

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ АБРАЗИВНОЙ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ДЕТАЛЕЙ

В.Я. КОРШУНОВ,

доктор технических наук,
доцент
ФГБОУ ВО «Брянский
государственный аграрный
университет»
Т. 8-960-563-72-59
E-mail: dok.kor@mail.ru

Разработана методика расчета относительной абразивной износостойкости деталей сельскохозяйственной техники на основе использования механико-термодинамического подхода к процессу разрушения металлов при внешнем трении.

Ключевые слова: энергия; деформация; абразивное трение; износ.

Абразивное изнашивание – главный фактор, ограничивающий срок службы машин различного назначения, в том числе сельскохозяйственных. Быстрый износ их деталей помимо затрат средств на ремонт и изготовление запасных частей вызывает также большую простую техники в ремонте. Отсутствие в инженерной практике надежного метода расчета деталей на долговечность при абразивном трении тормозит снижение их металлоемкости, создание и освоение высокопроизводительных машин, работающих на повышенных скоростях [1].

В настоящее время существует несколько методов прогнозирования относительной абразивной износостойкости (ϵ):

от размера зерна абразива. Проведены испытания, которые показали, что износ линейно возрастает до некоторого значения зерна и при дальнейшем его увеличении остается постоянным [1];

от твердости абразива, однако испытания, проведенные на машине Х4-Б, для стали 9ХС, начи-

ная с отношения $H_a: H_m=1,35$ и для стали У8, начиная с $H_a: H_m=1,56$, при испытании на ударно-абразивное изнашивание на машине УАМ показали, что абсолютный износ не зависит от твердости абразива [2];

также известен способ прогнозирования относительной абразивной износостойкости от твердости испытуемого образца [2] $\epsilon=bH$, где b – коэффициент пропорциональности; H – твердость материала;

в литературных источниках упоминается способ прогнозирования величины ϵ , предложенный В.Н. Кашеевым, $\epsilon = 0,49 \cdot 10^{-4} E^{1,3}$, где E – модуль упругости.

Однако все выше представленные методы прогнозирования базируются на одном физико-механическом параметре материала, что приводит, как показали проведенные эксперименты, к довольно странным результатам. Так, при обработке данных, полученных в [2], у материалов, имеющих одинаковую твердость, например HV 6000 МПа, относительная абразивная износостойкость, а следовательно, и износ, отличаются в 2–3 раза.

Исходя из вышеизложенного, цель настоящей работы – разработка надежного метода расчета относительной абразивной износостойкости деталей в процессе эксплуатации техники.

Для достижения цели, поставленной в работе, используется комплексный механико-термодинамический подход к прочности и разрушению твердых тел, который включает в себя механические свойства материала деталей, а также его термодинамические параметры.

Относительная абразивная износостойкость материала

$$\epsilon_{от} = K_m / K_{эс}, \quad (1)$$

где K_m и $K_{эс}$ – коэффициенты износа прогнозируемого и эталонного образцов.

С учетом коэффициентов износа прогнозируемого и эталонного образцов через механические свойства и термодинамические параметры формула (1) примет вид

$$\epsilon_{от} = \Delta U_{ен} (S_{кэ} - \sigma_{тэ}) / (S_{кн} - \sigma_{тн}) \Delta U_{эс}, \quad (2)$$

где $S_{кн}$ и $S_{кэ}$ – истинные пределы прочности прогнозируемого и эталонного образцов; $\sigma_{тн}$ и $\sigma_{тэ}$ – пределы текучести прогнозируемого и эталонного образцов; $\Delta U_{ен}$ и $\Delta U_{эс}$ – накопленная скрытая энергия при трении прогнозируемого и эталонного образцов.

Накопленная скрытая энергия при трении

$$\Delta U_{ен} = U_{,н} - U_{эон} - U_{тон}, \\ \Delta U_{эс} = U_{,э} - U_{эос} - U_{тоэ},$$

где $U_{,н}$ – критическая плотность внутренней энергии прогнозируемого образца, термодинамический критерий разрушения, равный энthalпии плавления материала, $U_{,н}=H_s$. Для железа $H_s=10$ Дж/мм³; $U_{эон}$, $U_{тон}$ – начальный уровень скрытой и тепловой составляющей внутренней энергии прогнозируемого образца; $U_{,э}$ – критическая плотность внутренней энергии эталонного образца, $U_{,э}=H_s$; $U_{эос}$, $U_{тоэ}$ – начальный уровень скрытой и тепловой составляющей внутренней энергии эталонного образца.

Формула (2) позволяет теоретически прогнозировать относительную абразивную износостойкость материала на основе механических свойств и термодинамических параметров. Механические свойства материалов выбираются по справочной литературе, термодинамические параметры рассчитываются по методике, подробно изложенной в работах [3–8]. По этой методике рассчитана относительная абразивная износостойкость образцов из стали 45 разной твердости.

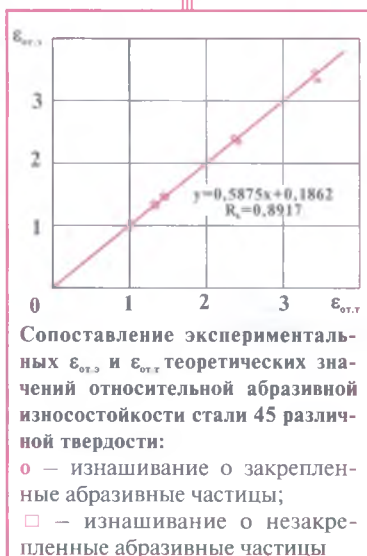
Для проверки полученных теоретических результатов проведен ряд экспериментов на машине трения МИ-1М, которая позволяет

изменять условия абразивного трения.

Испытания образцов колодочного типа ($b=14$ мм, $h=12$ мм, $L=22$ мм) из стали 45 твердостью HV1800, HV2300, HV4000, HV5400, HV7100 проводили о закрепленные и незакрепленные абразивные частицы. В первом случае в качестве контртела использовали алмазный круг АСО 125/100 100 % М1, во втором – диск ($D=50$ мм, $d=12$ мм, $b=14$ мм) из стали 40Х твердостью HV7100 МПа. При изнашивании образцов о закрепленные абразивные частицы в качестве СОЖ использовали веретенное масло, при изнашивании незакрепленными абразивными частицами – абразивно-масляную взвесь с концентрацией абразива 5%. В качестве абразива использовали кварцевый песок размером частиц $d_{cp} \approx 0,05$ мм. Опыты проводили при скорости трения $V_{тр} = 1,1$ м/с и нагрузке $P=250$ Н.

На рисунке построен график на основании сопоставления экспериментальных $\epsilon_{от,т}$ и теоретических $\epsilon_{от,а}$ значений относительной износостойкости стали 45 различной твердости при трении о закрепленные и незакрепленные абразивные частицы. Коэффициент парной корреляции составил $R_k=0,9$, что говорит о хорошем их совпадении.

На основании анализа полученных данных можно сделать вывод о том, что предложенный механико-термодинамический подход к прочности и разрушению твердых тел позволяет прогнозировать относительную абразивную износостойкость материала деталей без проведения длительных экспериментальных исследований, что дает возможность повысить их долговечность при восстановлении и проектировании новых изделий сельскохозяйственной техники.



Литература

- Севернев, М.М. Износ деталей сельскохозяйственных машин. /М.М. Севернев, Г.П. Каплунов, В.А. Короткевич. – Л.: Колос, 1972. – 288 с.
- Хруцов, М.М. Абразивное изнашивание / М.М. Хруцов, М.А. Бабичев. – Наука. 1970. – 480 с.
- Коршунов, В.Я. Повышение эксплуатационных свойств машин прогнозированием и технологическим обеспечением физико-механических параметров материалов на основе принципов синергетики / В.Я. Коршунов // Вестник машиностроения. – 2000, № 6. – С. 48–53.
- Коршунов, В.Я. Повышение надежности деталей сельскохозяйственных машин прогнозированием физико-механических свойств материала // Изв. вузов Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2004. Приложение № 1. – С. 71–78.
- Коршунов, В.Я. Повышение износостойкости деталей сельскохозяйственных машин при абразивном трении / В.Я. Коршунов, В.С. Комаров // Вестник МГАУ. – 2010, № 2. – С. 137–140.
- Коршунов, В.Я. Повышение долговечности деталей сельхозмашин на основе разработки научных основ упрочняющих технологий / В.Я. Коршунов, П.Н. Гончаров, Д.А. Новиков // Вестник БГСХА. – 2012, № 2. – С. 35–38.
- Коршунов, В.Я. Прогнозирование износостойкости и усталостной прочности деталей сельхозмашин на основе кинетического подхода к процессу разрушения металлов / В.Я. Коршунов, Д.А. Новиков // Вестник БГСХА. – 2013, № 2. – С. 33–36.
- Коршунов, В.Я. Экспериментальные исследования зависимости относительной величины скрытой энергии от условий процесса абразивного трения / В.Я. Коршунов // Научно-технический вестник БГУ. – 2016, № 2. – С. 20–26.

The developed method of calculation of the relative abrasive wear resistance of parts of agricultural machinery based on the use of mechanical-thermodynamic approach to the process of destruction of metals under external friction.

Keywords: energy; deformation; abrasive friction; wear.

Программа субсидирования производителей сельхозтехники настолько пришлась по душе аграриям, что деньги, выделенные правительством России в 2016 году, уже закончились. Вместе с тем спрос на технику отечественного производства остается высоким.

Регионы рапортуют о росте закупок машин и оборудования для села и рассчитывают на дальнейшее финансирование программы.

Так, по словам заместителя главы администрации Краснодарского края Андрея Коробко, с начала 2016 года минсельхозом Кубани зарегистрировано 645 договоров на приобретение сельскохозяйственной техники, из которых 329 заключено фермерскими хозяйствами.

«В следующем году на техническое переоснащение сельхозтоваропроизводителей в областном бюджете будет заложено 100 млн рублей при условии, что производители будут давать скидки на свою технику», – говорит губернатор Челябинской области Борис Дубровский.

Вместе с тем, по оценке главы Удмуртской Республики Александра Соловьева, возросший спрос аграриев на сельхозтехнику отечественного производства привел к тому, что дефицит бюджетных обязательств по программе 1432 в 2016 году составит не менее 5 млрд рублей.

По данным Ассоциации «Росагроماش», по состоянию на 19 августа сумма субсидий по заключенным договорам уже составила 14,7 млрд рублей, что превышает объем финансирования (9,8 млрд рублей предусмотрено в федеральном бюджете на 2016 год).

По словам губернатора Самарской области Николая Меркушкина, благодаря действию программы субсидирования производителей сельхозтехники в рамках Постановления Правительства № 1432 крестьяне стали активнее приобретать отечественные сельхозмашины, возросли конкурентные преимущества российской сельхозтехники и, как следствие, значительно увеличились объемы ее производства.

Разделяет позицию своих коллег и губернатор Оренбургской области Юрий Берг. По его мнению, благодаря реализации отечественной сельскохозяйственной техники со скидкой 25 процентов она стала доступней, увеличился спрос на нее.

Вместе с тем, в бюджете будущего года на финансирование программы предусмотрено в 5 раз меньше средств, чем в 2016 году. По расчетам глав российских регионов, на обеспечение программы 2017 года потребуется не менее 15 млрд рублей.