

воздухом / Е. С. Данильчик, А. Б. Сухоцкий, В. Б. Кунтыш // Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. 2020. Т.22, № 5. С. 128–141.

2. Sukhotski, A. B. Convective heat exchange of single-row bundles from tubes with rolled aluminum fins of various height at a low values of the Reynolds number / A. B. Sukhotski, E. S. Danilchik // Energetika. Proc. CIS Higher Educ. Inst. and Power Eng. Assoc. 2021. Vol. 64, № 4. P. 336–348 (in Russian).

3. Danilchik, E. S. Influence of an exhaust shaft airflow section on single-row bundle air cooling comprising tubes with spiral fins of different heights / E. S. Danilchik, A. B. Sukhotski, T. B. Karlovich // Chemical and Petroleum Engineering. 2022. Vol. 58, № 3–4. P. 315–322.

4. Данильчик Е. С. Экспериментальные исследования теплоотдачи одиночной биметаллической ребристой трубы с различной высотой оребрения к воздуху в режиме свободной конвекции // Тепло- и массоперенос – 2019 : сб. науч. тр. / НАН Беларуси, Ин-т тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова ; редкол.: О. Г. Пенязьков (гл. ред.) [и др.]. Минск, 2020. С. 42–52.

УДК 66.02

Д.Г. Калишук, доц., канд. техн. наук;
А.Э. Левданский, зав. кафедрой ПиАХП, д-р техн. наук;
Н.П. Саевич, доц., канд. техн. наук;
А.А. Ковалева, асп.; Е.Г. Федарович, инж.
(БГТУ, г. Минск)

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ УСТАНОВКИ РЕГЕНЕРАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛИСУЛЬФОНОВОГО ВОЛОКНА

На ПУП «ФреБор» (г. Борисов) выпускают продукцию медицинского назначения, в том числе и гемодиализаторы. Мембранные элементы гемодиализаторов – полые полисульфоновые волокна. В ходе технологических процессов по производству указанных волокон образуются жидкие гомогенные отходы, состоящие из воды, диметилацетамида и примесей. Ценные компоненты данной смеси (диминерализованную воду и диметилацетамид) с целью их возврата в производственный цикл выделяют, используя многоступенчатую ректификационную установку непрерывного действия. При этом также уменьшают объем не утилизируемых отходов. Ректификационная установка включает в свой состав тарельчатые (с ситчатыми и колпачковыми тарелками) и роторный пленочный аппараты.

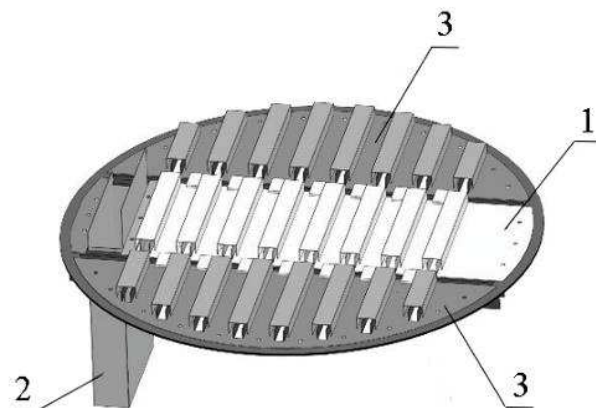
Из-за уменьшения спроса на гемодиализаторы ПУП «ФреБор» сократило объем их производства. Это повлекло снижение количества отходов, поступающих в ректификационную установку регенерации. Установка регенерации по указанной причине в настоящее время эксплуатируется в полунепрерывном режиме. При значительном уменьшении расхода жидких отходов основное оборудование установки не обеспечивает работу колонных аппаратов в оптимальных гидродинамических режимах, необходимых для сохранения их разделительной способности. Поэтому отходы накапливают, а затем разделяют в течение некоторого промежутка времени в непрерывном режиме при ранее установленной регламентной производительности установки. Такая работа вызывает повышенные удельные расходы греющего пара, электроэнергии и охлаждающей воды, усложняет управление процессом. Кроме того, возникает проблема занятости технологического персонала установки. Замена установки на соответствующую уменьшенной производительности требует больших капиталовложений.

Сотрудниками БГТУ разработано техническое предложение по модернизации установки регенерации жидких отходов производства полисульфонового волокна при сохранении непрерывного режима ее работы, при этом не требующее замены существующих ректификационных колонн и их пленочных испарителей.

При значительно сниженной производительности в существующих тарелках сильно уменьшается скорость истечения пара через их отверстия (для ситчатых) или щели (для колпачковых). В таком случае ситчатые тарелки переходят в малоэффективный провальный гидродинамический режим работы [1–4]. У колпачковых тарелок при этом также ощутимо снижается эффективность [1–4]. Из-за указанных явлений качество разделения смеси ухудшается.

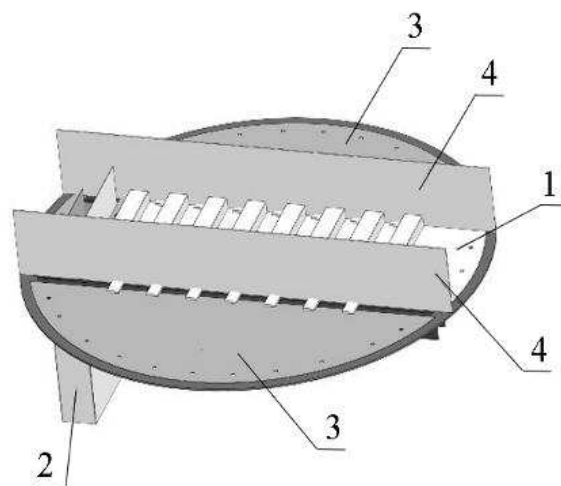
С целью сохранения высокой эффективности и непрерывного режима работы установки регенерации при сниженном расходе жидких отходов производства полисульфонового волокна нами предложено изменить конструкции массообменных тарелок в существующих ректификационных колоннах. Сущность предлагаемой модернизации на примере туннельных колпачковых тарелок колонны DE5 показана на рисунках 1, 2.

Общая черта модернизации тарелок – уменьшение их относительного свободного сечения. При этом в отверстиях ситчатых тарелок обеспечивается скорость пара, не допускающая провального режима работы. Скорость пара через щели колпачков сохраняет высокое значение, необходимое для эффективной работы тарелок.



1 – центральное полотно с колпачками; 2 – труба сливная;
3 – боковые полотна с колпачками

Рисунок 1 – Колпачковая тарелка колонны DE5 существующая



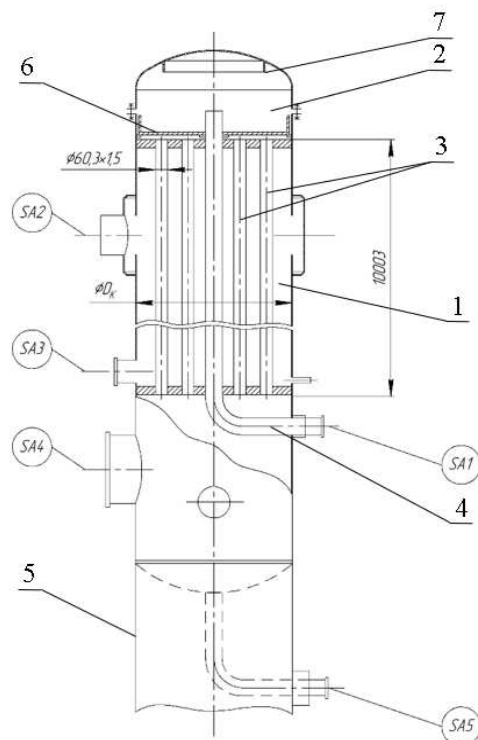
1 – центральное полотно с колпачками; 2 – труба сливная;
3 – боковые глухие полотна; 4 – направляющие перегородки

Рисунок 2 – Конструкция модернизированной колпачковой тарелки колонны DE5

Обеспечивая указанное выше, уменьшают суммарную площадь отверстий у ситчатых тарелок и суммарную площадь паропроводящих патрубков у колпачковых тарелок. Для этого демонтируют существующие боковые полотна тарелок, а на место демонтированных устанавливают глухие полотна. Предотвращая течения байпасных потоков жидкости по тарелкам, снижающих их эффективность, устанавливают направляющие перегородки.

Пленочные испарители DE06 – DE10 ректификационной установки регенерации схожи конструктивно. Испарители DE06 – DE9 имеют по 116 теплообменных труб, а испаритель DE10 – 72 теплообменные трубы.

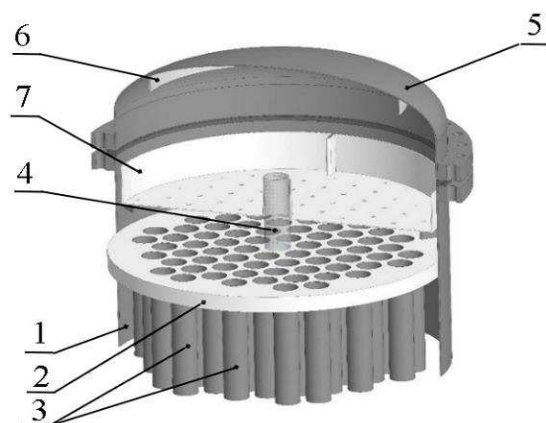
На рисунке 3 представлен пленочный испаритель.



1 – трубчатка; 2 – крышка; 3 – теплообменные трубы; 4 – труба подачи жидкости; 5 – опора; 6 – распределитель; 7 – отбойник. Штуцера: SA1 – вход жидкости; SA2 – вход греющего пара; SA3 – выход конденсата греющего пара; SA4 – выход пара в колонну; SA5 – выход жидкости в колонну

Рисунок 3 – Устройство пленочных испарителей DE06 – DE10

Конструкция верхней части пленочного испарителя с распределителем жидкости показана на рисунке 4. Распределитель жидкости представляет собой невысокий стакан с перфорированным дном.



1 – кожух; 2 – трубная решетка; 3 – теплообменные трубы; 4 – труба подачи жидкости; 5 – крышка; 6 – отбойник; 7 – распределитель жидкости

Рисунок 4 – Верхняя часть пленочного испарителя с распределителем жидкости

В результате обследования испарителей, расчетов [5] и анализа выяснено, что устойчивая работа данных аппаратов обеспечиваются за счет циркуляции жидкости в контурах испаритель – куб ректификационной колонны, обеспечиваемой насосами. При уменьшении производительности установки необходимо пропорционально снизить подачу греющего пара в испарители DE06 и DE10. Также необходимо пропорционально снизить расходы подаваемой в ректификационные колонны флегмы. С целью сохранения стабильных гидродинамических режимов работы пленочных испарителей DE06 – DE10 не следует снижать подачу в них циркулирующей жидкости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кафаров В. В. Основы массопередачи. – М.: Высшая школа, 1979. – 379 с.
2. Александров И. А. Ректификационные и абсорбционные аппараты: Методы расчета и основы конструирования. – М.: Химия, 1978. – 280 с.
3. Рамм В. М. Абсорбция газов. – М.: Химия, 1976. – 656 с.
4. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Альянс, 2004. – 751 с.
5. Справочник по гидравлике. Под ред. В. А. Большакова. – Киев: Вища школа, 1977. – 280 с.

УДК 661.152.3.099.2:622.788.36(476)

Н.А. Высоцкая, асп. (ЗАО «СИПрСОП», г. Солигорск);
В.С. Францкевич, зав. кафедрой МиАХиСП, канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

РАСЧЕТ ПРОЦЕССА ГРАНУЛИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ В БАРАБАННОМ ГРАНУЛЯТОРЕ, ИЗГОТОВЛЕННОМ В ЗАО «СОЛИГОРСКИЙ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ С ОПЫТНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ»

Во многих отраслях промышленности, а также в сельском хозяйстве широкое применение получили гранулированные материалы [1-3].

У потребителей большим спросом пользуются гранулированные НРК-удобрения, содержащие в составе азот, фосфор, калий. Правильно выбранные методы и условия гранулирования обеспечивают получение готового продукта с требуемыми качественными показателями [2, 4].