температурном диапазоне. Важно обратить внимание на насадочные тела с произвольным заполнением, которые характеризуются низким перепадом давления, малым весом и хорошей смачиваемостью, что позволяет уменьшить размеры конструкции и эксплуатационные расходы. За последние 10 лет разница в гидравлическом и массообменном поведении неупорядоченных и структурированных насадок сократилась [3, 4].

Абсорбционные аппараты с подвижной насадкой становятся всё более распространёнными благодаря своей простоте и эффективности [5]. Они могут работать с жидкостями, которые в контакте с газами образуют твердые фракции, избегая засорения традиционных насадок. Подвижная насадка улучшает дисперсию жидкости и распределение газа, что повышает коэффициент полезного действия [6, 7].

Однако такие аппараты имеют недостатки, включая неравномерное распределение газов и образование застойных зон. Мокрая очистка газов считается одним из самых эффективных способов очистки промышленного воздуха. Аппараты мокрого пылеулавливания часто используют подвижные насадки, которые удерживаются в псевдооживленном состоянии газовым потоком, создавая пленку или капли жидкости для очистки. Течение в таких системах остаётся одной из сложных задач газожидкостной механики [5].

В ходе исследования были спроектированы и изготовлены 3 типа опорно-распределительных решеток (рис.1) [1].



**Рисунок 1 – Опорно-распределительные решетки:**  
а – тип 1; б – тип 2; в – тип 3

Изготовленные решетки можно классифицировать по их конструкции на несколько типов [1]:

Опорно-распределительная решетка типа 1 (рис. 1, а) представляет собой решетку провального типа. В этой конструкции все отверстия имеют одинаковый диаметр и расположены по концентрическим окружностям. Такой подход обеспечивает равномерное распределение потока через всю площадь решетки, что положительно сказывается на её эффективности.

Опорно-распределительная решетка типа 2 (рис. 1, б) также является решеткой провального типа, но с некоторыми отличиями. В этой конструкции центральные отверстия занимают 20% от общей площади решетки, что позволяет обеспечить более высокую пропускную способность в центре. Отверстия, расположенные на периферии, имеют диаметр на 20% больше и занимают оставшуюся площадь решетки. Они также расположены по концентрическим окружностям, что способствует эффективному распределению потока и минимизации потерь давления.

Опорно-распределительная решетка типа 3 (рис. 1, в) представляет собой решетку провального типа, в которой диаметр отверстий постепенно увеличивается от центра к периферии с постоянным шагом. Это создает градиент пропускной способности и улучшает распределение потока, что особенно важно в системах, где необходимо учитывать изменение давления и скорости потока. Отверстия, как и в предыдущих типах, расположены по концентрическим окружностям, что обеспечивает симметричное распределение нагрузки.

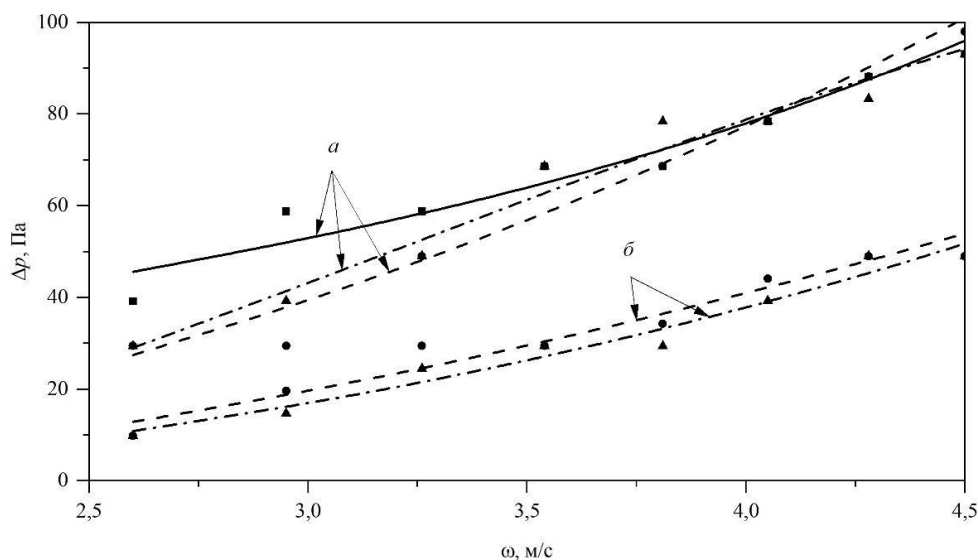
Площади свободного сечения решеток составляли 35% и 45%.

В ходе исследования была проведена серия экспериментальных испытаний, в ходе которых были определены значения гидравличе-

ского сопротивления, характерные для различных типов решеток. Эти измерения позволили получить важные данные о том, как структура решеток влияет на сопротивление потоку газа.

На основе полученных экспериментальных значений были построен график, иллюстрирующий зависимость гидравлического сопротивления ( $\Delta p$ , Па) от скорости газа ( $\omega$ , м/с) (рис. 2). Этот график наглядно демонстрирует, как изменения в скорости газа влияют на гидравлическое сопротивление в колонне, что имеет ключевое значение для оптимизации процессов, связанных с газообменом и фильтрацией.

Анализ графика позволяет не только выявить тенденции и закономерности в поведении различных типов решеток, но и оценить эффективность их работы в различных условиях. Такие данные могут быть полезны для дальнейших исследований и разработки более эффективных систем, обеспечивающих оптимальное распределение потока и минимизацию потерь давления.



**Рисунок 2 – Зависимость гидравлического сопротивления опорно-распределительной решетки от скорости газа:**  
 —■— тип 1; -♦-- тип 2; -▲- тип 3  
 Свободное сечение решетки:  
 а – 35%; б – 45%

График показывает, что увеличение площади свободного сечения решетки приводит к снижению гидравлического сопротивления. Это наблюдение подтверждает важность конструкции решеток в оптимизации потока газа: чем больше площадь, тем легче газ проходит через решетку, что снижает общее сопротивление системе.

При равенстве свободного сечения гидравлическое сопротивление различных конструкций решеток малого диаметра демонстрирует лишь незначительные различия. Это указывает на то, что при небольших диаметрах конструктивные особенности решеток оказывают минимальное влияние на сопротивление потоку.

Важно отметить, что при скоростях газа до 3,5 м/с гидравлическое сопротивление оказывается ниже у решеток типа 2 и типа 3. Это свидетельствует о высокой эффективности этих конструкций в условиях заданных скоростей, что может быть полезно для оптимизации процессов, требующих низкого сопротивления потоку.

Таким образом, результаты исследования подчеркивают необходимость тщательного выбора конструкции решеток в зависимости от эксплуатационных условий, что способствует повышению общей эффективности и снижению затрат на очистку газов. Данные, полученные в ходе экспериментов, могут служить основой для дальнейших разработок и оптимизации технологий газообмена.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ланкин, Р.И., Францкевич В.С. Влияние геометрических параметров опорно-распределительных решеток на гидродинамику в массообменном аппарате с подвижной шаровой насадкой / Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В, Промышленность. Прикладные науки. – 2023. – № 2. – С. 108–112. DOI 10.52928/2070-1616-2023-48-2-108-112.
2. Заминян, А.А. Абсорберы с подвижной насадкой / А.А. Заминян., В.М. Рамм. – М.: Химия, 1980. – 184 с.
3. Ланкин Р.И., Францкевич В.С. Гидравлическое сопротивление абсорбера с подвижной шаровой насадкой / Труды БГТУ. Сер. 2, Хим. технологии, биотехнология, геоэкология. – 2022. – № 2 (259). – С. 107–114.
4. Maćkowiak, J. Fluid Dynamics of Packed Columns. Principles of the Fluid Dynamic Design of Columns for Gas/Liquid and Liquid/Liquid Systems / J. Maćkowiak. – Heidelberg: Springer-Verlag, 2010. – 355 p.
5. Левш, И.П. Тарельчатые абсорберы и скрубберы с псевдоожиженным (подвижным) слоем орошаемой насадки / И.П. Левш, А.К. Убайдуллаев. Ташкент: Узбекистан, 1981. – 236 с.
6. Балабеков, О.С. Расчет и конструирование тепломассообменных и пылеулавливающих аппаратов с подвижной и регулярной насадкой: монография / О.С. Балабеков, А.А. Волненко. Шимкент: GOLDYES, 2015. – 184 с.
7. Рамм, В.М. Абсорбция газов. 2-е Изд., переработ. и доп. / В.М. Рамм. – М.: Химия, 1976. – 656 с.