

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОГО ЛЕГИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОЛОМОК ДЕРЕВОРЕЖУЩИХ ПИЛ

Научно-технический центр "ELIA-VIT",
ул. Миорица, 5, г. Кишинев, МД-2028, Республика Молдова

При пилении древесины случаются частые поломки пил или зубьев, что приводит к остановкам технологических линий и в результате к снижению их производительности.

Оценка механики разрушения рамных и дисковых пил с разведенными и плющеными зубьями выполнена с использованием метода линий скольжения для плоского напряженного состояния [1–3]. Зубья пил испытывают изгиб подобно коротким кронштейнам, а рамные пилы – подобно балкам, нагруженным в центре. Опасность представляют зоны, испытывающие при изгибе растягивающие напряжения, особенно если в их пределах имеются неоднородности материала или геометрической формы (надрезы, трещины). Поэтому анализ вели с учетом проявляющихся неоднородностей.

При непрерывной работе пилы ее зубья нагреваются: наибольшая температура наблюдается в зоне режущей кромки. Температура в зоне кромки постепенно снижается к основанию зуба. У основания температура может составлять 200–300⁰С, при этом ухудшаются пластические свойства стали (материал пил – стали 9ХФ, 8Х6НФТ). На рис. 1 показан характер изменения допустимой предельной деформации ε_{np} для стали 45 при показателе схемы напряженного состояния $\sigma_i/\tau_i=0,58$ (σ_i – среднее нормальное напряжение, τ_i – интенсивность касательных напряжений) от температуры. Видно, что при температуре 100–300⁰С ε_{np} существенно уменьшается в сравнении с этой характеристикой при комнатной температуре. Предельно допустимую деформацию при $\sigma_i/\tau_i=0,58$ можно определить по формуле

$$\varepsilon_{np}=1,73\ln[100/(100-\Psi_{III})],$$

где Ψ_{III} – относительное поперечное сужение образца при испытании на разрыв, являющееся функцией температуры.

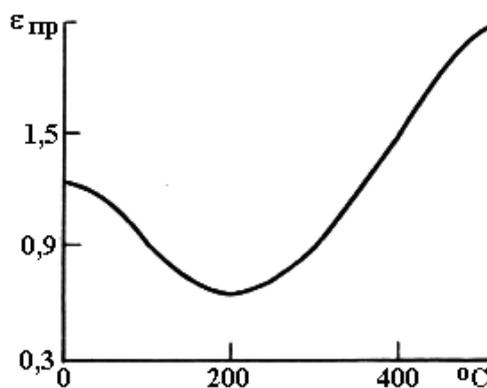


Рис. 1. Характер изменения предельно допустимой деформации ε_{np} в зависимости от температуры нагрева деформируемой стали 45.

Следует добавить, что из-за наводораживания происходит охрупчивание инструмента. Содержание водорода в стали 9ХФ при пилении древесины хвойных пород увеличивалось в 2,5 раза [3]. При наличии концентратора напряжений, сформированного при обрезке или заточке зубьев (рис. 2), у основания вероятно появление трещины разрушения при условии, что накопленная остаточная деформация при цикловом нагружении достигнет предельно допустимой степени деформации, более низкой в области реализующихся температур. Развиваясь в глубь зуба, трещина

приводит к его выкрашиванию. Поэтому в первую очередь исключали концентраторы напряжений: трещины, царапины от обрезающего ножа, от отдельных крупных зерен абразивного круга при заточке. Затем с учетом температурного поля в резце для обеспечения водородостойкости при пилении хвойных пород древесины пилы из стали 9ХФ легировали электродами из твердого сплава ВК8 (ГОСТ 3882-74), а также последовательно твердым сплавом и хромом или медью с использованием установки Элитрон-22. На рис. 2 показана схема нанесения покрытия на боковую поверхность зуба.

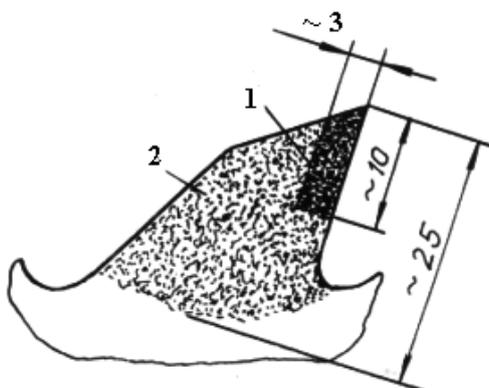


Рис. 2. Схема нанесения упрочняющего покрытия на поверхность зуба пилы.

Поскольку опасные зоны хрупкого разрушения зубьев располагаются за пределами контактной зоны режущего элемента со стружкой, то зону упрочнения увеличивали так, чтобы она перекрывала участки зуба, где температура нагрева может достигать до $200\text{--}300^{\circ}\text{C}$. С целью повышения сопротивления цикловой усталости границу зоны формировали в форме зигзага. При легировании обеспечивали равномерный рельеф без пропусков по пояску 1 шириной около 3 мм и длиной 10–15 мм, в зоне 2 допускались незначительные пропуски. При рабочем токе 1–1,5 А толщина покрытия составляла 15–30 мкм. Второй слой формировали толщиной 5–15 мкм. Причем при плющенных зубьях покрытия следует наносить на обе боковые поверхности, при разведенных зубьях – на одну, обращенную к поверхности пропила. При длине короткой кромки режущего клина около 4 мм покрытия надо наносить и на задние поверхности зубьев, а заточку производить по передним поверхностям.

Производственные испытания в условиях многих леспромхозов и деревообрабатывающих предприятий показали устойчивое 2-4-кратное и более увеличение ресурса пил, резкое снижение случаев выкрашивания зубьев.

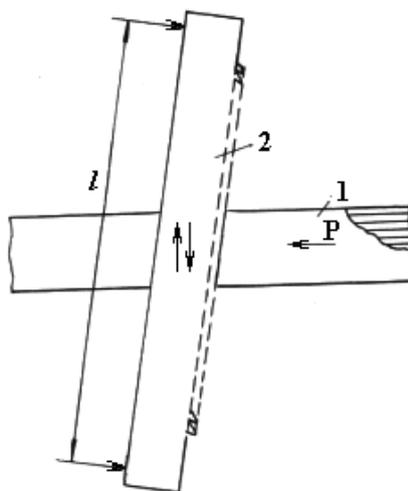


Рис. 3. Схема работы пилы 2 при пилении бревна 1.

На рис. 3 показана схема работы рамной пилы, на полотно которой действуют изгибающие силы, как нормальные к его боковой поверхности, так и в плоскости полотна [4]. Поэтому на

наружных кромках полотна при явно выраженной неоднородности металла и наличии концентратора напряжений вероятно зарождение трещины разрушения. Неоднородность свойств металла (снижение ε_{np}) может быть вызвана вследствие трения нагревом до 200–300 °С (синеломкость стали) края полотна пилы, противоположащего зубьям. Такие случаи наблюдались из-за изгиба и упрочнения края, наличия заусенца при обрезке полотна, а также перекоса пилы при креплении в пильной рамке.

Макрофрактографические исследования поверхностей изломов рамных пил показали, что трещина появлялась на кромке полотна, имевшей концентратор и интенсивно нагревавшейся при трении и испытывавшей растягивающие напряжения при работе пилы. Примерно на половине ширины полотна разрушение вызывалось его растяжением и продольным изгибом (поверхность излома образует угол около 45° к плоскости полотна), а затем – сил, вызванных преимущественно изгибом на ребро под давлением P распиливаемого бревна (шевронный узор на поверхности излома).

Для предотвращения поломок пил по этой причине устраняли концентраторы напряжений на кромке (риски, забоины), заострение вследствие изгиба края, разупрочняли наружную часть полотна на глубине около 0,5 его толщины (можно снять упрочненный слой). На боковые поверхности полотна в средней части пилы наносили электроэрозионное покрытие медью на длине 0,3 l при ширине полоски около 10 мм. Это обеспечивало быстрый отвод тепла от зоны трения и интенсивного тепловыделения.

Производственные испытания в условиях Сосногорского леспромхоза (Автономная Республика Коми, Россия) показали высокую эффективность этих мер предотвращения поломок пил.

ЛИТЕРАТУРА

1. Качанов Л.М. Основы теории пластичности. М., 1969.
2. Нотт Дж. Ф. Основы механики разрушения. М., 1978.
3. Тимощенко В.А. Повышение износостойкости дереворежущих инструментов. Кишинев, 1992.
4. Ивановский Е.Г. Резание древесины. М., 1975.

Поступила 08.09.2000

Summary

Is established, that the widespread causes of breakings of saws and them toothes are availability of stress raisers and heating of a cloth in this zone up to temperatures of blue brittleness of stell. The route of elimination of the causes of breakings including deposition of coatings by electroerosive doping on definite zones of a surface of a saw are offered.
