

УДК 630*864.66.081

О СУШКЕ ЛИГНИНА СОРБИРУЮЩИМИ ТЕЛАМИ

Б. Д. ЛЕВИН, П. Г. РОМАНЧЕНКО

Сибирский технологический институт

Известно большое число предложений по использованию гидролизного лигнина [1, 2, 4, 6, 7]. Однако, как правило, для их реализации лигнин, имеющий влажность около 67 %, требуется подсушивать до влажности 10...15 %. Сухой лигнин — легковоспламеняющийся материал, поэтому проблема безопасности процесса сушки лигнина является актуальной.

В целях решения этой проблемы исследована возможность сушки лигнина сорбирующими телами. Эксперименты проводили в цилиндрическом барабане диаметром 0,1 м, состоящем из рабочей зоны длиной 1,2 м, снабженной подъемно-лопастной насадкой, и сетчатого сепаратора длиной 0,5 м. Для загрузки взаимодействующих материалов использовались секторный и ленточный питатели.

Выбор сорбента вели по сорбционным и прочностным характеристикам с учетом температур регенерации [3] и остановились на силикагеле марки КСМГ с размером частиц 2...4 мм. Сушка лигнина протекала в непрерывном режиме, силикагель перед загрузкой в барабан прокаливали при температуре 120 °С и охлаждали до температуры окружающей среды. Производительность сушилки по исходному лигнину была одинаковой во всех опытах и равной 6 кг/ч. Начальная относительная влажность материала составила в среднем 63 %.

Исследования по сушке лигнина проводили на базе математического планирования по плану Бокса-3 [5]. В качестве независимых переменных были выбраны частота вращения барабана n (6...10 мин⁻¹), соотношение по массе «силикагель: лигнин» C (1...3 кг/кг), угол наклона барабана α (3...4 град). Выходным параметром служила конечная влажность лигнина w_k .

Все опыты дублировались и рандомизировались. Матрица планирования экспериментов по сорбционной сушке лигнина и результаты ее реализации представлены в таблице.

Но- мер опы- та	n		C		α		Конечная влажность лигнина, %	
	код	мин ⁻¹	код	кг/кг	код	град	средняя опытная из двух определен- ных w_k	расчет- ная w_k
1	1	10	1	3	1	4,0	6,6	5,6
2	-1	6	1	3	1	4,0	5,8	5,6
3	1	10	-1	1	1	4,0	41,5	41,8
4	-1	6	-1	1	1	4,0	41,5	41,8
5	1	10	1	3	-1	3,0	8,3	7,5
6	-1	6	1	3	-1	3,0	7,7	7,5
7	1	10	-1	1	-1	3,0	37,8	36,3
8	-1	6	-1	1	-1	3,0	34,1	36,3
9	1	10	0	2	0	3,5	12,9	15,5
10	-1	6	0	2	0	3,5	17,2	15,5
11	0	8	1	3	0	3,5	7,4	9,5
12	0	8	-1	1	0	3,5	43,2	42,0
13	0	8	0	2	1	4,0	19,7	19,4
14	0	8	0	2	-1	3,0	18,2	17,6

При обработке экспериментальных данных получена зависимость, адекватно описывающая связь между переменными факторами, данными в кодированных значениях, и конечной влажностью лигнина, имеющая вид:

$$\hat{w}_k = 18,47 - 16,23C + 0,9\alpha - 1,84C\alpha - 2,95n^2 + 7,29C^2.$$

Графические зависимости конечной влажности лигнина от переменных факторов представлены на рис. 1. Все графики построены при стабилизации двух факторов на основном уровне. Их анализ позволяет установить, что \hat{w}_k в исследованных пределах изменения переменных мало зависит от частоты вращения барабана и угла его наклона и практически целиком определяется численной величиной соотношения C , причем при изменении C от 1 до 3 конечная влажность снижается с 42,0 до 9,5 %.

Слабая зависимость конечной влажности материала от частоты вращения и угла наклона барабана на первый взгляд кажется ошибочной. Увеличение частоты вращения барабана и угла его наклона влекут за собой сокращение продолжительности пребывания материала в зоне сушки и, как следствие, возрастание конечной влажности лигнина. С другой стороны, при больших частотах вращения перемешивание частиц протекает полнее и обуславливает понижение конечной влажности материала. Для более четкого определения роли переменных факторов изучалась динамика влажности лигнина в ходе его сушки. С этой целью при каждом из исследованных режимов по достижении стационарных условий процесса из пяти сечений, равномерно расположенных по длине барабана, отбирали пробы материала для анализа на влажность. По полученным значениям строили кривые динамики влажности лигнина в ходе его сушки, которые представлены на рис. 2 (l — расстояние от входа в барабан до точки отбора пробы, d — диаметр барабана).

Анализируя графики, легко установить, что при прочих равных условиях роль массового соотношения C существенна. При $C = 1$ влажность лигнина во время сушки снижается на 24,0 %, при $C = 3$ — на 55,0 %.

Основная доля влаги диффундирует из лигнина в силикагель в первой половине барабана. При $C = 1$ в первой четверти барабана влажность лигнина снижается на 13,3 % (55,4 % от общего снижения), а в первой половине барабана — на 17,9 % (74,6 % от общего снижения). При $C = 3$ падение влажности в первой четверти барабана составляет 51,0 % (92,7 % от общего снижения), а в первой половине 54,4 % (98,9 % от общего снижения). Следовательно, основным технологическим фактором, определяющим темп

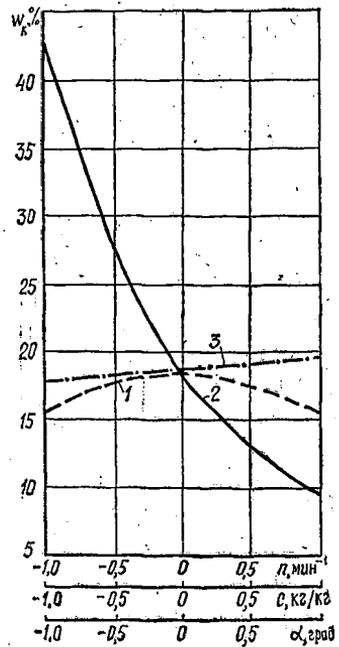


Рис. 1. Зависимость конечной влажности лигнина от переменных факторов: 1 — частоты вращения барабана n при $C = 2$ кг/кг и $\alpha = 3,5$ град; 2 — соотношения «силикагель: лигнин» C при $n = 8$ мин⁻¹ и $\alpha = 3,5$ град; 3 — угла наклона барабана α при $n = 8$ мин⁻¹ и $C = 2$ кг/кг

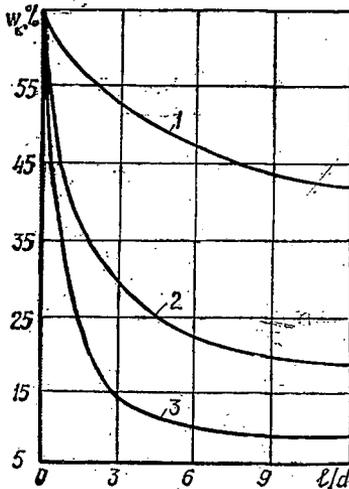


Рис. 2. Динамика влажности лигнина в ходе адсорбционной сушки при $n = 8 \text{ мин}^{-1}$, $\alpha = 3,5$ град и следующих соотношениях «силикагель : лигнин»: C : 1 — 1 кг/кг; 2 — 2 кг/кг; 3 — 3 кг/кг

и глубину сушки, является массовое соотношение поглотителя и влажного материала, причем с ростом C размеры зоны активного массообмена уменьшаются вследствие увеличения поверхности контакта фаз и средней движущей силы процесса. При больших значениях C можно либо улучшить габаритные и весовые характеристики аппаратуры, либо увеличить ее производительность. При малых величинах C , когда поверхность контакта влажных частиц лигнина с поглотителем и средняя разность влагосодержаний малы, снижение конечной влажности лигнина может быть достигнуто путем интенсивного перемешивания объема, т. е. путем подбора оптимальных значений технологических и конструктивных параметров (частоты вращения барабана, угла его наклона, типа и размеров насадки, диаметра частиц силикагеля и др.).

Следует отметить, что продолжительность пребывания лигнина в сушильном барабане в зависимости от режима изменялась в пределах от 258 до 519 с и в среднем составила 354 с. Если же при этом учесть, что перенос влаги практически целиком завершается в первой половине барабана, то действительное среднее время сушки материала оказывается равным 170...200 с.

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что при сушке сорбирующими телами можно получить сухой лигнин при достаточной кратковременности процесса и полном исключении возможности пожара.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Дроздов Н. А., Чудаков М. И. Результаты четырехлетних испытаний лигностимулирующего удобрения // Гидролиз. пр-во.—1971.—№ 2.—С. 10—14. [2]. Казарновский А. М., Раскин М. Н. Способ получения лигнинной муки // Гидролиз. и лесохим. пром-сть.—1979.—№ 2.—С. 12—14. [3]. Николаев В. В. Адсорбенты, их получение, свойства, применение.—М.: Наука, 1971.—164 с. [4]. Окладников В. П., Мухаровский В. В. Гидролизный лигнин как восстановитель в металлургии // Гидролиз. и лесохим. пром-сть.—1974.—№ 7.—С. 1—3. [5]. Пен Р. З. Статистические методы моделирования и оптимизации процессов целлюлозно-бумажного производства.—Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1982.—192 с. [6]. Чудаков М. И. Промышленное использование лигнина.—М.: Лесн. пром-сть, 1983.—200 с. [7]. Шарков В. И., Леванова Л. П. Об использовании гидролизного лигнина в медицине // Гидролиз. и лесохим. пром-сть.—1979.—№ 2.—С. 11.

Поступила 6 декабря 1989 г.

УДК 628.312.2

РАСТВОРИМОСТЬ ТЕРПЕНОМАЛЕИНОВЫХ СМОЛ В ВОДЕ

А. И. ЛАМОТКИН, Т. А. БУТЬКО, С. И. КАЛЕННИКОВА,
А. Н. ПРОНЕВИЧ

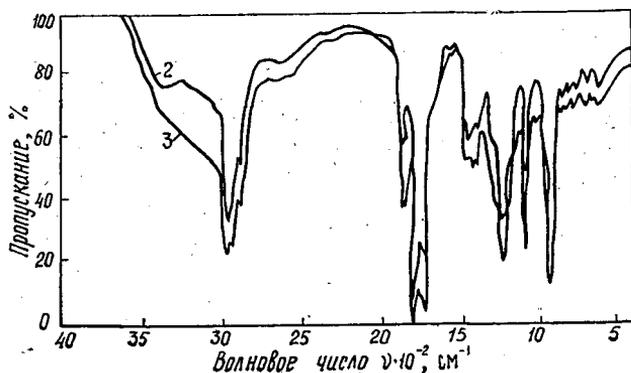
Белорусский технологический институт

Продукты взаимодействия терпенов с малеиновым ангидридом и их производные широко применяют в лакокрасочной, резинотехнической, шинной промышленности, для получения пластмасс, клеящих композиций, синтеза полифункциональных поверхностно-активных веществ. Состав продуктов взаимодействия скипидара с малеиновым ангидридом достаточно сложен, структура продуктов не установлена, относительно механизма этих превращений существуют противоречивые данные [1]. Поэтому исследования по изучению строения, состава и свойств терпеномалеиновых смол (ТМС) позволят найти пути управления процессом их синтеза при получении продуктов с заданными свойствами.

В процессе производства ТМС возникает проблема загрязнения этими продуктами сточных вод. Количественная оценка растворимости ТМС может обеспечить не только качественную очистку сточных вод, но и выбор оптимальных методов их получения.

В данной работе количественно оценена растворимость в воде семи образцов терпеномалеиновых смол до образования истинных и коллоидных растворов. Установлена связь между растворимостью смол в воде и содержанием в их структуре групп димеров карбоновых кислот, связанных водородной связью, а также ангидридных групп, определенных ИК-спектроскопией.

ИК-спектры образцов ТМС и смесей терпеновых углеводородов, из которых синтезированы ТМС, получены на спектрофотометре UR-20. Расплавленный продукт наносили на пластину из КБг, спектры снимали после затвердевания пленок и выдерживания их при комнатной температуре в течение суток. ИК-спектры терпеновых углеводородов необходимы для нахождения частот, присущих углеводородному скелету, по которым можно было условно характеризовать интенсивность поглощения полярных групп, найденных в структуре ТМС. Характеристические частоты, которые



ИК-спектры терпеномалеиновых смол (образцы 2 и 3)