

ки и подачи для повторного использования отработанного флюса. Первая установка РМ-9 работающая в железнодорожном цехе ОАО «Никопольский завод ферросплавов» показала, что даже при наплавке одной колесной пары в смену (потенциал три) и односменной работе позволяет восстанавливать в год более 150 колесных пар и получить годовой эффект более 3 млн. грн.

Установки РМ-165 и ИЗРМ-5 – это установки для автоматической дуговой наплавки малогабаритных цилиндрических деталей диаметром до 500 мм, длиной до 1000 мм, весом до 120 кг. Промышленные предприятия эксплуатируют большое количество оборудования, в котором работают быстроизнашивающиеся малогабаритные детали. В гидравлическом оборудовании – это плунжера, в агломерационном и прокатном – это различного типа и назначения ролики, в волочильном – барабаны и т.д. При этом в основном это детали цилиндрической формы диаметром до 500мм, длиной до 1000мм и весом до 100кг. Установка РМ-165 предназначена для наплавки порошковой самозащитной проволокой цилиндрических деталей длиной до 500мм и диаметром до 400мм весом до 60кг. Универсальная установка ИЗРМ-5 предназначена для наплавки под флюсом в среде защитных газов и самозащитной проволокой цилиндрических деталей диаметром до 500мм длиной до 1000мм, весом до 120кг. Установки РМ-165 успешно эксплуатируются для наплавки деталей металлургического оборудования на ОАО «Днепропетровский меткомбинат» г.Днепропетровск, а установка ИЗРМ-5 применяется на ООО «Данко-Изол» г. Докучаевск для восстановления наплавкой колес центрифуги разбрызга базальта.

Использование этих установок только для восстановительной наплавки (упрочнение еще более эффективно) при работе установок в две смены позволяет восстанавливать в год более 100 т малогабаритных деталей. Годовой эффект от работы одной установки, полученный на экономии от сокращения затрат на приобретение новых деталей, составит 0,8-1,0 млн. грн.

Установка РМ-10 – это установка для наплавки прокатного инструмента диаметром до 600мм, длиной до 2000мм, весом 5т. На установке могут наплавляться прокатные валки и правильные ролики сортовых прокатных станов. Наплавляемые детали закрепляются либо в оснастке на планшайбе вращателя, либо в центрах вращателя и задней стойки. Наплавочный автомат установлен на передвигающейся вертикально и горизонтально траверсе стационарной поворотной колонны. При наплавке калиброванных роликов и валков длиной до 1000мм для удобства наплавки детали, закрепленные в оснастке на планшайбе вращателя, можно поворачивать вверх и вниз на угол до 30°. Установка оборудована электромагнитным индуктором токов промышленной частоты для предварительного и последующего нагрева наплавляемых деталей, а также системой сбора, просева и подачи во флюсобункер наплавочного автомата отработанного флюса для повторного

использования. При средней производительности 6т наплавленного металла в год при односменной работе установка РМ-10 позволяет получить годовую экономию более 1,5млн. грн.

Приведенные примеры эффективности разработанных и изготовленных ООО «НПП РЕММАШ» наплавочных установок, при правильно поставленной работе по организации их внедрения и расширения применения наплавки показывают, что вложение в них средств даже или тем более в кризисной ситуации, позволяет уже в течение года окупить затраты на их приобретение и получить эффект от внедрения за счет снижения затрат на покупку запасных частей и сменного оборудования, увеличения срока службы деталей, сокращения простоев оборудования, тем более что кризисы приходят и уходят, а проделанная в кризисной ситуации работа будет продолжать приносить эффект.

*Чигиринский В.В.,*

*Запорожский Национальный технический университет,*

*Зайцева Е.И., ЗАО «ЮжТехнология»*

*г. Запорожье, Украина*

#### **ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ В ЗАПОРОЖСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

Кафедра обработки металла давлением Запорожского Национального технического университета располагает высококвалифицированными специалистами, опытным профессорско-преподавательским составом и современным лабораторно-производственным комплексом, позволяющим реализовать не только собственные технические разработки, но и осуществлять опытно-производственную деятельность. При кафедре создана и успешно функционирует опытно-производственная лаборатория по моделированию, практической реализации и внедрению в производство новых технологических процессов обработки металлов давлением.

В составе лаборатории – гидравлические кривошипные пресса, участок термической обработки и другое механическое оборудование. Все это позволяет наладить выпуск продукции машиностроительного назначения с использованием горячей объемной, листовой холодной и горячей штамповки, порошковых технологий.

В последнем случае разработаны процессы для изготовления деталей из порошков конструкционного назначения, для электротехнической промышленности, сложных сборных деталей охладителей, порошковых фильтров и

т.д.

Лаборатория реконструирована и обновлена, все оборудование производственного комплекса модернизировано и находится в рабочем состоянии.

На кафедре обработки металла давлением совместно с лабораторией в производственной кооперации с ЗАО «ЮжТехнология» разработаны и опробованы в опытном производстве современные методы формования порошковых композиционных материалов с заданной пористостью, позволяющие проектировать и изготавливать изделия со специальными антифрикционными свойствами, различные композиционные материалы, изделия со специальными заранее заданными свойствами. Существует возможность разработки новых и технологий, особенно в направлении производства изделий методами порошковой металлургии с отработкой геометрии, получением деталей необходимых размеров с заданной точностью и обеспечением механических характеристик изделий под заказ.

**РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СОСТАВА И ТЕХНОЛОГИИ  
ПРОИЗВОДСТВА НИЗКОЛЕГИРОВАННЫХ ХЛАДОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ  
С КАРБОНИТРИДНЫМ УПРОЧНЕНИЕМ ДЛЯ ЛИТЫХ ИЗДЕЛИЙ  
ПОВЫШЕННОЙ ПРОЧНОСТИ**

*Рабинович А.В., Трезубенко Г.Н., Бубликов Ю.А., Поляков Г.А.,  
Пучиков А.В., Катрич А.А., Лелеко Д.В.  
Национальная металлургическая академия Украины*

Главным резервом повышения долговечности и надежности продукции машиностроения является применение сталей, обладающих как в литом, так и в деформированных состояниях комплексом высоких технологических и эксплуатационных свойств – прочностью, вязкостью, сопротивлением усталостному разрушению, свариваемостью, хладо- и коррозионной стойкостью.

Основным направлением решения этой задачи в мировой практике является увеличение степени легированности стали, что далеко не всегда обеспечивает их конкурентоспособность в связи с резким ростом стоимости металлопродукции. Именно по этой причине существенно ограничивается область и объемы применения перспективных сталей с карбонитридным упрочнением, в которые вводят не только относительно недорогие марганец и кремний, а и дорогостоящие и дефицитные в Украине хром, никель и, как правило, ванадий.

Независимо от степени легирования сталей этого класса основной вклад в обеспечение комплекса перечисленных выше требований вносят карбонитриды ванадия, регулирующие зеренную микроструктуру металла. При этом

дисперсность и количество этой избыточной фазы определяется не столько уровнем концентраций и соотношением фазообразующих элементов, сколько температурными режимами термической обработки.

Нами предложена замена дорогостоящего и дефицитного ванадия в азотсодержащих конструкционных сталях титаном в комплексе с алюминием, что принципиально меняет механизм формирования микроструктуры, так как нитриды титана образуются уже при кристаллизации и регулируют рост зерна литого металла.

Металлографическим и рентгеноспектральными методами показано, что избыточные азотсодержащие фазы в новых литых сталях представлены карбонитридом титана  $Ti(C,N)$ , нитридом алюминия  $AlN$  и комплекса указанных фаз. Их размер колеблется в очень широких пределах: от 10 нм до 10-12 мкм. Относительно крупные частицы карбонитрида титана имеют правильную прямоугольную форму и именно они регулируют размер зерна литого металла при кристаллизации. Очень мелкие частицы  $Ti(C,N)$  размером 15-20 нм частично могут формироваться и в твердом состоянии. Нитриды алюминия образуются при охлаждении уже закристаллизовавшегося металла, а также при горячей деформации или при термической обработке, и имеют размеры от 40 до 200 нм (реже до 500 нм) при максимальном количестве частиц размера 60-100 нм. Комплексные частицы, как правило, представлены высокотемпературным карбонитридом титана в центре с оторочкой из вторичного нитрида алюминия. Результирующий размер этих частиц составляет от 100-150 нм до 1-2 мкм. Мелкие частицы всех трех типов эффективно измельчают ферритное зерно. Их наличие допускает высокотемпературную термическую обработку стали и ее сварку без опасности чрезмерного роста аустенитного зерна и последующего ухудшения комплекса механических свойств металла.

В условиях Кременчугского сталелитейного завода, Миргородского завода литой трубопроводной арматуры ПНЦ в широких промышленных масштабах подтверждена возможность производства низколегированных хладостойких сталей с карбонитридным упрочнением для литых изделий повышенной прочности.

Установлено, что комплексное модифицирование низколегированных хладостойких сталей (например, 20ГЛ, 15ГСЛ) азотом, титаном и алюминием стабильно обеспечивает:

- измельчение зерна металла до 8 – 9 балла;
- полное отсутствие неметаллических включений II типа;
- увеличение предела текучести в нормализованном состоянии на 30-50 МПа, а после закалки и высокого отпуска – на 60-150 МПа;
- повышение циклической долговечности литого металла не менее чем в 1,7 раза.

По результатам усталостных испытаний опытно-промышленных образ-