

2. Применение в качестве кислородсодержащей лигатуры порошков TiO_2 приводит к повышению твердости титана от 123 до 294 НВ и изменению структуры путем измельчения дендритов.

Список литературы

1. Biomedical Applications of Titanium and its Alloys / [C.N. Elias, J.H.C. Lima, R. Valiev, M.A. Meyers] // JOM. – 2008. – № 3. – P. 46–49.
2. Tao Sun. Characteristics and Chemical Stability of the Bioactive Titania Layer Formed on Ti, Ti-6Al-4V and NiTi SMA through a Low Temperature Oxidation Process / Tao Sun, Min Wang // Advanced Materials Research. – 2008. – Vol. 47–50. – P. 1403–1406.

3. Корнилов И. И. Титан. Источники, свойства, металлохимия и применение / И. И. Корнилов. – М.: Наука, 1975. – 310 с.
4. Легирование титана кислородом из газовой фазы при камерном электрошлаковом переплаве титановой губки / [С. Н. Рагиев, О. А. Рябцева, А. А. Троянский и др.] // Современная электрометаллургия. – 2010. – № 2. – С. 8–12.
5. Рябцева О. А. Исследование влияния содержания кислорода на структуру и свойства технически чистого титана в литом и термически обработанном состоянии / О. А. Рябцева, В. В. Пашинский, С. Н. Рагиев // Наукові праці ДонНТУ. Металургія. – 2010. – Вып. 12 (177). – С. 293–301.

Одержано 22.10.2012

Леоха Ф.Л., Сніжко О.А., Ратієв С.Н., Троянський О.А., Рябцев А.Д. Легування титану при камерному електрошлаковому переплаві

Наведено результати досліджень, присвячених розробці технології легування титану киснем з порошку оксиду титану (TiO_2 , мікро-і нанорозміру при камерному електрошлаковому переплаві пресованих з титанової губки електродів, які витрачаються, а також вивченню впливу кисню на властивості отриманих сплавів.

Ключові слова: титан, легування, кисень, оксид титану, структура, твердість.

Leokha E., Snizhko O., Ratiiev S., Troyanskiy O., Ryabtsev A. Titanium alloying during chamber electroslag remelting

The research results of technology development of titanium oxygen doping by titanium oxide powder (TiO_2 , micro- and nano-sized chamber for electroslag remelting of titanium sponge molded consumable electrodes, as well as studying the oxygen influence on the alloys properties) are proposed.

Key words: titanium, alloying, oxygen, titanium oxide, structure, hardness.

УДК 621.791.92

Канд. техн. наук Р. А. Куликовський

Национальный технический университет, г. Запорожье

ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАПЛАВКОЙ ШТАМПОВ ПРЕСС-ФОРМ

Приведены причины отсутствия приемлемой для производства технологии восстановления штампов пресс-форм для производства огнеупорных и строительных материалов. Показано, что причиной снижения сопротивляемости прессующей поверхности штампа налипанию после наплавки является снижение твердости поверхности штампа в результате термического воздействия дуги.

Ключевые слова: штамп, наплавка, восстановление, твердость, охлаждение.

Среди наиболее массовых быстроизнашивающихся деталей оснастки для производства строительных и огнеупорных материалов особое место по условиям работы и предъявляемым требованиям занимают штампы пресс-форм. Срок службы их в ряде случаев не превышает одних суток. Многообразие форм прессуемых изделий обуславливает большой ряд конструктивных разновидностей штампов. Для большинства из них характерны высокая трудоемкость и энергоемкость процессов изготовления и упрочнения. В связи с этим актуальны разработка и применение технологии восстановления этих деталей.

Основными конструктивными элементами штампов, определяющих их работоспособность, являются рабочие кромки и прессующая поверхность.

Условия эксплуатации штампа предъявляют неодинаковые требования к различным его частям. Поверхности, формирующие нижнюю и верхнюю части

огнеупорного изделия, испытывают нормальные усилия прессуемой массы, что может приводить к шаржированию их абразивными частицами но, при этом, практически исключается изнашивание этой части деталей. Рабочая кромка, испытывая тангенциальные усилия абразивных зерен, попадающих в зазор между штампом и облицовочной пластиной, интенсивно изнашивается. В процессе работы также могут возникать «наезды» края штампа на торцы облицовочных пластин, что приводит к откалыванию ее фрагментов при недостаточном уровне вязкопластических свойств материала штампа. Как правило, допустимый износ кромок составляет 0,3... 0,8 мм.

Штампы в основном изготавливают из низкоуглеродистых низколегированных сталей. В качестве способа упрочнения применяется науглероживание и закалка на мартенсито-карбидную структуру. Общая глубина цементованного слоя 1,5... 2,0 мм. Максимальное

содержание углерода в слое составляет 1,4... 1,6%. Твердость изменяется от 60... 65 HRC в начале слоя, до 80... 90 HRB в сердцевине. Такое структурное состояние и свойства цементованного слоя обеспечивают сопротивляемость шаржированию рабочей поверхности, однако износостойкость и эксплуатационная надежность кромок в данных условиях эксплуатации недостаточны.

Сопротивляемость изнашиванию и шаржированию зависит от трех основных параметров эксплуатации деталей: микротвердости зерен прессуемой массы, ее давления и температуры поверхности штампа.

Микротвердость зерен шамота, применяемого при производстве огнеупорных материалов, в среднем составляет 11,7... 13,6 ГПа [1, 2].

Среднее давление абразивной массы на рабочую поверхность штампов может изменяться в пределах 50... 100 МПа в зависимости от вида прессуемых изделий и количества окон в пресс-форме. Уровень возникающего при воздействии абразива на рабочую кромку в зазоре между штампом и облицовочной деталью определить сложно. Однако, судя по характеру изнашиваемой поверхности рабочей кромки (риски, царапины), давление здесь достаточное для возникновения напряжений в месте контакта единичного зерна с поверхностью, превышающих пределы текучести и прочности металла науглероженных слоев на стали 20X.

Технико-экономическая целесообразность широкого применения процессов восстановления штампов наплавкой не вызывает сомнений. Эти детали требуют незначительных объемов наплавочных материалов при сравнительно большой собственной массе, достаточно технологичны, что гарантирует высокую экономическую эффективность процессов их восстановления. Однако до настоящего времени на большинстве предприятий возможности современных технологических процессов наплавки для решения этой проблемы используются в малых объемах. Анализ опыта ограниченного применения наплавки и неудачных попыток дальнейшего ее внедрения для восстановления штампов показывает, что отсутствие приемлемой для производства технологии восстановления этих деталей обусловлено рядом причин:

- в процессе наплавки вследствие нагрева происходит чрезмерное снижение твердости рабочей поверхности (до 15... 30 HRC), в результате уменьшается сопротивляемость шаржированию, что приводит к необходимости периодической остановки оборудования для зачистки штампов от налипшей массы;

- попытки восстанавливать штампы известными карбидосодержащими наплавочными материалами, предназначенными для работы в условиях абразивного изнашивания, показали, что в данном случае их потенциал не может быть реализован из-за недостаточного уровня вязкопластических свойств (в наплавленном металле, испытывающем значительные внутренние напряжения при сплавлении с цементованным

слоем штампа возможно образование недопустимых трещин, приводящим к сколам фрагментов наплавленного валика;

- необходимость предварительного подогрева, рекомендуемого при использовании многих наплавочных материалов, противоречит требованию сохранения сопротивляемости шаржированию штампов;

- уменьшение отрицательного теплового воздействия дуги на сопротивляемость шаржированию, путем снижения сварочного тока, обуславливает формирование зоны сплавления в основном в пределах цементованного слоя, что приводит к скалыванию наплавленной кромки;

- скорости охлаждения наплавленного металла в различных частях валика существенно различаются, что препятствует получению необходимой одинаковой структуры на всем протяжении восстанавливаемой кромки и обуславливает неравномерность ее изнашивания;

- формирование наплавленного валика на рабочей кромке штампов необходимой геометрической формы и размеров затруднено и требует высокой квалификации сварщиков;

- механическая обработка режущим инструментом штампов, наплавленных износостойкими материалами высокой твердости, осложнена, а в ряде случаев практически невозможна.

Главенствующее место в данном перечне вопросов может занимать практически любой из них в зависимости от предъявляемых требований к штампам, условий эксплуатации и возможностей технических подразделений предприятий, изготавливающих и использующих штампы.

В какой-то мере проблема разработки износостойкого наплавочного материала, предназначенного для работы в условиях безударного абразивного изнашивания и обладающего достаточной эксплуатационной надежностью в условиях работы штампов пресс-форм для восстановления огнеупорных или строительных изделий, решена [3]. Однако, как показал опыт промышленного апробирования процесса наплавки штампов, выбор вида электродных материалов и обеспечение заданного химического состава является обязательным, но не достаточным условием успешной реставрации изношенных штампов [4, 5]. Кроме необходимой износостойкости и эксплуатационной надежности кромок наплавленных штампов, возможность их эксплуатации определяется способностью рабочей поверхности сопротивляться шаржированию (налипанию) прессуемой массы.

Одной из возможных причин снижения сопротивляемости прессующей поверхности штампа налипанию после наплавки может являться изменение структуры и механических свойств цементованного слоя в результате термического воздействия дуги.

В связи с этим, с целью выбора режимов наплавки, оптимальных с точки зрения воздействия на сопротив-

ляемость налипанию проводили исследования влияния силы сварочного тока на степень нагрева и твердость поверхности штампа. Температуру определяли при помощи термопар, приваренных к поверхности штампа на различном удалении от наплавляемой кромки. При этом с целью определения максимально возможного уровня нагрева поверхности, наплавку начинали и завершали вблизи приваренных термопар. Наплавка производилась электродами $\varnothing 3 \dots 4$ мм на токах от 90 до 200 А.

Установлено, что при наплавке кромок штампа наплавочными электродами $\varnothing 4$ мм (сила тока 160... 200 А), в результате теплового воздействия дуги температура рабочей поверхности штампа достигает 700 °С на расстоянии 3 мм от зоны сплавления (рис. 1). По мере удаления от зоны сплавления и приближения к осевой линии штампа температура поверхности штампа плавно уменьшается до 100...150 °С. Нагрев штампа приводит к снижению твердости цементованного слоя от 65 HRC на удалении более 50 мм от зоны сплавления (исходная твердость) и до 28... 35 HRC по мере приближения к ней. Испытания восстановленных штампов при прессовании шамотных изделий показали, что на участке шириной 10... 15 мм от кромки штампа, где твердость становится ниже 35... 40 HRC, происходит налипание огнеупорной массы (рис. 1). На большем удалении от кромки снижение сопротивляемости поверхности шаржированию практически не наблюдается. Следовательно, применение процесса наплавки штампа возможно, если это не приводит к уменьшению твердости его рабочей поверхности ниже 35... 40 HRC.

При наплавке токами до 120 А поверхность детали не нагревается выше 300 °С, не считая узкой полоски шириной 1... 2 мм у линии сплавления, которая практически не оказывает влияния на работоспособность штампа, а твердость не уменьшается ниже 40 HRC. Однако наплавка на малых токах возможна только при

использовании электродов небольшого диаметра (до 3 мм), при этом существенно снижается производительность процесса. Но главное, при наплавке на малых токах не обеспечивается достаточно глубокое проплавление, а зона сплавления основного и напавленного металлов располагается в пределах цементованного высокоуглеродистого слоя практически без участия вязкой ферритной сердцевинки. Это приводит к скалыванию фрагментов напавленного валика в процессе работы штампов.

Было также установлено, что недостатком штампов, напавленных на всех режимах, является нерациональное формирование (с точки зрения последующей механической обработки и экономного расходования электродов) напавленного валика. Более половины напавленного металла при механической доводке штампа к номинальным размерам необходимо удалять. При этом формирование напавленного валика на рабочей кромке штампов необходимой геометрической формы и размеров затруднено и требует высокой квалификации сварщиков.

Снижение отрицательного теплового воздействия дуги на сопротивляемость шаржированию может быть достигнуто увеличением скорости теплоотвода от наплавляемой детали (принудительное охлаждение). Исследование температурного режима на поверхности штампа при наплавке с использованием медных водоохлаждаемых формирователей показало, что уровень нагрева и степень разупрочнения поверхности штампа при этом существенно уменьшаются. Кроме этого, обеспечивается рациональное формирование напавленного валика и существенно снижаются требования к квалификации напавщика.

При наплавке штампов электродами диаметром 4 мм и при расходе воды 2,5... 3 л/мин, если ток дуги находится в пределах 150... 200 А, температура поверхности штампа на расстоянии 5... 10 мм от зоны сплавления

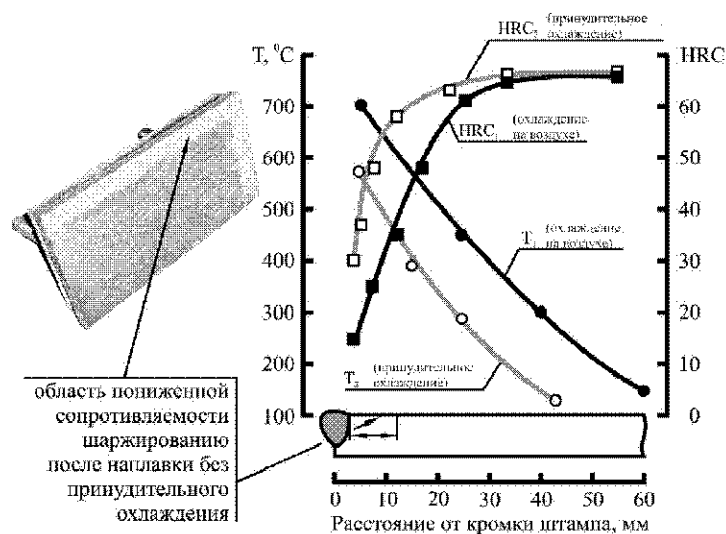


Рис. 1. Изменение температуры (T) и твердости (HRC) поверхности восстановленного штампа в зависимости от способа охлаждения при наплавке

ния достигает 300... 400 °С. Это не приводит к снижению твердости ниже 35... 40 HRC и сопротивляемости шаржированию. При этом достигается значительное повышение глубины проплавления (до 300 %) в сравнении с наплавкой на малых токах без формователя.

Выводы

Установлена принципиальная возможность восстановления штампов наплавкой без снижения сопротивляемости шаржированию поверхности прессуемой массой.

Восстановление наплавкой деталей с науглероженным поверхностным слоем необходимо производить сравнительно мощной дугой, обеспечивающей глубину проплавления в 2... 3 раза выше, чем толщина науглероженного слоя, но при этом осуществлять ускоренное принудительное охлаждение наплавленного слоя и поверхности путем применения медных водоохлаждаемых формователей.

Список литературы

1. Долговечность оборудования огнеупорного производства / [В. С. Попов, Н. Н. Брыков, Н. С. Дмитриченко, П. Г. Приступа]. – М. : Metallurgiya, 1978. – 232 с.

2. Прогнозирование механизма и интенсивности изнашивания на основе оценки соотношения твердостей абразива и изнашиваемого материала / [М. И. Андрущенко, Р. А. Куликовский, М. Н. Брыков и др.] // Проблемы трибологии. – 2009. – № 1. — С. 6–12.

3. Способность к самоупрочнению поверхности трения и износостойкость наплавленного металла в условиях абразивного изнашивания / [М. И. Андрущенко, Р. А. Куликовский, С. П. Бережный и др.] // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – 2009. – №1. – С. 30–37.

4. Андрущенко М. И. Восстановление наплавкой деталей с науглероженным поверхностным слоем / М. И. Андрущенко, Р. А. Куликовский, Н. Н. Брыков // Доклады Всероссийской научно-технической конференции «МАТИ-Сварка XXI века» «Технология, оборудование и подготовка кадров в сварочном производстве»: Сб. докл. – М.: «МАТИ». – РГТУ им. К. Э. Циолковского. – 2003. – С. 104–107.

5. Андрущенко М. И. Особенности восстановления штампов пресс-форм наплавкой / М. И. Андрущенко, Р. А. Куликовский, А. А. Резников // Доклады научно-практического семинара «сварка и родственные процессы в промышленности». – К.: Экотехнология. – 2006. – С. 60–63.

Одержано 02.11.2012

Куликовский Р.А. Відновлення наплавлення штамів прес-форм

Наведено причини відсутності прийнятної для виробництва технології відновлення штампів прес-форм для виробництва вогнетривких та будівельних матеріалів. Показано, що причиною зниження опору поверхні штампів, що пресує, налипання після наплавлення є зниження твердості поверхні штампів внаслідок термічного впливу дуги. Встановлено можливість відновлення деталей наплавленням потужною дугою, без зниження опору впровадженню в поверхню маси, що пресується, за умови використання пришивидченого примусового охолодження наплавленого слою та поверхні штампів.

Ключові слова: штамп, наплавлення, відновлення, твердість, охолодження.

Kulikovskyi R. Mold stamp recovery by surfacing

Reasons of absence of acceptable to the production mold stamps renewal technology for heat-resistant and building materials production are given. It was shown that reason of resistance decrease of stamp pressing surface after surfacing is the hardness decreasing of stamp sticking surface as a result of arc thermal influence.

Key words: stamp, surfacing, renewal, hardness, cooling.