

рек волокон. — В кн.: Механическая технология древесины. Минск: Выш. шк., 1975, вып. 5, с. 157—162. 3. Р о ц е н с К.А. Технологическое регулирование свойств древесины. — Рига: Зинатне, 1979. — 222 с. 4. Р о ц е н с К.А., Б е р з о н А.В., Г у л б и с Я.К. Особенности свойств модифицированной древесины. — Рига: Зинатне, 1983. — 207 с. 5. Д о р о ж к о А.В., М а к а р е в и ч С.С. Упругие свойства модифицированной древесины при растяжении. — В кн.: Механическая технология древесины. Минск: Выш. шк., 1983, вып. 13, с. 64—66. 6. У г о л е в Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения. — М.: Лесн. пром-сть, 1975. — 383 с.

УДК 674.05

В.И. МИКУЛИНСКИЙ, канд.техн.наук (БТИ)

### ФРЕЗЕРНО-БРУСУЮЩАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА

Дальнейшее совершенствование фрезерно-брусующих станков требует проведения специальных исследовательских работ. Их конечной целью является решение технологической задачи: перерабатывать сырье (тонкомерные бревна) на продукцию (брус и технологическую щепу) с заданными производительностью и качеством. При этом учитывается влияние сырья, готовой продукции, оборудования, инструмента, а также технической эксплуатации и обслуживания станка.

Среди этих многих факторов выделим производительность, размеры и качество щепы и бруса в зависимости от параметров инструмента и станка. Это взаимосвязанные факторы, определяющие во многом технико-экономическую эффективность процесса переработки тонкомерных бревен. Резание щепы спиральными фрезами пока изучено недостаточно. Это касается в первую очередь так называемого двухлезвийного резания щепы как в силовом, так и в качественном отношениях. Рубка щепы требует, например, одних режимов резания, а формирование поверхности бруса — других. В целом резание толстых стружек на рубительных станках изучено намного меньше, чем тонких стружек на дереворежущих станках.

Процесс рубки щепы сопровождается значительными ударными нагрузками, затрудняющими определение силы резания. В описываемой установке это затруднение преодолевается за счет диска-маховика. Рассмотрим кинематические и динамические условия резания.

Скорость резания

$$V = \frac{2\pi r n}{60 \cdot 1000}, \quad (1)$$

где  $r$  — радиус резания резца, мм;  $n$  — частота вращения диска-маховика,  $\text{мин}^{-1}$ .

Изменение скорости резания за счет радиуса резания не равнозначно изменению за счет частоты вращения. При этом изменяются конфигурация щепы, последовательность работы режущих кромок, угол и дуга контакта, путь реза в древесине. Создается, таким образом, возможность исследовать некоторые вопросы стружкообразования.

Момент инерции диска относительно оси вращения:

$$I = \frac{\rho}{g} \int_0^D r^2 2\pi r h dr = 2\pi \frac{\rho}{g} h \int_0^{D/2} r^3 dr = \frac{\pi\rho}{32g} h D^4 = M \frac{D^2}{8}, \quad (2)$$

где  $\rho$  — плотность материала диска кг/м<sup>3</sup>;  $D = 1,0$  — диаметр диска, м;  $M = 123$  — масса диска, кг;  $h$  — толщина диска, м.

При этих значениях  $I = 15,38$  кг·м<sup>2</sup>.

Массы реза и противовеса ввиду малости здесь не учтены.

Кинетическая энергия диска

$$T = \frac{I\omega^2}{2} = \frac{I\pi^2}{2 \cdot 30^2} (n^2 - n_1^2) = 0,0841 (n^2 - n_1^2), \quad (3)$$

где  $n$  и  $n_1$  — частота вращения диска до и после срезания одной щепки.

Средняя сила резания на дуге окружности реза

$$P_{cp} = \frac{T}{2\pi r}. \quad (4)$$

Фактическая сила резания на дуге контакта

$$P_{\phi} = \frac{P_{cp} 2\pi r}{l} = \frac{T}{l}. \quad (5)$$

При средней дуге контакта  $l = 0,05$  м и  $P_{\phi} = 1,68 (n^2 - n_1^2)$ .

Если длина и толщина щепки малы, то изменение кинематической энергии, приходящееся на один рез, также мало.

Можно срезать  $i$  стружек и вычислить среднюю силу резания

$$\frac{P_{\phi}}{i} = 1,68 (n^2 - n_1^2). \quad (6)$$

При статическом резании на малых скоростях сила резания будет

$$P_{cp.ст} = \frac{M_0 L g}{r}, \quad (7)$$

где  $M_0$  — масса груза на рычаге, кг;  $L$  — длина рычага, м.

Функциональная схема установки показана на рис. 1. Диск-маховик 1 диаметром  $D$  и толщиной  $h$  с резцом 2 радиусом резания  $r = D/2$  вращается с частотой  $n$ , мин<sup>-1</sup> и скоростью резания  $V$ , м/с. Деревянный брусок Б перемещается обрешиненным роликом 9 по лотку 8 со скоростью подачи  $U$ , м/мин. Для получения заданной толщины щепы  $S_{щ}$  служит передняя линейка лотка 8-1 и задняя 8-2. Последняя устанавливается на уровне реза, а передняя смещена на заданную толщину щепы рукояткой  $P_3$ .

**Принцип работы.** Диск-маховик разгоняется до заданной частоты вращения  $n$ . Затем производится один или несколько резов при выбранных размерах щепки. Частота вращения диска уменьшится до некоторого значения  $n_1$ . Следовательно, изменится кинетическая энергия маховика формула (3). По этому изменению можно по формуле (5) определить фактическую среднюю силу резания. Качество щепки и бруса определяются вне установки.



Кинематическая схема дана на рис. 2. Механизм резания включает двигатель постоянного тока  $M_1$  со шкивом  $d_1$ , натяжной шкив  $d_2$ , рабочий шкив  $d_3$ , диск-маховик 1 с резцом 2 и противовесом 3. При опускании шкива  $d_2$  рукояткой  $P_1$  диск-маховик начинает разгон. По достижении заданной частоты вращения шкив  $d_2$  возвращается в исходное положение, а маховик продолжает вращаться вхолостую по инерции с отключенным приводом. Частота вращения диска фиксируется фотодатчиком 4 электронного тахометра. Контактный датчик 5 связан с электромеханическим счетчиком, который включается путевым контактом в начале резания и выключается в конце резания. Устройство позволяет таким способом автоматически определять число резов (число щепок) во время одного прохода бруска. Скорость резания изменяется за счет частоты вращения двигателя  $M_1$ . Для быстрой остановки диска служит колодочный тормоз 7, перемещаемый педалью.

Для измерения силы резания на малых скоростях (статической) служит рычаг  $L$  и груз  $M_0$ .

**Механизм подачи.** Деревянный брусок  $B$  перемещается со скоростью  $U$  по лотку 8 посредством обрезиненного валика 9. Привод последнего возможен в двух вариантах. Предусмотрен также третий вариант — толчковая подача от реечного механизма. Для предотвращения отбоя бруска во время резания предусмотрен антивыбрасыватель 14, отключаемый рукояткой  $P_2$ . Толщина щепы устанавливается рукояткой  $P_3$  путем перемещения передней линейки.

Независимая подача осуществляется от двигателя постоянного тока с редуктором  $M_2$  через шкивы  $d_7$  и  $d_8$  на обрезиненный валик 9. В этом случае можно не отключая диск 1 плавно изменять длину щепы  $l_{щ}$ .

Синхронная подача осуществляется от шкива  $d_9$  на валу диска 1 через шкив  $d_8$  и валик 9. В этом случае независимо от частоты вращения диска длина щепы  $l_{щ}$  остается постоянной. Это удобно при исследовании влияния скорости резания на силовые и качественные показатели процесса резания. Натяжение ремня и выключение подачи осуществляется рукояткой  $P_4$ .

Толчковая подача осуществляется от эксцентрика  $e$  посредством собачки 10, рейки 11 и упора 15, передвигающего брусок  $B$ . Число зубьев рейки, а следовательно, и длины щепы регулируется пластиной 12 и рукояткой  $P_5$ . Автоматическое отключение подачи производится остановом 13, который фиксируется в определенном положении (по числу требуемых резов) на пластине 12. Толчковая подача работает аналогично синхронной, но более точно.

В зависимости от задач эксперимента используется один из трех вариантов подачи.

#### Основные показатели установки

Древесина хвойных и лиственных пород, сырая,	
размерами $T \times Ш \times D$ , мм . . . . .	45x65x600—1600
Щепа $T \times D$ , мм . . . . .	1,0—6,0x2,8—40
Угол среза торца $\varphi$ , град . . . . .	30—60
Механизм резания	
диаметр диска $D$ , мм . . . . .	1000
толщина $h$ , мм . . . . .	20

частота вращения $n$ , мин <sup>-1</sup> . . . . .	0–500
радиус резания $r$ , мм . . . . .	200–400
резец сменный . . . . .	с двумя режущими кромками
тахометр, тип . . . . .	ТЭ
точность отсчета, об/мин . . . . .	0,5
мощность привода резания $N$ , кВт . . . . .	1,0
плечо коромысла $L$ , мм . . . . .	1500
масса груза $M_0$ , кг . . . . .	25
Механизм подачи	
независимая подача $U$ , м/мин . . . . .	0,08–20,0
мощность двигателя $N_2$ , кВт . . . . .	0,3
синхронная подача $U$ , м/мин . . . . .	0,1–20,0
толчковая подача: посылка, мм/об . . . . .	2,8–30
Габаритные размеры $D \times B \times Ш$ , мм . . . . .	1500x1400x600
Масса, кг . . . . .	420
Установка изготовлена в металле и опробована.	

УДК 674.055.621

В.И. МИКУЛИНСКИЙ, канд.техн.наук (БТИ)

### РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ЩЕПЫ И РЕЗЦОВ ПРИ РЕЗАНИИ СПИРАЛЬНЫМИ ФРЕЗАМИ

Применение спиральных фрез для переработки круглого леса на брусья и технологическую щепу в последние годы расширилось. Параметры щепы и резцов взаимосвязаны и изучены пока недостаточно, хотя имеют отношение к процессу резания и конструкции инструмента.

Поясним принцип формирования щепы и бруса (рис. 1). На рисунке показано перерабатываемое бревно диаметром  $D$  в трех проекциях, которое продвигается со скоростью подачи  $U$  (м/мин) между правой I и левой II фрезами с центром  $O$  и частотой вращения  $n$  (мин<sup>-1</sup>). Ось бревна смещена выше центра фрез на размер  $a$ . Резцами 1, 2, ...,  $i$  радиусами  $R_1, R_2, \dots, R_i$ , расположенными на одной спирали Архимеда, срезаются с каждой стороны бревна последовательно три слоя так, что получается брус высотой  $h_i$  и шириной меньшей пласти  $b_i$ . При этом резцы на правой фрезе имеют прямую короткую кромку под углом  $\varphi_p$  а на левой – дугообразную с радиусом  $R_p$  и углом от 0 до  $\varphi_p$ . Угол среза торца щепы  $\varphi_{щ}$  в общем случае не равен углу скоса короткой кромки резца  $\varphi_p$ . Длинная кромка формирует щепу по толщине  $S_{щ}$ , а короткая  $l_k$  по длине  $l_{щ}$ .

На горизонтальной проекции бревна показана форма поперечных сечений щепы на уровне  $AO$ , на фронтальной – на уровне входа резца в древесину  $a + \frac{b_i}{2}$  и на профильной показана форма режущих кромок резцов. При срезании