

## Выводы

1. Скорость резания при использовании стальных пил не должна превышать максимально допустимой величины, определенной из условия обеспечения работоспособности зубьев (исключения их повышенного износа). При продольном пилении древесины максимально допустимая скорость резания равна 60...65 м/с.

2. Частота вращения пилы не должна превышать максимально допустимой величины ( $0,85 n_{кр}^{min}$ ), определенной исходя из обеспечения работоспособности диска. Величины максимально допустимых частот вращения регламентированы отраслевым РТМ [5].

3. Ограничение по скорости резания более характерно для пил небольшого диаметра и повышенных толщин, а по частоте вращения — для пил большого диаметра и пониженных толщин. Определенная пересчетом из выбранной скорости резания частота вращения не должна превышать максимально допустимой величины.

4. Начальные (от изготовления, подготовки) и временные (от нагрева) напряжения в диске пилы могут изменяться в широких пределах. Поэтому в станках рекомендуется использовать универсальные частоты вращения, если они обеспечивают необходимые показатели процесса резания (подача на зуб, чистота поверхности, минимальная энергоемкость и т. д.).

5. Увязка нормативов проковки (вальцевания) с универсальными частотами вращения позволяет сделать последние оптимальными по критерию изгибной жесткости для условий холостого вращения диска.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Геллер Ю. А. Инструментальные стали.— 5-е изд., перераб. и доп.— М.: Металлургия, 1983.— 527 с. [2]. Ершов С. В., Стахийев Ю. М. Определение оптимальной частоты вращения прокованного диска пилы по критерию изгибной жесткости // Науч. тр. / ЦНИИМОД.— 1987.— Резервы использования материальных и трудовых ресурсов.— С. 154—162. [3]. Лейхтлинг К. А., Лейхтлинг Р. А. Выбор числа оборотов пильного вала круглопильных станков // Сб. науч.-исслед. работ / Сибирский технол. ин-т.— 1975.— Машиностроение, оборудование, ремонт и эксплуатация.— С. 36—40. [4]. Настенко А. А., Филиппов П. В. Температурная зависимость механических свойств стали 9ХФ // Совершенствование техники и технологии деревообраб. пром-сти: Тез. докл. к науч.-техн. конф. 22—24 мая 1974 г.— Киев, 1974.— С. 70. [5]. Руководящие технические материалы по определению режимов пиления древесины круглыми пилами / Ю. М. Стахийев, В. Д. Дунаев, В. К. Пашков и др.— Архангельск: ЦНИИМОД, 1988.— 74 с. [6]. Стахийев Ю. М. Работоспособность плоских круглых пил.— М.: Лесн. пром-сть, 1989.— 384 с. [7]. Стахийев Ю. М., Ершов С. В., Макаров В. В. О согласовании степени проковки (вальцевания) с частотой вращения круглой пилы // Изв. вузов. Лесн. журн.— 1988.— № 6.— С. 59—64. [8]. Тимонен С. М. О влиянии скорости резания на износ и затупляемость зубьев пил в работе // Изв. вузов. Лесн. журн.— 1970.— № 3.— С. 85—88. [9]. Szumani R. Решение проблемы круглопильных станков в США // Holz als Roh- und Werkstoff.— 1984.— Т. 42, № 8.— С. 309—314.

Поступила 12 февраля 1990 г.

УДК 674.817—41 :658.26

## ТЕПЛОВЫЕ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ

А. Н. ВАСИЛЬЕВ

ВНИИДрев

Значительное количество тепловой и электрической энергии потребляют предприятия по производству древесноволокнистых плит

(ДВП). В частности, на изготовление 1000 м<sup>2</sup> ДВП тратят 2000 кВт/ч электроэнергии и  $52,4 \cdot 10^6$  кДж тепловой энергии. Если учесть, что в настоящее время выпускают более полумиллиарда квадратных метров плит, обсуждение вопроса рационального потребления энергии весьма необходимо.

Типовая тепловая схема технологического процесса производства ДВП включает следующие операции. Приготовленная из отходов древесины щепа поступает в пропарочную камеру, где ее выдерживают при температуре 187 °С и давлении 0,9 МПа. Пропаренную щепу направляют на дефибратор для ее размола.

Полученная древесная масса с двухфазным пароводяным потоком попадает в отделительные камеры, где теряется значительное количество тепловой энергии. Пар удаляется в окружающую среду, а волокно, разбавленное охлажденной водой, идет в рафинатор для вторичного механического размола. Смешанная в приготовительных отделениях связующими компонентами масса поступает на отливную машину, где формируется древесноволокнистое полотно и удаляется до 70...80% влаги. Далее полотно толщиной 24 мм с температурой 40 °С подается на пресс. Отжатая вода попадает в систему оборотных вод.

Температура внешних поверхностей плит пресса равна 190 °С, максимальное давление прессования — 5,5 МПа. Перегретая вода, находящаяся в межволоконном пространстве полотна, переходит в метастабильное состояние, вскипает и выбрасывается вместе с паром. ДВП размером 1,7 × 5,6 м, спрессованные до 3,2 мм, поступают в камеру, где их выдерживают при температуре 150...165 °С в течение 3...6 ч, далее они попадают в камеры кондиционирования, где увлажняются потоком воды с температурой 95 °С.

Проектные средние расходы пара и его давление для оборудования цеха ДВП приведены в табл. 1.

Таблица 1

Оборудование	Давление пара, МПа	Проектный средний расход пара, т/ч	Общие затраты тепла $Q \cdot 10^{-6}$ , кДж	Потери тепла $Q_p \cdot 10^{-6}$ , кДж
Пресс гидравлический	3,0	11,50	16,04	14,44
Камеры закалки	3,0	2,30	3,23	0,05
Дефибраторы	1,1	3,20	4,93	0,05
Камеры увлажнения	1,1	0,46	0,71	0,08
Пропиточная машина	1,1	0,10	0,15	0,03
Ванны для промывки сеток	1,1	0,46	0,71	0,14
Итого	—	—	25,77	14,79

Связь между источником и потребителями пара выражается уравнениями [1]

$$D = D_t^n + \sum_k D_k^n = D^0 x_0 \left( 1 + \sum_k \xi_k \right);$$

$$Q = Q_t^n + \sum_k Q_k^n = Q^0 x_0 \left( 1 + \sum_k \rho_k \right),$$

где  $D_t^n = x_0 D^0$  — количество пара, идущее на технологический процесс, кг/ч;

$D^0$  — количество пара для всех потребителей, кг/ч;

$x_0$  — редуцированный коэффициент расхода пара;

$D_k^n$  — количество пара для дополнительных потребителей, кг/ч;

$$\xi_{\kappa}^{\text{н}} = \frac{D_{\kappa}^{\text{н}}}{D_{\kappa}^{\text{о}}} \text{ — относительный коэффициент потерь пара;}$$

$$Q_{\text{т}}^{\text{н}} = \lambda_0 D^{\text{о}} \varepsilon' \text{ — количество тепла, идущее на технологический процесс, кДж/ч;}$$

$$Q^{\text{о}} \text{ — общее количество тепла для всех потребителей, кДж/ч;}$$

$$\lambda_0 \text{ — тепло, сообщаемое 1 кг пара, кДж;}$$

$$\varepsilon' \text{ — коэффициент, учитывающий подогрев оборотной воды;}$$

$$Q_{\kappa}^{\text{н}} \text{ — количество тепла для дополнительных потребителей, кДж/ч;}$$

$$\rho_{\kappa} = \frac{Q_{\kappa}^{\text{н}}}{Q_{\kappa}^{\text{о}}} \text{ — относительный коэффициент потерь тепла.}$$

Решая одномерную задачу распространения тепла в плоской пластине [2], получаем количество тепла, идущее на ее нагрев и потери на прессе. Общие потери тепла, согласно тепловой схеме (рис. 1), приведены в табл. 1 [3].

Согласно технологической схеме баланса воды и волокна завода ДВП-1 ПО «Гришкишкес» на 1 т ДВП приходится 2752 т пара с давлением 1,1 МПа. При изменении энтальпии выделилось  $6,5 \cdot 10^6$  кДж; при конденсации пара —  $6,2 \cdot 10^6$  кДж, в итоге поступило в систему  $12,7 \cdot 10^6$  кДж на 1 т плит. Уходит из системы с оборотной водой во внешнюю среду  $3,1 \cdot 10^6$  кДж (эти потери не приводятся в таблице), остается в аккумулятивной системе  $9,6 \cdot 10^6$  кДж.

Нами был замерен расход пара с ТЭЦ на аккумулятор Рутса во времени (на рисунке показаны пульсации расхода пара за сутки). Сплошными линиями отмечено время работы закалочных камер (1—8) и пресса (Пр). Как видно, колебания расхода достигали от 0 до 15 т/ч.

В целях определения аккумулятивной способности системы и количества тепла, идущего непосредственно на прессование, отсекали пар, поступающий в аккумулятор. Пресс снабжали теплом, запасенным только в аккумуляторе (результаты приведены в табл. 2). Пар вновь подавали, как только температура воды на входе достигала  $187^{\circ}\text{C}$ , т. е. до наступления опасности выхода пресса из технологического ре-

Таблица 2

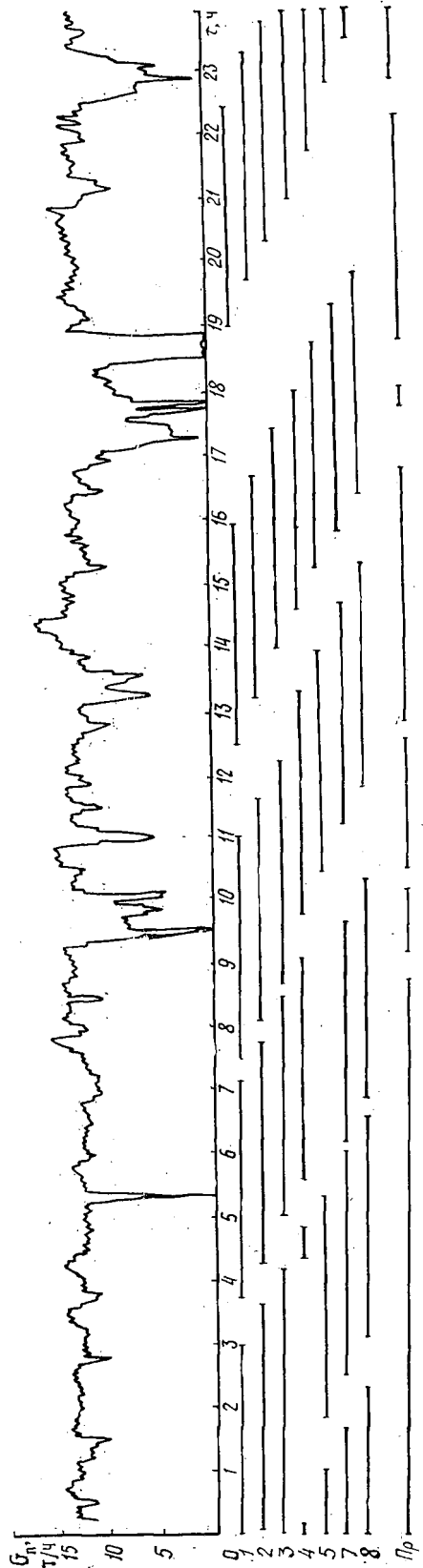
Номер запрессовки	Момент запрессовки	Продолжительность запрессовки			Температура теплоносителя в прессе и закалочных камерах, $^{\circ}\text{C}$	
		ч	мин	с	на входе	на выходе
1	Начало	10	37	30	210	198
		10	40	0	209	196
	Конец	10	42	0	205	195
		10	42	45	195	186
2	Начало	10	45	30	203	193
		10	47	0	200	192
	Конец	10	49	30	198	189
		10	50	30	198	189
3	Начало	10	52	45	195	186
		10	49	0	194	185
	Конец	10	56	30	190	182
		10	58	0	189	181
		10	59	0	187	179
		11	0	0	187	178
	11	01	0	185	177	

жима. Эксперимент показал, что на производство  $1000 \text{ м}^2$  достаточно  $6,66 \cdot 10^6$  дКж тепла.

Таким образом, с теплотехнической точки зрения существующая технологическая схема производства ДВП весьма неэкономична, энергоемка, с большими потерями тепла различного потенциала, что затрудняет установку теплоутилизационного оборудования. Например, в дефибраторном отделении используют одновременно механическую и тепловую энергию для размола щепы. Отработанный пар не утилизируют, при прессовании плит тепловая энергия порядка  $6,2 \times 10^6$  кДж/ч с паром выходит в атмосферу. Ситуация усугубляется тем, что парогазовый поток содержит вредные компоненты (формальдегид, фенол, уксусная кислота, парафин и др.), резко нарушающие экологическую обстановку в районе предприятий.

Общие затраты тепла, как отмечалось выше, равны  $25,77 \times 10^6$  кДж, из них вместе с оборотной водой уходит  $17,89 \times 10^6$  кДж. Обратное замкнутое водоснабжение, внедренное в настоящее время в производство, приводит к аккумулятивному накоплению тепла в технологическом контуре. С целью понижения температуры древесноволокнистой массы и изменения ее концентрации в контур подают холодную воду, что также не способствует энергоресурсосбережению.

Таким образом, для рационального использования энергии технологическая схема производства ДВП мокрым способом должна быть существенно изменена. Целесообразно исключить совместное использование на одной операции механической, тепловой, электрической энергии и более рационально использовать достижения химической термодинамики и гидродинамики при обработке древесины.



## ЛИТЕРАТУРА

[1]. Васильев А. Н. Расчет тепловых схем ядерных энергетических установок. Горький, 1982.— 61 с. [2]. Лыков А. В. Теория теплопроводности: Учеб. пособие.— М.: Высш. школа, 1967.— 599 с. [3]. Справочник по древесноволокнистым плитам / В. И. Бирюков, М. С. Лашавер, А. М. Козаченко и др. М.: Лесн. пром-сть, 1981.— 184 с.

Поступила 15 августа 1989 г.

УДК 674.047 : 674.093.6

## ВЛИЯНИЕ УСУШКИ ДРЕВЕСИНЫ НА РАЗНОТОЛЩИННОСТЬ ДОСОК

Н. И. КОВЗУН

ЦНИИМОД

Разнотолщинность доски не регламентирована стандартами, но лесопильные предприятия контролируют этот параметр как в сырых, так и в сухих пиломатериалах. Для введения норматива по разнотолщинности необходимо знать две ее составляющие: сформированную в процессе распиловки и вызванную неодинаковой усушкой древесины в пределах длины доски. Статистические оценки первой составляющей приведены в работе [3], в данной статье даны статистические оценки второй составляющей.

Исследования выполнены на еловых пиломатериалах номинальной толщиной 22, 100, 125 и 200 мм (размеры 100 и 125 мм наиболее ходовые). Усушку пиломатериалов толщиной 22 мм оценивали на боковых обрезных досках шириной от 100 до 150 мм, а толщиной 100, 125 и 200 мм — по ширине центральных досок, выпиленных из пласти бруса. Местоположение доски в поставе определяло направление усушки: под углом к годичным слоям в пиломатериалах толщиной 22 мм и тангенциальное — в остальных размерах.

Для испытаний отобрали 20 досок (влажность более 40 %) длиной 5...6 м. Каждую доску маркировали порядковым номером, по всей длине нанесли не менее 50 рисок на расстоянии 100 мм друг от друга. Толщину доски в размеченных сечениях измеряли штангенциркулем (погрешность  $\pm 0,05$  мм), располагая его губки в 10...15 мм от кромки доски. Измерения в одном сечении повторяли до трех раз в поисках наименьшего значения толщины.

Маркированные доски были отправлены на атмосферную сушку. Изменение влажности каждой доски контролировали электровлагомером. После стабилизации его показаний влажность дополнительно измеряли весовым методом по образцу, выпиленному из центральной части доски (среднее значение влажности 20 %). Перепад влажности по длине доски не оценивали, так как при достижении равновесных значений он не превышает 1 %, а поэтому не оказывает заметного влияния на величину усушки [1, 2].

Абсолютную усушку древесины в тех же сечениях вычисляли как разницу толщин сырой и сухой доски. Разнотолщинность от неодинаковой усушки древесины в пределах длины доски оценивали максимальной разностью абсолютной усушки в размеченных сечениях.

Значения усушки и разнотолщинности от усушки включают в себя погрешности измерения, обусловленные смятием древесины, установкой инструмента, а также вносимые самим инструментом. Суммарная погрешность измерения толщины составила не более  $\pm 0,10$  мм. При этом погрешность измерения абсолютной усушки в сечении не превысила  $\pm 0,14$  мм, разнотолщинности от усушки  $\pm 0,20$  мм или 20 и 40 % соответственно. В целях уменьшения погрешности до 10 и 20 % за абсолютное принимали значение усушки, усредненное из пяти результатов измерений в соседних сечениях участка доски длиной 0,5 м.

Результаты измерения толщины сырых, сухих досок и абсолютной усушки оформляли в виде профилограмм, на которые в дальнейшем наносили усредненные значения усушки и кривые ее изменения (рис. 1).