

УДК 629.083

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УПРОЧНЕНИЕ
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ВАЛОВ ДВИГАТЕЛЕЙ*****А. В. ДУДАН****Полоцкий государственный университет, Беларусь;****В. Н. ЛОПАТА****ПРТП «УКРГАЗЭНЕРГОСЕРВИС», Украина;****Т. И. ИВЧЕНКО****Херсонская государственная морская академия, Украина;****Н. В. НИКОЛАЙЧУК****Винницкий национальный аграрный университет, Украина;****А. В. ЛОПАТА****Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского, Украина*

Актуальность исследований. Большинство деталей двигателей эксплуатируются до предельно допустимого износа. В Украине, в условиях сложившейся экономической ситуации немаловажным фактором является перерасход дорогостоящих запасных частей, в том числе импортного производства, из легированного металла для замены изношенных деталей. Анализ износа деталей двигателей показал, что в первую очередь существует потребность в восстановлении поверхностей наиболее востребованных и часто выходящих из строя деталей, таких как распределительные валы. Восстановление распредвалов сдерживается ограниченным применением современных способов восстановления ответственных деталей двигателей. Использование традиционных методов восстановления деталей не обеспечивают необходимого качества деталей, трудоемки, энергоемки и экономически нецелесообразны. Поэтому, разработка и внедрение малозатратных технологических процессов восстановления и упрочнения распредвалов двигателей, изыскание новых и усовершенствование существующих методов их ремонта и восстановления, которые базируются на последних научных исследованиях в области нанесения защитных покрытий, является актуальной задачей. Решение этой задачи обеспечит снижение расхода дорогостоящих материалов и энергозатрат процесса восстановления при повышении его производительности с гарантией высоких показателей надежности отремонтированных изделий.

Состояние проблемы. Одним из основных направлений повышения долговечности и ресурса двигателей является усовершенствование низкостоимостных технологических процессов восстановления их распредвалов в сочетании с использованием наиболее доступных и дешевых материалов, обеспечиваю-

щих снижение расхода дорогостоящих материалов и энергозатрат процесса восстановления при повышении его производительности с гарантией высоких показателей надежности отремонтированных изделий. Использование восстановленных деталей позволяет снизить расходы на запасные части. Разнообразие действующих сил и условий эксплуатации распредвалов определяет большой разброс в значениях износа их рабочих поверхностей, на ремонт которых приходится 60% существующих разработанных технологических процессов восстановления, среди которых все большее внимание уделяется электродуговому напылению (ЭДН). Технологичность, простота, высокая производительность, низкая стоимость и универсальность ЭДН обратили на себя внимание ученых и производителей. Огромный вклад в развитие ЭДН внесли исследования ученых Украины и стран СНГ: К.А. Ющенко, В.С. Ивашко, В.Э. Барановского, А.С. Прядко, М.А. Белоцерковского, Ю.С. Коробова, М.М. Студента и др. Использование технологических процессов ремонта с применением прогрессивных технологий и оборудования для ЭДН поможет сделать ремонтное производство двигателей рентабельным, обеспечит его сменно-запасными деталями. Ремонт составляет основу эксплуатационной надежности и включает не только восстановление геометрических размеров распредвалов двигателей, но и повышение их эксплуатационных характеристик, в том числе – износостойкости. Таким образом, повышение износостойкости, долговечности и надежности распредвалов двигателей является конечной целью разработки технологических процессов восстановления и ремонта.

Цель исследований. Целью настоящих исследований является разработка технологии восстановления распределительных валов двигателей путем нанесения покрытий методом электродугового напыления и исследование свойств полученных покрытий.

Методы исследований. В качестве объектов исследования были выбраны распределительные валы с ЭДН - покрытия из проволочной стали 40X13. Диаметр проволоки $\varnothing 2,0$ мм. Выбор сталей мартенситного класса 40X13 для износостойких покрытий обусловлен их способностью к структурно-фазовым аустенитно-мартенситным превращениям. Для нанесения покрытий использовали электродуговой аппарат АДН-8 активированного электродугового напыления (АДН), разработанный в ГНУ «ОИМ НАН Беларуси». В основе работы установки лежит процесс плавления проволок электрической дугой и распыление металла высокоскоростной струей продуктов сгорания пропано-воздушной смеси. Достоинство используемой аппаратуры – работа камеры сгорания на пропано-воздушной смеси, что снижает окисление напыляемого металла и выгорание легирующих элементов. Напыленное покрытие характеризуется

прочностью сцепления вдвое выше, чем при традиционном ЭДН, что позволяет деталям с такими покрытиями работать в экстремальных условиях. Исследование микроструктуры проводилось на световом микроскопе «MeF-3» фирмы «Reichert» (Австрия). Измерение микротвердости проводилось на микротвердомере «Micromet-II». Количественный стереологический анализ пористости покрытий проводился на автоматическом анализаторе изображения «Mini-Magiscan» фирмы «Joyce Loebel», Англия, по программе «Genias 26».

Результаты исследований. В результате исследований разработан технологический процесс восстановления распредвалов ЭДН, который состоит из следующих операций: подготовка проволоки; очистка детали; дефектация детали; предварительная мехобработка; дробеструйная обработка; контроль напыленных поверхностей; мехобработка покрытий. При разработке технологии восстановления распредвалов двигателей принималось во внимание конструкция вала, свойства материалов вала и покрытия, размеры покрытия, допустимый нагрев и т.д. Сущность процесса ЭДН заключается в плавлении проволоки электрической дугой и распылении расплавленного металла струей, образованной продуктами сгорания пропановоздушной смеси, с дальнейшим транспортированием потока частиц расплавленного металла к восстанавливаемой поверхности вала (рис. 1).

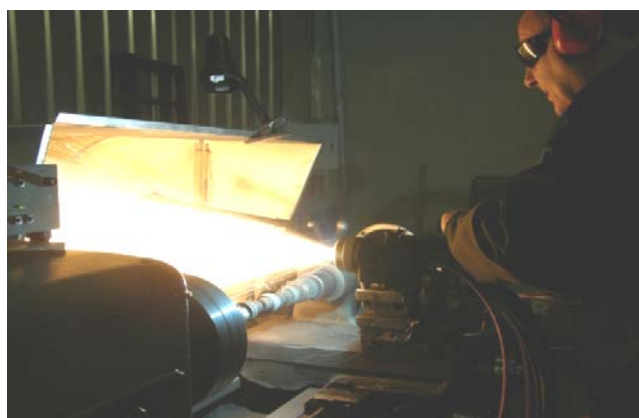


Рис. 1. Процесс восстановления распредвала ЭДН

Основные физико-механическими свойствами полученных покрытий, представлены в таблице 1 и на рисунках 2, 3. Лабораторные и стендовые испытания распредвалов показали, что износостойкость их восстановленных поверхностей в 2,5–5 раза выше, чем поверхностей, восстановленных по традиционной технологии ЭДН и в 1,5–1,7 раза – по сравнению с новыми валами (табл. 2). Срок службы распредвалов с покрытиями (рис. 4) увеличился в 2,5–3 раза.

Таблица 1

Характеристики стальных покрытий, полученных ЭДН

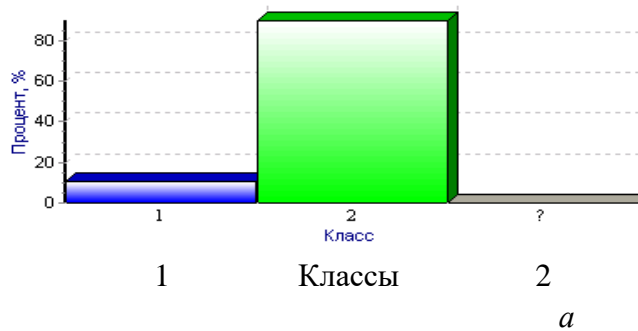
Наименование характеристики, размерность	Значение
Микротвердость, МПа	<i>HV</i> 800
Контактные нагрузки, МПа	до 100 при наличии ударов
Степень окисления покрытия, %	до 3
Прочность сцепления, МПа	60–70
Толщина покрытия, мм	0,5–4,0
Термическое разупрочнение	не происходит



Рис. 2. Исследования микротвердости полученного покрытия

Пористость ЭДН-покрытий

Распределение площадей



Класс	Описание	% площади
1	Поры	6,29%
2	Основа	93,71%

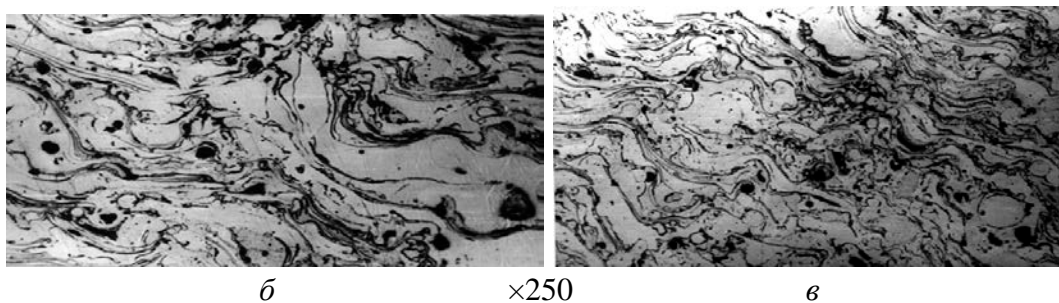


Рис. 3. Гистограммы пористости (а) и микроструктура ЭДН-покрытий (б, в)

Физико-механические свойства восстановленных валов

Деталь	Материал	Прочность сцепления, МПа	Среднее значение износа, мм
Распредвал новый	сталь 45	-	0,05–0,15
Распредвал восстановленный		220	0,01–0,02



а

б

Рис. 4. Распредвал 14-04-20-1 двигателя Д-160.111-1:

а – восстановленный; *б* – после мехобработки

Выводы. На основании исследований разработаны технологическая инструкция для восстановления распредвала и практические рекомендации по использованию разработанной технологии восстановления на ремонтных предприятиях. Разработанная технология восстановления распредвалов двигателей расширила номенклатуру восстанавливаемых деталей и позволила восстанавливать не только распредвалы двигателей, но и распредвалы любых средств транспорта, организовать участки восстановления деталей на ремонтных предприятиях.