

Предварительные исследования предлагаемого метода обработки дали положительные результаты и показали эффективность такого метода введения ультразвука при прошивке и доводке отверстий малого диаметра в образцах из поделочных камней.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марков А.И., Бекренев Н.В. // Ультразвуковая доводка отверстий алмазным инструментом // Прогрессивные технологические процессы и оборудование ЭФХК обработки. – М: Общественное знание. – 1989. – С. 88-93. 2. Артемьев В.В., Клубович В.В., Сакевич В.Н. // Ультразвуковые виброударные процессы. – Мн.: БНТУ, 2004. – С.258. 3. А. с 854685 (СССР) Устройство для ультразвукового полирования / Зимовец В.Ф., Герасемчук П.М., Стручков С.Н., Вуйцик С.Д // Бил. изобр. – 1981. – №30. – С.2.

УДК 621.793

Спиридонов Н.В., Кобяков О.С, Адаменко Д.В.

К ВОПРОСУ ЛАЗЕРНОГО ТЕРМОУПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Повышение надежности сельскохозяйственной техники является одной из важнейших задач, стоящих перед машиностроителями. Это касается повышения долговечности ответственных узлов трения тормозных систем, механизмов сцепления и др., от которых зависит в первую очередь ресурс и безопасность машин.

Работа таких механизмов характеризуется большим разнообразием одновременно действующих эксплуатационных параметров, таких как: скорость относительного скольжения, удельные силовые нагрузки, температурный режим, условия смазки, наличие абразивной среды.

Для упрочнения деталей узлов трения сельскохозяйственной техники: тракторов, комбайнов и др., в настоящее время применяют широко методы термической и химико-термической обработки с использованием объемного нагрева. В том числе и для деталей, где требуется повышение прочностных свойств небольших участков. Это вызывает нежелательные структурные изменения основы деталей, повышенные внутренние напряжения и деформации и в конце концов излишние материальные затраты. Типичным представителем таких деталей является корпус тормозной системы, изготавливаемый из высокопрочного чугуна ВЧ50. В нем изнашиванию с ударными нагрузками подвергаются небольшие участки внутренней полости упоры, взаимодействующие с тормозными дисками.

Для них наиболее целесообразно применение для упрочнения источников, имеющих высокую концентрацию энергии на малой площади. Наиболее приемлемым источником энергии как по плотности мощности, так и по способу доставки (внутренняя труднодоступная полость корпуса ограниченных размеров) является лазерный луч.

Как показывает практика, динамика взаимодействия элементов тормозной системы, а соответственно, надёжность работы зависит прежде всего от триботехнических свойств материалов пар трения, а так же от нагрузочно-скоростных и температурно-силовых условий контакта.

Продолжительное воздействие силовых нагрузок в режиме торможения приводит к накоплению дефектов структуры, образованию субмикротрещин, микротрещин и изнашиванию поверхностного слоя упоров. Для чугуна ВЧ50, как и для большинства чугунов с шаровидными включениями графита характерна чётко выраженная декогезия разрушения глобул графита и основы в процессе изнашивания. Графитовые глобулы служат концентраторами напряжений и являются первопричиной разрушения поверхностного слоя. Чугуны можно рассматривать как структурно-неоднородные материалы, содержащие включения графита, случайно распределённые в металлической матрице и имеющие чёткие границы раздела фаз.

Использование традиционных методов термоупрочнения (объемная закалка, закалка ТВЧ) не обеспечивает должного эффекта по прочностным и износостойким свойствам создаёт дополнительные проблемы при последующей механической обработке упрочнённых деталей из высокопрочного чугуна марки ВЧ50.

Лазерное термоупрочнение деталей из чугуна представляет большой практический интерес в связи с широким использованием чугуна в сельскохозяйственном машиностроении. Кроме того, локальность лазерной термообработки поверхности упоров без объёмного нагрева всей массы детали делает данный метод наиболее выгодным при термоупрочнении такого класса деталей.

При лазерной закалке в условиях высокоскоростного нагрева и охлаждения ограниченного по площади участка упрочняемой поверхности формируется структура, состоящая в основном из игольчатого мартенсита и остаточного аустенита, обладающая высокими прочностными и износостойкими свойствами. В зоне воздействия непрерывного лазерного излучения происходит упрочнение поверхностного слоя вследствие фазовых превращений (аустенитно-мартенситных), приводящих к образованию метастабильных структур. При лазерном термоупрочнении из твердого состояния (плотность мощности $10^3 - 10^4$ Вт/см²) главную роль играют теплопроводность и массоперенос, определяющие необходимое время лазерного воздействия для фазовых превращений. При лазерном термоупрочнении из жидкого состояния (плотность мощности $10^5 - 10^7$ Вт/см²) решающую роль играет конвекция расплава, которая совместно с массопереносом определяет неравновесную микроструктуру и химический состав затвердевающего слоя. Испарение материала и газодинамические эффекты становятся доминирующими при плотности мощности, превышающей 10^7 Вт/см².

Температурный интервал закалки чугунов от твердой к жидкой фазе достаточно узок, поскольку аустенизация перлита заканчивается при температуре 1000°C , а уже при температуре 1150°C происходит закалка из жидкой фазы. Анализ микроструктуры зон термоупрочнения показывает, что микроструктура металла формируется из очень мелких дендритов или ячеек аустенита, не превышающих несколько мкм, с включениями игольчатого мартенсита. В междендритных промежутках располагается двухфазная структура, состоящая из ледебурита и цемента. Наличие этой фазы и мартенситной структуры обеспечивают высокую твердость и износостойкость металла.

Сложность процессов лазерного термоупрочнения, их количественная оценка определяется, прежде всего, технологическими свойствами металла, его фазовыми и структурными характеристиками, энергетическими параметрами лазерного луча, а также технологическими факторами термообработки. Лазерное термоупрочнение чугунов, прежде всего, связано с получением структур, соответствующих «отбеленному чугуну». Формирование подобных структур возможно в условиях проплавления поверхности при достаточно высоких (не менее 10^2 C/c) скоростях нагрева и охлаждения (до 10^3 C/c), способствующих фазовым и структурным превращениям. В процессе закалки с оплавлением формируются две зоны. Одна из зон, полученная из расплава, при кристаллизации состоит из мелких дендритов аустенита. Междендритное пространство заполнено мелкодисперсной ледебуритной составляющей. Вторая зона имеет структуру, состоящую из мелкоигольчатого мартенсита, остаточного аустенита и графита. Между зонами нет четкой границы.

Для получения значительного экономического эффекта большой практический интерес представляет замена достаточно дорогого и труднообрабатываемого чугуна ВЧ-50 на более дешевый и легкообрабатываемый серый чугун марки СЧ-20 или СЧ-30, учитывая при этом большую массу корпуса тормозной системы (32 кг). Микроструктура серого чугуна СЧ-20 после лазерного термоупрочнения более однородна и формируется из зоны полностью «отбеленного» металла и зоны закалки из твердой фазы.

Использование современных диодных и волоконных лазеров с длиной волны 0,8; 0,9; 1,07 мкм, обладающих высокой поглощательной способностью (в 5-6 раз больше, чем у CO_2 лазеров с длиной волны 10,6 мкм), высоким КПД и удобной транспортировкой луча, позволяет более эффективно использовать лазерный нагрев для термоупрочнения.