

поле. Обоснована применимость теории зарядовых кластеров в неполярных средах для описания механизма формирования суспензии композиционного материала на основе олигомерных, полимерных или смесевых матриц, модифицированных наночастицами с нескомпенсированным зарядом.

Разработанные составы обеспечивают эффективную защиту автомобильных агрегатов повышенного эксплуатационного ресурса (карданных валов автотракторной и сельскохозяйственной техники, тормозных камер грузовых автомобилей, амортизаторов) от коррозионно-механических повреждений компонентами окружающей среды.

Литература

1. Близнец, М.М. Влияние высокомолекулярных добавок на износостойкость эпоксидных полимеров / М.М. Близнец, П.Д. Стухляк, П.В. Сысоев // Весці Акад. навук Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 1994. – № 3. – С. 3–6.

2. Нанокпозиционные машиностроительные материалы: опыт разработки и применения / В.А. Струк [и др.]; ГрГУ им. Я. Купалы; под ред. В.А. Струка. – Гродно, 2006. – 403 с.

3. Физические основы модифицирования полимеров допинговыми добавками слоистых минералов / Г.А. Кузнецова [и др.] // Материалы, технологии, инструменты. – 2002. – № 7. – С. 123–125.

4. Композиционные материалы на основе совмещенных матриц для защитных покрытий / А.С. Воронцов [и др.]; под науч. ред. В.А. Струка. – Гродно: ГГАУ, 2009. – 532 с.

УДК 620.1:621:629:656.025

Воронцов А.С., Липницкий О.А., Антонов А.С.

(Гродненский государственный университет имени Янки Купалы)

РЕКОНСТРУКЦИЯ УСТАНОВКИ ДИСТИЛЛЯЦИИ КАПРОЛАКТАМА ДЛЯ РОТОРНЫХ ИСПАРИТЕЛЕЙ

Введение. Совершенствование технологии производств органического синтеза и нефтепереработки определяется проблемами экологии, энерго- и ресурсосбережения. Решение этих проблем может быть достигнуто в результате сокращения числа побочных продуктов, являющихся отходами производства [1, 2].

Капролактама является востребованным продуктом химической промышленности и используется, в основном, для получения полиамидных

пластмасс, волокон [3]. Важнейшей областью применения полиамидного волокна является шинная промышленность, где корд – основной армирующий элемент автомобильных и авиационных шин.

На ОАО «Гродно Азот» выпускается ценный химический продукт – капролактамы, из которого получают широко используемый в технике и быту полимер – поли-ε-капроамид (поликапролактамы).

Производство капролактама складывается из стадий окисления циклогексана до циклогексанона, перевода его в оксим с последующей перегруппировкой в капролактамы. В процессах окисления и переработки оксидата с получением циклогексанона (более 99,9%) образуется более 50 разнообразных примесных соединений, которые вносят вклад в загрязнение товарного капролактама. Капролактамы – циклический амид ε-аминокапроновой кислоты (белые кристаллы, хорошо растворимые в воде, спирте, эфире, бензоле).

В работе предлагается реконструкция установки дистилляции капролактама с целью более полного удаления влаги из готового продукта, устранения капельного уноса при проведении технологического процесса в тонкопленочных испарителях, что позволит улучшить показатели готового продукта.

Актуальность темы. Чистота капролактама (мономера поликапроамида) является неременным условием получения из него высококачественных полимерных материалов. Следствием широкого спектра применения полиамидных волокон является повсеместное наращивание производственных мощностей для получения капролактама [3, 4].

Свойства поликапроамида в значительной степени зависят от примесей, содержащихся в капролактаме. В основном их присутствие сказывается на процессе полимеризации и термостойкости получаемого полимера. Основными примесями в товарном капролактаме являются амины, спирты, основания Шиффа, сульфат аммония, ионы железа и др. Состав и количество примесей зависят от способа получения капролактама [4]. Стадия очистки не только является заключительным этапом многостадийного процесса получения капролактама, но и закладывает основы для его переработки в полиамидные изделия с высокими технико-экономическими и качественными показателями. Основным методом, завершающим очистку, является дистилляция и ректификация капролактама [3]. Ей предшествует стадия выпаривания [4].

В связи с тем, что капролактамы являются термически нестойким продуктом, в процессе его перегонки важно обеспечить минимально возможное термическое воздействие. Это требование обеспечивают роторно-пленочные и тепло- и массообменные аппараты – испарители

и ректификаторы. Реконструкция технологической схемы дистилляции и ректификации капролактама для обеспечения стабильного высокого качества готового продукта является целью настоящей работы.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: предложить оптимизированную конструкцию установки для дистилляции капролактама; провести анализ разработанного тонкопленочного и роторно-тонкопленочного испарителя; предложить инженерные решения по компоновке технологического оборудования на линии дистилляции капролактама.

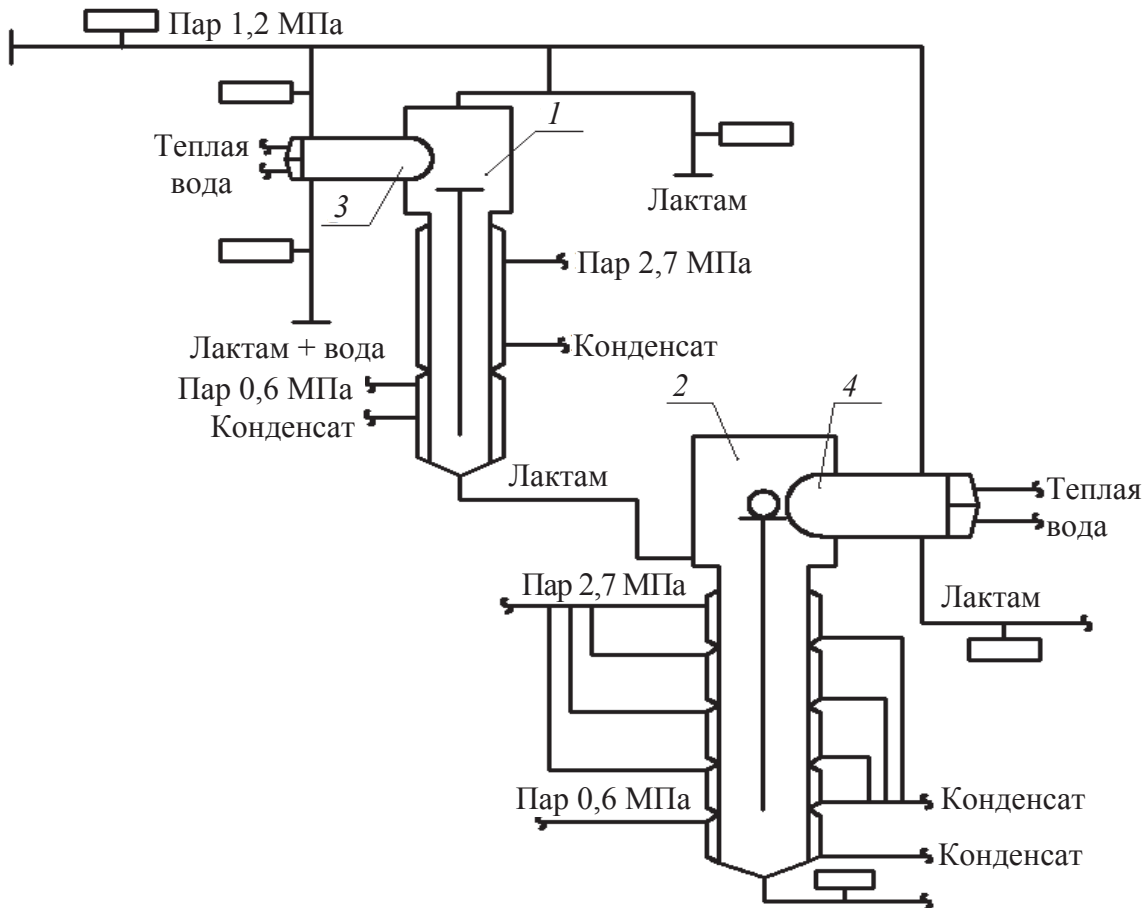
Практическая значимость заключается в получении установки дистилляции капролактама на ОАО «Гродно Азот», обеспечивающей полное удаление влаги из готового продукта, устранение капельного уноса при проведении технологического процесса дистилляции, и позволяющей улучшить физико-механические показатели капролактама, обеспечить его стабильно высокое качество.

Методика исследований. Объектом исследований являлась технологическая схема дистилляции и ректификации капролактама, применяемая при производстве капролактама на ОАО «Гродно Азот».

Для модернизации технологической схемы, оптимизации конструкторских решений роторных тонкопленочных испарителей, оформления конструкторской и технологической документации применяли методы компьютерного моделирования и проектирования технических объектов на базе программных продуктов Компас-3D V15 и AutoCAD Mechanical 2013. Прочностные и технологические расчеты оптимизированных конструкций роторных тонкопленочных испарителей проводили по стандартным методикам [6].

Основное содержание работы. По классификации процессов перегонки, капролактама относится к тяжелокипящим продуктам [2]. Дистилляцию и ректификацию капролактама проводят при остаточном давлении от 260 до 660 Па. В связи с тем, что капролактама является термически нестойким продуктом, в процессе его перегонки необходимо обеспечить минимально возможное термическое воздействие, поэтому ведут дистилляцию под глубоким вакуумом. Этому требованию соответствуют роторные тонкопленочные и тепло-массообменные аппараты – испарители и ректификаторы [3].

Для повышения эффективности работы установки дистилляции капролактама необходимо провести реконструкцию технологической схемы процесса дистилляции капролактама (рисунок 1). Предложено в тонкопленочном испарителе установить пленочный распределитель жидкости (рисунок 2), а в роторном тонкопленочном испарителе – роторно-кольцевой центробежный сепаратор (рисунок 3).



1 – тонкопленочный испаритель;
 2 – роторный тонкопленочный испаритель; 3, 4 – конденсаторы

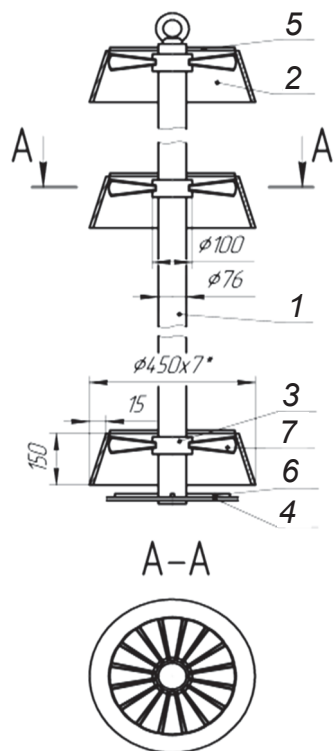
Рисунок 1 – Технологическая схема установки тонкопленочных испарителей

Для устранения этого недостатка тонкопленочный испаритель дооборудовали пленочным распределителем жидкости.

Аппаратом для получения готового продукта является пленочный роторный испаритель. Несоответствие уровню продукта высшей категории качества для товарного капролактама связано традиционно с высоким содержанием щелочи. Это приводит к отклонениям по показателям оптической плотности.

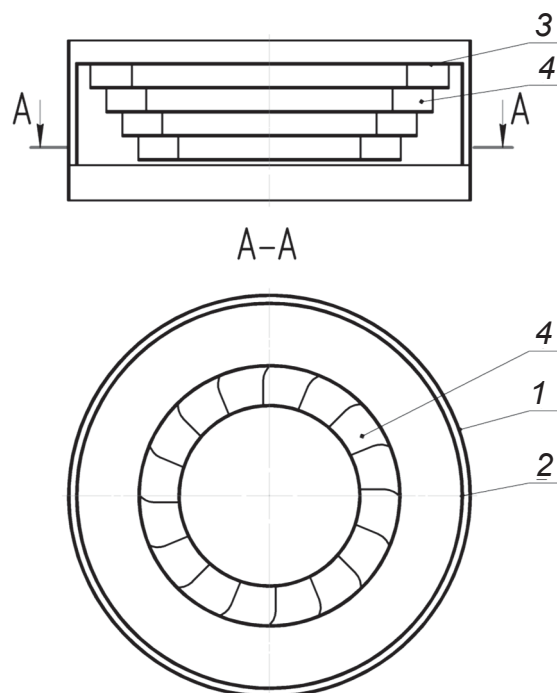
Для предотвращения капельного уноса был разработан и установлен в верхней части в пленочный роторный испаритель сепаратор (рисунок 3).

В качестве сепаратора в тонкопленочном роторном испарителе предлагается использовать роторно-кольцевой центробежный сепаратор, при установке которого указанные выше недостатки в испарителе будут отсутствовать.



1 – труба; 2 – конический корпус;
3 – патрубок; 4 – опорное кольцо;
5 – ребро; 6 – ребро; 7 – лопасть

**Рисунок 2 – Пленочный
распределитель жидкости**



1 – наружная обечайка; 2 – внутренняя
обечайка; 3 – плоское кольцо;
4 – криволинейные лопатки

**Рисунок 3 – Роторно-кольцевой
сепаратор противоточного типа**

Выводы. Внедрение распределителя жидкости и центробежного сепаратора уменьшит в 5–6 раз капельный унос, обеспечит полное удаление влаги из готового продукта, позволит снизить содержание щелочи в готовом продукте, позволит снизить показатель оптической плотности. После реконструкции увеличится часовая производительность установки, при снижении себестоимости обработки единицы продукции.

Литература

1. Глазко, И. Л. Оптимизация стадии дистилляции капролактама / И. Л. Глазко [и др.] // Российский химический журнал (Журнал Российского химического общества им. Д. И. Менделеева). – 2006. – Т. 1, № 3. – С. 59–64.

2. Дружинина, Ю. А. Способы переработки капролактама-содержащих продуктов на основе исследования их химического состава: автореф. дис. ... канд. хим. наук: 02.00.13 / Ю. А. Дружинина; Самарский государственный технический университет. – Самара, 2009. – 23 с.

3. Лебедев, Н. Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза / Н. Н. Лебедев. – М.: Альянс, 2013. – 592с.

4. Жданук, Е.Н. Исследование факторов, влияющих на качество капролактама / Е.Н. Жданук, Э.Т. Крутько, Н.Р. Прокопчук // Труды БГТУ. Серия Химия, технология органических веществ и биотехнология. – 2011. – №4 (142). – С. 21–25.

УДК 678.028.6

Дьякова Г.Н., Кордикова Е.И.

(Белорусский государственный технологический университет)

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА И КОЖЕВЕННЫХ ОТХОДОВ WET-BLUE

Учитывая увеличение спроса на изделия из полимерных материалов, с каждым годом растет количество полимерных отходов, образующихся на производствах, которые, чаще всего, вывозят на полигоны. Многие страны постепенно увеличивают долю перерабатываемых отходов во вторсырье, модернизируя технологии и обновляя нормативную базу [1].

Простым и эффективным направлением утилизации отходов является их использование как сырья для создания новых материалов, которые обладают комплексом улучшенных технических свойств и, в тоже время, характеризуются наименьшей ресурсоемкостью как в процессе производства, так и при применении.

Полимерные отходы дробятся, плавятся и перемешиваются, из полученной массы различными методами изготавливают изделия различного назначения. Изменение эксплуатационных свойств изделий из вторичных полимеров возможно при использовании в их составе неплавкого, более твердого и жесткого компонента – наполнителя.

В качестве такого наполнителя предлагается использовать измельченные кожевенные отходы после дубления, образующиеся на предприятиях отрасли. После стадии дубления получается полуфабрикат, который обладает высокой жесткостью, имеет голубой цвет и называется wet-blue [2]. Данные отходы неплавкие, имеют толщину 0,7–1 мм и после измельчения могут быть использованы как дисперсный наполнитель для получения композиционного материала.