

УДК 66.094.3

Студ. Я.В. Боркина

Науч. рук. м.н.с. А.А. Квеско, зав. кафедрой В.Л. Флейшер
(кафедра химической переработки, БГТУ)

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЖИДКОФАЗНОГО ОКИСЛЕНИЯ α -ПИНЕНА КИСЛОРОДОМ ВОЗДУХА В ПРИСУТСТВИИ СТЕАРАТА Co (II)

Разработка эффективного способа переработки скипидара в душистые вещества является актуальной задачей каталитического органического синтеза. Основными компонентами живичного скипидара являются α -пинен и 3-карен. Особый интерес представляет производство душистых веществ из α -пинена, в частности, получение кислородсодержащих терпеновых соединений в реакции окисления α -пинена.

Целью научной работы являлось исследование процесса жидкофазного окисления α -пинена кислородом воздуха в присутствии катализатора стеарата кобальта (II) и определение оптимального сочетания факторов технологического процесса.

Ранее в рамках учебно-исследовательской работы отработывалась методика жидкофазного окисления α -пинена кислородом воздуха с использованием стеарата Co (II), с целью выявления оптимального количества катализатора необходимого для дальнейших исследований. Проведено 6 опытов с количеством катализатора 0,1, 0,2 и 0,3 г, из них наибольший выход кислородсодержащих веществ (38,17%) получен при массе катализатора 0,2 г.

Для изучения влияния параметров на процесс жидкофазного окисления α -пинена было решено применить планы второго порядка, а именно план Бокса для 3 факторов, поскольку он обладает хорошими статистическими характеристиками и является относительно нетрудоёмким.

При построении плана Бокса учитывались следующие параметры процесса: расход воздуха (600–1000 мл/мин), температура (55–85°C) и продолжительность процесса (5–15 ч), а также выбраны и рассчитаны следующие критерии оптимизации: выход полимеров, %; выход целевых кислородсодержащих веществ, %; выход мономеров, %. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – План эксперимента и результаты его реализации

№ опыта	Кодированный вид			Натуральный вид			У		
	x1	x2	x3	x1	x2	x3	У1	У2	У3
1	-1	+1	-1	55	1000	5	30,64	20,33	69,36
2	-1	-1	-1	55	600	5	18,33	13,65	81,67
3	-1	-1	+1	55	600	15	42,19	37,86	57,81
4	-1	+1	+1	55	1000	15	39,82	52,39	60,18
5	+1	+1	-1	85	1000	5	30,15	31,62	69,85
6	+1	-1	-1	85	600	5	28,84	23,97	71,16
7	+1	-1	+1	85	600	15	54,41	40,01	45,59
8	+1	+1	+1	85	1000	15	67,84	27,41	32,16
9	0	0	-1	70	800	5	37,59	20,92	62,41
10	0	-1	0	70	600	10	31,60	29,12	68,40
11	0	0	+1	70	800	15	45,99	39,13	54,01
12	0	+1	0	70	1000	10	40,67	35,33	59,33
13	+1	0	0	85	800	10	49,71	30,52	50,29
14	-1	0	0	55	800	10	49,76	25,10	50,24

Наибольший выход целевых кислородсодержащих веществ (52,39 %) получен в 4 опыте, который проводился при температуре 55°C, расходе воздуха 1000 мл/мин в течение 15 ч.

Выявлены следующие закономерности:

□ вследствие продолжительного воздействия температуры α -пинен, являющийся летучим соединением, испаряется и уходит из зоны реакции, следовательно, уменьшается масса реакционной смеси, соответственно, уменьшается выход мономеров;

□ с увеличением температуры процесса усиливаются процессы полимеризации, т.е. уменьшается выход мономеров и, соответственно, увеличивается выход полимеров;

□ при увеличении продолжительности процесса окисления (15 ч) и расхода воздуха (1000 мл/мин) концентрация окисленных веществ в реакционной смеси увеличивается, но происходит уменьшение ее массы.

Получены зависимости критериев оптимизации от факторов процесса

$$y_1 = 46,37 + 1,78x_1 + 6,18x_2 + 12,03x_3 + 4,20x_1x_2 - 1,73x_1x_3 + 5,73x_2x_3 + 3,37x_1^2 - 10,23x_2^2 - 4,57x_3^2;$$

$$y_2 = 27,91 + 3,09x_1 - 1,13x_2 + 8,50x_3 - 6,34x_1x_2 - 0,5x_1x_3 - 5,72x_2x_3 - 0,1x_1^2 + 4,31x_2^2 + 2,11x_3^2;$$

$$y_3 = 53,72 + 2,11x_1 - 5,77x_2 - 14,5x_3 - 7,75x_1x_2 + 4,42x_1x_3 - 3,83x_2x_3 - 3,46x_1^2 + 10,15x_2^2 + 4,49x_3^2.$$

Из уравнений видно, что наибольшее влияние на критерии оптимизации оказывает продолжительность процесса, а наименьшее – расход воздуха, без учета парных взаимодействий соответственно.

Рассчитаны значения частных функций полезности для каждого критерия оптимизации. В соответствии с рассчитанными значениями частных функции полезности определен глобальный критерий оптимизации как среднее геометрическое значение частных функций. Построены графики частных функций полезности.

Последним этапом в решении задачи оптимизации является расчет коэффициентов уравнения регрессии для глобального критерия оптимизации и определение оптимальных параметров процесса.

Далее принимая за текущие значения факторов процесса средние, рассчитано текущее значение глобального критерия оптимизации (0,66). С помощью встроенной функции пакета Microsoft Excel «Поиск решения» определяется такое сочетание параметров, при котором значение глобального критерия оптимизации максимально (0,79). Все соответствующие расчеты произведены в пакете Microsoft Excel.

Таким образом, оптимальными параметрами проведения процесса жидкофазного окисления α -пинена кислородом воздуха в присутствии стеарата Со (II) являются:

- температура проведения процесса – 69–70°C;
- объемный расход воздуха – 1000 мл/мин;
- продолжительность процесса – 6–7 ч.

ЛИТЕРАТУРА

1. Максимчук, Н.В. Разработка экологически чистых способов получения душистых веществ на основе α -пинена: дис. ... канд. хим. наук: 02.00.15 / Н.В. Максимчук. – Новосибирск, 2006. – 122 л.

2. Каталитический синтез душистых веществ из растительных монотерпенов / И.И. Ильина, Н.В. Максимчук, В.А. Семиколенов // Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева. – 2004. – №3. – С. 38-53.

3. Флейшер, В. Л. Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов в отрасли / В. Л. Флейшер. – Минск: БГТУ, 2015. – 162 с.

УДК 542.951.1:676.038.2

Выпускник Я.А. Афанасенко
Науч. рук. зав. кафедрой В.Л. Флейшер
(кафедра химической переработки древесины, БГТУ)

ПРИМЕНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ДОБАВОК В КАЧЕСТВЕ ЗАМЕНЫ СМОЛЫ MELAPRET В ТЕХНОЛОГИИ ФИЛЬТРОВАЛЬНОГО КАРТОНА

Фильтровальная бумага (картон) – это бумага с размером пор, обеспечивающим заданную пропускную и разделительную способность при фильтровании жидкостей и газов. Фильтровальные виды бумаги и картона получают традиционным мокрым способом формования из целлюлозных волокон или сочетанием целлюлозных и синтетических волокон, а также сухим способом [1 □ 2]. Современный ассортимент фильтровальных материалов в зависимости от вида фильтруемой среды разделяют на пять основных групп:

- для очистки воздуха;
- для очистки медико-биологических и пищевых жидкостей;
- для очистки агрессивной жидкости;
- для очистки топлива, жидкостей для гидравлических систем и жидких смазочных материалов;
- для очистки технологических растворов полимеров.

Целью данной работы являлась разработка фильтровального картона для очистки пищевой жидкости марки КФС-П с заменой импортной смолы Melapret на отечественный аналог с целью снижения себестоимости производства фильтровального картона при сохранении его качественных показателей. В качестве исходного сырья использовали сульфатную хвойную и сульфатную лиственную целлюлозы, диатомит, асбест и отечественные смолы, такие как:

- полиамидная смола (торговая марка ПроХим DUO);
- смола КФС, модифицированная Е-капролоктамом;
- клей водно-дисперсионный.

ПроХим DUO – это полиамидная смола с бифункциональными