

Характерная особенность предлагаемых к разработке изделий заключается в том, что для их производства не требуется создания новых производственных мощностей, сами изделия основываются на серийно выпускаемом на заводе листогибочном гидравлическом прессе, поэтому постановка их на производство может быть осуществлена в кратчайшие сроки.

УДК 674.093.6.051:621.931.024

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СВОЙСТВ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

С.И. Карпович, Д.С. Карпович  
(БГТУ, г. Минск)

Идея использования микропроцессорных средств, интегрированных непосредственно с деревообрабатывающим инструментом, для прогнозирования работоспособности дереворежущего инструмента или даже отдельных его режущих элементов в многолезвийном инструменте на данном этапе исследования является актуальной. Внедрение такой возможности позволит снизить количество простоев обрабатывающего оборудования, связанных с заменой вышедшего из строя инструмента и предотвратить его аварийное состояние. В случае реализации прогнозирования поведения отдельных режущих элементов появится возможность не только предсказывать поведение отдельных зубьев, но и перераспределять нагрузку с резцов, имеющих большую вероятность выхода из строя на резцы, у которых вероятность выхода из строя ниже.

Рассмотрим реализацию прогнозирования выхода из строя дереворежущего инструмента. На данный момент вероятность выхода со строя инструмента оценивают в первую очередь временем его работы. При этом вычисление данного критерия происходит приближённо – он измеряется в сменах, на протяжении которых инструмент задействован. Использование микропроцессора позволит определять время работы инструмента более точно. В случае использования этого параметра при условии равномерности нагрузки по времени охарактеризовать износ инструмента возможно с помощью следующего интегрального критерия:

$$I_1 = \int_{t_0}^{t_f} dt, \quad (1)$$

где  $t_0, t_f$  – начальное и текущее время эксплуатации инструмента.

Вторым параметром, определяющим работоспособность инструмента, является температура в зоне резания. В случае использования составного дереворежущего инструмента следует учитывать теплостойкость как материала режущего элемента, так и корпуса инструмента и паяного шва. В этом случае критерий износа инструмента будет выглядеть так:

$$I_2 = \int_{t_0}^{t_f} \alpha(T) T(t) dt, \quad (2)$$

где  $T(t)$  – температура в зоне резания,  $\alpha(T)$  – функция, характеризующая влияния температуры на снижение механических показателей самого нетеплостойкого материала инструмента,  $t$  – время.

Функция  $\alpha(T)$  является конструктивной, т. е. задаётся исходя из состава и характеристик материалов, использованных при изготовлении инструмента, и не изменяется в процессе эксплуатации изделия. Также для упрощения вычислений возможна линеаризация функции  $\alpha(T)$ .

В уравнении (2) используется значение температуры в зоне резания, однако в целях упрощения схемы измерения и увеличения надёжности возможно установить датчик температуры в непосредственной близости к микропроцессору, и вычислять значение температуры в зоне резания на основании данных, передаваемых датчиком, находящимся на удалении от резов.

На основании информации о температуре в зоне резания можно судить также о свойствах обрабатываемого материала. Так, в случае резания более твёрдой древесины температура неизбежно возрастёт. Однако температура является крайне опосредованной характеристикой твёрдости древесины. Для определения влияния на степень износа инструмента разных пород дерева с различной твёрдостью можно измерять момент сопротивления на валу двигателя. Таким образом, критерий износа с использованием момента сопротивления будет иметь вид:

$$I_3 = \int_{t_0}^{t_f} M_S(t) dt, \quad (3)$$

где  $M_S(t)$  – величина момента сопротивления на валу двигателя.

Кроме величины момента сопротивления на стойкость

инструмента существенное влияние оказывают анизотропность свойств древесины: различного рода сучки и трещины. Именно эти пороки отличают процесс механической обработки древесины от процесса резания изотропных материалов. Для учёта влияния этого фактора на величину износа инструмента можно ввести следующий критерий:

$$I_4 = \int_{t_0}^{t_f} Ms'(t)^2 dt, \quad (4)$$

где  $Ms'(t)$  – производная от момента сопротивления.

Таким образом, с помощью критерия  $I_4$  возможно отследить влияние переменных случайных параметров на работоспособность инструмента при резании древесины с большим количеством пороков.

В результате итоговой критерий износа деревообрабатывающего инструмента в процессе эксплуатации будет выглядеть следующим образом:

$$\begin{aligned} I &= a_1 \cdot I_1 + a_2 \cdot I_2 + a_3 \cdot I_3 + a_4 \cdot I_4 = \\ &= \int_{t_0}^{t_f} [a_1 + a_2 \cdot \alpha(T) \cdot T(t) + a_3 \cdot Ms(t) + a_4 \cdot Ms'(t)^2] dt, \end{aligned} \quad (5)$$

где  $a_1, a_2, a_3, a_4$  – веса различных элементарных критериев в общей зависимости.

В совокупности такой подход позволяет отслеживать и оценивать изменение свойств дереворежущего инструмента в процессе его эксплуатации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Стахийев Ю.М. Работоспособность плоских круглых пил. – М.: Лесная промышленность, 1989.
2. Грубе А.Э. Дереворежущие инструменты. – М.: Высшая школа, 1971.
3. Манжос Ф.М. Качество деревообрабатывающих инструментов // Новое в технике и технологии деревообработки. – М., 1972.
4. Санев В.И. Обработка древесины круглыми пилами. – М.: Лесная промышленность, 1980.
5. Перельгин Л.М. Древесиноведение. М.: Лесная промышленность, 1969.