



Рис. 2. Функциональная схема САУ порошковой электроконтактной наплавки:  $P$  – ПИД-регулятор;  $ИВ$  – источник воздействия (машина контактной сварки);  $ОУ$  – объект управления (порошок);  $h_0, T_0, I_0, U_0, p_0$  – уставки толщины покрытия; температуры наплавки, напряжения и силы тока, усилия сжатия электродов соответственно

УДК 621.762.5

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ И ИМПУЛЬСНО-ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ВТУЛОК БУРОВЫХ НАСОСОВ

С. В. Побережный, А. А. Стефанович, О. О. Кузнечик

*Институт порошковой металлургии, Минск*

О. А. Филиппов

*Интеком-Промсервис, Санкт-Петербург*

*Приведен сравнительный анализ перспектив применения технологий индукционно-центробежной, химико-термической и импульсно-плазменной обработки рабочих поверхностей в производстве втулок буровых насосов. Предложено при среднесерийном и крупносерийном производстве втулок буровых насосов с целью повышения их коррозионной стойкости и износостойкости использовать химико-термическую и импульсно-плазменную обработку, основанную на термодиффузионных процессах карбохромирования.*

Повышение эффективности производства втулок буровых насосов является актуальной задачей машиностроения, которая в настоящий момент, в основном, решается методом индукционной центробежной наплавки. Буровые насосы, как правило, используются либо для подачи промывочной жидкости (плотностью до  $1\ 200 - 1\ 300\ \text{кг/м}^3$ ) на забой при бурении скважин, либо для подачи бурового раствора (плотностью до  $2\ 500 - 3\ 000\ \text{кг/м}^3$ ) на забой при строительстве разведочных и эксплуатационных скважин. Учитывая, что промывочные или буровые растворы являются сложными многокомпонентными дисперсными системами суспензионных, эмульсионных и аэрированных жидкостей, в том числе содержащие твер-

дофазные включения, поэтому основными факторами выхода из строя втулок буровых насосов являются абразивный износ и коррозия их внутренних рабочих поверхностей на глубину до 2 мм. Для повышения долговечности работы этих поверхностей при индукционной центробежной наплавке, как правило, используются серые чугуны с ферритно-перлитной металлической основой, легированной хромом (для повышения коррозионной стойкости) и молибденом (для повышения износостойкости). Покрытия наносятся на внутренние поверхности цилиндрических заготовок, изготовленные из низкоуглеродистых марок сталей рекомендованных к сварке. Толщина таких покрытий с учетом износа может достигать 2 – 3 мм, что позволяет называть полученные с использованием метода индукционной центробежной наплавки стальные втулки буровых насосов биметаллическими.

Достоинствами индукционной центробежной наплавки является то, что она может производиться с использованием порошковой шихты при температурах плавления (для серого чугуна это 1 150 – 1 260 °С), которые ниже температур заливки в литейные формы (для серого чугуна 1 280 – 1 400 °С). Благодаря центробежным силам выделяемый из порошковой шихты расплавленный чугун вдавливается и растекается по внутренней поверхности стальной цилиндрической заготовки втулки, формируя при этом относительно равномерную структуру. Однако следует отметить, что кроме чугуна и легирующих металлов, в шихте также содержатся флюсы, создающие при нагреве окислительно-восстановительную защитную атмосферу, которая вместе с инородными по отношению к плавящемуся чугуну включениями, которые легче основного металла, также оттесняются центробежной силой к внутренней поверхности цилиндрической заготовки втулки. Это приводит к тому, что получаемые индукционной центробежной наплавкой покрытия содержат остаточную пористость, которая ограничивает не только их прочность, но и прочность сцепления с основой, включая коррозионную стойкость и износостойкость. Для предания наплавляемым таким образом покрытиям необходимой прочности и твердости, влияющей на износостойкость, а также коррозионной стойкости, после наплавки необходимо при температурах 850 – 950 °С проводить нормализацию, при которой добиваются насыщения аустенита углеродом, с последующей закалкой при температурах 850 – 930 °С чугуна на мартенсит и охлаждением в воде и масле с последующей низкотемпературным отпуском (200 °С) для уменьшения закалочных напряжений или высокотемпературным отпуском (600 – 700 °С) для получения микроструктур сорбита или зернистого перлита, обеспечивающих повышенную вязкость. После вышеуказанной термообработки, имеющих твердость 61 – 65 HRC поверхности внутренних покрытий втулок буровых насосов с помощью механической обработки (точения на глубину до 0,5 – 1 мм, шлифовки и полировки) рекомендуется

довести до зеркального состояния. При этом у получаемых покрытий адгезионная прочность не будет превышать (а при наличии характерных для наплавки дефектов будет заведомо ниже) прочность сцепления слоев низкоуглеродистой стали, из которой изготовлены цилиндрические заготовки втулок бурового насоса. Остаточная пористость, включая характерные для индукционной центробежной наплавки дефекты, дополнительная химико-термическая обработка, повторная механическая обработка поверхностей высокой твердости, ограничивают эффективность применения индукционной центробежной наплавки в производстве втулок буровых насосов. При этом остаточная пористость и характерные для индукционной центробежной наплавки дефекты, также ограничивают возможность повышения коррозионной стойкости и износостойкости рабочих поверхностей втулок буровых насосов. Кроме этого, из-за природы возникновения характерных для индукционной центробежной наплавки дефектов, выбор материалов для изготовления цилиндрических заготовок втулок буровых насосов является ограниченным. Так, например, использование низкоуглеродистой стали в качестве рассматриваемого материала, не обладает коррозионной стойкостью, что отрицательно влияет на выпрессовку втулки из насоса при замене.

Производство втулок буровых насосов можно осуществлять с использованием химико-термической обработки. Этот метод позволяет расширить номенклатуру марок сталей, используемых в качестве материала для изготовления цилиндрических заготовок втулок. В частности, можно использовать не только низкоуглеродистые, но и низкоуглеродистые легированные более устойчивые к коррозии марки стали. Само изготовление цилиндрических заготовок может осуществляться с помощью механической обработки, включающей в себя точение и шлифовку. В отличие от индукционной центробежной наплавки операция шлифовки в этом случае производится в условиях, когда твердость обрабатываемого материала минимальна. При этом повторная операция точения, проводимая после индукционной центробежной наплавки с целью подгонки биметаллических покрытий в размер, не производится. Обеспечить необходимую коррозионную стойкость, износостойкость и долговечность рабочих поверхностей втулок буровых насосов можно, если с помощью химико-термической обработки, проводимой при температурах 950 – 1050 °С, осуществлять карбохромирование на глубину 2 – 3 мм. В этом случае прочность сцепления получаемых поверхностных слоев будет выше, чем адгезионная прочность биметаллических втулок, получаемых индукционной центробежной наплавкой. Сократить длительность процесса химико-термической обработки можно за счет дополнительной импульсно-плазменной обработки, повышающей скорость термодиффузионных процессов. Принимая во внимание загрузочную способность печного оборудования, загрузочную способ-

ность индукционных машин, производительность импульсно-плазменных установок, на среднесерийном и крупносерийном производстве втулок буровых насосов, используя химико-термическую и импульсно-плазменную обработку, можно добиться сопоставимых с индукционной центробежной наплавкой энергозатрат. Принимая во внимание затраты на механическую заготовку, можно сделать следующий вывод.

Внедрение технологии химико-термической и импульсно-плазменной обработки рабочих поверхностей втулок буровых насосов в среднесерийное и крупносерийное производство может способствовать повышению эффективности этого производства, а изготавливаемые на нем изделия могут обладать повышенной коррозионной стойкостью и износостойкостью.

**УДК 621.922.546**

## **ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОВЫШЕННОЙ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ АЛМАЗОВ**

**А. С. Аршиков, А. А. Лысов**

*Полоцкий государственный университет, Новополоцк,*

**Ю. Н. Гафо**

*Объединенный институт машиностроения, Минск*

*Разработана технология получения композиционного алмазосодержащего инструментального материала, обеспечивающая высокие эксплуатационные показатели алмазного инструмента. Спроектировано и изготовлено опытно-промышленное оборудование и технологическая оснастка. Результаты работы прошли промышленную апробацию и внедрены в производство.*

*Область применения разработки – алмазный инструмент для обработки твердых металлических и неметаллических материалов.*

Режущая способность, эксплуатационные характеристики композиционных алмазосодержащих инструментальных материалов во многом определяются количеством, т. е. концентрацией, алмазных режущих зерен в его объеме.

Одним из перспективных направлений получения алмазосодержащих материалов с высокой концентрацией алмазных частиц является предварительное формование алмазных порошков с дальнейшей их пропиткой связующими. Среди различных методов компактирования алмазных частиц весьма эффективными являются методы, в которых алмазный слой формируется под действием центробежных сил, возникающих в процессе