

УДК 621.693

**ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ВАЛОВ  
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НАПЛАВКОЙ****М.В. ВОРОБЬЁВ, М.Г. УЛЬСКИЙ***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Т.В. ВИГЕРИНА)*

*По результатам экспериментальных исследований установлена эффективность использования технологии наплавки для восстановления эксплуатационных характеристик стальных распределительных валов автомобильных и тракторных двигателей.*

Восстановление изношенных деталей автомобилей обеспечивает экономию металла, топлива, энергетических и трудовых ресурсов, а также рациональное использование природных ресурсов и охрану окружающей среды. Для восстановления работоспособности изношенных деталей автомобилей требуется в 5–8 раз меньше технологических операций по сравнению с изготовлением новых деталей. Важным резервом снижения издержек в агропромышленном комплексе при производстве продукции является обеспечение высокой надёжности эксплуатируемого оборудования и техники [1–3]. Поэтому остаются актуальными исследования, направленные на разработку современных технологических процессов восстановления и упрочнения деталей. Ресурс двигателя внутреннего сгорания зависит в основном от состояния кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов, а распределительный вал – это главное звено газораспределительного механизма. Шейки распределительного вала подвержены трению скольжения при больших скоростях и высоких удельных давлениях. Наиболее характерными дефектами распределительных валов являются: износ, задиры шеек и др., поэтому износостойкость является одним из свойств материала, определяющих ресурс распределительных валов [4, 5].

Повышение эффективности и снижение трудоёмкости ремонта сельскохозяйственной техники непосредственно связано с использованием современных способов восстановления деталей и новых материалов. К числу таких способов относится наплавка, которая позволяет использовать порошковые износостойкие наплавочные сплавы, обеспечивающие повышение срока службы деталей в 2–8 раз [6]. Перед традиционными дуговыми способами наплавка имеет следующие преимущества:

- высокую производительность и низкую энергоёмкость;
- позволяет получать наплавленные слои малой толщины с относительно низким тепловым воздействием на деталь;
- обеспечивает низкую степень перемешивания основного и наплавочного материала, что способствует сохранению в наплавленном металле исходных физико-механических свойств наплавочного материала;

В настоящее время использование наплавки на ремонтных предприятиях сдерживается отсутствием специализированного оборудования и технологий восстановления конкретных деталей.

Целью настоящей работы являлось экспериментальное исследование влияния наплавленного материала на износостойкость наплавленных покрытий, а также влияние состава наплавляемого материала на структуру полученных покрытий.

Исследования влияния наплавленного слоя на износостойкость и свойства поверхности трения проводились по схеме трения «палец-диск». Индентор изготовлен из Стали 45 в форме стержня.

Всего изготовлено 9 образцов и разделены на 3 группы:

1. Образцы первой группы были подвергнуты термообработке: закалка с последующим высоким отпусканием до твердости не ниже HRC 54. Общее время нагрева (время нагрева и выдержки) деталей при закалке брали из расчёта 1 минута на 1 мм наименьшего размера наибольшего сечения.

2. Вторая группа образцов была наплавлена порошком ПГ-19М-01. Порошок предназначен для нанесения слоя с высокими антифрикционными свойствами, имеет низкий коэффициент трения. За счет наличия пористости работает как спеченный антифрикционный материал. Сопротивление ударам удовлетворительное. Порошок применяется для восстановления трущихся поверхностей деталей машин и агрегатов.

Метод восстановления и (или) упрочнения: напыление без оплавления. Может служить компонентом смесей для прессования изделий в порошковой металлургии. Рекомендуемая толщина напыляемых покрытий до 3,0 мм. Возможно получение более толстых слоев. Химический состав порошка, масс. %: 8,5–10,5 Al; 4 Fe. Основа – Cu. Твердость наплавленного слоя: 65–72 HRB.

3. Третья группа была наплавлена износостойким хромистым чугуном (ИЧХ). Химический состав порошка, масс. %: 0,5 Mo; 0,4 V; 0,8 Ni; 17–19 Cr.

В качестве контртела выбран диск Ø70 x 6 мм из свинцовистой бронзы БрС30.

Оценка триботехнических свойств проводилась на универсальной машине трения MODEL: MMW – 1A, STRIAL NO.:1705029, JINAN KASOV TESTING EQUIPMENT CO., LTD вертикального типа с компьютерным управлением процессом тестирования при различных режимах трения.

Качество формирования наплавленного слоя, его химический состав и структура в большой мере зависят от режима наплавки. Всегда желательно максимальное постоянство режима. Ввиду этого заслуживает предпочтения наплавка постоянным током, так как в заводских сетях переменного тока часто бывают резкие колебания напряжения, что отрицательно влияет на стабильность режима и, следовательно, на форму наплавленного валика.

Режим наплавки желательно выбрать так, чтобы было обеспечено: отличное формирование каждого наплавленного валика, максимальная производительность наплавки (в кг/час), минимальное (но вполне надежное) проплавление основного металла или ранее наплавленного слоя, минимальный припуск для механической обработки. Основными факторами, определяющими режим наплавки, являются: число электродов, ток, напряжение дуги, скорость перемещения дуги, вылет электродов, шаг наплавки.

На основании практических данных и рекомендаций технической литературы [6], исходя из габаритов и массы детали, а также возможностей пространственного ведения процесса наплавки следует рекомендовать следующие режимы наплавки, представленные в таблице 1.

Таблица 1. – Режимы наплавки

Параметры	ПГ-19М-01	ИЧХ18
Наплавка вершины кулачка		
Сила тока, А	120–140	125–150
Напряжение, В	25	30
Наплавка цилиндрической поверхности кулачка		
Сила тока, А	160–170	180–190
Напряжение, В	30	30
Наплавка опорной шейки вала		
Сила тока, А	170–180	190–200
Напряжение, В	30	35

На основании результатов полученных при испытании на машине трения MODEL: MMW – 1A был построен график силы трения каждого из видов образцов (рис. 1).

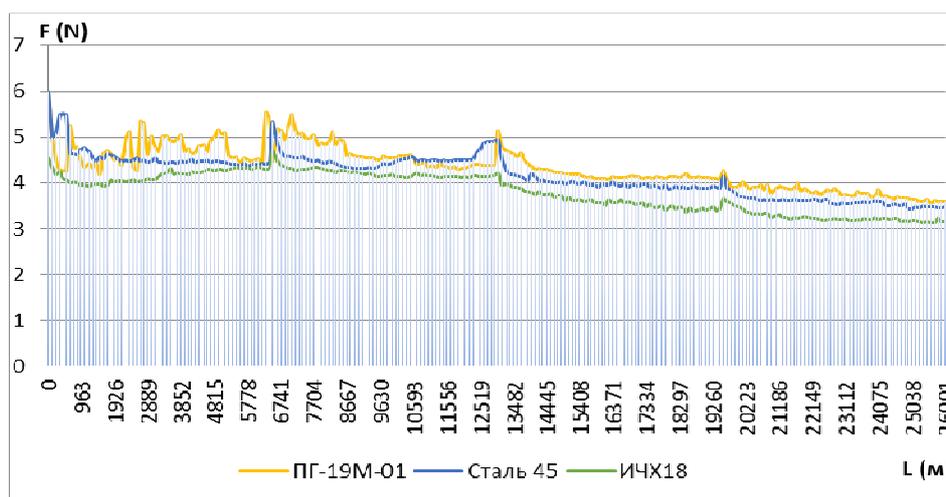


Рисунок 1. – График силы трения F(N) от пути трения

В первую очередь можно выделить участки с общим характером движения графиков. Все образцы в начале пути проходят этап притирки, это видно по хаотичному движению графика. Незначительные скачки графика на пути трения 6500, 13000 и 19500 метров связаны с остановкой машины трения для проведения взвешиваний, а также замены масла. Этап притирки можно проследить как по показаниям графика, так и по цвету смазочного материала (рис. 2).



Рисунок 2. – Цвет масла: а – после первого этапа трения ИЧХ18 (0-6500м)  
б – после второго этапа (6500–13000 м)

Интенсивность изнашивания наплавленного материала исследовали массовым методом путем взвешивая образцов через определенный промежуток времени (3600 с) в момент испытаний на машине трения. Результаты измерений представлены в виде графика (рис. 3).

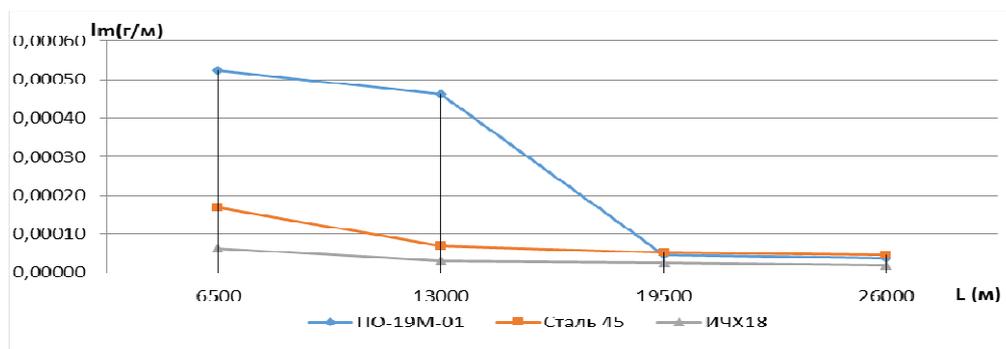


Рисунок 3. – Зависимость массового износа  $\Delta m$  от пути трения

Наблюдается более сильная и продолжительная потеря веса в момент притирки образцов, предположительно причиной стало недостаточное время шлифовки образцов после наплавки, однако как видно на графике после притирки показания износостойкости наплавленного слоя сравнимы со Сталью 45 и даже незначительно превосходят. Образцы, наплавленные износостойким хромистым чугуном, имеют минимальные массовые изменения на всех этапах трения, относительно других образцов.

Одной из важных характеристик металла является его структура. Микроструктура – строение металла, видимое при больших увеличениях с помощью микроскопа. Микроскопический анализ даёт возможность определить величину, форму и расположение зерен, мелкие неметаллические включения, мелкие трещины и другие дефекты, которые могут понизить механические свойства металлических изделий. Поэтому контроль структуры производится на всех этапах изготовления изделий, начиная от выплавки металла и кончая термической обработкой готовых деталей и их отделочными операциями.

Микроструктура покрытия, полученного наплавкой порошком ПГ-19М-01 представлена на рисунке 4.

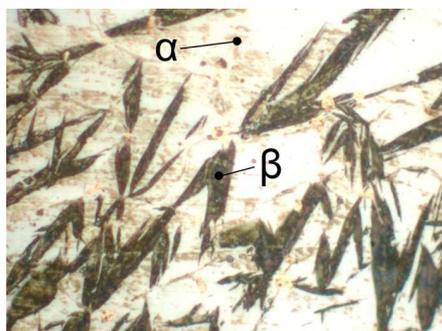


Рисунок 4. – Микроструктура покрытия, полученного наплавкой порошком ПГ-19М-01

Для более детального анализа были проведены измерения твердости по глубине наплавленного слоя, по результатам которых можно выделить 3 зоны: основа (наплавленный металл), переходный слой и покрытие.

В переходной зоне наблюдается значительное увеличение микротвердости (1200HV) в два раза превышающее среднее показатели на поверхности наплавленного слоя.

Порошок ПГ19М-01 по своим прочностным свойствам практически не уступает стали: по антифрикционным выше, по технологичности наплавки превышает, т.к. температура плавления приблизительно в 1,7–2 раза ниже. Отрицательные эффекты от применения данного порошка: разные теплофизические свойства со сталью, бронза с железом образуют гальванопару и при нарушении сплошности покрытия сталь интенсивно разрушается

Аналогичным способом был проведен анализ микроструктуры покрытия, полученного наплавкой высокохромистого износостойкого чугуна (рис. 5).

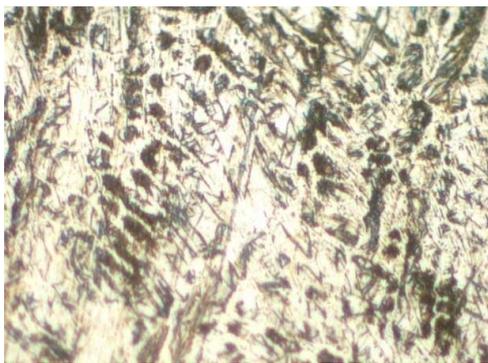


Рисунок 5. – Микроструктура наплавленного порошком ИЧХ18 покрытия

Структура имеет ярко выраженное дендритное строение, скорее всего заэвтектического типа микротвердость 560HV.

Низкий коэффициент трения обеспечивается высокой твердостью (низкой шероховатостью, отсутствием пор и задигов). В процессе трения сохранялась повышенная задиристость из-за отсутствия средства поверхностей. Микротвердость покрытия из износостойкого чугуна на поверхности на 10% выше, чем микротвердость основы.

Анализ полученных зависимостей интенсивности изнашивания от пути трения показал, что интенсивность изнашивания материала покрытия, образцов наплавленных порошком ПГ19М-01 сопоставима с интенсивностью изнашивания образцов из Стали 45, а для образцов с покрытием ИЧХ18 ниже в 1,1 раза.

На основании проведенных экспериментальных исследований для восстановления стальных распределительных валов рекомендована наплавка износостойким хромистым чугуном, позволяющим получить покрытие с высокой износостойкостью и низким коэффициентом трения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Власов, В.М. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей / В.М. Власов, С.В. Жанказиев, С.М. Круглов [и др.]. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 480 с.
2. Шадричев, В.А. Ремонт автомобилей / В.А. Шадричев. – М.: Высшая школа, 1970. – 479 с.
3. Новиков, А.Н. Восстановление и упрочнение деталей автомобилей: учебное пособие / А.Н. Новиков, М.П. Стратулат, А.Л. Севостьянов.– Орловский государственный технический университет.– Орел, 2006. – 336 с.
4. Бурумкулов, Ф.Х. Электроискровые технологии восстановления и упрочнения деталей машин и инструментов (теория и практика) / Ф.Х. Бурумкулов, П.П. Лезин, П.В. Сенин [и др.]; – МГУ им. Н.П. Огарева. – Саранск: Тип. «Красный Октябрь», 2003. – 504 с.
5. Бурумкулов, Ф.Х. Восстановление и упрочнение деталей электроискровым методом / Ф.Х. Бурумкулов, А.В. Беляков, Л.М. Лельчук, [и др.] // Сварочное производство. – 1998.– № 2. – 192 с.
6. Глазков, Ю.Е. Восстановление деталей сельскохозяйственных машин наплавкой: метод. указания / Ю.Е. Глазков, А.И. Попов. – Тамбов: Тамбовский. гос. тех. ун-т, 2004. – 13 с.