

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ТЕХНИКИ МЕТОДОМ НАПЛАВКИ ИЗНОСОСТОЙКИХ СПЛАВОВ

Макаренко Н. А.

Дан анализ применения износостойких сплавов в различных отраслях промышленности, в том числе в горнодобывающей. Предложен состав термитной смеси для наплавки в полевых условиях быстроизнашивающихся деталей и горнодобывающей техники сплавами на основе Fe-Cr-W. Показана возможность повышения износостойкости наплавленного металла за счет введения в состав термитной смеси карбида вольфрама – релита.

Представлено аналіз застосування зносостійких сплавів в різних галузях промисловості, в тому числі в гірничодобувній. Запропоновано склад термітної суміші для наплавлення в польових умовах швидкозношуваних деталей та гірничодобувної техніки сплавами на основі Fe-Cr-W. Показана можливість підвищення зносостійкості наплавленого металу за рахунок введення до складу термітної суміші карбиду вольфрама – реліту.

The analysis of the application of wear-resistant alloys in various industries, of, in Vol. H. In mining. Proposed structure of the thermite mixture for surfacing in the field of wear parts and mining equipment based alloys Fe-Cr-W. The possibility of increasing the wear resistance of the weld metal due to the introduction of the thermite mixture of tungsten-carbide, tungsten carbide.

Макаренко Н. А.

д-р. техн. наук,
проф. ДГМА
sp@dgma.donetsk.ua

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

УДК 621.791.927.5

Макаренко Н. А.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ТЕХНИКИ МЕТОДОМ НАПЛАВКИ ИЗНОСОСТОЙКИХ СПЛАВОВ

Износостойкие наплавочные сплавы нашли широкое применение в промышленности, в т.ч. и в горнодобывающей. Применение данных сплавов позволяет резко повысить срок службы быстроизнашивающихся деталей машин [1–15].

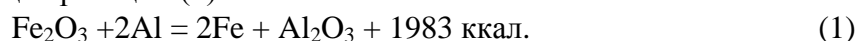
В заводских условиях наплавка таких сплавов осуществляется высокопроизводительными способами, к которым относится электрошлаковая наплавка, автоматическая наплавка (в т.ч. лентами) и полуавтоматическая наплавка [2, 3, 16–26]. Значительно реже применяется с этой целью ручная дуговая наплавка, например, электродами марок Т590, Т620, АНИТС-1. Однако данные способы требуют большого количества затрат электроэнергии, что затрудняет возможность широкого их применения в полевых условиях, особенно при ремонте изношенных деталей, в связи с чем решение проблемы осуществления наплавки износостойких сплавов без использования источников электропитания является актуальной задачей.

Предварительный анализ существующих способов восстановления показал, что применение газотермических методов наплавки является нерациональным вследствие не только низкой производительности процессов, но из-за сложности осуществления доставки баллонов с горючим газом и кислородом к месту проведения работ. Кроме того, для качественного проведения таких работ необходим высококвалифицированный рабочий – газосварщик.

В связи с этим проведены исследования о возможности широкого применения термитной наплавки для восстановления деталей, подверженных интенсивному абразивному износу.

В отличие от других методов наплавки, термитная наплавка не требует специального оборудования и каких-либо дополнительных материалов, кроме самого наплавочного материала.

Следует отметить, что термитная сварка нашла применение еще в начале прошлого века и основывается на следующей реакции (1)

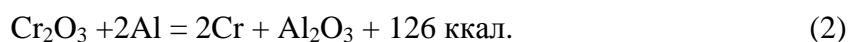


Температура, развиваемая при прохождении реакции (1), может превышать 3000°C , в результате чего жидкое железо, образующееся в процессе горения термита, оплавляет свариваемые кромки и при кристаллизации прочно их соединяет (данный процесс используют и в настоящее время, например, при сварке рельсов подкрановых путей).

В тоже время, образующееся при горении термита железо, является мягким и пластичным материалом, не стойким к абразивному износу.

Добавки в термитную смесь легирующих элементов (например, хрома) позволяют повысить твердость металла, образующегося при горении термита, однако часть тепла при этом затрачивается на плавление тугоплавкого хрома, что снижает температуру горения смеси и ухудшает качество наплавки [4].

В связи с этим представляется перспективным использование в качестве легирующего компонента в термитной смеси оксида трехвалентного хрома, при этом протекает реакция (2), аналогичная реакции (1)



Таким образом, легирование наплавленного металла хромом протекает не с поглощением, а с выделением тепла.

Необходимо учесть, что стойкость к износу в наплавочных материалах достигается за счет образования в них твердых карбидов хрома. В тоже время, введение в состав термитной смеси углерода ведет к прохождению реакции (3)



Образующийся в результате оксид углерода представляет собой газ, выделение которого при горении термитной смеси ведет к повышению интенсивности разбрызгивания, к ухудшению формирования наплавленного слоя и к увеличению пористости в наплавленном металле, в связи с чем содержание углерода в термитной смеси должно быть ограничено.

С целью повышения износостойкости наплавленного слоя было принято решение по введению в состав термитной смеси бора, образующего с хромом твердые износостойкие бориды. В тоже время, бор являясь активным элементом, также выступает в роли восстановителя (4)



Выделяющийся в результате реакции (4) оксид бора – легкоплавкое вещество, хорошо растворимое в шлаке, образующемся при горении термитной смеси, и состоящим, в основном, из тугоплавкого оксида алюминия (Al_2O_3), вследствие чего вязкость шлака снижается, что облегчает выход газов, в том числе и CO , образующегося при введении в состав термитной смеси углерода.

Испытания термитных смесей для наплавки производилось на пластинах из стали 20 толщиной 10–16 мм.

Из термитных смесей прессовались таблетки диаметром 40 мм толщиной 16 мм. Применялся гидравлический пресс (усилием 500 тн).

Учитывая, что исследования проводились в лабораторных условиях, поджиг таблеток термита осуществлялся электрической дугой. Необходимо отметить значительное высокое разбрызгивание, наблюдающееся при горении термита, поэтому после поджига термитной таблетки возникает необходимость быстрого установления экрана из стального листа.

Оптимальным был признан следующий состав термитной смеси (масс. %):

Fe_2O_3 – основа;

Al – 27%;

Cr_2O_3 – 22%;

C – 2,2%;

B – 5%.

После сгорания таблетки термита и ее остывания удалялась шлаковая корка с поверхности наплавленного металла и проводилось его исследование.

Зафиксированы довольно значительные колебания твердости наплавленного металла (56-63 HRC).

Установлено, что поверхность наплавленного металла достаточно ровная, на ней обнаружены отдельные вкрапления шлака, однако непосредственно в самом наплавленном металле шлаковых включений нет. Также отсутствуют трещины и поры, что связано с благоприятным термическим циклом и достаточно продолжительным существованием ванны жидкого металла, характерного для процесса термитной наплавки.

Толщина наплавленного слоя составила 6–7 мм. Таким образом, термитная наплавка износостойкого металла может быть признана пригодной к широкому применению с целью повышения износостойкости деталей машин в полевых условиях.

Необходимо отметить высокую производительность термитной наплавки: сгорание одной таблетки термитной смеси происходит за 5–7 с. Таким образом, при наплавке деталей достаточно разложить на их поверхности соответствующим образом таблетки термита и осуществить поджиг в середине разложенного слоя. При этом, термитная реакция будет

распространяться сразу во всех направлениях, а именно от центра к краям. Производительность данного вида наплавки может составлять сотни кг/ч металла.

Однако, в реальных условиях (из-за ограниченных размеров наплавляемых деталей), время горения термитной смеси составляет максимум несколько минут.

Существенным недостатком термитной наплавки является тот факт, что она может проводиться только в нижнем положении, при этом наплавляемая поверхность должна быть максимально близкой к горизонтальной (во избежание стекания жидкого металла).

Проведены исследования о возможности наплавки композитного сплава, содержащего сфероидизированный карбид вольфрама – релит (фракцией 0,25–0,32 мм).

Установлено, что добавка к термитной смеси 20% (от массы смеси) релита не оказывает влияния на процесс ее горения.

Определено, что в наплавленных образцах релит неравномерно распределен по толщине наплавленного слоя и основная его часть сосредоточена вблизи линии сплавления наплавленного слоя с основным металлом.

Таким образом, при эксплуатации наплавленного изделия наиболее износостойким будет слой, прилегающий к основному металлу.

Следует отметить, что релит имеет достаточно высокую стоимость и его применение оправдано только при упрочнении дорогостоящих деталей, а также деталей, рассчитанных на длительный срок эксплуатации.

ВЫВОДЫ

1. Доказано, что термитная наплавка является высокоэффективным способом повышения стойкости стальных деталей к абразивному износу и рекомендуется, как высокоэффективный процесс восстановления применительно к полевым условиям.

2. Установлено, что содержание углерода в термитной смеси ограничено снижением качества наплавленного металла и увеличением разбрызгивания.

3. Установлено, что с целью повышения износостойкости наплавленного металла в термитную смесь целесообразно вводить бор.

4. Исследования показали, что при наплавке ответственных деталей, а также изделий, которые должны иметь повышенный срок службы, в состав термитной смеси рекомендуется вводить карбид вольфрама – релит.

5. Установлено, что при наплавке термитом, содержащим релит, зерна релита концентрируются вдоль линии сплавления наплавленного слоя с основным металлом.

6. Испытания показали крайне высокую производительность термитной наплавки, которая может достигать сотен килограмм в час, что непосредственно больше, чем производительность электродуговых и электрошлаковых способов наплавки.

7. Установлено, что недостатком процесса термитной наплавки является возможность ее осуществления только в нижнем положении (при обеспечении расположения плоскости наплавленного изделия в положении, максимально приближенном к горизонтальному).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макаренко Н.А. Разработка порошковой проволоки для наплавки роликов МНЛЗ с помощью плазма-МИГ процесса / Н. А. Макаренко, В. А. Невидомский, Н. А. Грановский // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля. – Луганськ: СНУ. – 2008. – №7(53). – С. 79–84.

2. Макаренко Н.А. Исследование электродуговой наплавки износостойких сплавов в среде защитных газов / Н. А. Макаренко, И. О. Дьяченко // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. – 2012. – С. 67–69.

3. Вирішення питання зменшення глибин проплавлення при плазма-МІГ наплавленні мідних сплавів / В.В. Чигарьов, Н.О. Макаренко, К.А. Кондрашов, О.В. Грановський // Вісті академії інженерних наук України. – Київ, 2007. – №3. – С. 16–18.

4. Сидоров А.И. Восстановление деталей машин напылением и наплавкой. – М.: Машиностроение, 2007. – 187 с.
5. Сварка в машиностроении. Справочник Т.1 / Под ред. Н.А. Ольшанского. – М.: Машиностроение, 2008. – 501 с.
6. Карпенко В.М. Влияние режимов наплавки роликов МНЛЗ на свойства наплавленного слоя, выполненного проволокой с системой легирования Cr, Ni, Mo, V, Nb / В. М. Карпенко, В. А. Невидомский, Ю. В. Окунев. – 2005. – 18 с.
7. Карпенко В.М. Способы наплавки, факторы и параметры режимов наплавки, обеспечивающие высокие эксплуатационные показатели роликов МНЛЗ / В. М. Карпенко, В. А. Невидомский, Ю. В. Окунев. – 2006. – 12 с.
8. Карпенко В.М. Основные критерии стойкости роликов МНЛЗ, упроченных наплавкой / В. М. Карпенко, В. А. Невидомский, Ю. В. Окунев. – 2006. – 15 с.
9. Мронец Вербер. Современные жаропрочные сплавы. – М.: Металлургия, 2012. – 184 с.
10. Есенбурлин В. Пайка в среде защитных газов и в вакууме. – М.: Металлургия, 2007. – 214 с.
11. Свойства элементов. Т.1. / Под ред.. Т. В. Самсонова. – М.: Металлургия, 2007. – 598 с.
12. Белинский С.М. Оборудование для сварки не плавящимся электродом в среде инертных газов / С. М. Белинский, Б. А. Каганский, Б. Я. Темкин. – М.: Энергия, 2015. – 100 с.
13. Прох Л.Ц. Справочник по сварочному оборудованию / Л.Ц. Прох, Б.М. Шлаков, Н.М. Яворская. – К.: Техніка. 2008 – 151 с.
14. Зусин В.Я. Восстановление канавок алюминиевых поршней тракторных двигателей импульсно-дуговой наплавкой в защитных газах / А.Я. Зусин, В.И. Черноиванов, Г.Н. Вайнер // Сварочное производство. – 1982. – №11. – С. 27–28.
15. Патон Б.Е. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / Б.Е. Патон. – М.: Машиностроение, 1974. – 767 с.
16. Гурьевич С.М. Справочник по сварке цветных металлов / С.М. Гуревич – К.: наук. Думка, 2005. – 263 с.
17. Меликов В.В. Многоэлектродная наплавка / В.В. Меликов – М.: Машиностроение, 2009. – 143 с.
18. Кравцов Т.Г. Электродуговая наплавка электродной лентой / Т.Г. Кравцов – М.: Машиностроение, 2008. – 167 с.
19. Разработка процесса и исследование некоторых технологических особенностей электрошлаковой наплавки лентами / И.И. Фрузин [и др.] // Теоретические и технологические основы наплавки – К.: ИЭС им. Патона. 2001 – С. 83–89.
20. Иванов Б.Г. Сварка и резка чугуна / Б.Г. Иванов, Ю.И. Журавицкий, В.И. Левченков. – М.: Машиностроение, 2005 – 205 с.
21. Наплавления. Навчальний посібник з грифом МОН / А. Ф. Власов, В. Д. Кузнецов, Н. О. Макаренко, О. А. Богуцький // Краматорськ : ДДМА, 2010. – 64 с. ISBN 978-966-379-426-6.
22. Власов А. Ф. Влияние количества экзотермической смеси в покрытии электродов на их нагрев и плавление / А. Ф. Власов, Н. А. Макаренко. – НУК. – 2014. – С. 84–88.
23. Власов А. Ф. Электрошлаковый переплав на твердом старте по бифилярной схеме ведения процесса с использованием экзотермических электропроводных флюсов / А.Ф. Власов, Н.А. Макаренко // Сварочное производство. – 2014. – №4. – С. 20–25.
24. Власов А. Ф. Применение экзотермических флюсов в электрошлаковом кокильном литье / А. Ф. Власов, Н. А. Макаренко. Тезисы НУК.
25. Кравцов Т.Г. Электродуговая наплавка электродной лентой. – М. – Машиностроение, 2008 – 167 с.
26. Franzu., Mächtig G., Mobins G., Fenerhak M. Produktivität beim UP – Bandschweißen. – Schweisstechnik (DDR). 1991. 21, No.12 S.535-539.