
СНИЖЕНИЕ РИСКОВ И ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧС

НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ АДСОРБЕРА С ДВИЖУЩИМСЯ СЛОЕМ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

А.А. Саипов.

Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауезова.

М.А. Пименова, кандидат технических наук;

Е.Б. Алексеик, кандидат технических наук, профессор.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Экспериментально обоснована конструкция адсорбера с подвижным слоем адсорбента, исследован массоперенос и выявлены закономерности при адсорбции нефтепродуктов из водного потока и их десорбции из движущегося слоя активированного угля.

Ключевые слова: адсорбер, адсорбционная очистка, нефтепродукты

NEW CONSTRUCTION OF THE FLUIDIZED BED ADSORBER FOR WASTEWATER TREATMENT

A.A. Saipov. South Kazakhstan state university named of M. Auezov.

M.A. Pimenova; E.B. Alekseik.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

We experimentally proved the benefits of the new adsorber construction with fluidized bed adsorbent, we investigated the mass transfer and identified patterns of petroleum products adsorption from the water flow and their desorption from the fluidized bed of activated carbon.

Keywords: adsorber, adsorption refining, petroleum products

Большая эффективность процессов очистки нефтесодержащих сточных вод может быть достигнута при разработке новых конструкций массообменных аппаратов, совмещающих адсорбцию и десорбцию в замкнутой системе, при использовании которых обеспечивается полная автоматизация процесса, снижение расхода тепла на регенерацию угля, высокие значения избирательности переноса по целевым компонентам при общем высоком уровне проницаемости [1]. Для этого, прежде всего, требуется разработка новых подходов к конструированию адсорберов с подвижным слоем адсорбента, моделирование процесса нестационарной и неизотермической адсорбции и научно-обоснованной методики расчета аппаратов. Эффективность очистки в высшей степени оказывается зависящей от особенностей конструкций адсорберов с подвижным слоем на различных пространственных масштабах.

Основанием для разработки аппарата явилась необходимость определения режимных и конструктивных параметров высокоэффективного адсорбера-десорбера с подвижным слоем активированных фруктовых косточек на основе местных отходов производства и разработка научно-обоснованной методики их расчета [2].

Были проведены патентные исследования отечественных и зарубежных авторов по конструкциям адсорберов и устройств для очистки водного раствора от нефтепродуктов, на основании которых выявлены недостатки существующих конструкций аппаратов и сложности в проведении процессов адсорбционной очистки растворов и разделения смесей [1, 3]. Эти данные позволяют считать актуальной задачей сегодняшнего дня исследования по разработке эффективных конструкций адсорберов с подвижным слоем для процессов очистки сточных вод от нефтепродуктов.

Одной из конструкций, отвечающей изложенным выше требованиям, является массообменный аппарат с подвижным слоем адсорбента. Разработанный аппарат может быть использован в химической, нефтехимической и других отраслях промышленности для очистки и подготовки к повторному использованию сточных вод [1]. Он позволяет с наибольшей эффективностью производить процесс адсорбции, улучшить условия контакта адсорбента с жидкой фазой, равномерно распределить жидкую фазу в слое адсорбента, повысить степень очистки вещества, упростить регенерацию адсорбента и снизить трудозатраты. На рис. 1 показан разрез массообменного аппарата, на рис. 2 вид А-А.

Массообменный аппарат содержит камеру адсорбции 1, представляющую собой камеру контакта зернового адсорбента с жидкой фазой; камеру десорбции 2, представляющую собой камеру контакта зернового адсорбента с регенерирующим агентом; камеры 1 и 2 расположены параллельно друг к другу в крестообразной форме под углом 30° к основанию 3; шнеки 4 и 5; переточные соединения 6 и 7; штуцер 8 для ввода жидкой фазы; штуцер 9 для вывода жидкой фазы; штуцер 10 для ввода регенерирующего агента; форсунки 11 для подачи агента в слой адсорбента; штуцер 12 для вывода конденсата в смеси с адсорбатом; штуцер 13 для загрузки адсорбента; люк 14 для выгрузки адсорбента. Шнеки работают с помощью электропривода 15 через редукторы 16.

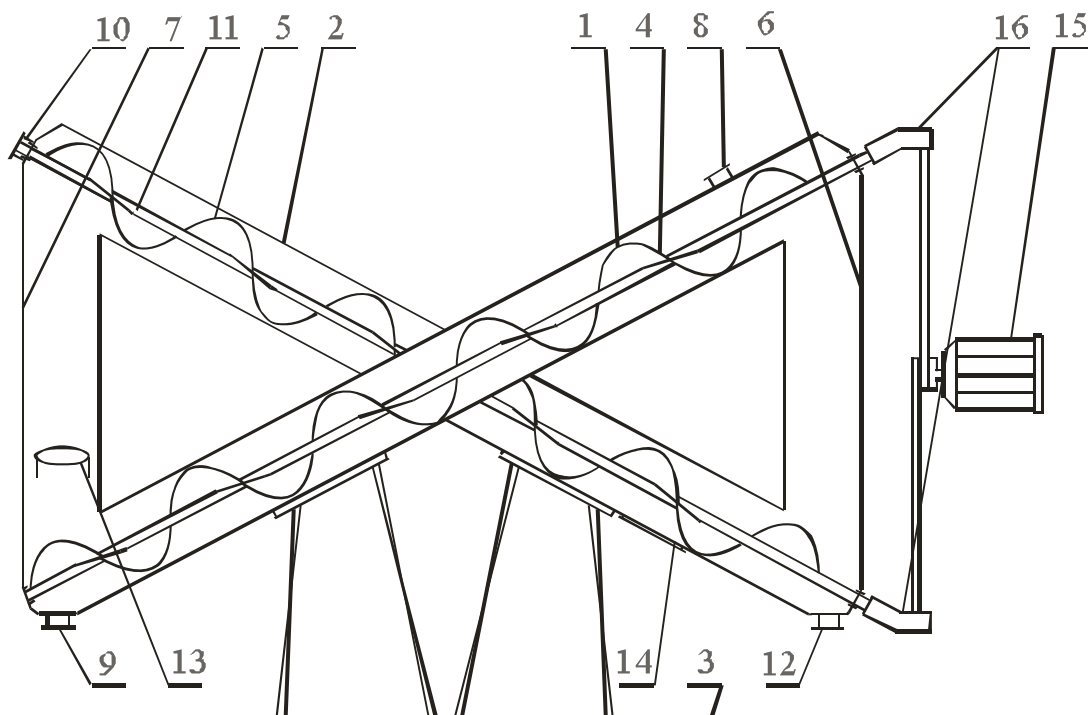


Рис. 1. Массообменный аппарат, совмещающий адсорбцию и десорбцию в замкнутой системе

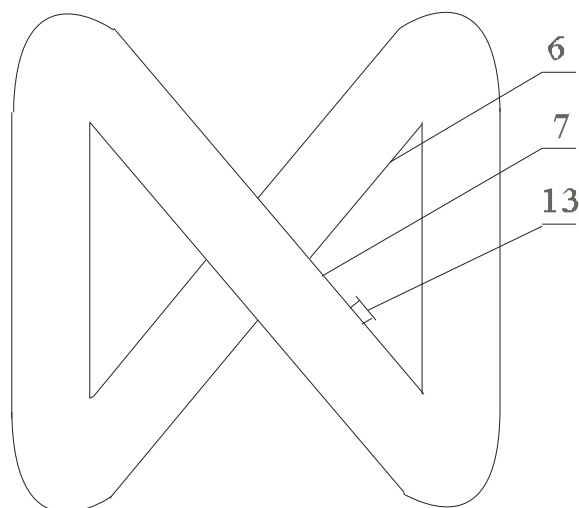


Рис. 2. Вид А-А массообменного аппарата

Массообменный аппарат работает следующим образом. Адсорбент непрерывно подается через штуцер 13 в переточное соединение 7, откуда попадает в камеру адсорбции 1. Затем шнек 4 при своем вращении с определенной скоростью продвигает адсорбент к переточному соединению 6, через который адсорбент попадает в камеру десорбции 2. Далее с помощью шнека 5 адсорбент продвигается к переточному соединению 7. После чего прекращается загрузка адсорбента.

Жидкая фаза подается через штуцер 8, который расположен в верхней части камеры адсорбции 1, проходит через слой адсорбента, очищается от примесей и выводится через штуцер 9. Использованный адсорбент через переточное соединение 6 попадает в камеру десорбции 2, где также с помощью шнека 5 перемещается в верх. В верхней части шнека 5 вал изготовлен полым, куда через патрубок 10 подается регенерирующий агент под давлением через форсунки 11. После регенерации конденсат в смеси с адсорбатом удаляется через штуцер 12, закрытый перфорированной решеткой. Очищенный адсорбент снова подается через переточное соединение 7 в камеру адсорбции 1. Шнеки приводятся в движение с помощью электропривода 15 через редукторы 16.

За счет соединения камер адсорбции и десорбции переточными соединениями в замкнутом цикле сокращается время процесса очистки, экономится расход адсорбента. Расположение камер под углом 30° к основанию повышает эффективность аппарата. Применение шнека для перемещения адсорбента, который установлен на расстоянии от внутренней стенки камеры, не превышающем диаметра зерна адсорбента, и создание противотока позволяет полностью использовать поверхность адсорбента.

С целью расчета конструктивных и режимных параметров адсорбера с подвижным слоем был разработан и создан программный комплекс для обработки полученных выражений и уравнений на программном обеспечении профессиональных пакетов для математических расчетов «MathCAD 2001 Professional» [4].

В табл. 1, 2 приведены основные параметры адсорбера по разработанной авторами методике расчета. В табл. 3 основные характеристики адсорбента.

Таблица 1. Основные параметры адсорбера

Длина камеры, м	Диаметр камеры, м	Диаметр шнека, м	Частота вращения шнека, об/мин	Угол расположения камер к основанию
4	1	0,999	3	30°

Таблица 2. Основные параметры процесса

Производительность, м ³ /с	Скорость потока, м/с	Количество циклов
0,13	0,54	53

Таблица 3. Основные характеристики адсорбента

Масса адсорбента в аппарате, кг	Насыпная плотность, кг/м ³	Удельная поверхность, м ² /кг	Эквивалентный диаметр частиц, м
1840	231	890–910	1,5–2

Экспериментально обоснована конструкция адсорбера с подвижным слоем адсорбента, исследован массоперенос и выявлены закономерности при адсорбции нефтепродуктов из водного потока и их десорбции из движущегося слоя активированного угля. Установлена область применения адсорберов для очистки нефтесодержащих сточных вод, отличающихся низкими удельными энергозатратами, высокой надежностью в эксплуатации [5].

Предлагаемый адсорбер с подвижным слоем, по сравнению с известными аналогами, обеспечивает эффективное и многоразовое использование адсорбента и повышение степени очистки жидкой фазы в 1,5–2 раза, позволяет проводить процесс регенерации в замкнутом цикле, не прерывая поток движения адсорбента, сокращает капитальные и эксплуатационные затраты в несколько раз, при этом достигается экономия металлоконструкций, электроэнергии и производственных площадей.

Литература

1. Саипов А.А., Сатаев М.И., Алтынбеков Ф.Е. Экологическая эффективность адсорбционной очистки нефтесодержащих сточных вод в адсорбере с подвижным слоем: труды Междунар. конф. «Процессы и аппараты химической технологии». Харьков, 2013. 422 с.
2. Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 637 с.
3. Оценка качества воды по комплексным показателям / Ю.В. Новиков [и др.] // Гигиена и санитария. 1987. № 10. С. 7–11.
4. Manahan S.E. Environmental Chemistry. NY.: Lewis Publishers, 1994. 789 с.
5. Саипов А.А., Сатаева М.И., Алтынбекова Ф.Е. Снижение антропогенного воздействия нефтесодержащих сточных вод адсорбционными методами: труды Междунар. конф. «Процессы и аппараты химической технологии». Павлодар, 2014. 389 с.