УДК 621.185.532

А.И. Сурус, доцент; С.Е. Бельский, доцент; В.А. Симанович, доцент

ОЦЕНКА ИЗНАШИВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ТРУДНОДОСТУПНЫХ ДЕТАЛЕЙ КОСВЕННЫМ МЕТОДОМ

The article deals with the method of evaluation of surface hardening wear without disassembling the units. Special attention is paid to the analysis of the results obtained in investigating steel parts hardened by carbonitration.

Повышение долговечности и сокращение количества ремонтов ответственных узлов ряда машин вызывает необходимость разработки технологических процессов упрочнения быстроизнашивающихся поверхностей деталей. Основным требованием к поверхностному слою является возможность работы в течение межремонтного пробега узла.

Для организации промышленных испытаний и внедрения процессов поверхностного упрочнения таких деталей и узлов необходимо проводить длительные производственные испытания с периодической оценкой состояния объектов.

Основным критерием, оценивающим влияние упрочнения на долговечность, деталей, являются результаты обмера их изнашиваемых поверхностей после определенной наработки. Однако в ряде случаев анализ состояния поверхностей трения при диагностике механизмов и определении их технического ресурса, испытаниях и других специфических исследованиях затруднен в связи с труднодоступностью отдельных деталей и узлов для непосредственной оценки. Для проведения такой операции часто необходима полная разборка достаточно сложных механизмов и узлов, целесообразная только при плановом ремонте. В связи с этим методы непосредственной оценки состояния поверхностных слоев оказываются достаточно трудоемкими и экономически нецелесообразными. Поэтому актуальной является задача оценки работоспособности отдельных деталей косвенными методами, исключающими затраты, связанные с прерыванием технологического процесса в связи с остановкой машины или механизма, его обеспечивающего, для разборки, исследования, последующей сборки и регулировки.

Для оценки влияния поверхностного упрочнения на протекание процесса изнашивания рабочих поверхностей можно использовать косвенные методы оценки состояния деталей. Одним из таких методов может служить анализ находящихся в смазке продуктов износа деталей узлов, отработавших в одинаковых условиях эксплуатации один и тот же ресурс, на наличие в них отдельных элементов.

Применительно к оценке износа поверхностей, упрочненных карбонитрированием, такими элементами, в зависимости от марки и состава стали, могут быть азот, железо и другие.

Для проверки достоверности предлагаемого метода анализа выполнено упрочнение ряда ответственных деталей раздаточной коробки автомобиля-лесовоза МАЗ. Детали, изготовленные из сталей 40Х и 30ХГС, проходили карбонитрацию в течение 2,5 ч при температуре 570°С с использованием механических колебаний частотой 18 кГц, вводимых в расплав. Испытания упрочненных деталей проводились в реальных условиях эксплуатации параллельно с базовым автомобилем, детали трансмиссии которого не проходили поверхностного упрочнения. После пробега 60 тыс. километров проводился отбор осадков ванны для исследования.

Проба отбиралась из смазки, удаленной из коробки при температуре 60°С и смешанной с промывочной жидкостью. Отработанный состав (смесь) фильтровался, а затем высушивался при температуре 35–40°С. Порошок, полученный в качестве осадка после сушки, анализировался на электронном микроскопе на содержание Fe, Cr и N. Результаты сравнительных исследований представлены в таблице.

Таблица

Состав металлических осадков, полученных в отработанном масле узлов, содержащих упрочненные и неупрочненные детали

Элемент	Содержание, мас. %	
	С поверхностным упрочнением	Без поверхностного упрочнения
Азот	1,87	0,02
Хром	1,28	1,49
Железо	96,85	98,49

Анализ их показывает, что пробы, отобранные из коробки с неупрочненными деталями, содержат большее количество железа, чем аналогичные пробы, взятые из коробок, детали которых прошли упрочнение методом низкотемпературной карбонитрации с образованием на поверхности карбонитридного и диффузионного слоев. Это говорит о том, что во втором случае за указанный пробег (60 тыс. км) износ происходит еще в пределах упрочненного слоя, в котором Fe находится преимущественно в составе Fe(N,C) и содержание его в пробе существенно меньше. В то же время при отсутствии упрочнения повышенное содержание железа в пробе объясняется большей толщиной изношенного слоя. На основе анализа результатов исследований можно оценить кинетику изнашивания.

Таким образом, анализ осадков, накапливающихся в масляной ванне, позволяет качественно оценить влияние поверхностного упрочнения на процессы изнашивания труднодоступных деталей машин.

Использование при проведении низкотемпературной карбонитрации в расплаве азотсодержащих солей механических колебаний обеспечило повышение поверхностной твердости и толщины упрочненного слоя [1, 2]. При этом существенно возросла его износостойкость [3].

На основании проведенных исследований установлена целесообразность увеличения глубины упрочненного слоя, обеспечиваемого применением механических колебаний в расплаве солей, так как только при такой толщине диффузионного слоя наблюдается износ в пределах упрочненного слоя и, следовательно, сокращается число плановых ремонтов узлов трансмиссии лесовозных автомобилей.

Результаты, полученные на основании анализа продуктов износа, коррелируют с последующим размерным анализом исследуемых деталей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Довгялло И.Г., Сурус А.И., Бельский С.Е.. Влияние механических колебаний при низкотемпературном азотировании на характеристики упрочненного слоя // Труды БГТУ. Сер. II. Лесная и деревообр. пром-сть. – Мн., 1999. Вып. VII. – С. 153–157.

2. Сурус А.И., Бельский С.Е.. Влияние высокочастотных механических колебаний, используемых в процессе карбонитрации, на эффективную толщину упрочненного слоя. // Труды БГТУ. Сер. II. Лесная и деревообр. пром-сть. – Мн., 2003. Вып. XI. – С. 236–239.

3. Довгялло И.Г., Бельский С.Е., Дулевич А.Ф., Сурус А.И. Исследование износостойкости тяжелонагруженных деталей лесных машин, упроченнных низкотемпературной карбонитрацией // Труды БГТУ. Сер. II. Лесная и деревообр. пром-сть. – Мн., 1997. Вып. V. – С. 81–84.