

УДК 621.785.54

**ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ СТАЛЬНЫХ
ПОВЕРХНОСТЕЙ ПУТЕМ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ**

Г. М. Воробьев

Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры

Введение. Весьма актуальным является повышение износостойкости трущихся поверхностей. При этом важным фактором в этом направлении является снижение коэффициента трения.

Известно, что снижению коэффициента трения способствует создание гетерогенной структуры. Поэтому при выборе метода повышения износостойкости стальных поверхностей следует учитывать это обстоятельство.

Цель работы. Из исследованных методов упрочнения поверхности наиболее оптимальным оказалась лазерная обработка, поскольку высокоскоростная закалка позволяет получить зоны упрочнения, обладающие повышенной твердостью.

Целью работы было изучение влияния лазерной термической обработки на износостойкость стальной поверхности путем определения количества продуктов изнашивания и скорости абразивного изнашивания, установления параметров, характеризующих потерю веса образцов при абразивном изнашивании.

Методика и результаты исследований. Исследовали триботехнические характеристики стали с гетерогенной структурой, полученной лазерной обработкой. Образцы из стали 40X, подвергнутой улучшению и имевшей твердость HRC 21–23, обрабатывали лазерным излучением на установке «Квант 16».

Исследования износостойкости проводили на машине СМЦ-2 по схеме ролик-колодочка. Контроллером служил ролик, изготовленный из стали ШХ 15 и имевший твердость HRC 59–61.

Из исследованных методов упрочнения поверхности наиболее оптимальным оказалась лазерная обработка, поскольку высокоскоростная закалка позволяет получить зоны упрочнения, обладающие повышенной твердостью.

Проведенные испытания показали, что создание лазерной обработкой гетерогенной структуры на поверхности стали приводит к снижению коэффициента трения и повышению несущей способности пары.

Максимальная нагрузка заедания была получена при 60 % относительной площади упрочненной поверхности. Это явление можно объяснить выполнением правила Шарпи для стальных поверхностей, обработанных лазерным излучением.

Исследование количества продуктов изнашивания производилось методом гашения сцинтилляцией по ГОСТ 23.206–89. В процессе ступенчатого нагружения производились замеры интенсивности свечения смазочного масла под воздействием ионизирующего источника. При постоянном давлении отбор проб масла производился через 10 мин в течение 50 мин.

Результаты испытаний. Установлено, что при нагружении происходит увеличение моментов трения и количества продуктов изнашивания. Затем с течением времени в результате приработки износ и коэффициент трения снижаются и стабилизируются. При последующем нагружении происходят процессы увеличения момента трения и износа с постепенным их уменьшением и стабилизацией.

Исследование суммарного износа (за 50 мин) при ступенчатом нагружении показало, что для относительной упрочненной площади 30 % наблюдается снижение количества продуктов изнашивания ролика и колодочки в смазочном масле при увеличении нагрузки. Для 60 % относительной упрочненной площади при небольших давлениях в паре наблюдается снижение количества продуктов изнашивания ролика и колодочки в смазочном масле при увеличении нагрузки.

При давлении 4,5 МПа можно отметить резкое повышение износа пары трения. При дальнейшем (рис. 1) нагружении количество продуктов изнашивания снижается.

Возможно, большой износ пары при нагрузках, не превышающих нагрузку заедания, вызван процессами пластической деформации и поворотным протеканием процессов приработки с образованием вторичных структур, после чего при повышенных нагрузках условия смазки улучшаются, трение и изнашивание снижаются.

Наименьшее количество продуктов изнашивания было зафиксировано при 90 % относительной упрочненной площади. Для этого случая, исходя из максимальной нагрузки заедания, был найден оптимум по твердости зон лазерного упрочнения. Он составил 16800 МПа.

С целью изучения стойкости гетерогенных структур к абразивному изнашиванию производились испытания на машине X-45. Трение образцов диаметром 10 мм производилось об абразивную шкурку зернистостью M20.

Размер образца определялся исходя из того, что минимальный диаметр зоны упрочнения составляет 1,1 мм. Давление торцевой поверхности образца на шкурку составляло 0,141 МПа. Износ определялся по потере веса образца.

В результате проведенных исследований установлено, что основными параметрами, определяющими потерю веса образца при абразивном изнашивании, являются относительная площадь упрочненной поверхности К и твердость зон упрочнения.

Увеличение относительной площади упрочненной поверхности приводит к повышению износостойкости, так как изнашиванию подвергаются в основном более мягкие зоны.

В качестве эталона при испытаниях использованы образцы чистого алюминия. Для сравнения испытывали образцы стали 40Х в улучшенном состоянии и после закалки с низким отпускком.

Дополнительное упрочнение обеспечивает совмещение борирования с лазерной обработкой, так называемое лазерное химико-термическое борирование (ЛХТО).

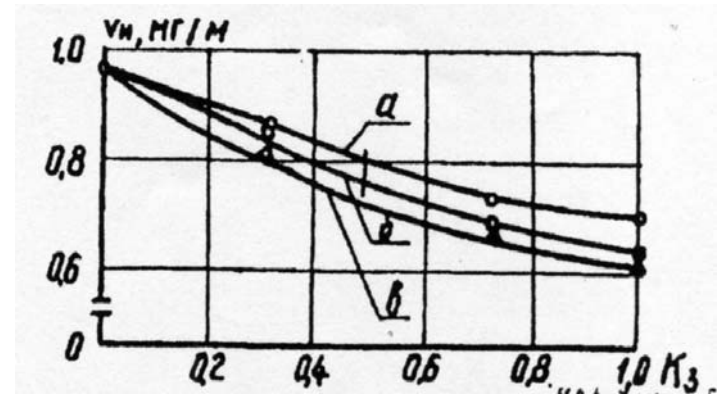


Рис.1. Влияние удельного давления на количество продуктов изнашивания при твердости зон упрочнения:
а – 9500 МПа; б – 12900 МПа; в – 16800 МПа; г – 18900 МПа.

Изменение скорости изнашивания в зависимости от относительной площади упрочненной поверхности показано на рисунке 2.

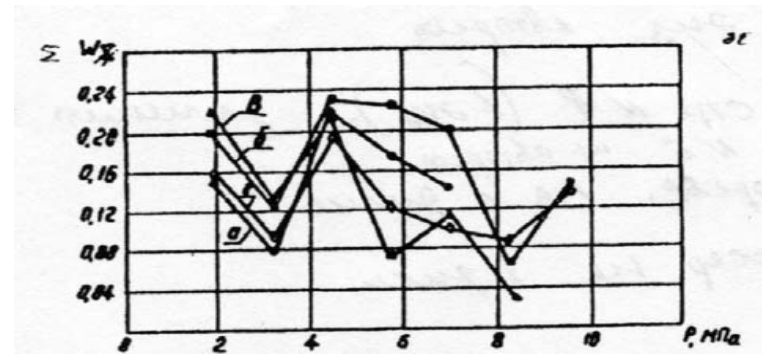


Рис. 2. Влияние относительной площади упрочнения на скорость абразивного изнашивания при твердости зон упрочнения:
а – 9500 МПа; б – 12900 МПа; в – 16800 МПа.

Повышение твердости упрочненных зон приводит к увеличению износостойкости. На рисунке 3 показано изменение скорости изнашивания при различной твердости образцов. Относительная площадь упрочненной поверхности K_3 равна 1,0 (упрочнена вся поверхность).

В результате лазерной термической обработки (ЛТО) отдельные зоны упрочнения имеют твердость 9330... 10400 МПа. За счет легирования бором в процессе лазерной обработки (ЛХТО) микротвердость упрочненных зон повышается до 1200...21000 МПа (рис. 3).

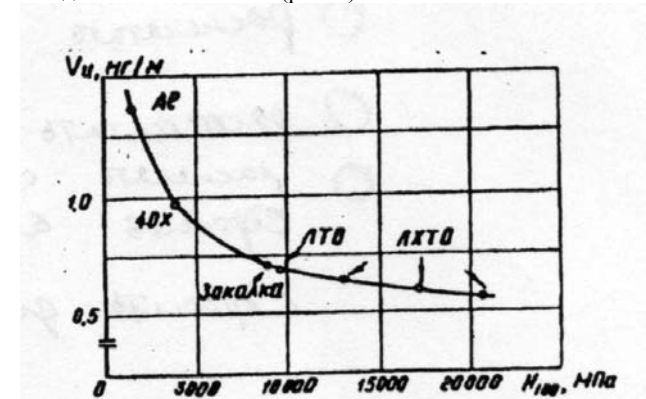


Рис. 3. Влияние твердости поверхности на скорость абразивного изнашивания.

ВЫВОДЫ

Таким образом, наличие упрочненных зон повышает несущую способность пар трения.

Лазерная обработка может быть рекомендована для деталей, работающих при повышенных нагрузках.

При абразивном механизме изнашивания необходимо стремиться к максимальной относительной упрочненной площади и наибольшей твердости упрочненных зон.

В наибольшей степени повышает износостойкость исследованной стали 40X лазерное химико-термическое борирование.

Этот метод упрочнения был опробован для повышения износостойкости высокоточных прецизионных деталей топливной аппаратуры двигателей внутреннего сгорания, газораспределительного механизма и дал положительные результаты.

Литература

1. Кидин И. Н. Физические основы электротермической обработки металлов и сплавов. – М. : Металлургия, 1991. – 375 с.