

Критерий оптимальности:

$$S(i) = S_{энерг}t + S_{мет} + S_{наси} \rightarrow \min,$$

где $S_{энерг}$ – затраты энергии на преодоление гидравлического сопротивления для i -й насадки, руб; $S_{мет,i}$ – металл затраты на аппарат для i -й насадки, руб; $S_{наси,i}$ – стоимость насадки для i -й насадки, руб; i – номер насадки.

Для уменьшения затрат при заданной степени очистки будем использовать математическую модель мгновенной реакции [4, 5], включающую в себя расчеты размеров высоты насадочного слоя, высоты и диаметра колонны, гидравлического сопротивления, степени очистки, расхода абсорбента,

Изменять будем насадку, выбирать будем из: кольца Рашига внавал, кольца Рашига с перегородками правильно уложенные, кольца Паля, седла «Инталлокс».

Формула, используемая для расчета гидравлического сопротивления [5]:

$$\Delta P = \Delta P_{сух} (1 + kU),$$

где $\Delta P_{сух}$ – гидравлическое сопротивление сухой насадки, Па; U – плотность орошения, $m^3/(m^2 \cdot c)$; k – опытный коэффициент (для беспорядочно засыпанных насадок $k=0,06$; для правильно уложенных насадок $k=0,04$).

Предложенный экономический критерий оптимальности поможет суммарно сократить производственные затраты на очистные сооружения, так как учитывает как текущие так и капитальные затраты.

Список литературы

1. Страус В. Промышленная очистка газов: Пер. с англ. – М.: Химия, 1981. – 616 с.
2. Лакшин А.М. Общая гигиена с основами экологии человека: учебник / А.М. Лакшин В.А. Катаева – М.: Медицина, 2004. – 464 с.
3. Родин А.В. Мониторинг органических загрязнений природной среды: практическое руководство / А.В. Родин, Ю.С. Другов, 2009. – 896 с.
4. Рамм В. М. Абсорбция газов. Изд. 2-е, переработ. и доп. – М.: Химия, 1976. – 656 с.
5. Дытнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию/ Г.С. Борисов, В.П. Брыков, Ю.И. Дытнерский и др.; Под ред. Ю.И. Дытнерского, 2-е изд., перераб. и дополн. – М.: Химия, 1991. – 496 с.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ХЕМОСОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИКАПРОАМИДА

Черемисин А.А., Первалова Е.А.

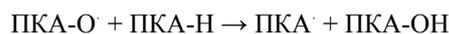
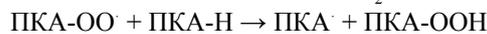
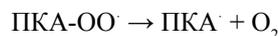
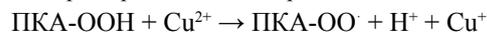
Волжский политехнический институт, филиал Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: vlz18@yandex.ru

Хемосорбционные материалы на основе различных волокон достаточно эффективно используются для очистки различных сред [1]. Ранее нами были получены привитые сополимеры (ПСП) на основе поликапроамида (ПКА) различного состава [2,3,4], содержащие 20-25% (масс.) прививаемых мономеров. В качестве иницирующей системы использовали окислительно – восстановительная система $Cu^{2+} - H_2O_2$, особенностью которой является невысокая энергия активации, что позволяет проводить привитую полимеризацию при более низких температурах.

Для качественной работы эти хемосорбционные материалы должны обладать достаточно высоким значением статической обменной емкости, которая напрямую зависит от количества ПСП. Проанализировав полученные данные и схему реакции, мы сделали заключение, что можно попытаться увеличить количество ПСП отдельным введением компонентов иницирующей системы, т.е. дозировкой H_2O_2 в реак-

ционную массу через некоторое время после начала обработки ПКА волокна раствором Cu^{2+} .

Если в реакционную массу сначала вводить ионы меди, то они дополнительно иницируют участки макромолекул ПКА, содержащие гидропероксидные группы, увеличивая таким образом количество активных центров привитой полимеризации по схеме:



Пероксидные группы в ПКА волокне неизбежно образуются в следствии окисления метиленовых групп волокна кислородом воздуха при хранении. Максимальное их количество, 10⁻³ % от массы волокна, наблюдается при выдерживании волокна на воздухе в течении 60 – 120 суток, а так как предлагаемый нами процесс носит периодический характер и, кроме того, в качестве исходного сырья используется некондиционное волокно, то время образования гидропероксидных групп не осложнит технологический процесс получения ПСП. Некондиционное волокно является отходами основного производства и отличается от кондиционного длиной нити, количеством узлов, наличием пятен, наличием склеек между элементарными волокнами, избыточной или недостаточной величиной крутки нити. При достаточном накоплении некондиционное волокно перерабатывается на штапель. Химическая модификация некондиционного волокна не только позволяет расширить ассортимент и области применения ПКА волокон, но решить проблему утилизации отходов.

Проведенные исследования показали, что раздельное введение компонентов ОВС позволяет увеличить количество ПСП еще на 15 – 20 %.

Список литературы

1. Стеценко, О.В. Изучение сорбционной активности привитых сополимеров на основе поликапроамида / Стеценко О.В., Первалова Е.А., Бутов Г.М. // Современные наукоёмкие технологии. – 2013. – № 9. – С. 84.
2. Первалова, Е.А. Изучение привитой сополимеризации поликапроамида и глицидилового эфира метакриловой кислоты в присутствии различных иницирующих систем / Первалова Е.А., Бутов Г.М., Воронина А.Д. // Современные наукоёмкие технологии. – 2010. – № 5. – С. 90-92.
3. Изучение реакции привитой полимеризации поликапроамида и винилацетата / Коба А.А., Стеценко О.В., Первалова Е.А., Бутов Г.М. // Современные наукоёмкие технологии. – 2014. – № 7 (ч. 2). – С. 103.
4. Коба А.А. Один из способов использования отходов поликапроамидного производства / Коба А.А., Первалова Е.А., Бутов Г.М. // Современные наукоёмкие технологии. – 2014. – № 7 (ч. 2). – С. 102-103.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОЖУХОТРУБНОГО РЕАКТОРА СИНТЕЗА МОРФОЛИНА

Шаповалов С.В., Харитонов В.Н.

Волжский политехнический институт, филиал, Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: h-v-n@rambler.ru

Морфолин продукт органической химии, применяющийся в синтезе физиологически активных веществ, ингибиторов коррозии, резиновых ускорителей, а также в качестве растворителя натуральных и синтетических смол и резин, сырья для производства оптических осветлителей для целлюлозно-бумажной промышленности и т. д. Промышленный процесс его синтеза осуществляется из ДЭГ и аммиака в присутствии водорода в паровой фазе при температуре 200 – 250 °С и атмосферном давлении на никель содержащем катализаторе [1]. Промышленный реактор для синтеза морфолина представляет

с собой кожухотрубчатый вертикальный аппарат с диаметром корпуса 2800x20 мм. Трубный пучок состоит из 1353 шт. Диаметр труб 56x3,5 мм, длина 3000 мм. Внутреннее пространство трубок заполнено катализатором. В межтрубном пространстве циркулирует высокотемпературный органический теплоноситель.

Успешная эксплуатация реактора возможна только при наличии достоверных сведений о влиянии геометрических размеров и технологических параметров на показатели эффективности его функционирования. Математическое моделирование процесса позволяет с минимальными затратами получить эту информацию. Настоящая работа является продолжением исследований по моделированию каталитических реакторов, проводимых в ВПИ [2, 4]. Математическая модель реактора синтеза морфолина содержит уравнения, определяющие убыль ДЭГ, образование морфолина и побочных продуктов, изменение температуры газовой смеси в реакционном пространстве и ВОТ в межтрубном пространстве. Эти дифференциальные уравнения дополняются алгебраическими уравнениями для расчета теплофизических свойств газовой смеси, коэффициентов теплоотдачи от стенки трубы к газовой смеси, от теплоносителя к стенке трубки. Система уравнений в стационарных условиях, имеет вид:

$$\frac{dx_A}{d\ell} = \frac{\varepsilon_{np} T c_{0k}}{v_0 T} k_{\Sigma} (1 - x_A);$$

$$\frac{d\psi}{d\ell} = \frac{\varepsilon_{np} T c_{0k}}{v_0 T} [k_1 (1 - x_A) - k_2 \psi]; \quad (1)$$

$$\frac{dt}{d\ell} = \frac{\varepsilon_{np}}{v_0 \rho_0 c_p} \left\{ -c_k C_{A0} [(\Delta H_1 k_1 + \Delta H_3 k_3) \times (1 - x_A) + \Delta H_2 k_2 \psi] + \frac{4K_t}{d_{тр}} (t_m - t) \right\}; \quad (2)$$

$$\frac{dt_m}{d\ell} = - \frac{K_t d_{тр} n}{v_m \rho_m c_{pm} d_{мтр}^2} (t_m - t), \quad (3)$$

Начальные условия: при

$$\ell = 0, \quad x_A = \psi = 0, \quad t = t_0, \quad \ell = L, \quad t_m = t_{m0}. \quad (4)$$

Математическая модель (1)–(4) использована для оценки влияния различных технологических параметров на выходные характеристики работы реактора и для определения условий, обеспечивающих высокий выход продукта в промышленном процессе синтеза.

Список литературы

1. А.с. 175512, СССР, МКИ Каталитический способ получения морфолина / Добровольский С.В., Кронич И.Г. и др. (СССР) // Открытия, Изобретения. – № 20, – 1965. – С. 10.
2. Белоусов Е.К. Модель промышленного реактора синтеза морфолина с учетом изменения активности катализатора / Белоусов Е.К., Тишин О. А., Рудакова Т.В., Харитонов В.Н. Математические методы в технике и технологиях. – ММТТ-19: сб. трудов 19 Международ. науч. конф. В 10-ти т. Т.9 Секция 10 / под общ. ред. В.С. Балакирева. – Воронеж, Воронеж. гос. технол. Акад., 2006. – С. 5-7.
3. Tishin O.A. Model of the industrial morpholine synthesis reactor taking into consideration the change of the catalyst activity rating / Tishin O.A., Harritonov V., Kryakunov M.V., Rudakova T.V., Belousov E.K. // 17-th International congress of chem. eng., chem. equipment des. and aut. "CHISA-2006", 27-31 August 2006, Praha, Czech Republic, Reaction engineering, P 7.67., P.168-169
4. Тишин О.А. Выбор режима работы реактора. / Тишин О.А., Харитонов В.Н. // Известия ВолГТУ: межвуз. сб. науч. ст. – Сер. Редология, процессы и аппараты химической технологии. Вып. 2. – Волгоград. – 2009. № 1(49). – С. 69-72.

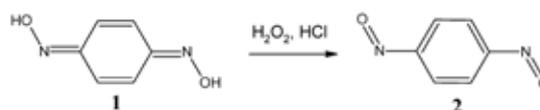
ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ НА СИНТЕЗ П-ДИНИТРОЗОБЕНЗОЛА

Шашков С., Иванкина О.М.

Волжский политехнический институт, филиал Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: dapklblp@gmail.com

п-Динитрозобензол (п-ДНБ) входит в состав динитрогенерирующей систем для вулканизации диеновых каучуков [1], позволяющих снизить температуру вулканизации до 60–100°C. Это обстоятельство особенно актуально в резиновой промышленности, являющейся одной из самых энергоемких. В связи с выше сказанным, разработка способа получения п-ДНБ и аппаратурного оформления процесса является актуальной задачей. Также следует отметить, отечественная химическая промышленность п-ДНБ не производит.

Ранее нами были определены условия получения п-ДНБ (2) окислением п-бензохинондиоксида (1) перекисью водорода в присутствии соляной кислоты:



Для получения п-ДНБ требуемого качества с максимально возможным выходом процесс следует проводить в течение 4-часов при температуре 45–50°C, используя 10%-й избыток перекиси водорода [2].

Осуществление химической реакции всегда сопровождается перемешиванием. Считается, что скорость перемешивания значительно превышает время химической реакции, и поэтому перемешивание не оказывает влияние на интегральные характеристики химического процесса (выход, степень превращения). В реальных аппаратах это условие выполняется не всегда. Влияние перемешивания на протекание химической реакции выражается в неоднородности концентраций реагентов в объеме аппарата. Соответственно скорость реакции и продолжительность процесса в целом могут существенно отличаться от расчетных величин [3].

Нами было исследовано влияние скорости перемешивания на степень превращения исходного п-бензохинондиоксида (п-БХД) при его окислении перекисью водорода. Реакцию проводили в лабораторном реакторе объемом 5 л, снабженном якорной мешалкой с возможностью регулирования числа оборотов, рубашкой для обогрева и устройством для дозирования реагентов. Опыты проводили в ранее определенных условиях (температура 50°C, избыток перекиси водовода 10% от стехиометрического, время реакции 4 часа, С(п-БХД) = 1,5 моль/дм³, С(Н₂О₂) = 11 моль/дм³). Установлено, что в выбранных условиях максимальная степень превращения п-БХД 94% была достигнута при скорости перемешивания 50 об./мин. Дальнейшее повышение числа оборотов мешалки не ведет к ее увеличению. Таким образом, данная скорость перемешивания обеспечивает гидродинамический режим в аппарате близкий к модели идеального смешения. Однако следует отметить, что данные выводы можно применять для геометрически подобных аппаратов.

Список литературы

1. Тихонова Н.П., Гинзбург Л.В. и др. // Каучук и резина. – 1987. – № 3. – С.13.
2. Елисеев П.Ю., Ильинский Д.В., Бутов Г.М., Иванкина О.М. // Международный студенческий научный вестник : электрон. науч. журнал. – 2015. – № 3 (часть 4). – С. 562-563. – Режим доступа: <http://www.eduherald.ru/>.
3. Тишин О.А., Харитонов В.Н. Химическая реакция и перемешивание: монография; ВПИ (филиал) ВолГТУ. – Волгоград, 2014. – 98 с.