

ИЗВЛЕЧЕНИЕ АДИПИНОВОЙ КИСЛОТЫ ИЗ КИСЛОГО СТОКА ПРОИЗВОДСТВА КАПРОЛАКТАМА

При производстве капролактама на КАО «Азот» города Кемерово в цехе Анон-2 (отделение «Окисление») при окислении циклогексана воздухом образуются водно-кислые стоки. В настоящее время методом утилизации водно-кислого стока является сжигание в специальных печах. В связи с ужесточением экологических норм по выбросам для предприятий и экономической ситуацией обостряется вопрос использования отходов производства с экологической и экономической точек зрения. Одним из выходов является извлечение востребованных продуктов для продажи или возвращения их в производство, что приводит к уменьшению загрязнения окружающей среды от сжигания отходов и к увеличению прибыли предприятия за счёт использования извлечённых веществ.

Экономически наиболее целесообразно, из всех присутствующих кислот в водно-кислом стоке, выделение адипиновой кислоты. С каждым годом увеличивается потребность в её производстве. Это связано с увеличением числа производств, использующих адипиновую кислоту как сырьё.

Адипиновая кислота ($C_6O_4H_{10}$) является двухосновной предельной карбоновой кислотой. Адипиновая кислота – белое кристаллическое твёрдое вещество с температурой плавления $153^{\circ}C$, без запаха [1].

Адипиновая кислота – динамично развивающийся продукт химической промышленности. С каждым годом увеличивается потребность в её производстве. Это связано с увеличением количества производств, использующих адипиновую кислоту как сырьё. Существуют следующие способы использования адипиновой кислоты [2]:

- является сырьем (используется около девяноста процентов всей производимой кислоты) в производстве нейлона 66, а также ее полиуретанов и эфиров;

- является основным компонентом средств, предназначенных для удаления накипи;

- применяется для удаления материала, который остался после заполнения швов между плитками из керамики;

В России адипиновую кислоту используют, в основном, для производства пластификаторов, полиамидов, полиуретанов [3].

Из-за недостатка собственного производства адипиновую кислоту, в основном, экспортируют из Германии, Китая и Украины.

Экспериментальная часть

Образцы водно-кислого стока (25-30°C) производства капролактама были отобраны в отделении «Окисление» перед подачей их в цех, где стоки сжигаются. Был определён состав водно-кислого стока по данным лабораторных анализов с массовой долей компонентов в процентах. Вещества определяли методом жидкостной хроматографии. Результаты лабораторных анализов представлены в табл. 1.

Таблица 1 - Состав водно-кислого стока

Состав стока	Содержание, %
уксусная и муравьиная кислоты	0,3
капроновая, каприловая и каприновая кислоты	0,5
валериановая кислота	0,1
пропионовая и изомасляная кислоты	0,3
щавелевая кислота	2,8
малоновая кислота	0,8
янтарная кислота	2,1
глутаровая кислота	6,2
адипиновая кислота	8,2
вода	78,7

Как видно из лабораторных анализов в водно-кислом стоке содержится 21,3 % карбоновых и дикарбоновых кислот (38,5 % составляет адипиновая кислота из всех кислот, образующихся вместе с водой в водно-кислом стоке).

Было отобрано девять образцов по 100 мл и выбраны различные температурные режимы воздействия на образцы: 25; 60; 70; 80; 90; 100; 105°C. Нагревание проводили на водяной бане. После нагревания семь образцов подвергались встряхиванию в течение 3 минут. В процессе встряхивания образцов с температурой выше 80°C образовывались газы. Параллельно образцы, нагретые до температуры 100 и 105°C, не подвергались встряхиванию. Затем образцы охлаждались при комнатной температуре в течение суток. Далее образцы фильтровали и отфильтрованную часть взвешивали и определяли объём раствора. Результаты после нагревания, охлаждения и фильтрования (состав, количество раствора и хлопьев) представлены в табл. 2. Затем отфильтрованный образец, который нагревали до 80°C, был помещен в сушильный шкаф для определения максимальной температуры сушки. Начальная температура сушки 50°C увеличивалась каждые 15 минут на 10°C. До температуры 110°C никаких изменений с образцом не происходило и масса уменьшалась равномерно. При температуре 120°C появился резкий запах кислоты и уменьшение массы. По ре-

зультатам эксперимента выбрана температура сушки 95-105°C. Сушка ввелась в течение 7 часов.

Таблица 2 - Результаты после нагревания, охлаждения и фильтрования образцов водно-кислого стока

Температура, °С	После нагревания	Спустя 10 мин.	Спустя сутки
30	без изменений	без изменений	без изменений
60	без изменений	без изменений	без изменений
70	без изменений	без изменений	без изменений
80	без изменений, 95 мл раствора	без изменений, 95 мл раствора	88 мл раствора, 5,32 г хлопьев
90	без изменений, 84 мл раствора	В 84 мл раствора 7 мл хлопьев	71 мл раствора, 9,56 г хлопьев
100	без изменений, 64 мл раствора	В 63 мл раствора 23 мл хлопьев	34 мл раствора, 28,02 г хлопьев
100 (без встряхивания)	без изменений, 64 мл раствора	без изменений, 63,5 мл раствора	41 мл раствора, 19,56 г хлопьев
105	В 30 мл раствора, 15 мл хлопьев	В 28 мл раствора 18 мл хлопьев	9 мл раствора, 17,14 г хлопьев
105 (без встряхивания)	В 30 мл раствора 15 мл хлопьев	В 28,5 мл раствора 16 мл хлопьев	15 мл раствора, 11,56 г хлопьев

Единственным образцом, который после семи часов сушки практически не содержал влаги, был образец нагреваемый до температуры 105°C со встряхиванием. Этот образец направлен на жидкостную хроматографию. Содержание кислот в образце после сушки представлены в табл. 3.

Таблица 3 - Содержание кислот в образце водно-кислого стока после сушки

Наименование вещества	Содержание, %
муравьиная и уксусная кислоты	0,04
изовалерьяновая, изомаляновая и пропионовая кислоты	5,24
валерьяновая кислота	0,32
капроновая кислота	0,23
каприловая кислота	1,29
каприновая кислота	4,42
щавелевая кислота	0,19
малоновая кислота	2,12
янтарная кислота	1,32
глутаровая кислота	3,10
адипиновая кислота	75,65

В результате эксперимента получено увеличение на порядок (от 8,2 до 75,65 %) содержание адипиновой кислоты, что делает возмож-

ным её извлечение из водно-кислого слоя с целью дальнейшего использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петров А.А. Органическая химия: Учебник для вузов / А.А. Петров, Х.В. Бальян, А.Т. Трощенко. – СПб.: «Иван Фёдоров», 2002. – 624с.

2. Адипиновая кислота: свойства, применение. [Электронный ресурс] // Выживание – Полезности - Наука. – 2013. Режим доступа: <http://www.vigivanie.com/nauka/1476-kislota>. - [10.05.1].

3. Выделение адипиновой кислоты из водно-кислых стоков производства капролактама / Соколова А.А. // Вестник МИТХТ им. М.В. Ломоносова. – 2013. – Т. 8. – № 6. – С 78-81.

УДК 622.648

Е.С. Злобина, магистрант;
А.В. Папин, доц., канд. техн. наук;
А.Ю. Игнатова, доц., канд. биол. наук
(КузГТУ, г. Кемерово)

НОРМАТИВНАЯ ПЛАТА ЗА ХРАНЕНИЕ И РАЗМЕЩЕНИЕ УГОЛЬНЫХ ШЛАМОВ

Отходы угольной отрасли наносят непоправимый ущерб окружающей среде. Водоёмы, воздух загрязнены мелкими частицами пыли и минеральных примесей, которые уносятся ветром и дождевой водой с полигонов и хранилищ тонкодисперсных угольных отходов. Многочисленные породные отвалы искажают ландшафты городов, приводят к дисбалансу в экосистемах, нарушают естественные круговороты в природе. Страдает и фауна: животные лишаются привычной среды обитания, от шумового и вибрационного загрязнения они вынуждены мигрировать и искать новые места жительства.

Ввиду того, что уголь, добываемый из недр земли насыщен минеральными примесями, его подвергают обогащению. Образуется большое количество отходов (угольных шламов), которые методом масляной агломерации возможно перевести в пригодную для использования форму.

В качестве наиболее комплексного и селективного метода переработки угольных шламов предпочтение было отдано методу масляной агломерации, так как позволяет получить из отходов ценную топливную и химическую продукцию, новый товарный продукт – низкозольный высококалорийный углемазляный концентрат [1, 2].