

растание динамических свойств вулканизаторов. Широкое внедрение полученных результатов в производственную практику способствовало бы совершенствованию технологии резиновой промышленности, достижениям высокой работоспособности изделий, эксплуатирующихся в условиях многократных деформаций, сокращению расхода синтетического сырья, а также более полному вовлечению ЛСТ в народнохозяйственный оборот.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Абрамзон А. А. Поверхностно-активные вещества. Свойства и применение.— Л.: Химия, 1975.— 248 с. [2]. Антиадгезивы на основы поверхностно-активных веществ / И. А. Осошник, Е. Е. Крутских, М. Ф. Чурилов и др. // Каучук и резина.— 1989.— Вып. 9.— С. 35—44. [3]. Блох Г. А. Органические ускорители вулканизации каучуков.— Л.: Химия, 1972.— 560 с. [4]. Борзенкова А. Я., Дашевская Р. И., Третинникова Г. К. Использование отходов целлюлозно-бумажной промышленности для антиадгезионной обработки резиновых смесей. // Каучук и резина.— 1989.— Вып. 2.— С. 29—30. [5]. Влияние добавок при грануляции технического углерода на свойства наполненных резин / С. В. Орехов, Л. А. Ризаева, В. М. Гончаров и др. // Каучук и резина.— 1983.— Вып. 10.— С. 19—22. [6]. Гришин Б. С., Ельшевская Е. А., Писаренко Т. И. Применение поверхностно-активных веществ для улучшения перерабатываемости резиновых смесей.— М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1987.— 55 с. [7]. Исследование эффективности анионных ПАВ при предохранении резиновых смесей от слипания / А. Я. Борзенкова, Е. И. Щербина, Р. И. Дашевская и др. // Каучук и резина.— 1988.— Вып. 5.— С. 28—29. [8]. Некоторые аспекты антиадгезионного действия водных растворов ПАВ «Прогресс» / А. Я. Борзенкова, Р. И. Дашевская, Г. К. Третинникова и др. // Каучук и резина.— 1986.— Вып. 8.— С. 26—29. [9]. Новое направление использования лигносульфонатов и сульфатного мыла / Р. И. Дашевская, А. Я. Борзенкова, Г. К. Третинникова и др. // Пути повышения эффективности целлюлозно-бумажной промышленности: Сб. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф.— Коряжма, 1988.— С. 94—98. [10]. Поверхностные явления и поверхностно-активные вещества. Справочник / Под ред. А. А. Абрамзона и Е. Д. Щукина.— Л.: Химия, 1984.— 392 с. [11]. Федюкин Д. П., Махлис Ф. А. Технические и технологические свойства резин.— М.: Химия, 1982.— 240 с.

Поступила 14 августа 1990 г.

УДК 630*864.66.081

ОБ АДСОРБЦИОННОЙ СУШКЕ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА В БАРАБАННОЙ СУШИЛКЕ

Б. Д. ЛЕВИН

Сибирский технологический институт

Настоящая работа является продолжением исследований сушки гидролизного лигнина сорбирующими телами [1].

Эксперименты проводили в аппарате барабанного типа, подачу материала (в среднем начальная относительная влажность составляла 63,2 %) и зерен поглотителя (силикагель марки КСМГ ГОСТ 3956—76) осуществляли через секторный и ленточный питатели. Барабан оснащался подъемно-лопастной насадкой. Высота каждой из 4-х лопастей равна 0,1 диаметра аппарата.

Опыты* осуществляли по плану ПФЭ-2³ [2]. В качестве независимых переменных использовали средний диаметр гранул силикагеля X_1 (диапазон изменения 3...5 мм), массовый расход влажного лигнина X_2 ($1,1 \cdot 10^{-3}$... $2,2 \cdot 10^{-3}$ кг/с) и диаметр сушильного барабана X_3 (100...150 мм). Выходными факторами были выбраны Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 — влажности гидролизного лигнина в сечении l/l_6 , равном соответственно 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (l — расстояние от входа в барабан до точки отбора пробы, мм; l_6 — длина барабана, мм; Y_4 — конечная влажность

* В работе участвовала Т. И. Чеканова.

материала); Y_5 — производительность барабана по испаренной влаге, кг/ч; Y_6 — напряжение барабана по влаге, кг/(м³ · ч); Y_7 — продолжительность пребывания материала в барабане, с.

Значения факторов Y_5 и Y_6 в опытах определялись расчетным путем.

Условия проведения опытов и полученные результаты сорбционной сушки гидролизного лигнина представлены в табл. 1. Здесь для обозначения мест расположения точек отбора проб использовано отношение l/d (d — внутренний диаметр барабана, мм).

Таблица 1

Но- мер опыта	Ди- метр бара- бана, мм	Расход, 10 ³ кг/с		Сред- ний ди- метр гра- ду- нул, мм	Влажность лигнина, % по длине барабана при l/d							Продолжи- тельность пребывания лигнина в барабане, с		
		лиг- нина	сили- кагеля		0	2	3	4	6	8	9		12	
1	150	2,2	6,6	5	62,1	44,2	—	40,1	32,7	33,3	—	—	—	202
2				3	63,8	37,7	—	11,0	6,6	16,3	—	—	—	143
3		1,1	3,3	5	63,7	48,2	—	47,7	43,0	35,5	—	—	—	126
4				3	62,5	31,4	—	30,7	16,3	9,4	—	—	—	91
5	100	2,2	6,6	5	63,7	—	56,3	—	30,8	—	30,5	13,3	410	
6				3	63,7	—	35,3	—	19,0	—	18,9	8,6	286	
7		1,1	3,3	5	62,7	—	38,1	—	33,6	—	24,4	17,9	252	
8				3	64,3	—	19,7	—	15,9	—	14,8	5,3	211	
9	150	2,2	6,6	5	62,7	50,4	—	48,3	40,5	33,7	—	—	248	
10				3	63,7	41,9	—	13,1	10,0	10,5	—	—	157	
11		1,1	3,3	5	62,1	57,2	—	38,4	44,8	44,9	—	—	154	
12				3	62,5	39,8	—	16,9	8,7	8,8	—	—	179	
13	100	2,2	6,6	5	63,7	—	50,6	—	37,8	—	28,5	23,0	444	
14				3	62,7	—	36,4	—	14,1	—	7,7	9,9	300	
15		1,1	3,3	5	62,5	—	46,8	—	26,0	—	28,6	10,3	270	
16				3	63,8	—	12,4	—	9,2	—	6,5	8,5	269	

Матрица планирования экспериментов и ее реализации сведены в табл. 2.

Путем обработки опытных данных получены следующие уравнения регрессии:

$$Y_1 = 40,4 + 8,6X_1 + 3,4X_3 + 3,7X_2 - 4,0X_2X_3; \quad (1)$$

$$Y_2 = 27,1 + 10,8X_1 + 3,7X_3; \quad (2)$$

Таблица 2

Но- мер опыта	X ₁		X ₂		X ₃		Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇
	код	мм	код	10 ³ кг/с	код	мм							
1	+	5	+	2,2	+	150	44,2	40,1	32,7	33,3	3,45	163	202
2	-	3	+	2,2	+	150	50,4	48,3	40,5	33,7	3,50	165	248
3	+	5	-	1,1	-	150	37,7	11,0	6,6	16,3	4,54	214	143
4	-	3	-	1,1	-	150	41,9	13,1	10,0	10,5	4,76	225	153
5	+	5	+	2,2	+	100	48,2	47,7	43,0	35,5	1,75	83	126
6	-	3	+	2,2	-	100	57,2	38,4	44,8	44,9	1,25	59	154
7	+	5	-	1,1	-	100	31,4	30,7	16,3	9,4	2,34	111	91
8	-	3	-	1,1	-	100	39,8	16,9	8,7	8,8	2,36	111	179
	+	5	+	2,2	+	100	56,3	30,8	30,5	13,3	4,65	495	410
	-	3	+	2,2	-	100	50,6	37,8	28,5	23,0	4,23	450	444
	-	3	+	2,2	-	100	35,3	19,0	18,9	8,6	4,82	513	286
	+	5	-	1,1	-	100	36,4	14,1	7,7	9,9	4,69	499	300
	+	5	-	1,1	-	100	38,1	33,6	24,4	17,9	2,18	232	252
	-	3	-	1,1	-	100	46,8	26,0	28,6	10,3	2,33	248	270
	-	3	-	1,1	-	100	19,7	15,9	14,8	5,3	2,49	265	211
	-	3	-	1,1	-	100	12,4	9,2	6,5	8,5	2,42	257	269

Примечание. В числителе приведены средние опытные данные, в знаменателе — расчетные.

$$Y_3 = 22,7 + 11,5X_1 + 3,5X_1X_3; \quad (3)$$

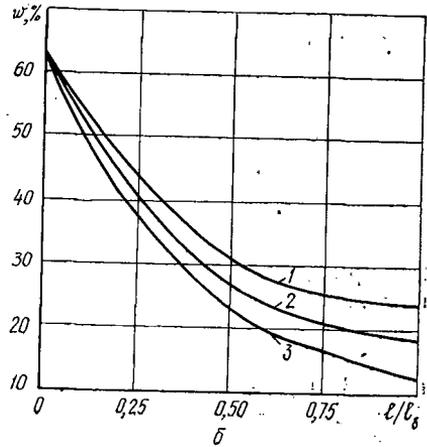
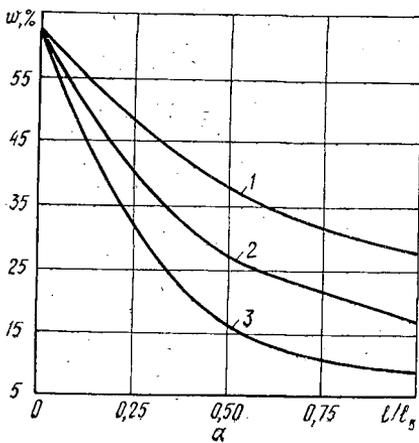
$$Y_4 = 18,1 + 8,4X_1 + 6,0X_3 + 4,4X_1X_3. \quad (4)$$

Как видно из уравнений, конечная влажность материала Y_4 является функцией двух переменных — размера гранул поглотителя и диаметра барабана — и не зависит от производительности сушилки. Наиболее действенный фактор — X_1 . При $X_3 = 0$ изменение X_1 от $+1$ до -1 позволяет снизить Y_4 от 26,5 до 9,7 %, т. е. в 2,73 раза. В опытах по плану Бокса-3 [1] наибольшее влияние на конечную влажность материала оказывало соотношение по массе «силикагель: лигнин»; наблюдаемый результат объяснялся тем, что с ростом расхода поглотителя увеличивалась поверхность контакта взаимодействующих сред. Это же обстоятельство приводит к повышению массопереноса и в данном случае. Если считать, что гранулы силикагеля имеют форму шара, то, при одном и том же массовом расходе, уменьшение диаметра от 5 до 3 мм приводит к возрастанию поверхности в 1,67 раза.

Влияние диаметра аппарата на Y_4 аналогично. При неизменной производительности сушилки по влажному материалу целесообразно ис-

пользовать барабан меньшего диаметра, так как в этих условиях слой массы, располагающийся в нижней полуокружности аппарата, более компактен, имеет большую высоту и плотность, т. е. возникают условия более тесного контакта фаз, способствующие росту скорости переноса влаги. Изменение внутреннего диаметра барабана X_3 от +1 до -1 (от 150 до 100 мм) сопровождается уменьшением Y_4 от 24,1 до 12,1 %. Согласно влиянию факторов X_1, X_2, X_3 на конечную влажность гидролизного лигнина, можно считать, что параметрами, лимитирующими скорость процесса в проведенных экспериментах, оказались условия контакта частиц влажного материала с силикагелем при постоянстве массового соотношения расходов контактирующих фаз, а не масса сорбируемой влаги. Очевидно, что определяющими являются суммарная величина поверхности зерен поглотителя и условия перемешивания среды.

Графически динамика влажности материала w по длине барабана представлена на рисунке. Зависимости, полученные по уравнениям



Изменение влажности гидролизного лигнина по длине барабана при различных значениях диаметра зерен поглотителя (*a*): 1—3; 2—4; 3—5 мм и диаметра барабана (*b*): 1—100; 2—125; 3—150 мм

(1)—(4) при X_2 и X_3 , равных нулю, имеют криволинейный характер (рис. *a*). Наиболее энергично снижается влажность материала в первой половине барабана, причем тангенс угла наклона кривых в этой области растет при снижении размера гранул сорбента. Во второй половине барабана кривые становятся практически параллельными и наклон их к оси абсцисс заметно уменьшается.

Путем расчета по уравнениям (1)—(4) построены зависимости $w = f(l/l_0)$ для различных значений диаметра барабана при равных нулю X_1 и X_2 (рис. *b*). Их характер аналогичен кривым на рис. *a*. Наглядно видно, что большее снижение влажности имеет место при уменьшении диаметра аппарата. Сравнение семейства кривых на рис. *a* и *b* показывает, что размер гранул влияет на массоперенос сильнее, чем X_3 .

Связь производительности по испаренной влаге и напряжения барабана по влаге с выбранными переменными выражается уравнениями

$$Y_5 = 3,2 - 0,3X_1 + 1,1X_2 - 0,2X_3 - 0,2X_1X_3; \quad (5)$$

$$Y_6 = 255,8 - 18,8X_1 + 85,0X_2 - 114,3X_3 - 34,5X_2X_3. \quad (6)$$

Таким образом, показатели интенсивности сушки зависят от всех переменных. Выходные параметры Y_5 и Y_6 возрастают с увеличением расхода влажного материала и снижаются при повышении как размера

зерен сорбента, так и диаметра барабана. Кроме того, они изменяются по длине сушильного тракта (табл. 3).

Приведенные в таблице данные четко отражают условия сушки гидролизного лигнина в барабане. В среднем по данным восьми опытов в первой четверти аппарата удаляется 64 %, а в первой его половине 89 % от общей массы удаляемой влаги. Соответственно изменяется по длине сушилки и напряжение по влаге. В первой четверти оно в 2,54 раза, а в первой половине в 1,77 раза выше среднего по барабану.

Таблица 3

Номер опыта	Производительность барабана по испаренной влаге, кг/ч			Напряжение барабана по влаге, кг/м ³ ·ч		
	в первой четверти	в первой половине	средняя	в первой четверти	в первой половине	среднее
1	2,28	2,58	3,48	430	243	164
2	3,18	4,70	4,65	600	443	220
3	0,83	1,38	1,50	157	130	71
4	1,66	2,02	2,35	313	191	111
5	1,74	3,57	4,44	740	760	473
6	3,41	4,47	4,76	1451	951	506
7	1,39	1,86	2,26	591	396	240
8	2,16	2,35	2,46	919	500	261

Проследим влияние режимных факторов на результат обезвоживания. Максимальное различие показателей интенсивности сушки имеет место при сравнении их численных значений, относящихся к третьему и шестому опытам, которые проведены в противоположных условиях. Видно, что изменение условий обезвоживания сопровождается изменением производительности по испаренной влаге в первой четверти барабана от 3,41 до 0,83 кг/ч, т. е. в 4,1 раза, а в среднем по длине барабана от 4,76 до 1,5 кг/ч, т. е. в 3,2 раза. Напряжение по влаге в первой четверти барабана падает с 1451 до 157 кг/(м³·ч), или в 9,2 раза, а в среднем по барабану с 506 до 71 кг/(м³·ч), или в 7,1 раза. Анализ значений Y_5 и Y_6 еще раз подтверждает воздействие независимых переменных на характер и результаты обезвоживания гидролизного лигнина.

Наконец, установлена зависимость продолжительности пребывания материала в зоне сушки Y_7 от X_1 , X_2 и X_3 . Путем математической обработки результатов получено уравнение

$$Y_7 = 233,9 + 29,4X_1 + 39,9X_2 - 71,4X_3 + 22,9X_1X_2, \quad (7)$$

из которого видно, что Y_7 является функцией всех трех переменных, причем наиболее весомой оказалась X_3 . При X_1 и X_2 , равных нулю, увеличение диаметра барабана от 100 до 150 мм сопровождается сокращением длительности пребывания материала в сушилке от 305,3 до 162,5 с, т. е. почти вдвое. Действительно, при увеличении X_3 путь, проходимый материалом за один оборот барабана, возрастает, а значение Y_7 снижается.

Влияние X_1 и X_2 на Y_7 оказалось меньшим по величине и противоположным по знаку: увеличение диаметра гранул силикагеля и расхода лигнина привело к росту продолжительности пребывания материала в барабане. Связь Y_7 с X_1 объясняется тем, что при использовании гранул поглотителя большего диаметра глубина обезвоживания лигнина снижается, сыпучесть частиц уменьшается. При этом Y_7 растет.

Влияние X_2 на Y_7 проявляется в том, что с увеличением расхода влажного материала слой его в барабане растет и транспортирующая роль насадки снижается.

Данные табл. 1, а также уравнение (2) свидетельствуют, что большая часть испаряемой влаги извлекается из частиц гидролизованного лигнина в первой половине барабана.

Влажность материала в сечении $l/l_0 = 0,5$ в определенных диапазонах значений переменных составляет меньше 20 %, продолжительность пребывания в барабане — 150...250 с. Значит, реальная продолжительность сушки не превышает 75...125 с.

Суммируя изложенное выше, можно считать, что дополнительно к установленному ранее [1], показатели адсорбционной сушки лигнина зависят от размера гранул сорбента, расхода влажного материала и диаметра барабана. Следовательно, в результате проведенной работы расширен круг параметров управления процессом и еще раз подтверждена перспективность способа обезвоживания дисперсных материалов с сорбирующими телами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Левин Б. Д., Романченко П. Г. О сушке лигнина сорбирующими телами // Лесн. журн.,—1990.—№ 4.—С. 86—88.—(Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Пен Р. Э., Менчер Э. М. Статистические методы в целлюлозно-бумажном производстве.—М.: Леспромиздат, 1973.—120 с.

Поступила 11 декабря 1990 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 630*67

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ
ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ В ЛЕСОВЫРАЩИВАНИИ

И. М. СИНЯКЕВИЧ

Львовский лесотехнический институт

С переходом в СССР к рыночной экономике сложились объективные предпосылки для коренных изменений экономических отношений в лесовыращивании. Бюджетно-сметная форма финансирования давно исчерпала себя. В нашей стране и в странах Восточной Европы идет поиск приемлемых методов решения этой проблемы.

В настоящее время на комплексах предприятий Украинской ССР отрабатывается система экономических отношений на основе сметных цен на отдельные виды лесохозяйственных работ или фазы лесовыращивания. По экономической сущности это затратная концепция, которая не согласуется с основными принципами рыночной экономики.

Модели экономических отношений, базирующиеся на сметных ценах на лесохозяйственные работы, направлены на стимулирование наращивания их объемов, т. е. увеличение материальных и трудовых затрат на лесовыращивание. При этом не принимается во внимание состояние использования основных объектов природы (лесные насаждения, лесные и нелесные земли, водные бассейны и др.). Эти модели не ориентируют лесные предприятия на выращивание высокопродуктивных насаждений с минимальными затратами живого и овеществленного труда, следовательно, не являются перспективными.

Перечисленные недостатки в меньшей мере присущи моделям экономических отношений, в основу которых положены сметные цены на сомкнутые лесные культуры и другие фазы и объекты лесовыращивания, но и эти модели не ориентируют производственно-хозяйственную деятельность на улучшение использования лесных земель и сельскохозяйственных угодий. Поскольку для создания сомкнутых высококачественных лесных культур из наиболее ценных древесных пород требуется длительный период времени (около 10 лет), то стимулирующее воздействие экономических рычагов существенно ослабляется. Экономическая заинтересованность в ускоренном переводе лесных культур в покрытую лесом площадь может привести к вводу низкопродуктивных древесных пород, что повлечет за собой нежелательные экологические изменения.

Рассмотренные модели бесперспективны, поскольку не содействуют существенному улучшению лесопользования и экономному использованию средств на воспроизводство лесов, особенно в тех районах, где преобладают леса I и II групп (с высокой интенсивностью лесопользования). Эти подходы не связаны с мерами по совершенствованию экономических отношений в области природопользования в целом.

Лесные ресурсы — неотъемлемая часть природных ресурсов, важный стабилизирующий фактор окружающей среды. Следовательно, механизм лесопользования должен предусматривать меры по совершенствованию экономических отношений в области природопользования в целом [1—3]. Стимулирующие функции экономических категорий необходимо направлять на сохранение и приумножение природного потенциала, а в лесном хозяйстве на защиту, охрану и повышение продук-