

УДК 674.053

И.М. Стрелков

Стрелков Илья Михайлович родился в 1981 г., окончил в 2003 г. Архангельский государственный технический университет, аспирант кафедры прикладной механики и основ конструирования АГТУ, директор Архангельского представительства ОАО «Четра–Промышленные машины». Имеет 3 печатные работы в области совершенствования дереворежущего инструмента.



ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ КРУГЛЫХ ПИЛ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Показано, что лазерная термическая обработка является одним из перспективных методов повышения износостойкости круглых пил, позволяющих получить однородный по структуре и свойствам поверхностный упрочненный слой высокой твердости и увеличенной теплостойкости.

Ключевые слова: лазерная термическая обработка, повышение износостойкости, круглые пилы, режимы лазерной термической обработки.

Лазерная термическая обработка, заключающаяся в воздействии луча оптического квантового генератора (лазера) на режущие кромки инструмента с образованием упрочненного поверхностного слоя, является одним из перспективных методов повышения износостойкости круглых пил.

Термическое упрочнение инструментальных материалов с помощью лазера основано на локальном скоростном нагреве участка поверхности лазерным излучением и последующем охлаждении этого участка со сверхкритической скоростью вследствие отвода теплоты во внутренние слои материала. В результате может быть получен поверхностный слой, обладающий высокой твердостью, улучшенными параметрами шероховатости и повышенным уровнем остаточных напряжений сжатия при отсутствии деформаций, трещин и отслаиваний, что значительно увеличивает износостойкость круглых пил [1, 2].

Широкое применение лазерного упрочнения дереворежущего инструмента сдерживается недостаточностью сведений о многофакторной связи режимов лазерной обработки инструментальных сталей с комплексом получаемых в процессе ее выполнения механических и геометрических характеристик поверхностных слоев режущих элементов, определяющих износостойкость круглых пил.

В данной работе приведены результаты экспериментальных исследований влияния режимов лазерной термической обработки на механические и геометрические характеристики поверхностных слоев режущих элементов круглых пил из стали 9ХФ. В деревообрабатывающей промышленности широко применяют данный вид пил, поэтому исследования по повышению их износостойкости являются актуальными. Работу проводили на установке лазерной сварки, резки и термообработки «Квант-15», имеющей твердотельный импульсный лазер на алюмоиттриевом гранате.

Эффективность упрочнения круглых пил методом лазерной термической обработки характеризуется шириной, глубиной и твердостью формируемого закаленного слоя прикромочных зон. На эти показатели наибольшее влияние оказывают следующие параметры: диаметр зоны лазерного воздействия D (соответствует диа-

метру испускаемого излучения), напряжение заряда конденсаторов накачки U , коэффициент перекрытия K_n (представляет из себя отношение шага S к диаметру D луча, $K_n = S/D$).

По итогам проведенных исследований для получения достаточного по глубине и структурно равномерного по ширине упрочненного слоя можно рекомендовать следующий режим: $D = 1,25$ мм; $U = 480$ В (что соответствует лазерному воздействию с оплавлением поверхности); $K_n = 0,5$.

При таком режиме глубина закаленного слоя колеблется в пределах 150 ... 170 мкм. Структура зон лазерного воздействия – мартенсит закалки с микротвердостью $H_\mu = 947$ кг/мм². Высокое значение этого показателя отражает особенности полученного при высоких скоростях нагрева и охлаждения так называемого свежезакаленного мартенсита повышенной твердости. Кристаллическая решетка перенасыщена дефектами, в результате чего остаточный аустенит имеет повышенную твердость и более высокое содержание углерода в упрочненных зонах. Переходная зона по глубине (порядка 15 мкм) характеризуется резким снижением микротвердости от $H_\mu = 947$ кг/мм² (мартенсит закалки) до $H_\mu = 454$ кг/мм² (соответствует твердости троостита – структура тела пилы до термообработки).

Переходные участки между зонами воздействия соседних лазерных импульсов имеют протяженность, не превышающую 80 мкм. Причем изменение микротвердости показывает, что мартенсит закалки ($H_\mu = 947$ кг/мм²) претерпел некоторый отпуск – образовался мартенсит отпуска с твердостью $H_\mu = 737$ кг/мм².

Получаемая глубина закаленного слоя (150 ... 170 мкм) достаточна для одной–двух переточек изношенного зуба (при шадающих режимах заточки). Также следует отметить, что изменение свойств закаленного слоя по ширине на поверхности относительно невелико, поскольку переходные зоны, выходящие на поверхность, имеют незначительное падение твердости и малопротяженны. При переточках в допустимых пределах их ширина будет меняться незначительно.

Поскольку достаточно затруднительно теоретически спрогнозировать устойчивость структуры стали 9ХФ после лазерной термической обработки к разупрочнению при повторном нагреве (такого рода нагрев зуба пилы является эксплуатационным), было признано целесообразным оценить теплостойкость структуры стали, подвергнутой лазерной термической обработке, т. е. интенсивность падения твердости при повторном нагреве в интервале температур эксплуатации 200...400 °С и сравнить ее с теплостойкостью структуры, полученной в результате традиционной термообработки – печной закалки в масле и последующего среднего отпуска (температура нагрева 400 °С, продолжительность выдержки 2 ч.). Исследования показали, что лазерно-упрочненная сталь при температуре нагрева до 300 °С имеет низкую интенсивность снижения твердости (твердость снижается с 947 НВ до 701 НВ) и только после 400 °С твердость лазерно-упрочненных участков приближается к твердости тела пилы (≈ 454 НВ), которое упрочнено по традиционной схеме «закалка – средний отпуск». Таким образом, реальная теплостойкость пил из стали 9ХФ с использованием лазерной термической обработки в 1,5–2,0 раза выше.

Выводы

1. Выполненные исследования подтверждают высокую эффективность лазерной термической обработки. Получаемый упрочненный слой высокой твердости имеет однородную структуру и свойства, четкие границы по глубине и переходные зоны незначительной протяженности.

2. Получаемая глубина закаленного слоя достаточна для одной–двух переточек изношенного зуба.

3. Теплостойкость круглых пил из стали 9ХФ после лазерной термической обработки в 1,5–2,0 раза выше по сравнению с пилами, прошедшими стандартную обработку.

4. Разработанные режимы лазерной термической обработки могут быть рекомендованы для упрочнения круглых пил.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григорьянц, А.Г. Основы лазерной обработки материалов [Текст] / А.Г. Григорьянц. – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.

2. Зотов, Г.А. Повышение стойкости дереворежущего инструмента [Текст] / Г.А. Зотов, Е.А. Памфилов. – М.: Экология, 1991. – 304 с.

Архангельский государственный
технический университет
Поступила 18.06.06

I.M. Strelkov

Increase of Circular Saws Wear Resistance by Method of Laser Heat Treatment

Laser heat treatment is shown to be one of the perspective methods of increasing wear resistance of circular saws allowing to obtain surface hardened layer homogeneous in structure and properties and characterized by high hardness and increased heat resistance.
