

УДК 66.013.6:674.817-41

Н.Г. Чистова

Сибирский государственный технологический университет

Чистова Наталья Геральдовна родилась в 1962 г., окончила в 1984 г. Сибирский технологический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры лесоинженерного дела Сибирского государственного технологического университета. Имеет 130 печатных работ в области комплексного использования древесного сырья, переработки древесных отходов в производстве древесноволокнистых плит.
E-mail: chistova@lfsibgtu.ru



ЭНЕРГОЗАТРАТЫ РАЗМОЛЬНОГО УЧАСТКА В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ

Показано, что использование оптимальных режимов работы ножевых размольных установок при обработке щепы и древесноволокнистой массы снижает энергозатраты на размол.

Ключевые слова: градус помола, древесноволокнистая масса, рафинатор, дефибратор.

В производстве древесноволокнистых плит (ДВП), как и в производстве картона и бумаги, определяющим этапом является предварительная подготовка исходного полуфабриката (щепы, древесной массы), или процесс размола. Это один из наиболее энергоемких процессов при производстве ДВП, потребляющий до 65 % от всех затрат электроэнергии данного производства [1].

Цель эксперимента – исследовать влияние качества помола (степени помола – ДС) и основных конструктивных технологических параметров размалывающих машин при всех прочих равных условиях технологического процесса и сохранении качественных показателей ДВП на удельный расход электроэнергии.

Исследования проводили в производственных условиях завода ДВП ЗАО «Лесосибирский ЛДК-1», на дефибраторе RT-50 (первая степень размола) и рафинаторе RR-50 (вторая степень).

Программа экспериментальных исследований реализована комплексом активных однофакторных и многофакторных экспериментов. Результаты исследований обработаны по В-плану второго порядка для получения математических моделей в целях описания объекта и поиска оптимальных условий функционирования исследуемой системы. Коэффициенты регрессии рассчитаны на ЭВМ с использованием пакета программ STATISTICA-5 (квази ньютоновский метод).

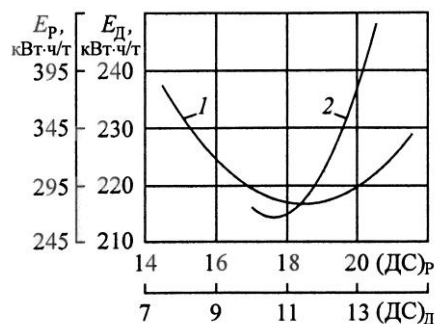


Рис. 1. Зависимость удельного расхода электроэнергии от степени помола массы на рафинаторе (1) и дефибраторе (2)

Значения уровней (min и max) и шага варьирования h для однофакторного эксперимента по определению зависимости удельного расхода электроэнергии от степени помола массы представлены в табл. 1.

В результате исследования влияния степени помола на удельный расход электроэнергии (однофакторный эксперимент) получены следующие математические зависимости:

для дефибратора

$$E_d = 4281,9 - 672,8 (\text{ДС}) + 27,7 (\text{ДС})^2; \quad (1)$$

для рафинатора

$$E_p = 155680,0 + 16745,0 (\text{ДС}) + 470,0 (\text{ДС})^2. \quad (2)$$

Наглядное представление о влиянии фактора на отклик дают графические зависимости, построенные по полученным математическим моделям (рис. 1). Из графиков видно, что с ростом степени помола щепы на дефибраторе удельный расход электроэнергии повышается, а с ростом степени помола древесноволокнистой массы на рафинаторе до 18,5 ДС этот показатель снижается, но при дальнейшем увеличении степени помола он возрастает.

Таблица 1

Уровни и шаг варьирования факторов

Фактор	Уровни варьирования		Шаг h
	min	max	
Степень помола массы для дефибратора	10,7	13,7	0,3
Степень помола массы для рафинатора	14,5	21,5	0,5

Таблица 2

Интервал и уровни варьирования управляемых факторов эксперимента

Фактор	Обозначение фактора		Интервал варьирования фактора	Уровни варьирования фактора		
	натуральное	нормализованное		нижний (-1)	основной (0)	верхний (+1)
Износ сегментов, мм	L/h	X_1	4	2	6	10
Зазор между дисками, мм	z	X_2	0,05	0,05	0,1	0,15
Частота вращения нижнего шнека, об/мин	n	X_3	1,7	12,0	13,7	15,4
Концентрация древесноволокнистой массы, %	c	X_3	0,5	2,5	3,0	3,5

Таким образом, достижение степени помола свыше 10,5...11,5 ДС (первая ступень) и 20,0...21,0 ДС (вторая ступень) нецелесообразно, так как, с одной стороны, возрастает удельный расход электроэнергии на размол, с другой – данные показатели степени помола, как показали исследования [2], являются оптимальными для получения твердых древесноволокнистых плит мокрым способом из хвойных пород древесины. Дальнейшее увеличение

степени помола ухудшает некоторые физико-механические показатели готовой плиты, например водопоглощение.

Полученные однофакторные зависимости позволяют контролировать удельный расход электроэнергии при размоле, не ухудшая качество помола.

На следующем этапе исследований был спланирован и реализован многофакторный эксперимент по определению функциональных зависимостей удельного расхода электроэнергии E от варьирования конструктивных и технологических параметров размалывающих машин:

для дефибратора

$$E_d = f(L/h, z, n); \quad (3)$$

для рафинатора

$$E_p = f(L/h, z, c), \quad (4)$$

где L/h – износ сегментов;

z – зазор между дисками;

n – частота вращения нижнего шнека;

c – концентрация массы

Уровни и интервалы варьирования исследуемых факторов для трехфакторного эксперимента на первой (дефибратор) и второй (рафинатор) ступенях размолы приведены в табл. 2.

В результате исследований влияния основных конструктивных технологических параметров дефибратора ($L/h, z, n, c$) и рафинатора ($L/h, z, c$) на удельный расход электроэнергии получены следующие математические зависимости:

для дефибратора

$$9^* \quad E_d = 179,520 + 2,5953(L/h) - 39,398z + 2,45868n + 0,066375(L/h)^2 - 25z^2 + 0,02164n^2 - 5,625((L/h)z) - 0,09192((L/h)n) + 1,471(zn); \quad (5)$$

для рафинатора

$$E_p = 621,155 - 13,2680(L/h) - 167,050z - 312,455c + 2,48(L/h)^2 + 3876z^2 + 79,76c^2 - 15,625((L/h)z) - 0,9375((L/h)c) - 347,8(zc). \quad (6)$$

Значения расчетных коэффициентов в уравнениях подтверждают влияние данного фактора или его взаимодействие с другим фактором на удельный расход электроэнергии при размоле.

По полученным моделям с натуральными обозначениями факторов построены графические зависимости удельного расхода электроэнергии от износа сегментов, зазора между ротором и статором, частоты вращения нижнего шнека дефибратора, концентрации массы перед рафинатором. В качестве примера на рис. 2 для дефибратора представлены графики при фиксировании z на максимальном уровне, для рафинатора – при фиксировании L/h на максимальном уровне.

Исследуя и анализируя данные графики и соответствующие математические зависимости, можно определить при каких значениях параметров машины расходуется наименьшее количество электроэнергии для производства плит с заданными качественными показателями.

Из рис. 2 видно, что при увеличении износа сегментов и возрастании частоты вращения нижнего шнека n на дефибраторе при фиксировании зазора между размалывающими дисками ($z = 0,05; 0,10$ и $0,15$ мм) удельный расход электроэнергии значительно увеличивается.

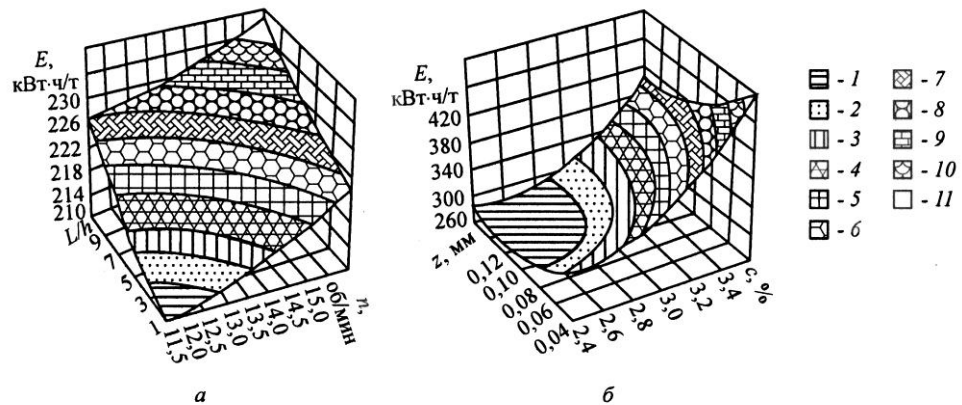


Рис. 2. Зависимость удельного расхода электроэнергии E при фиксировании зазора z между сегментами дефибратора (а) ($1 - E_d = 212,4$ кВт·ч/т; $2 - 214,8$; $3 - 217,3$; $4 - 219,7$; $5 - 222,1$; $6 - 224,5$; $7 - 227,0$; $8 - 229,4$; $9 - 231,8$; $10 - 234,2$ кВт·ч/т; $11 -$ above) и износе сегментов (L/h) рафинатора (б) ($1 - E_p = 292,8$ кВт·ч/т; $2 - 313,5$; $3 - 334,3$; $4 - 355,0$; $5 - 375,7$; $6 - 396,4$; $7 - 417,1$; $8 - 437,8$; $9 - 458,6$; $10 - 479,3$ кВт·ч/т; $11 -$ above)

частота вращения нижнего шнека оказывает на расход электроэнергии большее влияние, чем величина зазора. Так, для $z = 0,15$ мм и $n = 12,0$ об/мин удельный расход электроэнергии $E = 215,0$ кВт·ч/т; для $z = 0,15$ мм и $n = 15,0$ об/мин – $226,5$ кВт·ч/т; для $z = 0,05$ мм и $n = 12,0$ об/мин – $218,5$ кВт·ч/т, для $z = 0,05$ мм и $n = 15,0$ об/мин – $232,0$ кВт·ч/т. При фиксировании исследуемых факторов на минимальном уровне зависимость роста удельного расхода электроэнергии от изменения тех же самых конструктивных параметров машины сохраняется.

Результаты, полученные в работе, трудно реализовать на практике, а тем более их прогнозировать. Например, из графика, представленного на рис. 2, б, видна зависимость удельного расхода электроэнергии при размоле массы на рафинаторе одновременно от варьирования зазора между ротором и статором и концентрации древесноволокнистой массы при износе сегментов до 90 %.

На рис. 3 представлены графики, показывающие зависимость удельного расхода электроэнергии от изменения степени помола при базовом и

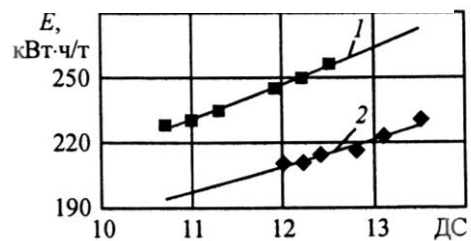


Рис. 3. Зависимость удельного расхода электроэнергии от степени помола при базовом (1) и оптимальном (2) режимах работ

оптимальном режимах работы размалывающих машин. С улучшением отдельных параметров размалывающих установок и достижением оптимальных условий их работы удельный расход электроэнергии имеет тенденцию к существенному снижению.

Используя оптимальные режимы, можно снизить удельный расход электроэнергии на обеих ступенях размола в среднем на 30...50 кВт·ч/т на одну единицу оборудования.

Выводы

1. Выявлена зависимость удельного расхода электроэнергии от степени помола, что позволяет, не снижая качества помола, варьировать энергозатраты процесса, стремясь к их снижению.

2. Получены уравнения, устанавливающие зависимость удельного расхода электроэнергии от основных технологических и конструктивных параметров размалывающих машин, которые могут быть использованы для прогнозирования степени помола и поиска оптимального (с точки зрения производительности и энергоемкости процесса размола) режима работы размольного оборудования, обеспечивающего все установленные ограничения на качественные показатели ДВП.

3. Обработка щепы и древесноволокнистой массы на ножевых размольных установках с оптимальными режимами работы снижает энергозатраты на размол по сравнению с производственными условиями работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алашкевич, Ю.Д.* Исследование гидродинамических явлений в процессе размола волокон в ножевых и размалывающих машинах [Текст]: дис. ... докт. техн. наук / Ю.Д. Алашкевич. – Л., 1970. – 143 с.

2. *Чистова, Н.Г.* Исследование процесса размола древесной массы на промышленных установках при производстве ДВП [Текст]: монография / Н.Г. Чистова, Ю.Д. Алашкевич. – Красноярск: СибГТУ, 2000. – 114 с.

Поступила 11.03.09

N.G. Chistova
Siberian State Technological University

Power Consumption of Grinding Section in Fiber Board Production

It is shown that the use of optimal operation modes of blade grinding devices in treatment of chips and wood-fiber mass reduces the power consumption for grinding.

Keywords: grinding degree, wood-fiber mass, refiner, defibrator.
