

## УВЕЛИЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСМИССИЙ ЛЕСНЫХ МАШИН ПУТЕМ ИХ УПРОЧНЕНИЯ

*Пищов М.Н., Бельский С.Е., Царук Ф.Ф.*

*Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Беларусь*

**Ключевые слова:** эксплуатация, детали трансмиссий, лесные машины, износостойкость, зубчатые колеса, поверхностное упрочнение, шероховатость поверхности, микротвердость.

**Аннотация.** На основании проведенных исследований определены детали трансмиссии, вышедшие из строя в результате интенсивного износа, также установлен механизм их разрушения. Предложена технология их поверхностного упрочнения порошковыми смесями, содержащими бор, алюминий и кремний (борирование и боросилицирование), которая значительно сокращает износ данных деталей, тем самым увеличивает время эксплуатации тяжело нагруженных деталей трансмиссий лесных мобильных машин.

## INCREASING WEAR RESISTANCE PARAMETERS OF HEAVY-LOADED PARTS OF FOREST MACHINE TRANSMISSIONS BY THEIR HARDENING

*Pishchov M.N., Belsky S.E., Tsaruk F.F.*

*Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus*

**Keywords:** operation, transmission parts, forest machines, wear resistance, gears, surface hardening, surface roughness, microhardness.

**Abstract.** On the basis of the studies carried out, the transmission parts that failed as a result of intensive wear were determined, and the mechanism of their destruction was also established. A technology for their surface hardening with powder mixtures containing boron, aluminum and silicon (boriding and borosiliconizing) is proposed, which significantly reduces the wear of these parts, thereby increasing the operating time of heavily loaded transmission parts of forest mobile machines.

В работе приведены результаты исследований кинетики изнашивания образцов из материалов наиболее часто используемых для изготовления различных деталей трансмиссии лесных машин, подверженных различным методам поверхностного упрочнения [1].

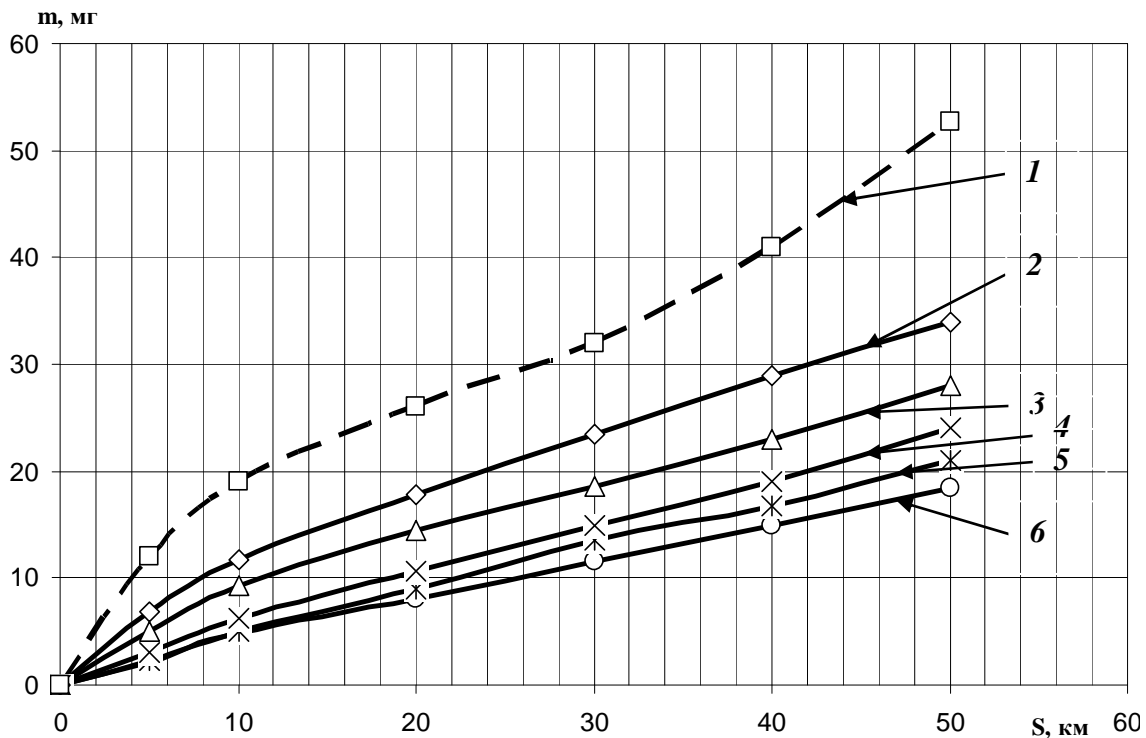
Исследования образцов проводились в режиме полусухого трения с минимальным добавлением индустриального масла 20 для исключения явления задира. Испытывались образцы из конструкционных сталей 25ХГТ, 40Х и 45 прошедших улучшение с последующим поверхностным упрочнением методами борирования и боросилицирования по различным схемам. Для сравнения испытывались образцы из стали 25ХГТ, цементированные по заводской технологии и сталей 40Х и 45 из конструкционных сталей 25ХГТ, 40Х и 45, прошедшие предварительно улучшение и закалку ТВЧ. Температура борирования составляла 950°С, время – 2-4 часа. Боросилицирование осуществлялось при температуре насыщения 950°С, времени насыщения 2-4 часа [2-4].

При проведении исследований шероховатость контртела, выполненного из инструментальной быстрорежущей стали Р6М5 с твердостью HRC 64–66,

поддерживалась постоянной в пределах Ra 1,25 в результате перешлифовки на заданную шероховатость. Для создания условий, способствующих более интенсивному износу, неровности выполнялись в направлении перпендикулярном движению образца.

Сравнительная оценка износостойкости упрочненных методами борирования, боросилицирования и цементированных по заводской технологии поверхностных слоев полученных на образцах из различных сталей проводилась по потере массы при пути трения между измерениями 10 км. Следует отметить, что полученные кривые износа (рис. 1) в целом соответствуют общепринятым представлениям и зависимостям характерным для эксплуатации деталей, работающих в условиях интенсивного нагружения.

Для кривой износа, полученной при упрочнении методом цементации (традиционная технология при изготовлении зубчатых колес трансмиссии) характерно наличие трех основных участков, соответствующих основным стадиям развития процесса изнашивания и разрушения поверхностного слоя образца.



1–цементация; 2–боросилицирование 2 ч; 3–3,5 ч; 4–4 ч; 5–борирование 3 ч; 6–4 ч

Рис. 1. Изменение величины изнашивания образцов из стали 25ХГТ от пути трения при разных составах сред и времени насыщения (нагрузка 1,155 МПа)

На первом этапе (до 20 км пробега), соответствующем периоду приработки, наблюдается более интенсивное изнашивание с потерей массы около 50% за весь период испытаний. В отличие от цементации, при упрочнении образцов боросилицированием интенсивность изнашивания на всем протяжении пути трения остается практически постоянной. При этом на некоторых участках пути трения наблюдается ее уменьшение, что вероятно связано со стабильностью поверхностной твердости и остаточных напряжений сжатия [5].

Характер кривых изменения величины изнашивания исследованных образцов из конструкционных сталей 40Х и 45 аналогичен приведенным на рис 1 для стали 25ХГТ при более высокой количественной оценке интенсивности износа.

#### Список литературы

1. Пищов М.Н., Симанович В.А., Бельский С.Е. Исследование условий эксплуатации и динамической нагруженности деталей трансмиссии трелевочных тракторов // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. 2009. Вып. XVII. С. 113-115.
2. Ворошнин Л.Г. Борирование промышленных сталей и чугунов. Минск: Беларусь, 1981. 205с.
3. Ворошнин Л.Г., Ляхович Л.С., Фунштейн Я.Н. Борирование порошкообразными смесями // МиТОМ. 1966. № 12. С. 67-69.
4. Ляхович Л.С., Ворошнин Л.Г., Панич Г.Г. Многокомпонентные диффузионные покрытия. Минск: Наука и техника, 1974. 289 с.
5. Ситкевич М.В., Пищов М.Н., Бельский С.Е. Влияние комплексного боридного упрочнения на структуру и свойства поверхностных слоев сталей для изготовления деталей зубчатых передач трелевочных лесных машин // Литье и металлургия. 2008 С. 140-146.

#### Сведения об авторах:

*Пищов Михаил Николаевич* – к.т.н., доцент, доцент кафедры Материаловедение и проектирование технических систем;

*Бельский Сергей Евграфович* – к.т.н., доцент, доцент кафедры Материаловедение и проектирование технических систем;

*Царук Федор Федорович* – к.т.н., доцент, доцент кафедры Материаловедение и проектирование технических систем.