

ГИДРОДИНАМИКА И ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕГУЛЯРНО-СТРУКТУРИРОВАННЫХ ЗИГЗАГООБРАЗНЫХ НАСАДОК

Исследование регулярно-структурированных насадок является неотъемлемой частью в развитии процессов, связанных с массопередачей в насадочных колонных аппаратах. Ранее в работах [1, 2] была изучена гидродинамика, эффективность массопередачи при десорбции CO_2 и насыщении воздуха парами воды трех видов регулярно-структурированных насадок. Из приведенных конструкций насадочных устройств для проведения дальнейших исследований была выбрана зигзагообразная насадка. Она характеризуется более высокой эффективностью массопередачи и низким гидравлическим сопротивлением.

Задачей дальнейших исследований было определение влияния геометрических размеров зигзагообразной насадки на указанные выше параметры.

Для выполнения поставленной задачи, было изготовлено по три пакета зигзагообразной насадки с длиной стороны ячейки канала 12 мм, 17 мм, 22 мм. Далее будем использовать следующие условные обозначения этих насадок: 3-12, 3-17, 3-20. Стоит отметить, что каждый следующий пакет устанавливался в массообменный аппарат относительно предыдущего с поворотом на 20° . Для сравнения одна из насадок (3-12) устанавливалась сосно, чтобы ячейки располагались одна над другой. Ее обозначим 3-120.

Опыты проводились по методике, изложенной в работе [1].

Гидравлическое сопротивление пакета насадки (без орошения) увеличивается с увеличением скорости газового потока. Максимальная его величина 264,6 Па наблюдается у 3-12. Это объясняется уменьшением свободного сечения из-за того, что боковые стенки каждой ячейки, создают препятствие движущемуся газу.

Анализируя зависимости, полученные при орошении (плотность орошения $q = 15,48 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$) насадок можно отметить, что в диапазоне скоростей газа от 0 до 2,6 м/с наблюдаются устойчивые гидродинамические режимы взаимодействия фаз. Выше скорости 2,6 м/с заметен унос капель жидкости из колонны. При таком режиме работы, происходит инверсия фаз, где сплошной фазой становится жидкая, а газовая переходит в дисперсное состояние [1].

Эффективность массопередачи регулярно-структурированных

зигзагообразных насадок с преобладающим диффузионным сопротивлением в газе (насыщение воздуха парами воды) и жидкости (десорбции CO_2) представлены на рисунке 1.

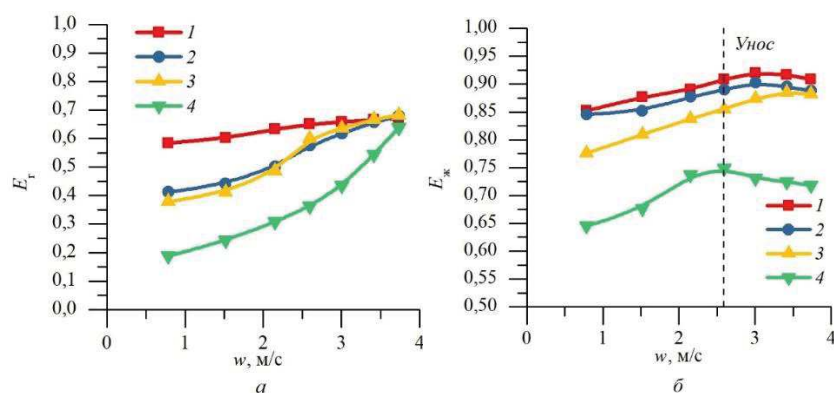


Рисунок 1 – Эффективность массопередачи зигзагообразных насадок:
 a – сопротивление в газовой; b – сопротивление в жидкой
1 – 3-12; 2 – 3-120; 3 – 3-17; 4 – 3-22

Эффективность (рис. 1, а) увеличивается с повышением скорости газа в колонне. Наивысшими значениями на всем промежутке скоростей газа обладает 3-12. Это объясняется высокой плотностью ячеечных каналов на единицу площади поперечного сечения насадки, а также присутствием препятствия в виде тонкой стенки, полученного смещением одного устройства относительно другого. Вследствие этого, падающие струйки и капли разрушаются при столкновении со стенками и образуют мелкодисперсные частицы жидкости, которые контактируют с газом-носителем.

Насадка 3-12 позволяет наиболее эффективно проводить процесс десорбции (рис. 1, б), что объясняется наибольшей удельной поверхностью в единице объема, занимаемого насадкой. Жидкость равномерно распределяется по сечению насадки и в виде тонкой пленки стекает по стенкам. За счет этого снижается сопротивление, сосредоточенное в жидкой фазе, и повышается эффективность массопередачи $E_{\text{ж}}$.

Одним из методов оценки эффективности регулярно-структурированных насадок является высота эквивалентной теоретической тарелки (ВЭТТ), которая представлена на рисунке 2. С увеличением эффективности массопередачи уменьшается высота эквивалентная теоретической тарелке. Из рисунка 2 видно, что минимальная высота эквивалентная теоретической тарелке 0,225 м для насадки 3-22 достигается при скорости 2,6 м/с, а для других насадок укладывается в диапазоне от 0,125 до 0,140 м при более высоких скоростях.

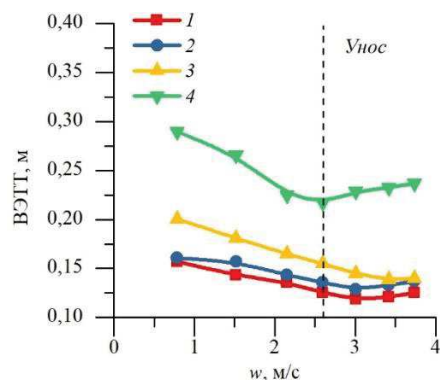


Рисунок 2 – Изменение ВЭТТ разных вариантов насадки (обозначения соответствуют рисунку 1)

Исследования показали, что эффективность массопередачи возрастает с увеличением количества ячеек. Сравнивая эти показатели можно сказать, что для насадки 3-12 оно выше на 1,98% 3-120, на 3,45% 3-17 и на 18,33% 3-22. С уменьшением геометрических размеров ячеек насадки повышается гидравлическое сопротивление. Для орошаемой насадки 3-12 оно выше на 7,14% 3-120, на 26,78% 3-17 и на 44,64% 3-22. Наименьшую высоту эквивалентную теоретической тарелке, при которой достигается максимальная эффективность процесса десорбции имеет 3-12, которая ниже на 0,012 м 3-120, на 0,015 м 3-17 и на 0,112 м 3-22.

ЛИТЕРАТУРА

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

2. Д. Ю. Мытько, П. Е. Вайтехович Гидравлическое сопротивление регулярных насадок массообменных аппаратов // Вестник Полоцкого государственного университета. 2020. № 8: Строительство. Прикладные науки. С. 33–38.

УДК 66.02

О.А. Петров, доц., канд. техн. наук;
В.И. Козловский, ст. преп., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАТИЧЕСКИХ КАВИТАЦИОННЫХ ЭМУЛЬГАТОРОВ

Получение жидко-дисперсных сред является одним из основных этапов в ряде технологических процессов химических и смежных производств (нефтехимические, фармацевтические, лакокрасочные, пищевые и др.) [1]. В некоторых технологиях процессы гидродинамической обработки относительно длительны, энергоемки и требуют интенсифи-