

УДК 621.793

ВОССТАНОВЛЕНИЕ КУЛАЧКОВОГО ПРОФИЛЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ГАЗОТЕРМИЧЕСКИМ НАПЫЛЕНИЕМ С АКТИВИРОВАННОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

*д-р техн. наук, проф. В.С. ИВАШКО, канд. техн. наук, доц. К.В. БУЙКУС, В.Ч. ОСУЧУКВУ
(Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск)*

Разработана типовая технология восстановления кулачкового профиля деталей машин газотермическим напылением с активированной термической обработкой (оплавление пропанокислородным пламенем с ультразвуковым воздействием), которая позволяет повысить работоспособность деталей и снизить расходы на материалы.

Введение. Страны СНГ, и Республика Беларусь в частности, особенно нуждаются в освоении новых технологий, обеспечивающих повышение работоспособности машин и агрегатов, снижение расхода энергетических ресурсов.

Типичными высоконагруженными деталями, требующими увеличения износостойкости, являются кулачковые профили деталей: распределительный вал газораспределительного механизма двигателя внутреннего сгорания, кулачковый вал топливного насоса высокого давления системы питания дизельного двигателя, разжимной кулак тормозного механизма заднего колеса и т.д. Они эксплуатируются в условиях воздействия периодических нагрузок и подвержены абразивно-усталостному изнашиванию, которому характерны повторно действующие циклы деформаций с воздействием свободных абразивных частиц. Например, изменение профиля кулачка распределительного вала газораспределительного механизма и кулачкового вала топливного насоса высокого давления вызывает снижение мощности и экономичности двигателя.

Как показывает отечественный и зарубежный опыт, восстановление-упрочнение высоконагруженных деталей наиболее эффективно путем нанесения на рабочие поверхности покрытий из самофлюсующихся материалов. Поэтому создание технологических процессов с применением прогрессивного оборудования является достаточно актуальной задачей и поможет значительно повысить ресурс восстанавливаемых деталей.

Способ повышения физико-механических характеристик покрытия. Замена ацетиленом другими горючими газами является весьма важной задачей.

Наиболее доступным и дешевым из газов-заменителей ацетиленом является сжиженный газ пропан-бутан. Теплотворная способность пропан-бутана почти в 2 раза выше, чем у ацетиленом. Однако температура его пламени и скорость воспламенения в смеси с кислородом ниже, чем у ацетиленом. При нанесении покрытий из самофлюсующихся твердых сплавов, подвергаемых последующему оплавлению, которое приводит к удалению шлаков и окисных включений с поверхности, уплотнению покрытия, однородности его структуры и к резкому уменьшению его пористости, использование в качестве горючего газа пропан-бутановой смеси сильно осложнено тем, что традиционные методы оплавления не позволяют получать беспористые покрытия.

Повысить качество покрытий из самофлюсующихся материалов возможно приложением дополнительных воздействий при термической обработке.

Способ высокочастотной обработки основан на быстром нагреве поверхности детали с помощью токов высокой частоты и последующем охлаждении нагреваемой поверхности. Основным недостатком - сложность и дороговизна оборудования.

Лазерную обработку проводят в воздушной атмосфере, но чаще в атмосфере аргона, предохраняющего от обезуглероживания обрабатываемый участок. Основным недостатком - сложность оборудования и необходимость обеспечения достаточной светопоглощающей способности обрабатываемой поверхности.

При высокотемпературной термомеханической обработке (ВТМО) пластическую деформацию (обжатие, обработка дробью) осуществляют при высокой температуре, что позволяет предотвратить развитие рекристаллизации, зафиксировать особое структурное состояние, возникшее при горячем «наклепе». В этом процессе происходит дробление зерен аустенита, полигонизация от перемещения дислокаций и выстраивание их в стенки, образование блоков, нарушение кристаллической решетки. Недостатки - рекристаллизационные процессы, происходящие при ВТМО, - снижают эффект упрочнения, ВТМО применима лишь для изделий определенной толщины.

Наложение ультразвука на расплавленный материал приводит к возникновению интенсивной кавитации, сопровождаемой разрывом сплошности среды. При этом интенсивно происходят процессы перемешивания и газовыделения. Повышая одновременно и звуковое, и статическое давления, представляется возможным в сотни раз увеличить эрозионную активность кавитации.

Нами создано устройство для газопорошковой наплавки с генератором ультразвуковых колебаний, на которое получен патент Республики Беларусь № 757 (рис. 1).

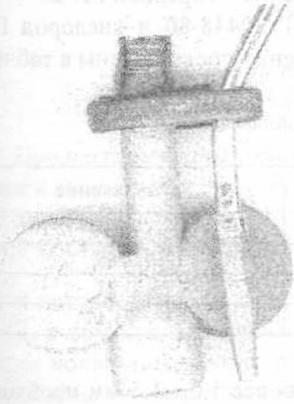


Рис. 1. Газоструйный излучатель, смонтированный на газопламенной горелке

Генератор ультразвуковых колебаний выполнен в виде свистка леваассера, представляющего собой тело вращения в виде кольцеобразного сопла с тороидальными основным и вторичным резонаторами. Генератор ультразвуковых колебаний создает ультразвуковые колебания частотой более 25 кГц. При воздействии на пламя с порошком интенсифицируются процессы тепло-массообмена при горении горючей смеси и нагреве частиц порошка. В результате этого при тех же расходах газов, что и в прототипе, увеличивается количество подаваемого порошка, т.е. увеличивается производительность наплавки при использовании одних и тех же материалов, или возможно наплавлять более тугоплавкие материалы. При оплавлении покрытия генератор ультразвуковых колебаний направляется на расплавленный металл оплавляемого покрытия. В результате воздействия ультразвуковых колебаний в расплавленном металле происходят измельчение структуры, выделения газов (удаление пор), интенсификация перемешивания (выравнивание химического состава), упрочнение при повышении твердости вследствие интенсивного охлаждения.

Технологические операции восстановления деталей. Несмотря на различие в функциональном назначении деталей с кулачковым профилем рабочей поверхности, технологический процесс для этих деталей является типовым. На примере восстановления кулачков распределительного вала газораспределительного механизма двигателя внутреннего сгорания разработан технологический процесс, схематично представленный на рис. 2.

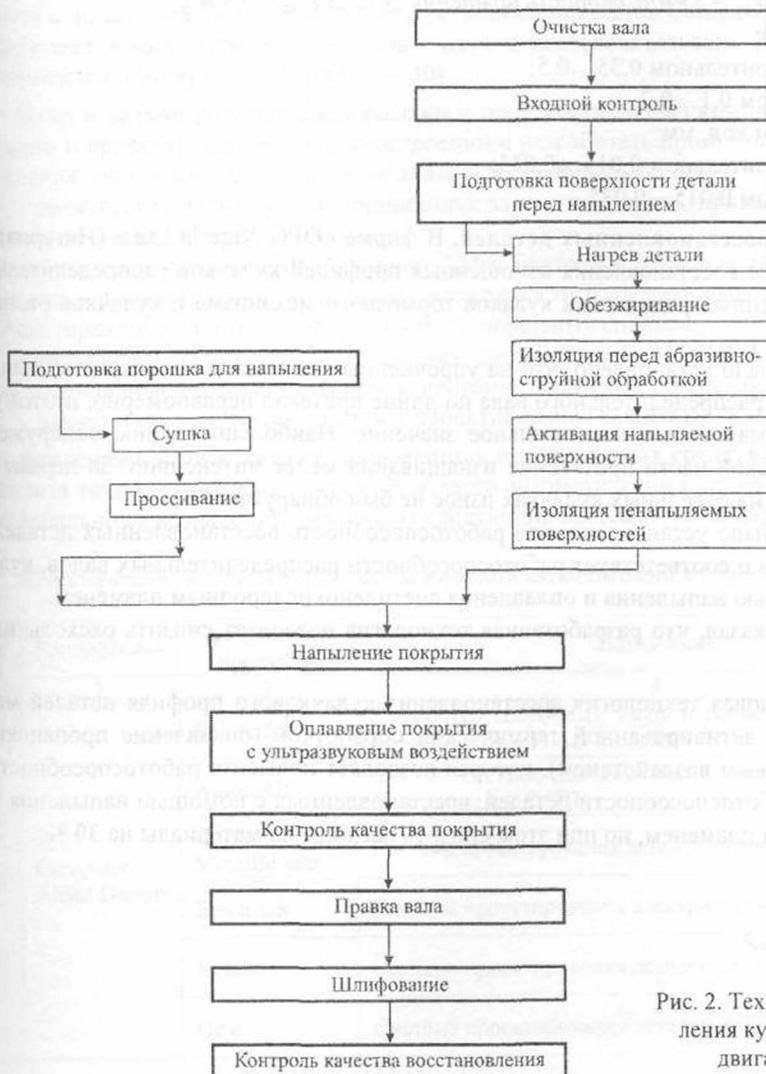


Рис. 2. Технологический процесс восстановления кулачка распределительного вала двигателя внутреннего сгорания

Подготовка порошка для напыления заключается в тепловой сушке и просеивании по фракциям. Для порошка ПГ-10Н-01 предпочтительной для использования является фракция 60... 100 мкм.

Напыление покрытий осуществлялось на установке УУТР, а оплавление - горелкой ГН-2.

При напылении использовались: пропан-бутан технический ГОСТ 20448-80 и кислород ГОСТ 5583-78. Основные параметры режима газопорошковой наплавки и оплавления представлены в таблице.

Основные параметры режима газопорошковой наплавки и оплавления

Параметр	Наплавка	Оплавление
Расход пропана, м ³ /ч	0,63	0,819
Расход кислорода, м ³ /ч	2,4	2,88
Давление сжатого воздуха, МПа	—	0,21
Расход сжатого воздуха, м ³ /ч	—	14,4

Во избежание отслоения покрытия при получении слоя толщиной более 1,0...1,5 мм необходимо после напыления первого слоя толщиной 0,3...0,5 мм оплавить его или нагреть до температуры не менее 90 % температуры плавления материала покрытия и далее чередовать напыление с оплавлением до получения слоя покрытия требуемой толщины.

Из-за усадки напыленного материала правку и шлифование производят по истечении 48 часов. Правку осуществляют по центральной опорной шейке.

Кулачки шлифуют на копировально-шлифовальном станке модели 3А433 с использованием кругов из карбида кремния (зеленого) твердостью М1, М2, М3, СМ1, зернистостью 25-16, 40-25 по ГОСТ 2422-72.

Скорость вращения круга $V_{кр} = 25$ м/с, скорость вращения детали $V_{дет} = 0,8$ м/с.

Продольная подача, м/мин:

- при шлифовании предварительном 0,35...0,5;
- при шлифовании чистовом 0,1...0,2.

Поперечная подача за один ход, мм:

- при шлифовании предварительном 0,015...0,035;
- при шлифовании чистовом 0,015...0,035.

Результаты испытаний восстановленных деталей. В фирме «OPG Nigeria Ltd.» (Нигерия) был внедрен технологический процесс восстановления изношенных профилей кулачков распределительного вала топливных насосов, изношенных разжимных кулачков тормозного механизма и кулачков распределительных валов двигателей.

В результате испытаний было установлено, что на упрочненных поверхностях отсутствовали очаги схватывания. Износ кулачков распределительного вала по длине протекал неравномерно, поэтому для оценки величины износа принималось его максимальное значение. Наибольший износ обнаружен на вершине кулачка, в цилиндрической части протекание изнашивания менее интенсивно. За первые тридцать тысяч километров пробега на отдельных кулачках износ не был обнаружен.

В результате испытаний было установлено, что работоспособность восстановленных деталей повысилась в среднем в 2...2,5 раза и соответствует работоспособности распределительных валов, кулачки которых восстановлены с помощью напыления и оплавления ацетиленокислородным пламенем.

Экономический расчет показал, что разработанная технология позволяет снизить расходы на материалы на 30 %.

Выводы. Разработана типовая технология восстановления кулачкового профиля деталей машин газотермическим напылением с активированной термической обработкой (оплавление пропанокислородным пламенем с ультразвуковым воздействием), которая позволяет повысить работоспособность деталей в 2...2,5 раза и достичь работоспособности деталей, восстановленных с помощью напыления и оплавления ацетиленокислородным пламенем, но при этом снизить расходы на материалы на 30 %.