

УДК 674.038.6

**Д.В. Иванов**

Иванов Давид Васильевич родился в 1937 г., окончил в 1959 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, профессор кафедры лесопильно-строгальных производств Архангельского государственного технического университета. Имеет более 60 научных работ в области комплексного использования древесины, создания и совершенствования технологии и техники производства пиломатериалов и подготовке сырья к распиловке.



### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНОГО БРЕВНОПИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ НА МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Рассмотрены вопросы использования различного бревнопильного оборудования (лесопильные рамы, ленточнопильные и круглопильные станки) для производства пиломатериалов.

*Ключевые слова:* пиломатериалы, лесопильная рама, ленточнопильный станок, круглопильный станок, фрезерно-брусующий станок, выход пиломатериалов, производительность.

К малым предприятиям относят лесопильные предприятия, имеющие мощность по распилу сырья до 25 тыс. м<sup>3</sup> в год.

В настоящее время для распиловки сырья используется разнообразное оборудование: одноэтажные лесопильные рамы, ленточнопильные и круглопильные установки. По методу раскроя их подразделяют на «батареинное» оборудование, предусматривающее распиловку бревен набором рамных или круглых пил, и индивидуальное с раскроем бревна одиночными круглыми или ленточными пилами.

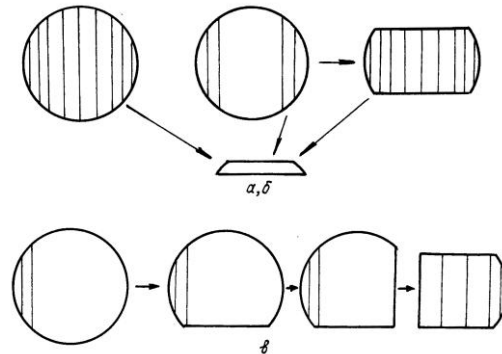
Для раскроя по первому методу используют одноэтажные лесопильные рамы или многопильные круглопильные станки.

Отечественная промышленность выпускает целую гамму одноэтажных лесопильных рам (Р65-4М; Р63-4А/Б; Р80-2; РТ-36; РК-63-1,2; Р40-1 и др.), которые имеют следующие характеристики: просвет пильной рамки 400 ... 800 мм; ход рамки 210 ... 400 мм; частота вращения коленчатого вала 250 ... 650 об/мин; установленная мощность 24,5 ... 64,0 кВт, скорость подачи до 12 м/мин; число пил в поставе до 12; толщина пил 2,2 ... 2,5 мм; ширина пропила 3,8 ... 4,1 мм.

Недостаток лесопильных рам – значительные динамические нагрузки в вертикальной плоскости, что является одной из причин снижения скоростей распиловки и подачи и, как следствие, снижения производительности рам.

Рамные и круглопильные потоки работают по развальной и брусоразвальной схемам (рис. 1, а, б).

Рис. 1. Схемы раскря бревен:  
*а* – развальный способ, *б* – бру-  
 сово-развальный, *в* – круговой  
 (для линий с однопильными  
 станками)



Круглопильные станки делят на станки для распиловки бревен и бруса. Для продольного раскря бревен используют круглопильные станки только для индивидуальной распиловки (ЦДТ 6-4, ЦДТ-7, ЦМД, ЦМК Д-28А, 2ЦДБ-60), имеющие высоту пропила 500 ... 800 мм и скорость подачи до 90 ... 120 м/мин. Для продольного раскря брусев выпускают следующие круглопильные станки: СБ-8, СБ-8М, 2ЦДГ-300, (ЦНИИМОД); Ц8Д-80М, Ц8Д-80, Ц12Д1М (КРМЗ); ЦМ-150К (ЗДС, Данилов); Ц7Д(К) (станкозавод, Киров); WP-100, WP-150, (ООО «Экодревпром») и др. Они допускают высоту пропила 80 ... 200 мм, имеют 5–8 пил диаметром 450 ... 900 мм и скорость подачи 15 ... 80 м/мин. Для распиловки сырья небольших диаметров (12 ... 16 см) на ряде предприятий устанавливают линии на базе фрезерно-брусующих станков ФБС-750 и ФБЛ-16 и многопильных круглопильных станков (СевНИИП–АЛТИ, СКТБ (Петрозаводск), ДСК (Шарья), БРМ-1(Минск) и др.). Они имеют диаметр пил 500 ... 700 мм и скорость подачи 6 ... 50 м/мин.

На мелких предприятиях применяют однопильные ленточнопильные и круглопильные установки как отечественного, так и импортного производства. Наиболее известны следующие модели ленточнопильных станков: Гравитон-КЛГ-05, МЛК, КЛБ (Калининград); ЛЛК-1,2, ЛГД1-50, БЛП-50 (ЗДС, Данилов); ЛБЛ-130, ЛБ-100 (ООО «Экодрев»); ЭДП-03, ЛГС-50 («Северный Коммунар», Вологда); ЛПС, ЛГУ1000 («Экодревпром»); Кедр-1000; ЛГ 680, ЛГ 40 (Kamі); LT-40 HD (Wood-Mizer); SS J1250 (Эло, Jocar) и др. Они имеют горизонтальные или вертикальные пилы, движущиеся на шкивах диаметром 500 ... 1300 мм. Скорость подачи тележки с пильным узлом или бревном 0 ... 90 м/мин; мощность электродвигателей 11 ... 50 кВт; толщина пил 1,5 ... 3,0 мм; ширина пропила 3,0 ... 4,5 мм.

Недостатком ленточнопильных станков является возможная волнистость пропила и разнотолщинность досок.

Из однопильных круглопильных станков наиболее известны станки Кара F2000, Лаймет-120 (Финляндия), МП-1200 (Kamі); УСК-1-1 (ЗДС, Вологда), УП-1 («Северный Коммунар», Вологда), YPS 5550 (АО «Альстром») и др. Они имеют пилы диаметром 630 ... 1200 мм. Скорость подачи 12 ... 120 м/мин; мощность электродвигателей 30 ... 45 кВт; толщина пил 1,6 ... 3,2 мм; ширина пропила 3,2 ... 4,8 мм.

Недостаток круглопильных станков – большая толщина пил, большой пропили и, как следствие, снижение выхода пиломатериалов.

Преимуществом ленточнопильных и круглопильных станков является их небольшая стоимость и отсутствие вертикальных нагрузок, что исключает устройство мощного фундамента.

При раскросе на однопильных станках используют индивидуальные схемы раскроса, показанные на рис. 1, в. Следует отметить, что в потоках с однопильными станками механизированы лишь операции подачи бревен и привода пилы, вспомогательные операции выполняют вручную с значительными затратами времени и физических усилий.

Для сравнения работы потоков с различным пильным оборудованием выполнен расчет их часовой производительности и объемного выхода пиломатериалов. Расчет производительности потоков выполнен согласно методике ЦНИИМОД, приведенной в «Инструкции по расчету производственной мощности лесопильного предприятия».

Часовая производительность потока с использованием однопильных (круглопильных или ленточнопильных) станков

$$P_{\text{ч}} = 3600q k_{\text{т}} / (T_{\text{ц}} + \sum t_{\text{п}}),$$

где  $q$  – объем бревна, м<sup>3</sup>;  
 $k_{\text{т}}$  – коэффициент использования рабочего времени,  $k_{\text{т}} = 0,88$ ;  
 $T_{\text{ц}}$  – время рабочего цикла обработки бревна, с,  
 $T_{\text{ц}} = t_{\text{р}} + t_{\text{в}}$ ;  
 $t_{\text{р}}$  – продолжительность распиловки, с,  
 $t_{\text{р}} = 60 z l_{\text{бр}} / u$ ;  
 $z$  – число резов на бревне;  
 $l_{\text{бр}}$  – длина бревна, м;  
 $u$  – скорость подачи, м/мин;  
 $t_{\text{в}} = [t_1 + (z - 1) t_2 + (t_3 + t_4) z + t_5] k_{\text{в}}$ ;  
 $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5$  – продолжительность навалки, установки и закрепления бревна; поворота бревна; установки размера доски при подаче к пиле; откатки тележки; удаления остатков пиления,  
 $t_1 = 11,2$  с;  $t_2 = 12,5$  с;  $t_3 = 3,0$  с;  $t_4 = 5,0$  с;  $t_5 = 2,7$  с;  
 $k_{\text{в}}$  – коэффициент инерционности механизмов,  $k_{\text{в}} = 1,1$ ;

$\sum t_{\text{п}}$  – суммарные внецикловые потери головного станка,  $\sum t_{\text{п}} = 10,5$  с.  
 Расчеты проведены для бревен диаметром 14 ... 28 см,  $l_{\text{бр}} = 5,2$  м при скоростях подачи 20, 40, 60, 80, 100 м/мин для поставов, приведенных в табл. 1.

Таблица 1

Диаметр бревна, см	Постав	Диаметр бревна, см	Постав
14	1×100/2×50	22	1×150;2×25/2×50;4×25
16	1×100;2×25/2×50;2×25	24	1×150;2×25/2×50;4×25
18	1×125;2×25/2×50;2×25	26	1×175;2×25/2×63;4×25
20	1×125;2×25/2×50;2×25	28	1×175;4×25/2×63;4×25

Таблица 2

Диаметр бревна, см	Производительность по распилу сырья, м <sup>3</sup> /ч						
	Однопильные станки при различных скоростях подачи, м/мин					Лесопильные рамы	
	20	40	60	80	100	2Р-75	Р-63
14	1,59	1,97	2,15	2,24	2,30	11,56	6,34
16	1,22	1,54	1,69	1,78	1,83	14,74	8,08
18	1,54	1,95	2,13	2,25	2,31	17,88	10,19
20	1,09	1,96	2,15	2,26	2,33	21,55	12,43
22	1,86	2,35	2,58	2,71	2,80	24,51	14,91
24	2,17	2,75	3,12	3,29	3,40	26,87	17,40
24	1,74	2,13	2,31	2,40	2,53	26,87	17,40
26	2,05	2,51	2,72	2,83	2,98	30,14	20,51
28	2,36	2,90	3,13	3,26	3,43	33,15	21,65

Результаты расчетов представлены в табл. 2 и на рис. 2.

Полученные результаты показывают, что производительность потоков на базе однопильных станков (ленточных и круглопильных), несмотря на высокую скорость подачи, ниже чем у рамных потоков из-за потерь времени цикла на многократную подготовку и повороты бревен. Даже применение сдвоенных ленточнопильных станков не позволяет повысить производительность потоков из-за необходимости возврата тележки, а получение на них горбылей вместо досок снижает выход или требует дополнительного оборудования для переработки.

Объемный выход пиломатериалов на потоках, использующих различное оборудование, определяли из расчета поставов для диаметров бревен 14 ... 26 см при толщине пил 2,0 ... 4,0 мм и ширине пропилов 3,6 ... 5,6 мм с помощью программы «Постав», разработанной в АГТУ (табл. 3).

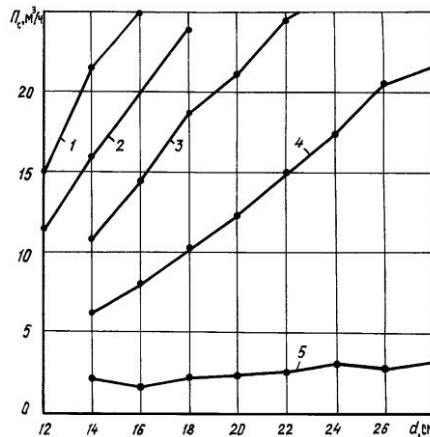


Рис. 2. Производительность  $P_c$  потоков по распилу сырья ( $d$  – диаметр): 1 – с фрезерно-брусующими станками ФБС-36; 2 – ФБС-24; 3 – с двухэтажными лесопильными рамами 2Р-75; 4 – с одноэтажными лесопильными рамами Р-63; 5 – с однопильными станками (ОС)

Таблица 3

Диаметр бревна, см	Объемный выход пиломатериалов, %, при толщине пил/ ширине пропила, мм					
	2,0/3,6	2,5/4,1	3,0/4,6	3,5/5,1	4,0/5,6	2,2/3,8
	Однопильные станки					Лесопильные рамы
16	52,0	51,1	50,3	49,4	48,6	51,9
18	54,7	53,4	53,4	52,7	52,0	53,8
20	53,0	53,0	52,4	52,4	51,9	52,1
22	57,5	56,1	53,9	54,8	54,1	55,6
24	57,0	56,5	55,7	55,2	54,8	56,0
26	59,7	59,2	58,1	57,5	56,7	57,6
28	60,2	59,2	58,7	58,0	57,9	58,7

Расчеты показывают, что увеличение толщины пил и ширины пропилов вызывает снижение объемного выхода пиломатериалов (рис. 3). Следует отметить, что используемые пилы требуют заточки, вальцовки, проковки, насечки зубьев и др. Повреждение ленточных пил приводит к значительным финансовым затратам (например 100 ... 1000 долларов для широких пил).

Распиловка бревен больших диаметров требует применения толстых пил большого диаметра (что снижет выход пиломатериалов) или использования сдвоенных по высоте блоков пил (что приводит к увеличению мощности узлов резания и появлению «зарезов» на досках, т.е. появлению брака).

Результаты расчета выхода пиломатериалов и производительности для различных потоков приведены в табл. 4.

Выход пиломатериалов на ФБС ниже, чем на лесопильных рамах: на 2,5 ... 5,9 % – при наличии в потоках обрезных станков, на 5,2 ... 8,5 % – при их отсутствии.

При расчете производительности по распилу сырья на потоках с ФБС для обеспечения качества распиловки скорость подачи принимали равной 24 и 36 м/мин, учитывая объемы сырья. Производительность по распилу сырья у агрегатных потоков выше, чем у рамных при скорости подачи 24 и 36 м/мин соответственно в 2,3 и 3,5 раза.

Производительность различного оборудования по выпуску пиломатериалов определяется произведением производительности по распилу на объемный выход пиломатериалов. Результаты представлены на рис. 4.

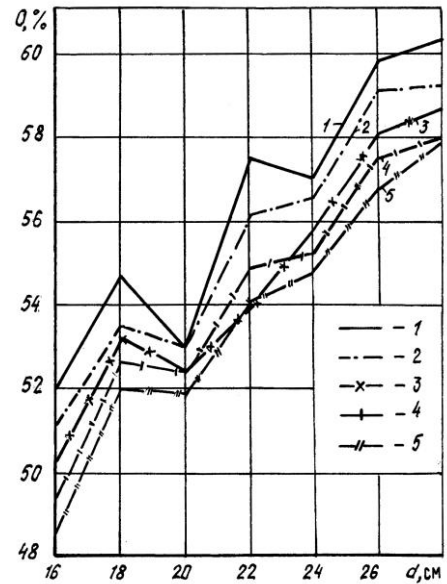


Рис. 3. Влияние толщины пил  $t_p$  на выход пиломатериалов  $Q$ : 1 –  $t_p = 2,0$  мм; 2 – 2,5; 3 – 3,0; 4 – 3,5; 5 – 4,0 мм

Таблица 4

Диаметр бревна, см	Выход пиломатериалов, %		Производительность потоков, м <sup>3</sup> /ч		
	ФБС с ОС	ФБС	Лесопильные рамы	ФБС-36	ФБС-24
12	46,22	42,27	4,20	15,00	12,00
14	47,70	44,70	6,34	22,00	16,00
16	49,34	46,70	8,08	25,00	20,00
18	47,90	45,27	10,19	32,00	23,50

Годовой объем по распилу сырья и производству пиломатериалов определяется произведением часовой производительности на годовой фонд рабочего времени.

В год на однопильных установках можно распиливать 3 ... 7 тыс. м<sup>3</sup> сырья и получать 1,5 ... 3,5 тыс. м<sup>3</sup> пиломатериалов, на одноэтажных лесопильных рамах – соответственно 17 ... 35 тыс. м<sup>3</sup> сырья и 8,5 ... 17 тыс. м<sup>3</sup> пиломатериалов, на потоке с ФБС – соответственно 35 ... 50 тыс. м<sup>3</sup> сырья и 16,0 ... 25,0 тыс. м<sup>3</sup> пиломатериалов.

При сложившемся на российском рынке уровне цен на деревообрабатывающее оборудование стоимость кубометра распиленного в год сырья для потоков на базе ФБС с многопильным станком составляет 12 ... 15 руб, для потоков с двумя одноэтажными лесопильными рамами Р-63 – 16 ... 20 руб, для потоков с однопильными станками – около 50 руб. Это совместно с текущими затратами на эксплуатацию оборудования и инструмент естественно скажется на себестоимости пиломатериалов.

Большинство фирм и предприятий выпускают оборудование для распиловки бревен и бруса, мало заботясь об их объединении в поток, механизации и автоматизации процессов. Лишь фирма «Кара» предлагает комплексно механизированные цеха на базе круглопильных станков. В них предусмотрена взаимосвязь станков и введены обрезные станки.

Долгое время потоки с одноэтажными лесопильными рамами обслуживались вручную, причем их структура мало отличалась от потоков с двухэтажными лесопильными рамами. В последнее время на Даниловском ЗДС разработаны средства механизации производственных процессов для потоков с одноэтажными лесопильными рамами.

В основном мелкие предприятия работают без подсортировки сырья по диаметрам и применяют индивидуальные схемы раскроя бревен. Схемы подбираются операторами установок, однако они не всегда оптимальны и зачастую ведут к значительным потерям древесины.

Фирма «СпецТрейдстандарт» предложила программы для раскроя бревен на заданные сортименты и выполнения спецификации. В настоящее время реализованы следующие версии: Раскрой 4.12 – для ленточнопиль-

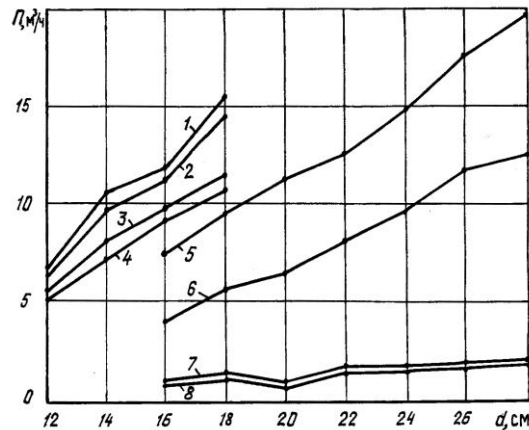


Рис. 4. Производительность потоков  $P$  по выпуску пиломатериалов: 1 – с ФБС-36 и ОС; 2 – с ФБС-36; 3 – с ФБС-24 и ОС; 4 – с ФБС-24; 5 – с двухэтажными рамами 2Р-75; 6 – с одноэтажными рамами Р-63; 7 – с однопильными ленточнопильными станками; 8 – с однопильными круглопильными станками

ных круглопильных установок; Раскрой 6.11 – для многопильных установок и лесопильных рам.

Эти программы позволяют составлять задания для операторов на распиловку бревен, планировать выполнение заданий по выпилке пиломатериалов определенных сечений, оптимизировать раскрой бревен для получения бóльших выходов пилопродукции или выручки от продаж. Внедрение программ позволит повысить выход продукции на 4 ... 5 % и получить дополнительно в среднем по 3 ... 5 долларов с каждого выпиленного кубометра пиломатериалов.

Архангельский государственный  
технический университет

Поступила 28.11.02

*D.V. Ivanov*

### **Use of Different Log-sawing Equipment for Producing Sawn Timber by Small Companies**

Questions of using different log-sawing equipment (saw frames, band saw and circular saw machines) for sawn timber production are reviewed.

