

**УДК 66.0**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕРЬ В ПРОИЗВОДСТВЕ КАПРОЛАКТАМА И ВОЗМОЖНЫХ МЕТОДОВ ИХ УСТРАНЕНИЯ**

Коломеец С. И., студентка группы ХНм-211, II курс,  
Научный руководитель: Тихомирова А. В., доцент кафедры ХТНВиН,  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачева, г. Кемерово

В настоящее время исследование потерь, нахождение наиболее целесообразных методов их устранения, а также переработка отходов являются наиболее актуальными вопросами в современном мире. Благодаря этому увеличивается производительность готового продукта, уменьшаются выбросы в окружающую среду.

Капролактам - многотоннажный продукт современной химической отрасли, который получается из циклогексана или бензола. В действующем производстве наибольшее количество отходов сжигается. Данная переработка отрицательно сказывается на экологической обстановке, а также помимо этого теряются дорогие и дефицитные продукты.

Технологический процесс производства капролактама состоит из следующих стадий:

1. получение полупродуктов (циклогексанон, гидроксиламинсульфат, олеум);
2. оксимираование циклогексанона;
3. изомеризация циклогексаноноксима в капролактам;
4. переработка лактамного масла;
5. очистка капролактам-воды ионнообменными смолами;
6. отделение очистки капролактама за счет выпарки, обезвоживания, отгонки летучих примесей [1].

Так, на стадиях получения полупродуктов основными отходами являются щелочные и водно-кислые стоки. В своем составе они содержат смесь моно- и дикарбоновых кислот (в ЩСПК в виде натриевых солей). Из этих стоков можно выделить очень ценный продукт – адипиновую кислоту , а также натриевую щелочь. В настоящее время адипиновая кислота используется в качестве сырья на многих производствах, поэтому её получение довольно актуальная тема [2,3].

Одним из способов получения адипиновой кислоты является электролиз щелочного стока производства капролактама (ЩСПК) в трехкамерном электролизере с двумя катионообменными мембранными. С помощью данного изобретения за счет подкисления стоков перед электролизом получается концентрат адипиновой кислоты, в катодной камере электролизера получается натриевая щелочь, а в анодной камере кислый анолит. Однако, данное изобретение требует не малых затрат, так как для трехкамерного электролизера необходимы большие затраты электроэнергии, на приобретение необходимых

мембран, а также переработка полученного анолита требует дополнительных технологических и финансовых затрат.

Однако, вместо трехкамерного электролизера можно использовать двухкамерный, что значительно сократит потери электроэнергии, а также на стадии подкисления ЩСПК вводить кислый анолит, полученный в анодной камере электролизера. Таким образом, значительно сократятся финансовые потери, связанные с переработкой анолита. Но для данного электролизера также необходимы затраты на приобретение дорогостоящих мембран [4].

Адипиновую кислоту также можно получить из кислого стока производства капролактама (КСПК). В рамках научно-исследовательской работы был произведен эксперимент на действующем производстве. Адипиновую кислоту получали за счет кристаллизации КСПК. Далее проводились лабораторные исследования, основанные на очистке полученной адипиновой кислоты различными способами. Однако, данный способ получения адипиновой кислоты является экономически невыгодным, учитывая максимальную производительность и эффективность осаждения [5].

На стадии экстрагирования капролактама из лактамного масла образуются сточные воды, которые перерабатываются за счет их сжигания при высоких температурах. Данный способ переработки требует не малых экономических затрат. Одним из предложенным методов переработки является обратный осмос, основанный на разделение стоков за счет полупроницаемых мембран. Данный способ не предусматривает наличия высокой температуры, что уже экономит энергию, однако все равно является не менее затратным, поскольку предусматривает использование дорогостоящих мембран. Также предложен способ переработки за счет электродиализа, основанном на постоянном электрическом воздействии на движение частиц диссоциированных солей в водном растворе. В данном способе очистки также предусмотрено использование дорогостоящих мембран, срок службы которых не превышает 2 лет, поэтому использовать такой вид переработки стоков не целесообразно [6].

На стадии очистки, выпаривания и обезвоживания чистого капролактама образуется легколетучая фракция (ЛЛФ) и кубовый остаток, содержащий в своем составе капролактам, воду и прочие примеси, в том числе щелочь. Технологической схемой предусмотрено возвращение ЛЛФ в экстрактор. Вода и щелочь отрицательно сказываются на селективности извлечения капролактама, а значит часть лактама теряется с выходящими стоками, создавая при этом дополнительных затраты на их термическое разложение. Поскольку основная часть примесей, содержащихся в легколетучей фракции имеет водонерастворимый характер и выходит из экстракторов с органическим растворителем с последующим улавливанием на стадии ионнообменной очистки, то принято решение о переводе ЛЛФ непосредственно сразу на ионнобменную очистку. Таким образом, данное решение позволит сократить потери капролактама, снизить затраты на термическое разложение стоков, выходящих из экстракторов, а также улучшить экологическую обстановку. И

к тому же, исходя из всех выше изложенных потерь, данное предложение не требует затрат на материалы, закупку необходимого оборудования, но успешно помогает решить сразу три проблемы, приносящих экономический эффект [7].

### Список литературы

1. Производство капролактама. Под ред. В.И. Овчинникова, В.Р. Ручинского. – М.: Химия, 1977. – 264 с.: ил.
2. Сфера применения адибиновой кислоты изменяется. [Электронный ресурс] // Press release.ru – Химия и нефтехимия. - 2007. Режим доступа: <http://www.press-release.ru/branches/chemistry>. – [5.04.15]
3. Адибиновая кислота: свойства, применение. [Электронный ресурс] // Выживание – Полезности - Наука. – 2013. Режим доступа: <http://www.vigivanie.com/nauka/1476-kislota>. - [8.04.15].
4. Пат. №2681195 Российская Федерация, МПК C25B 1/16, C07C 55/14, C01D 1/40, B01D 61/44. «Способ производства концентрата адибиновой кислоты и натриевой щелочи из щелочных стоков производства капролактама» / Реморов Б. С., Чулков И. П., Вижанков Е. М. заявитель и патентообладатель: Федеральное автономное учреждение «25 Государственный научно-исследовательский институт химмотологии Министерства обороны Российской Федерации» г. Москва 2018118579; заявл. 21.05.2018; опубл. 04.03.2019, бюл. №7-7с.;
5. Временный технологический регламент №109 «Производство адибиновой кислоты» КАО «Азот»
6. <https://science.kuzstu.ru/wpcontent/Events/Conference/RM/2017/RM17/pages/Articles/0603005-.pdf>
7. Постоянный технологический регламент №21 производства капролактама, КАО «Азот»