

ЧАСТИНА 2. КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА РЕМОНТНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ

УДК 621.824.32.004.15

ИССЛЕДОВАНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ВОССТАНОВЛЕННЫХ ПЛАЗМЕННО- ПОРОШКОВЫМ МЕТОДОМ

Скобло Т.С., д.т.н., проф.; Сидашенко А.И., к.т.н., проф.;
Харьяков А.В., к.т.н., доц.

*Харьковский национальный технический университет сельского
хозяйства имени Петра Василенко*

В работе предложен способ увеличения долговечности деталей машин нанесением компенсирующих износ покрытий. Исследована износостойкость деталей с покрытиями и выпускаемых серийно.

Свойства покрытий существенным образом определяются структурой материала. К числу важнейших эксплуатационных свойств относятся прочность материала покрытия и переходной зоны, твердость. Важным при восстановлении является обеспечение однородности структуры и свойств покрытия.

Эксплуатационная стойкость коленчатых валов наиболее существенно зависит от развития усталостных повреждений, заедания и оплавления вкладышей. Если после первого ремонтного размера число заеданий и оплавлений вкладышей составляет 5-8% от общего числа вышедших из эксплуатации деталей, то после второго - 22,2%, а после третьего достигает 31,3%. Это обусловлено качеством обработки в процессе перешлифовки вала под последующий ремонтный размер, а также изменениями свойств и структуры по глубине закаленного слоя.

Анализируя количество поступающих в ремонт коленчатых валов и основные статистические характеристики их геометрических номинальных и ремонтных размеров, выявлено следующее. Из 150 коленчатых валов, после первого ремонтного размера (P_1) составляет - 70шт, после второго ремонтного размера (P_2) - 30шт и после третьего ремонтного размера (P_3) - 25шт. Из приведенных данных видно, что после первого ремонта в последующий поступает на 53% валов меньше, после второго их доля снижается еще на 57%, а после третьего в эксплуатацию идет еще на 17% меньше, чем после второго ремонта.

В ряде случаев в деталях при эксплуатации развиваются повреждения усталостного происхождения. Поэтому перед восстановлением детали подвергают неразрушающему контролю.

Выявление поверхностных усталостных дефектов не вызывает особых трудностей поскольку большинство из них можно обнаружить визуально, а особо мелкие трещины легко определяются обычным магнитопорошковым дефектоскопом ПМД – 70 и затем устраняли механической обработкой в процессе перешлифовки вала на последующий ремонтный размер. Внутренние дефекты невозможно ни обнаружить визуально, ни тем более устранить их, поэтому они представляют большую опасность по сравнению с наружными.

Что касается усталостных повреждений, то их количество и степень развития возрастают с увеличением продолжительности эксплуатации. Так, после первого ремонтного размера по этой причине отбраковывается 45 – 50% коленчатых валов, после второго – 50 – 58%, после третьего – 55 – 65%.

Для выявления выше указанных дефектов использовали акустическую установку "Удар". Дефекты деталей выявляли методом свободных колебаний. Принцип работы установки основан на увеличении скорости затухания свободных колебаний при столкновении с дефектами – концентраторами напряжений.

После применения этого метода и отбраковки валов количество разрушившихся в процессе эксплуатации деталей, подвергавшихся восстановлению, уменьшилось в 5,13 раз.

Для восстановления геометрических параметров и физико-механических свойств шеек коленчатых валов двигателей СМД-60 (сталь 45), применяли метод плазменно-порошковой наплавки.

В качестве наплавочного материала использовали порошковую композицию на основе железа (40%ФМИ-2+60%ПЖН4Д2М). Химический состав приведен в табл. 1.

В соответствии с ГОСТ 23.24 – 86 [1] испытания, при которых определяется соотношение интенсивностей изнашивания исследуемой (восстановленной) и эталонной поверхностей при заранее установленных идентичных условиях относятся к группе А.

Таблица 1. Химический состав исследуемых материалов

Материал	Содержание химических элементов, % масс.								
	Fe	Cr	Ni	B	C	Si	Mn	Mo	Cu
Сталь 45	Осн.	-	-	-	0,45-	0,27	0,7	-	-
ПЖН4Д2М	Осн.		3,62		0,054	0,05	0,1	0,5	1,7
ФМИ – 2	Осн.	10,43		2,87	0,77	2,62	4,49		

В процессе работы коленчатого вала на износ шеек влияет большое количество факторов: свойства материала вала, вид упрочняющей обработки (закалка, азотирование), нагрузка на двигатель, состояние смазки (плотность, вязкость, содержание продуктов износа, абразивной пыли), конструкция узла. В связи с этим возникла необходимость проведения сравнительных испытаний новой детали и восстановленной плазменно-порозковым методом при одинаковых условиях испытания.

Проведение испытаний на износ строилось следующим образом. В соответствии с поставленными задачами и принятыми методами исследования подготавливали образцы, вырезанные из шатунных шеек коленчатых валов в виде роликов шириной 10 мм. Вырезку образцов производили абразивными кругами из вулканита с использованием вращателя заточного станка УЗС248.0, обеспечивающего частоту вращения режущего инструмента 3000 об/мин. В качестве охлаждающей жидкости использовали смазку АСФ – 3, которая применяется при резании закаленных сталей [2]. Класс шероховатости поверхности соответствовал требованиям технических условий, предъявляемым к эксплуатации коленчатых валов. Для обеспечения условий, наиболее близких к эксплуатационным, в качестве контртела использовали образцы, вырезанные из шатунных вкладышей А 23. 01. 98 – 60 шириной 10 мм и длиной 20 мм. В качестве фрикционного покрытия использовали свинцовистую бронзу. Контроль прилегания образцов осуществляли методом планиметрирования с погрешностью не более 10%. Твердость поверхностного слоя измеряли по методу Роквелла.

Испытания проводили с абразивно-масляной прослойкой. Абразивно-масляную смесь приготавливали из кварцевого песка, соответствующего требованиям ГОСТ 2138, и масла индустриального – 20 по ГОСТ 20779.

Значения износа в период приработки приведены на рис. 1. Во второй четверти графика расположены участки, соответствующие значениям массопереноса материала (соответствует налипанию металла от вкладыша).

Испытания на износ проводили в два этапа. На первом этапе анализировали период приработки и на втором – период установившегося износа. В период приработки испытания проводили по 60 с. Этот период характеризуется интенсивным и неравномерным износом. Наблюдаемое происходило из-за неравномерного, случайного скалывания и смятия микронеровностей, которые имеют место после механической обработки. После каждого периода испытаний образцы снимали, промывали и взвешивали. На этом этапе наблюдали поочередное, незначительное увеличение массы ролика из-за налипания на его поверхность материала вкладыша и вкладыша – за счет внедрения в поверхность трения отколовших-

ся частиц рабочего слоя ролика.

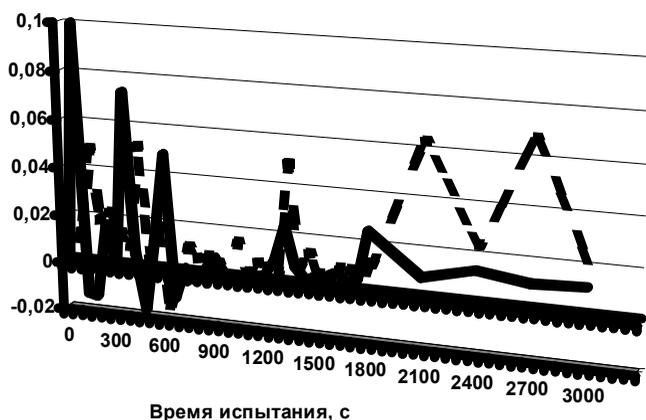


Рис. 1 Зависимости величины износа от времени испытаний образцов:
(— — —) — образец стандартной детали (сталь 45, закалка ТВЧ);
(————) — образец, восстановленный с нанесением рекомендуемого покрытия и по предлагаемой технологии

Для удобства оценки показателя износа были переведены полученные значения из весовых единиц в метрические. Средние значения износа за весь период испытаний для вала с закаленной поверхностью и с восстановительным покрытием составили 18,53 мкм (0,0271г) и 13,2 (0,0145г) соответственно.

Обработку статистических данных производили по методике [3].

Среднеквадратичные отклонения значений износа для образцов серийно выпускаемой детали и восстановленной плазменно-порошковым методом составили 0,0776 и 0,0141 соответственно.

Проверка показала, что различие средних значений является величиной случайной, лежащей в пределах ошибки эксперимента. Гипотеза подтверждается. Результаты испытаний на износ представлены на рис. 2.

Из приведенных на рис. 2 зависимостей изменения величины износа образцов в зависимости от времени испытаний видно, что период приработки поверхности трения образца детали с покрытием составляет 660 с., в то время как период приработки стальной детали составляет 1500 с. Это свидетельствует о том, что не смотря на более высокую твердость поверхности (HRC 62), она хорошо поддается механической обработке и имеет класс шероховатости не ниже $R_a 0,32$. На момент окончания приработки поверхностей величина износа стального вала на 40,93% больше чем вала с покрытием. В период установившегося износа (при принятом интервале

испытаний от 1800 до 3000 с) оба варианта образцов имеют одинаковую интенсивность износа. Кривые проходят почти параллельно друг другу. Затем интенсивность износа стального вала постепенно увеличивается и на момент окончания испытания (6300 с.), разность величины износа нового и восстановленного вала достигает 14,12 мкм, что составляет 68,34%.

На основе стендовых испытаний на износ было установлено, что в период приработки отмечается некоторое налипание металла на вкладыш. Поэтому рекомендуется после стендовой обкатки (в период снижения шероховатости, приработки и упрочнения поверхности) восстановленных коленчатых валов производить замену вкладышей. Такая операция обеспечит стабильную работу двигателя. С учетом этого технология плазменного восстановления шеек коленчатого вала с нанесением покрытия предложенного состава рекомендуется к промышленному внедрению.

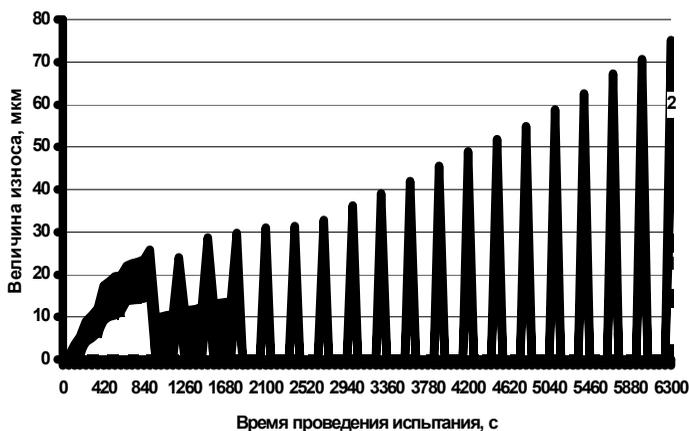


Рис. 2 Изменения величины износа стандартной детали (сталь 45 + закалка ТВЧ) – светлая область; и после нанесения покрытия – темная область.

Стендовыми испытаниями выявлено, что на момент окончания приработки поверхностей величина износа стального вала на 40,93% больше чем вала с рекомендуемым покрытием. В период установившегося износа интенсивность изнашивания шейки стального вала выше. Разность величины износа достигает 68,34%.

Список использованных источников

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т 1/ под. ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.

2. ГОСТ 23.224 – 86. Обеспечение износостойкости изделий. Методы обеспечения износостойкости восстановленных деталей.

3. Митков М.В., Кардашевский С.В. Статистические методы в сельхозмашиностроении. – М.: Машиностроение, 1978.

Анотація

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ВІДНОВЛЕНИХ ПЛАЗМОВО- ПОРОШКОВИМ МЕТОДОМ

Скобло Т.С., Сідашенко О.І., Хар'яков А.В.

У роботі запропоновано спосіб збільшення довговічності деталей машин нанесенням компенсуючих знос покриттів. Досліджена зносостійкість деталей з покриттями і що випускаються серійно.

Abstract

RESEARCH OF LONGEVITY DETAILS OF MACHINES RECOVERED BY PLASMA-POWDER METHOD

T. Skoblo, A. Sidashenko, A. Khar'yakov

Method of increase of longevity of details of machines is in process offered applying of compensating wear coverage's. The wearproofness of details is investigational with coverage's and mass-produced.