

УДК 544.72 : 677.4

АДСОРБЦИЯ ПАРОВ МУРАВЬИНОЙ КИСЛОТЫ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ

*Красавин П.В., студ., Тимонов И.А., доц., Гречаников А.В., доц.
Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Ключевые слова: муравьиная кислота, метод электроформования, получение химических волокон, адсорбция, улавливание паров.

Реферат. Рекуперация органических растворителей имеет большое экологическое и экономическое значение, так как значительны их потери за счет испарения при использовании в различных технологических процессах. Токсичность органических растворителей, повышенная огнеопасность предъявляют особые требования к их улавливанию. В то же время они часто выступают катализаторами технологических процессов, позволяют ускорять химические реакции. Наиболее эффективным на сегодняшний день решением задачи рекуперации органических растворителей является разработка новых и совершенствование существующих технологических процессов и действующих адсорбционно-десорбционных систем очистки. В статье рассмотрены вопросы улавливания паров муравьиной кислоты в процессе получения химических волокон методом электроформования. Был рассчитан и спроектирован опытный образец адсорбера с активированным углём. Использование установки позволит улавливать до 99 % паров муравьиной кислоты, выделяющейся при отверждении струи. Это будет способствовать улучшению условий труда на участках электроформования, экологической обстановки и позволит экономить исходное сырьё.

В различных отраслях промышленности достаточно широко используются органические растворители, рекуперация которых имеет как экономическое, так и экологическое значение. Процессы очистки и обезвреживания технологических и вентиляционных выбросов от газо- и парообразных примесей весьма разнообразны и зависят от большого количества факторов.

Среди известных промышленных методов получения химических волокон и волокнистых структур на их основе, процесс электроформования (ЭФВ) занимает особое место, отличаясь высокой энергетической эффективностью, аппаратурной простотой и разнообразием продукции [1]. Для осуществления ЭФВ-процесса используются органические растворители, такие как уксусная и муравьиная кислота. Последняя используется в текстильном производстве при изготовлении протрав и крашении шерстяной и хлопчатобумажной пряжи из кислой ванны. При этом ею часто заменяют применяющуюся ранее уксусную кислоту и отчасти серную кислоту, перед которой муравьиная кислота имеет преимущество в том, что совершенно не действует на пряжу.

Муравьиная кислота (метановая кислота) HCOOH-представитель в ряду насыщенных одноосновных карбоновых кислот [2]. При нормальных условиях представляет собой бесцветную жидкость. Растворима в ацетоне бензоле, глицерине, толуоле. Смешивается с водой, диэтиловым эфиром, этанолом. При концентрации до 10 % обладает раздражающим эффектом, больше 10 % - разъедающим. При контакте с кожей 100 % - я жидкая муравьиная кислота вызывает сильные химические ожоги. Муравьиную кислоту используют как консервирующий и антибактериальный агент при заготовлении корма, она используется в медицине, фармацевтической промышленности, косметологии и, как было указано ранее, в текстильном производстве. Для удаления паров муравьиной кислоты, выделяющейся в окружающее пространство при отверждении струи в ЭФВ – процессе, и обеспечения безопасных условий работы все оборудование установки размещается в непрерывно вентилируемой и электрически изолированной камере, а обслуживание всего оборудования производится с изолированного помоста.

Для рекуперации паров летучих растворителей наибольшее распространение получили методы адсорбции с установками со стационарным слоем адсорбента [3]. Улавливание паров органических растворителей возможно любыми мелкопористыми адсорбентами, но активированные угли, являющиеся гидрофобными адсорбентами, наиболее предпочтительны для решения этой задачи.

Рекуперационная установка с адсорберами периодического действия со стационарным слоем адсорбента (рисунок 1) работает по трем технологическим циклам: 4-х, 3-х и 2-ух фазному. 4-х фазный цикл включает последовательно фазы адсорбции, десорбции, сушки и охлаждения. При десорбции из насыщенного адсорбента острым паром удаляют адсорбированный растворитель. При сушке нагретым воздухом из адсорбента выделяют влагу, накопившуюся в фазе десорбции. Нагретый и обезвоженный поглотитель (адсорбент) охлаждают атмосферным воздухом. 3-х и 2-ух фазные циклы исключают последние фазы, например, процессы охлаждения и сушки. С целью обеспечения непрерывности процесса установка включает 2-а адсорбера, в которых последовательно проходят все стадии процесса. После того как закончена основная стадия процесса (адсорбция) и уголь насыщен углеводородами, адсорбер переключается на десорбцию. Второй адсорбер в это время работает как основной, в котором осуществляется адсорбция.

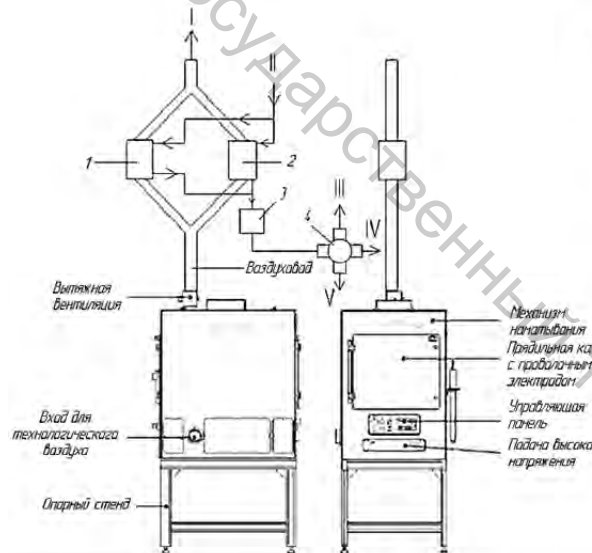


Рисунок 1 - Схема электроформирующей машины с адсорбирующей газоочистной установкой: 1, 2 - адсорберы, 3 - конденсатор, 4 - сепаратор, I - очищенный газ, II - водяной пар, III - неконденсируемые пары, IV - сконденсированный адсорбтив, V - водный конденсат

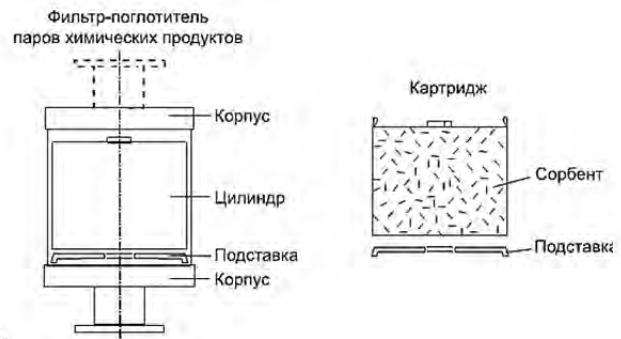


Рисунок 2 – Схема адсорбера

В основе проектирования и инженерно-технического расчета адсорбционной установки лежит выбор адсорбента и его адсорбционной способности по извлекаемому компоненту [3]. Адсорбционная способность, или масса вещества, поглощенная единицей массы адсорбента зависит от многих факторов: концентрации адсорбируемого вещества, его физических и химических свойств, температурных условий, присутствия других примесей, свойств самого адсорбента. Многие из этих параметров определяются экспериментальным путем, что усложняет расчет, который заключается в определении необходимой массы адсорбента и конструктивных характеристик адсорбера (диаметра адсорбера и высоты слоя адсорбента).

Ниже приведен ориентировочный расчет адсорбера для улавливания паров муравьиной кислоты [4].

Исходные данные для расчета:

– объемный расход очищаемого газа, $Q, \text{ м}^3/\text{ч}$

$$Q = 3600 \cdot \omega \cdot F = 3600 \cdot 0,0177 \cdot 0,5 = 40 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где ω – скорость паровоздушной смеси, принимаем $0,5 \text{ М/с}$;

F – площадь поперечного сечения воздуховода, $F = 0,0177 \text{ м}^2$

Минимальная необходимая масса адсорбента (активированного угля), G , кг, определяется из уравнения материального баланса по улавливаемому компоненту:

$$G = \frac{Q \cdot C_0 \cdot \tau}{a_1 - a_2} = \frac{40 \cdot 0,015 \cdot 2}{0,15 - 0,001} = 8 \text{ кг},$$

где $C_0 = 0,015 \text{ кг/м}^3$ – начальная концентрация паров муравьиной кислоты;

$\tau = 2 \text{ ч}$ – время процесса адсорбции, равное продолжительности десорбции, сушки и охлаждения адсорбента;

$a_1 = 15 \%$ (масс) – динамическая активность угля по муравьиной кислоте;

$a_2 = 0,1 \%$ (масс) – остаточная активность после десорбции.

При заданной скорости паровоздушной смеси и расходе диаметр адсорбера, D_a , определяется по выражению:

$$D_a = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot 3600 \cdot \omega_r \cdot \Pi_n}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 40}{3,14 \cdot 3600 \cdot 0,5 \cdot 0,375}} = 0,28 \text{ м},$$

где $\Pi_n = (\rho_k - \rho_n) / \rho_k$ – пористость слоя сорбента, определяется через кажущуюся $\rho_k = 800 \text{ кг/м}^3$ и насыпную $\rho_n = 500 \text{ кг/м}^3$ плотности активированного угля.

Высота слоя адсорбента:

$$H = \frac{4 \cdot G}{\pi \cdot \rho_n \cdot D_a^2} = \frac{4 \cdot 8}{3,14 \cdot 500 \cdot 0,28^2} = 0,26 \text{ м}$$

Используя полученные данные можно спроектировать адсорбционную установку и подобрать необходимое оборудование.

Список использованных источников

1. Ю. Н. Филатов. Электроформование волокнистых материалов (ЭФВ-процесс), М, НИИТЭХИМ, 2001, 231 с.
2. Вергунова Н. Г. Муравьиная кислота // Химическая энциклопедия: в 5 т. / Редкол.: И. Л. Кнунянц и др. – М.: Советская энциклопедия, 1992. – Т.3 – С. 148-149.
3. Охрана окружающей среды: Учеб. для техн. спец. вузов/ С.В. Белов и др. Под ред. С.В. Белова. 2-е изд., испр.и доп. – М. : Высш. шк., 1991. – 319 с.
4. К.Ф. Павлов. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Учебное пособие для вузов / под ред. чл. корр. АН СССР П.Г. Романкова.- 10-е изд., перераб.и доп. – Л.: Химия, 1987. – 576 с.

УДК 677.027.43

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА КРАШЕНИЯ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛЬНОЙ ПРЯЖИ В УСЛОВИЯХ АКУСТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДИАПАЗОНА

*Кульнев А.О., асп., Жерносек С.В., к.т.н., Ольшанский В.И., к.т.н., проф.,
Ясинская Н.Н., к.т.н., доц.*

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Ключевые слова: крашение, ПАН-пряжа, катионные красители, ультразвук, устойчивость окраски.

Реферат. Авторами проведены экспериментальные исследования влияния УЗ – излучения частотой 35 кГц на процесс крашения полиакрилонитрильной (ПАН) пряжи катионными красителем, выполнен анализ показателей качества полученной окраски: равномерности