

$\text{FeCl}_2=200...300\text{г/л}$ ,  $\text{HCl}=2...3\text{г/л}$ ,  $t^{\circ}=18...25^{\circ}$ );

- демонтаж приспособления для вневанного железнения;
- промывка детали в горячей воде (отдельный сосуд  $t^{\circ}=60...70^{\circ}\text{C}$ ,  $T=3...7\text{мин}$ );
- нейтрализация (10% раствор  $\text{NaOH}$ ,  $T=10...20\text{мин}$ );
- повторная промывка в горячей воде ( $t^{\circ}=50...70^{\circ}\text{C}$ ,  $T=3...5\text{мин}$ );
- термообработка (масляная ванна  $t^{\circ}=200...300^{\circ}\text{C}$ ,  $T=2...3\text{часа}$ );
- механическая обработка и контроль качества.

Таким образом, при применении асимметричного тока при вневанном железнении подготовительная работа – наиболее трудоемкий процесс – сокращается почти в два раза.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Педченко И.Ф. К выбору рационального метода железнения //Повышение надежности восстанавливаемых деталей машин. Сб.науч.тр./ХИТУСХ.-Харьков,1996 с.47-48.
2. Михайлов А.А., Игнатьев Р.А. и др. Восстановление износившихся деталей. - М:Россельхозиздат,1973.
3. Пивнух В.П. Установка железнения 0013-040 "Ремдеталь" -Донецк,ЦОАТТБ,1986. УДК 681.523.2

СКОБЛО Т.С., доктор техн. наук,  
СИДАШЕНКО А.И., канд. техн. наук,  
НОВИКОВ А.В., аспирант,  
ИВАНОВ В.И., канд. техн. наук

## ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ВОССТАНОВЛЕННОГО СЛОЯ ПРИ ПЛАЗМЕННОЙ НАПЛАВКЕ СТАЛЬНЫХ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

Техника применяемая в сельском хозяйстве, имеет большое разнообразие конструкций коленчатых валов. В процессе эксплуатации коленчатый вал подвергается кручению и изгибу и утрачивает первоначальную точность и частично запас прочности. Деформирующие вал силы отличаются пульсирующим переменным характером, поэтому к прочности коленчатых валов и точности их изготовления предъявляются повышенные требования. При восстановлении необходимо обеспечивать требуемые формы, взаимное расположение поверхностей вала, точности размеров, шероховатость и твердость поверхностей, и в первую очередь его трущихся участков с сохранением достаточного сопротивления усталости, что возможно только при использовании специального высокоточного оборудования и современных способов восстановления, какими является плазменный метод. Но даже самый прогрессивный способ восстановления сам по себе еще не гарантирует высокого качества, так общий уровень свойств определяется совокупностью предыдущих и последующих операций, т.е. является функцией технологического процесса восстановления в целом. Так, в зависимости от качества подготовки поверхности шеек коленчатых валов при восстановлении их плазменной наплавкой сопротивление усталости восстановленного вала может либо уве-

личиваться, либо значительно снижаться. Восстановление коленчатых валов необходимо вести не всеми возможными способами, а лишь теми из них которые обеспечивают требуемую долговечность при сравнительно небольших затратах на поддержание их работоспособности. Известно, что долговечность восстановленного наплавкой коленчатого вала определяется двумя его важнейшими эксплуатационными свойствами – износостойкостью и сопротивлением усталости.

Однако при наплавке шеек коленвалов следует учитывать предъявляемые к ним требования:

- на поверхности шеек не должно быть волосовин, неметаллических включений, трещин и несплошностей металла, которые при эксплуатации могут вызвать появление трещин;

- наличие надрывов и микротрещин, дефектов на галтелях коренных и шатунных шеек, а также на цилиндрической части шеек на расстоянии менее 6мм от торцов шеек не допускается;

- не допускается наличие дефектов на кромках отверстий маслоканалов при длине трещины свыше 15мм, а также при их расположении под углом свыше 30° к оси шейки;

- не должно быть трещин расположенных на расстоянии друг от друга менее 10мм и под углом более 30° к оси вала;

- не допускаются трещины и надрывы длиной менее 5мм на цилиндрической части шеек и у кромок отверстий маслоканалов в количестве более трех штук;

- на кромках отверстий маслоканалов не допускается наличие каких-либо трещин.

При наличии перечисленных дефектов до и после наплавки коленвалы выбраковываются.

Восстановлению и эксплуатации подлежат коленвалы, которые имели не более трех продольных трещин длиной свыше 5мм на поверхности каждой коренной или шатунной шейки, не выходящих на галтель. Восстанавливаются также коленчатые валы с мелкими разбросанными трещинами.

Технологические особенности плазменной наплавки, а также наличие плазмотронов с подачей порошка, проволоки или того и другого одновременно создает возможности применения различных материалов, в том числе малотехнологичных при других видах наплавки. В ремонтной практике преимущественное применение находят высоколегированные трудносплавные порошки на основе никеля или железа. Название "твердые сплавы" по отношению к этим порошкам несколько условно. Высокой твердостью обладают входящие в их состав карбиды и бориды, присутствие которых определяет высокую износостойкость этих металлов. Собственно сплавы могут иметь твердость, значительно меньшую чем у закаленной стали. Сплавы на никелевой основе за счет присадок бора и кремния имеют более низкую температуру плавления, что позволяет вести наплавку на режимах с минимальным

проплавлением поверхности стального изделия. Особое достоинство этих материалов — высокая прочность при большой пластичности, что особенно необходимо при восстановлении деталей, подверженных циклической нагрузке. Высоколегированные порошковые материалы на основе железа в первую очередь благодаря большому содержанию хрома дают покрытия с высокой износостойкостью, но с малой пластичностью. При выборе режимов их наплавки необходимо предусматривать меры, предупреждающие образование трещин. Набор порошковых материалов, используемых сейчас в ремонтном производстве пока крайне ограничен, из-за отсутствия выбора оптимальных композиций для каждой конкретной детали. Поэтому, в ряде случаев, используют определенное соотношение нескольких порошков.

Важнейшей характеристикой процесса наплавки является возможность достижения требуемой концентрации легирующих элементов при заданной неоднородности их распределения в шве и минимальных потерях. При этом отклонение от требуемой концентрации, вследствие колебаний параметров режима не должны превышать допустимые.

Содержание в шве легирующих элементов определяет структуру и свойства наплавленного металла, в соответствии с условиями эксплуатации изделия. Поскольку с помощью наплавки можно получить износостойкие, коррозионностойкие, кислотоупорные, жаростойкие, антифрикционные и другие слои, диапазон легирования наплавленного металла очень широк. В месте с тем главной задачей является правильный выбор для конкретного вида износа рациональной системы легирования и оптимального (в этой системе) содержания легирующих элементов. Такой выбор должен осуществляться исходя из необходимости получения (или облегчения получения) наиболее работоспособной в заданных условиях структуры, например, легированной феррита, мартенсита, аустенита, определенного типа карбидов и т.д. Если поставленная цель достигнута дальнейшее увеличение содержания легирующих элементов в металле может привести к ухудшению свойств (например, к снижению сопротивления хрупкому разрушению). Так, применительно к изделиям, эксплуатирующимся в условиях абразивного износа, на примере колесчатых валов разработаны принципы рационального легированного наплавленного металла, обеспечивающие оптимальную структуру и свойства матрицы сплава, в которой расположены наиболее износостойкие (твердые) карбиды используемых легирующих элементов.

При выполнении данной работы были опробованы различные композиции по содержанию химических элементов наплавочных порошков, а также возможность использования их соотношения.

Исследованиями установлено, что для восстановления колесчатых валов методом плазменной наплавки эффективным было применение композиций следующих порошков в соотношении 40% — ПР-Г4СР и 60% — ПЖН4Д2М. Такая композиция на основе железа должна содержать, % 1,6Mn, 0,4Si, 0,4B, 2,4Ni, 1,2Cu, 0,6Mo

Анализ поступивших в ремонт коленвалов в Шебекинскую "Сельхозтехнику" показал, что из 150 деталей подвергнутых микрометрижу и дефектовке 50% подлежат плазменному восстановлению. Исследование состояния стальных коленчатых валов после эксплуатации показали, что на глубину закалки до 2,5мм сохраняется твердость соответствующая гребованиям ( $>52\text{HRC}$ ) для шатунных и коренных шеек (рис 1). Глубина наплавленного слоя составляет - 3,5мм. В переходной зоне на глубине 3,5-4,5мм уровень твердости довольно однородный и составляет 27HRC, а в более глубоких слоях составляет более 18HRC. Перед восстановлением таких коленвалов проводят отжиг для снятия напряжений и стабилизации структуры рабочего слоя при температуре 300-350 $^{\circ}\text{C}$  (в течении 90-100мин). Анализ наплавленного слоя показал, что по структуре и свойствам он достаточно однородный на глубине 3,5мм. Разброс значений твердости не превышает 0,3% (60-62HRC). В переходном слое уровень твердости почти в 2 раза ниже (36HRC), чем в зоне плазменной наплавки. Восстановленный слой слабо травится и выявляется в виде "белой зоны" или отдельных тонких дендритов, которые чаще всего выявляются в зоне ближе наплавленной поверхности. На границе с наплавляемым металлом четко просматривается белая полоска, величина которой составляет 0,03мм. При тепловом травлении в этой зоне выявляется более грубая дендритное строение структуры. В осях дендритов выделяются дисперсные карбидные включения неправильной и округлой формы размером не более 0,015мм. В междендритном пространстве формируется структура феррита.

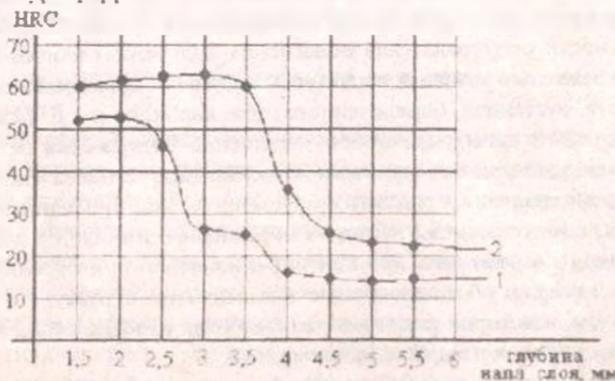


Рис 1 Изменение уровня твердости по глубине наплавленного и переходного слоя

Сечение дендритов в наплавленном слое не превышает 0,017мм, а в переходном - 0,026мм. Длина дендритов изменяется соответственно 0,3 и 0,17мм, что свидетельствует о том, что продукты распада аустенита в 2 раза мельче в наплавленном слое, чем в переходном.

В результате проведенных исследований показано, что восстановление стальных коленчатых валов плазменным методом при выбранных опти-

мальных параметрах обработки и наплавочном материале (смесь порошков 40% ГР-Г4СР и 60% – ГЖН4Д2Н) обеспечивают формирование однородного восстановленного слоя твердостью 60–62HRC и наплавленного переходного слоя (36–60HRC). Получение слоя такого качества достигается кристаллизацией тонкой дендритной структуры с равномерным распределением фазового состава.

УДК 621.791.763

ТИХОНОВ А.В., инженер

### ИЗМЕРЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ СВАРОЧНОГО ТОКА ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ СВАРКОЙ \*)

Применение для восстановления деталей электроконтактной приварки ленты, проволоки, напекания порошков и приварки присадочных материалов с одновременной формообразующей пластической деформацией, в условиях единичного и мелкосерийного характера ремонтного производства, требует частой переналадки контактных машин на различные режимы сварки. В тоже время кратковременность протекания процесса сварки и импульсный характер электрических параметров исключает возможность точного измерения значения тока стандартными электроизмерительными приборами. Для точного измерения действующего значения тока во вторичном контуре однофазных переменного тока контактных машин, широко применяемых в условиях ремонтного производства, разработаны отечественные приборы АСУ-1М, АСД-1, ИТ-2, ИТ-80, ИСК-1 и зарубежные d270, Pp-6 [1,2,3,4]. Перечисленные приборы способны выполнять функциональные преобразования для вычисления действующего значения переменного тока по формуле [1,2]

$$I_{\text{г}} = \sqrt{\frac{T}{2} \int_0^{\frac{T}{2}} i_{\text{св}}^2 dt}, \quad (1)$$

где  $\frac{T}{2}$  – продолжительность импульса переменного тока,  $i_{\text{св}}$  – мгновенное значение сварочного тока.

В то же время указанные измерительные приборы выпускались в ограниченном количестве и на предприятиях по ремонту сельскохозяйственной техники их практически нет. В результате чего значительно усложняется воспроизводимость режимов восстановления, снижается качество сварки и возрастает потребление электрической энергии.

Основываясь на анализе существующих конструкций измерительных приборов и учитывая производственный опыт разработана конструкция пе-

\*) Статья написана при участии Бантковского В.А., Шержукова И.Г.