



Рисунок 2 – Изношенные валки центрифуг



Рисунок 3 – Валки, наплавленные проволоками Велтек-Н215S, Велтек-Н225S

*Лопата Л.А. Институт проблем прочности им. Г.С. Писаренко НАН Украины, Киев,
Волков Ю.В. Национальный университет «Одесская морская академия», Одесса,
Соловых А.Е., Катеринич С.Е. Центральноукраинский национальный технический
университет, Кропивницкий, Украина*

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВАЛОВ ДИЗЕЛЬ- ГЕНЕРАТОРОВ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫМ ПРИПЕКАНИЕМ ДИСКРЕТНЫХ ПОКРЫТИЙ

Эффективное использование дизель-генераторов (ДГ) в значительной степени зависит от их технического состояния. Одной из проблем ремонтного производства ДГ является восстановление и упрочнение валов (распределительных и коленчатых). Среди существующих способов восстановления и упрочнения валов ДГ наибольшую часть занимают сварочные технологии. С помощью сварки и наплавки восстанавливаются изношенные поверхности валов путем нанесения на их рабочие поверхности покрытий, которые противодействуют абразивному, коррозионному и другим видам износа и разрушения. Вместе с

тем, повышенное тепловыделение при нанесении слоев большой толщины методами наплавки и напыления искажает геометрию восстанавливаемой детали, снижает ее ресурс, а наплавка покрытий больших толщин требует снятия значительных припусков при финишной механической обработке [1]. Методы наплавки не обеспечивают сохранение исходных свойств материала покрытий, вносят существенные изменения в структуру материала упрочняемой детали. Связано это с тем, что материал покрытия нагревается до температур, превышающих его температуру плавления, что приводит к снижению физико-механи-

ческие свойства покрытий и в итоге невозможно получить высокие эксплуатационные свойства восстанавливаемых деталей [1]. Перспективным и эффективным средством решения этой проблемы является применение износостойких покрытий дискретной структуры [2–3].

Принцип формирования дискретных покрытий заключается в том, что традиционный сплошной слой покрытия заменяют на прерывистый слой мозаично-дискретной структуры. Принцип покрытий дискретной структуры реализуется различными технологическими способами: дискретной точечной закалкой, лучом лазера, газотермическими, детонационно-газовым и электролитическим способами, ионным азотированием, вакуумными технологиями [2]. Вакуум-плазменные технологии оказались наиболее эффективны для дискретных покрытий на металлорежущем инструменте [3]. Наиболее простой в реализации нанесения дискретного покрытия способ электроискрового легирования (ЭИЛ) [4], который дискретен по своей природе.

Однако существующее технологическое обеспечение дискретных покрытий позволяют использовать их в основном для упрочнения поверхностей деталей и нанесения покрытий толщиной до 1 мм. При восстановлении и ремонте изношенных деталей, когда необходимо реставрировать детали и наращивать слои толщиной свыше 1 мм с высокими прочностными характеристиками, применяемое технологическое обеспечение покрытий дискретной структуры не решает поставленных задач [2–4].

Из широкого спектра современных методов инженерии поверхностей восстанавливать детали с величиной износа более 1 мм позволяют электроконтактные методы [1]. Из всех рассмотренных способов восстановления, метод электроконтактного припекания металлических порошков (ЭКПП) полностью отвечает вышесказанным положениям и не имеет себе равных по

достигаемому уровню адгезионной прочности (150–220 МПа), больших толщин покрытия (до 3 мм и более) при минимальном уровне остаточных напряжений в сравнении с наплавкой и газотермическим напылением. Преимуществами этих методов являются низкая энергоемкость процесса, высокая производительность, отсутствие излучения и газовыделения, минимальные припуски на финишную обработку [1]. При этом температура восстанавливаемой детали не превышает 60–80 °С, отсутствует термическое коробление и поводки детали, что очень важно при реставрации таких деталей, как валы. Однако, в этих работах по ЭКПП [1] отсутствуют исследования по разработке технологии восстановления деталей типа «вал» электроконтактным припеканием дискретных покрытий (ЭКПДП).

Цель исследований – создание нового способа восстановления валов ДГ дискретными износостойкими покрытиями методом электроконтактного припекания (ЭКП) композиционных порошков путем определения геометрических параметров дискретов за счет минимизации напряженно-деформированного состояния (НДС).

В результате проведенных исследований разработан способ восстановления валов ДГ покрытиями дискретной структуры, которые получены методом ЭКПП [5–6]. Исследованы параметры процесса ЭКПДП, износостойкость, адгезионно-когезионная прочность, пористость, микротвердость покрытий. Разработанная технология ЭКПД была использована при восстановлении распределителей дизельгенераторов (рис. 1). Ресурс работы деталей увеличился в 2–3 раза.

Выводы. Впервые предложен способ восстановления валов ДГ, заключающийся в нанесении дискретных композиционных покрытий с повышенной адгезионной прочностью и толщиной электроконтактным припеканием порошковых материалов, который обеспечивает повышенный уровень физико-механических свойств рабочих поверхностей.



Рисунок 1 – Распределительный вал 150.03.022-1 дизель-генератора 6ЧН 12/14 (а) и примеры участков распределительных валов ДГ с покрытиями дискретной структуры (б), полученными электроконтактным методом

Литература

1. Лопата Л.А., Красота М.В. Совершенствование технологии восстановления деталей типа «вал» электроконтактным припеканием металлических порошков // Теоретические и технологические основы упрочнения и восстановления изделий машиностроения: Сб. научн. трудов / Под ред. С.А. Астапчика, П.А. Витязя. – Мн.: ПГУ, 2001. – С. 300–303.
2. Упрочняющие покрытия дискретной структуры / Б.А. Ляшенко, А.Я. Мовшович, А.И. Долматов // Технологические системы – 2001. – № 4. – С. 17–25.
3. Технологическое обеспечение вакуум-плазменных покрытий дискретной структуры / Е.К. Соловых, Б.А. Ляшенко, А.В. Рутковский и др. // Технологические системы. – 2007. – № 2. – С. 22–27.
4. Оптимизация дискретных структур электроискровых покрытий / Б.А. Ляшенко, В.С. Антонюк, О.Б. Сорока, Л.А. Лопата // Артиллерийское и стрелковое вооружение: Международ. науч.-техн. сб. – К., 2004. – Вып. 4(13). – С. 30–34.
5. Получение износостойких дискретных покрытий электроконтактным припеканием / Л.А. Лопата, Б.А. Ляшенко, В.И. Калиниченко, Ю.В. Волков // Проблемы тертя та зношування: Наук.-техн. зб. – К.: НАУ, 2009. – № 51. – С. 139–148.
6. Волков Ю.В., Ляшенко Б.А., Лопата Л.А. Повышение износостойкости деталей судовых машин и механизмов покрытиями дискретной структуры. Технологическое обеспечение покрытий дискретной структуры электроконтактным припеканием. – Проблемы тертя та зношування. – К.: НАУ, 2015. – № 2(67). – С. 110–126.

Поболь И.Л. Физико-технический институт НАН Беларуси, Минск, Беларусь

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОННО-ИОННО- ПЛАЗМЕННЫХ МЕТОДОВ

Электронно-ионно-плазменные методы обработки металлов и сплавов в режимах переплава, поверхностного упрочнения, нанесения покрытий, получения соединений, совмещенных способов воздействия обеспечивают формирование новых структурно-фазовых состояний, упрочнение материалов и придание деталям из металлов и сплавов таких сочетаний свойств, которые сложно или невозможно получить иными методами металлургии, сварки, объемного и поверхностного упрочнения. Их можно использовать с большой эффективностью практически на всех предприятиях машиностроительного профиля. В ФТИ НАН Беларуси проводятся исследования, разрабатываются технологии инженерии поверхности, получения сварных и паяных соединений.

Электронно-лучевые методы. Институт располагает современным комплексом автоматизированного электронно-лучевого (ЭЛ) оборудования с мощностью луча до 15 и 30 кВт и объемом рабочего пространства 3,5 м³ и 40 м³. Кроме оказания услуг предприятиям по сварке деталей, ведется поиск новых применений ЭЛС. Отработаны методы сварки нержавеющей стали с высоким содержанием бора АТАВОР и 04X14ТЗР1Ф-Ш (ЧС-82). Из них изготавливаются трубы для размещения в бассейнах вы-

держки отработавшего ядерного топлива, которое может безопасно длительное время храниться в стеллажах с уплотненным шагом расположения труб.

С использованием гидроударной штамповки и ЭЛС изготовлена серия одноячеечных сверхпроводящих ниобиевых 1,3 ГГц резонаторов, предназначенных для ускорителей элементарных частиц. Начаты разработка и создание сверхпроводящих резонаторов для ускорительного комплекса NICA/MPD в ОИЯИ.

Поверхностное ЭЛ упрочнение в режиме закали с плотностью энергии 102–104 Вт/см² обеспечивает высокие скорости (103–105 °С/с) нагрева и самоохлаждения материала и приводит к дифференцированному упрочнению материала на глубину 0,1–2 мм, формированию в поверхностном слое новых структурных состояний. Твердость конструкционных, инструментальных и подшипниковых сталей достигает HRC 65-68, микротвердость – 10–11 ГПа.

Комбинированные и совмещенные ЭЛ методы инженерии поверхности связаны с нанесением на основу износ-, коррозионностойкого или антифрикционного материала, что обеспечивает получение комплекса высоких характеристик упрочненного изделия. Исследованы варианты