

дого региона, области, города, по рекомендациям которых должны решаться вопросы перспективности той или иной технологии.

Поступила 29 октября 1993 г.

УДК 674.053 : 621.934

О ПОВЕДЕНИИ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ДИСКА ПИЛЫ ПРОКОВАННОГО ДО ЗАКРИТИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ

Ю. М. СТАХИЕВ

ЦНИИМОД

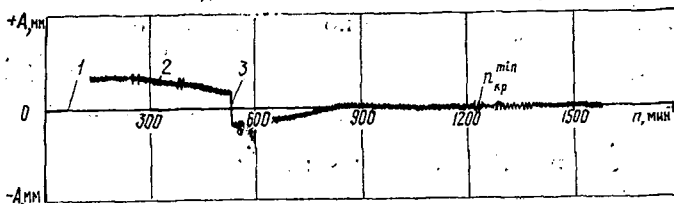
Для обеспечения устойчивой работы диск пилы должен иметь нормированное начальное напряженное состояние, которое обычно создается проковкой или вальцеванием. Это имеет большое практическое значение для круглопильных станков, осуществляющих продольную распиловку древесины пилами большого (800...1300 мм) диаметра. Одно из назначений такой подготовки — увеличение минимальной критической частоты вращения $n_{кр}^{min}$, позволяющее при необходимости повысить рабочую частоту вращения или уменьшить толщину пилы.

Например, полученные ЦНИИМОДом с фирмы «Сталь» (г. Н. Новгород) правленные, но не прокованные пилы (диаметр 1000 мм, толщина 3,6 мм, число зубьев 48) при зажатии фланцами диаметром 200 мм имели $n_{кр}^{min} = 1115 \text{ мин}^{-1}$. После проковки до близкого к критическому напряженному состоянию они стали иметь $n_{кр}^{min} = 1485 \text{ мин}^{-1}$, т. е. эффект проковки составил 33%. В станках Кара, Лаймет-120 рабочая частота вращения пильного вала равна 1150 мин^{-1} . Непрокованные пилы $1000 \times 3,6 \text{ мм}$ работают неустойчиво ($1150 > 1115 \text{ мин}^{-1}$), а прокованные — устойчиво ($1150 < 1485 \text{ мин}^{-1}$). Если рабочая и критическая частоты вращения близки, то завод-изготовитель пил должен гарантировать по сертификату показатели, относящиеся к начальному напряженному состоянию (проковка; вальцевание) и отклонению толщины диска. Но лучше всего, если он будет указывать в маркировке пилы фактическую минимальную критическую частоту вращения $n_{кр}^{min}$, определенную на разгонном стенде.

В некоторых зарубежных работах [1, 6] отмечается возможность повышения эффективности проковки в результате доведения напряженного состояния пилы до закритического. При этом диск пилы, принимающий в результате такой проковки тарельчатую форму, должен при рабочей частоте вращения выпрямиться и приобрести плоскую форму. Однако реальное поведение вращающегося диска с закритическим начальным напряженным состоянием экспериментально не изучали. Такие исследования были проведены в ЦНИИМОДе на разгонном стенде [3].

Для их осуществления использовали прокованную пилу диаметром 915 мм, толщиной 2,2 мм с 72 зубьями, поставленную фирмой «Тенрю Соу» (Япония) и находящуюся в закритическом напряженном состоянии. После зажатия пилы во фланцах диаметром 200 мм тарельчатость диска составляла 2,6 мм. В плоское положение невращающуюся пилу установить было невозможно — после снятия поддерживающих усилий она отклонялась («играла») в крайнее правое или левое положение.

После установки диск разгоняли от 250 (12) до 1600 мин⁻¹ (77 м/с)* с ускорением 2,8 мин⁻¹/с. Поперечное отклонение вращающегося диска регистрировали с помощью емкостного датчика, установленного против периферийной зоны пилы с зазором 5 мм. Торцовое биение диска при медленном вращении (от руки) составляло 0,32 мм. Осциллограмма колебаний пилы при разгонных испытаниях приведена на рисунке. Она позволяет отметить ряд характерных особенностей процесса.



Осциллограмма поперечных отклонений прокованной до за критического состояния пилы в процессе разгонных испытаний: 1 — линия плоскости вращения идеально плоской пилы; 2 — поперечное отклонение диска пилы; 3 — момент перехода пилы из левого в правое положение относительно плоскости вращения

Невращающийся диск пилы находился в одном из крайних (например левом) положений от плоскости вращения. После включения привода пильного вала и постепенного повышения частоты вращения диск под действием центробежных сил инерции начинает выпрямляться. При частоте вращения $n = 564 \text{ мин}^{-1}$ (27 м/с) происходит мгновенный переход диска из левого в правое положение. По мере увеличения n диск выпрямляется. Этот процесс заканчивается при значении n , равном ориентировочно 852 мин^{-1} (41 м/с). Переход диска на другую сторону от плоскости вращения больше не наступал.

Пила $915 \times 2,2 \text{ мм}$ в статике имела частоты собственных колебаний 23, 44 и 71 Гц для форм колебаний соответственно с 2, 3 и 4 узловыми диаметрами. Найдем минимальную критическую частоту вращения по обычной формуле для плоского диска

$$n_{\text{кр}}^{\text{min}} = \frac{60v_{\text{ст}}}{\sqrt{\lambda^2 - B}}$$

где $v_{\text{ст}}$ — частота собственных колебаний невращающегося диска по форме λ ;

λ — число узловых диаметров (обычно $\lambda \geq 2$);

B — динамический коэффициент (для $\lambda = 2$ он равен 2,25 [3]).

Тогда

$$n_{\text{кр}}^{\text{min}} = \frac{60 \cdot 23}{\sqrt{2^2 - 2,25}} = 1043 \text{ мин}^{-1}.$$

Однако фактическая минимальная критическая частота пилы после выпрямления под действием центробежных сил инерции составляла 1242 мин^{-1} (59,5 м/с). Следовательно, подготавливая пилу до за критического напряженного состояния с последующим ее выпрямлением в

* В скобках здесь и далее указана окружная скорость.

результате действия центробежных сил инерции, можно увеличить минимальную критическую частоту вращения с 1043 до 1242 мин⁻¹, а динамический коэффициент B для формы колебаний $\lambda = 2 - с 2,25 [3]$ до 2,76. Следует отметить, что близкие к этому значению B результаты были получены ЦНИИМОДом для пил с кольцевыми прорезями [2, 3], обеспечивающими при вращении достаточно свободное натяжение периферийной зоны диска.

По этой же методике проведены опыты с использованием группы прокованных пил диаметром 915 и 1015 мм фирмы «Тенрю Соу» (Япония), находящихся в закритическом напряженном состоянии. Затем некоторые пилы были прокованы по периферийной зоне и уровень напряженного состояния снижен от закритического до критического, благодаря чему диски пил приняли плоскую форму. У этих пил при проведении разгонных испытаний определены минимальные критические частоты вращения.

Полученные результаты приведены в таблице.

Но- мер пилы	Ди- аметр пилы, мм	Толщи- на пилы, мм	Торцо- вое бienie диска, мм	Тарель- чатость диска в ста- тике, мм	Характерные частоты вращения, мин ⁻¹			
					Момент скачко- образо- ного перехо- да от- носи- тельно плоско- сти враще- ния	Начало устра- нения тарель- чатости диска	Мини- мальная критиче- ская частота враще- ния	Начало возник- новения автоколе- баний

Пилы с закритическим напряженным состоянием

16	915	1,45	0,50	1,9	590	675	975	1390
6	915	2,20	0,32	2,6	564	852	1242	1600
7	1015	2,00	0,54	1,0	—	600	890	1300
2	1015	2,00	0,30	3,0	620	800	1070	1500
12	1015	2,40	0,30	2,3	355	1000	1140	1710

Пилы с критическим напряженным состоянием

9	915	1,45	0,67	—	—	—	685	950
6	915	2,20	0,20	—	—	—	1068	1650
29	1000	3,60	0,54	—	—	—	1485	—
7	1015	2,00	0,55	—	—	—	760	1130
11	1015	2,40	0,23	—	—	—	900	1450

Анализ опытных данных позволяет отметить следующее.

1. У пил диаметром 915...1015 мм, толщиной 1,45...2,40 мм, прокованных до закритического напряженного состояния, полное устранение тарельчатости достигается при частотах вращения 675...1000 мин⁻¹ (32...53 м/с).

2. Диапазон частот вращения, соответствующий частоте, при которой начинается выпрямление прокованного до закритического напряженного состояния диска, и $n_{кр}^{min}$, для использованных в опытах пил составляет 270...390 мин⁻¹, а у пил № 12 — всего 140 мин⁻¹.

3. Эффект проковки пил до закритического напряженного состояния по сравнению с проковкой до критического напряженного состояния выражается в увеличении минимальной критической частоты вращения на 174...310 мин⁻¹.

4. Для станков, имеющих одну постоянную рабочую частоту вращения пильного вала, можно подобрать пилу практически только одного диаметра и одной толщины, при которой она может быть использована с проковкой до закритического напряженного состояния. Напри-

мер, если в станке Кара частота вращения пильного вала равна 1150 мин^{-1} , то с закритической проковкой можно применять пилы ориентировочно следующих геометрических параметров: $915 \times 2,4 \text{ мм}$; $1015 \times 2,6 \text{ мм}$. Для сохранения диаметра пилы постоянным, обязательно оснащение зубьев пластинками твердого сплава.

5. Пилы с закритической проковкой имеют тарельчатую форму, что создает неудобства при их подготовке (заточке и др.) и установке (выверке ограничителей отклонения и др.). Поэтому в обычной практике их широкое промышленное применение маловероятно [2].

6. Для уменьшения толщины пил, используемых в станках Кара и Лаймет-120, целесообразно идти по пути снижения рабочей частоты вращения пильного вала и соответствующего увеличения числа зубьев пилы, а также замены развода зубьев плющением, не допуская превышения критического напряженного состояния диска. Например, снижая рабочую частоту вращения до 750 мин^{-1} , можно использовать пилы $915 \times 2,2$ и $1015 \times 2,4 \text{ мм}$ с проковкой до критического напряженного состояния. В настоящее время при частоте вращения пильного вала 1150 мин^{-1} применяют пилы толщиной $3,2 \text{ мм}$.

7. В работах [4, 5] содержится ошибочное утверждение, что при повышенных (в 1,5—1,6 раза по сравнению с ГОСТ 980—80) степенях проковки, но при докритическом напряженном состоянии (когда диск в статике еще плоский) для компенсации «ослабления» средней зоны диска необходима скорость вращения $80 \dots 90 \text{ м/с}$. В наших опытах для устранения тарельчатости диска, находящегося даже в закритическом напряженном состоянии, использовали скорость вращения всего $32 \dots 53 \text{ м/с}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Ресурсосберегающие тонкие круглые пилы. Зарубеж. опыт: Обзорн. информ.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1991.— 60 с. [2]. Стахийев Ю. М. Работоспособность плоских круглых пил.— М.: Лесн. пром-сть, 1989.— 384 с. [3]. Стахийев Ю. М. Устойчивость и колебания плоских круглых пил.— М.: Лесн. пром-сть, 1977.— 296 с. [4]. Якунин Н. К. Круглые пилы и их эксплуатация.— М.: Лесн. пром-сть, 1977.— 200 с. [5]. Якунин Н. К. Об улучшении качества круглых пил // Деревообрабатывающая пром-сть.— 1985.— № 12.— С. 7—9. [6]. Schajer G. Circular saw tensioning: What it is, why it matters // Forest Industries.— 1989.— Vol. 116, N 5.— P. 14—16.

Поступила 27 сентября 1993 г.

УДК 621.822.6:674.815

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕССОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ В УЗЛАХ ТРЕНИЯ МАШИН ЦЕМЕНТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ю. Ф. ЧЕРНЫШЕВ

Красноярский политехнический институт

На сырьевых предприятиях цементной промышленности неизбежно попадание абразивных частиц на трущиеся поверхности подшипников сырьевой мельницы и маятниковых рычагов инерционного холодильника. Кроме того, последние из-за плохого доступа не всегда смазывают в срок.

Нами изучена экономическая целесообразность замены подшипников скольжения и качения в механизмах цементной промышленности на подшипники скольжения из прессованной древесины лиственницы сибирской.