

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕХАНОТЕРМИЧЕСКОГО ФОРМИРОВАНИЯ ДЛЯ СОКРАЩЕНИЯ РАСХОДА ТВЕРДОГО СПЛАВА

Монтик Сергей Владимирович, канд. техн. наук, доц., *Брестский государственный технический университет, Республика Беларусь, г. Брест, svmontik@mail.ru*

Рассмотрена технология электроконтактного механотермического формирования биметаллических (твердый сплав–сталь) зубков для буровых долот, которая позволяет сократить расход твердого сплава. Приведены результаты исследования влияния технологии механотермического формирования на прочность соединения твердый сплав–сталь, а также на микроструктуру и физико-механические свойства твердых сплавов. Даны рекомендации по выбору параметров механотермического формирования биметаллических изделий в зависимости от условий эксплуатации твердого сплава

Ключевые слова: твердый сплав, биметаллические зубки, буровые долота, электроконтактное механотермическое формирование.

APPLICATION OF MECHANOTHERMAL FORMING TECHNOLOGY TO REDUCE CONSUMPTION OF HARD ALLOY

Montik S. V.

The technology of electrocontact mechanothermal forming bimetallic (hard alloy–steel) inserts for drilling bits was reviewed. It allows to reduce expenditure of hard alloy. The results of research of influencing of technology of mechanothermal forming on bond strength of hard alloy with steel, on the microstructure and mechanical properties of hard alloys were introduced. The recommendations for a choice of parameters of mechanothermal forming of bimetallic products were given depending on operating conditions of hard alloy.

Keywords: hard alloy, bimetallic inserts, drilling bits, electrocontact mechanothermal forming.

Буровые долота, оснащенные твердосплавным вооружением, являются основным инструментом для бурения скважин в нефтяной и газовой промышленности. Вооружение долот состоит из зубков из твердого сплава ВК (сплав карбида вольфрама с кобальтом) и позволяет повысить проходку и другие эксплуатационные характеристики долот.

Одним из способов сокращения расхода дорогостоящего твердого сплава может являться применение технологии электроконтактного механотермического формирования (ЭМТФ) биметаллических изделий, разработанной в Российском государственном университете (РГУ) нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина. Данная технология позволяет изготавливать биметаллические зубки, состоящие из твердосплавной рабочей головки и стального основания. Так как большая часть твердосплавного зубка находится в корпусе долота и выполняет роль державки, применение биметаллических зубков не должно снизить эксплуатационных характеристик буровых долот. Использование ЭМТФ для изготовления биметаллических зубков формы Г54 по ГОСТ 880 [3] для буровых долот изучалось Н. А. Жидовцевым, В. Я. Кершенбаумом, Э. С. Гинзбургом, А. И. Мизиным, И. Г. Барило и Л. А. Резником [4].

Для основного твердосплавного вооружения шарошечных долот характерно ударно-абразивное изнашивание и усталостное разрушение (хрупкие сколы) твердосплавных зубков, а для калибрующего вооружения – абразивное изнашивание зубков. В связи с этим возникает необходимость исследовать влияние технологии ЭМТФ на физико-механические свойства и микроструктуру твердого сплава, потому что именно они определяют износостойкость и циклическую ударную стойкость твердосплавных зубков. Также необходимым условием использования биметаллических изделий является высокая прочность соединения твердого сплава со сталью, чтобы исключить их разрушение по границе раздела твердый сплав–сталь при воздействии внешних нагрузок.

Для проведения исследования изготавливались биметаллические зубки по типоразмерам твердосплавных зубков формы Г26 по ГОСТ 880 [3] для шарошек буровых долот с твердосплавной частью из сплавов ВК8-В, ВК10-КС, ВК11-ВК, ВК15 по ГОСТ 3882 [2], стальное основание зубков изготавливалось из стали 45 по ГОСТ 1050 [1]. Биметаллические зубки изготавливались на экспериментальной установке в РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина.

Для изготовления комбинированных зубков возможно использовать двух- и одностадийную технологии ЭМТФ [5]. Одностадийная технология ЭМТФ заключается в спекании под давлением в графитовой пресс-форме за счет прохождения электрического тока через стальное основание, порошок твердого сплава и пресс-форму, при этом графитовая пресс-форма является основным источником тепловыделения. При ЭМТФ давление прессования составляло 9 МПа, плотность тока – 4–5 А/мм², длительность процесса – от 10 до 600 сек [5]. Прочность графитовой пресс-формы обеспечивалась стальной оправкой.

Рассмотрим влияние параметров одностадийной технологии ЭМТФ на свойства твердого сплава биметаллических зубков. После достижения прочности соединения твердый сплав–сталь при срезе 200 МПа, она перестает оказывать определяющее влияние на прочность биметаллического зубка при ударных нагрузках, т. к. в дальнейшем разрушается не соединение твердый сплав–сталь, а твердосплавная головка зубка.

Технология ЭМТФ существенно влияет на микроструктуру твердого сплава. В отличие от горячего прессования одностадийное ЭМТФ биметаллических зубков в графитовой пресс-форме не приводит к уменьшению объемного содержания Со-фазы в твердом сплаве и изменению первоначального состава сплава. У границы со сталью в слое твердого сплава высотой 20 мкм содержание связующей фазы увеличивается в 1,5–2 раза за счет диффузии из стали в сплав.

Микроструктура твердого сплава, полученного одностадийной технологией ЭМТФ, характеризуется низкой пористостью, отсутствием включений η -фазы (двойной карбид вольфрама и кобальта W_3Co_3C). Содержание графита находится в допустимых пределах. На фотографиях шлифа видно, что зерна карбида вольфрама WC в сплаве после одностадийного ЭМТФ имеют скругленные углы и меньше точек контакта.

Одностадийное ЭМТФ позволяет изменять структуру получаемого твердого сплава и его свойства. Проведение процесса при высокой плотности тока и малой длительности позволяет получать сплавы с мелким зерном карбида вольфрама WC. Данные сплавы будут обладать высокой износостойкостью при абразивном изнашивании. Увеличение длительности процесса при меньшей плотности тока приводит к росту зерен карбида вольфрама WC. При этом средний размер карбидных зерен линейно возрастает, а относительная доля контактной поверхности линейно уменьшается. Образующаяся при этом структура твердого сплава (крупнозернистый сплав с низкой смежностью карбидных зерен) обеспечивает высокую пластичность сплава, что должно повысить его циклическую ударную стойкость.

Длительность одностадийного процесса ЭМТФ также влияет на содержание углерода в сплаве. При длительности процесса 10–12 сек в твердом сплаве у границы со сталью возможно возникновение η -фазы, вызванное недостатком углерода. С увеличением длительности ЭМТФ включения η -фазы исчезают и возможно возникновение включений графита. При длительности процесса более 600 сек содержание графита в сплаве превышает допустимые пределы. Твердый сплав, изготовленный по одностадийной технологии ЭМТФ, не отличается по своим физико-механическим свойствам от сплава, полученного свободным спеканием, кроме существенного понижения пористости вследствие спекания под давлением.

Было установлено, что для обеспечения требуемых по стандартам физико-механических свойств и микроструктуры твердого сплава необходимо использовать одностадийную технологию ЭМТФ в графитовой пресс-форме с длительностью процесса от 50 до 200 сек. Изготовленные по данной технологии твердые сплавы обладают высокой циклической ударной стойкостью, а также имеют необходимую твердость. Данную технологию возможно рекомендовать для изготовления биметаллических зубков формы Г26 для основного вооружения шарошечных долот.

Для дальнейшей разработки и промышленного применения технологии ЭМТФ необходима оценка ее экономической эффективности, а также сравнение эксплуатационных показателей буровых долот, оснащенных твердосплавными зубками и биметаллическими зубками.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 1050-2013. Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия. – М. : Стандартинформ, 2014. – 37 с.
2. ГОСТ 3882-74. Сплавы твердые спеченные. Марки. – М. : Стандартинформ, 2008. – 12 с.

3. ГОСТ 880-75. Изделия твердосплавные для горного инструмента. Формы и размеры. – М. : КПК Издательство стандартов, 2003. – 34 с.
4. Долговечность шарошечных долот / Н. А. Жидовцев, В. Я. Кершенбаум, Э С. Гинзбург [и др.]. – М. : Недра, 1992. – 271 с.
5. Монтик, С. В. Ресурсосберегающая технология изготовления твердосплавных зубков для буровых долот / С. В. Монтик // Вестник БрГТУ. – 2010. – № 4 (58): Машиностроение. – С. 42–45.

УДК 631.893.992 : 631.95 : 635. 21 (571.63)

ОБ УТИЛИЗАЦИИ ЗОЛОТВАЛОВ ТЭЦ В ОВОЩНОМ ХОЗЯЙСТВЕ РОССИЙСКОГО ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Сакара Николай Андреевич, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр., Приморская овощная опытная станция – филиал Федерального научного центра овощеводства, Россия, с. Суражевка, г. Артем Приморского края, ФНЦО с. Новонемчиновка Московской области, nsakara@inbox.ru

Тарасова Татьяна Сергеевна, мл. науч. сотр., Приморская овощная опытная станция – филиал Федерального научного центра овощеводства, roos@mail.primorye.ru

Козлов Геннадий Васильевич, канд. биол. наук, ст. науч. сотр., зав. лаб., Приморская овощная опытная станция – филиал Федерального научного центра овощеводства, roos@mail.primorye.ru

Оздобихин Владимир Иванович, канд. с.-х. наук, проф., науч. консультант, Приморская овощная опытная станция – филиал Федерального научного центра овощеводства, oznobikhin@yandex.ru

На Дальнем Востоке накоплено многие сотни миллионов тонн золы после сжигания углей. Подтверждена агрономическая целесообразность внесения золы в тяжелосуглинистые и глинистые почвы в дозах 30–50 т/га. Внесение золы в почву в этих дозах не загрязнит продукцию тяжелыми металлами. Однако если учесть, что это одно из самых эффективных мероприятий утилизации золы из громады золоотвалов, занимающих все большие площади земель и сопровождающихся комплексом негативных экологических процессов: интенсивным запылением воздуха, снижением качества растительной продукции (пыль на поверхности), заилением поверхностных вод. Поэтому часть расходов на внесение золы должны возмещаться генерирующими компаниями. Это определит и экономическую эффективность утилизации золы в качестве почвенного мелиоранта.

Ключевые слова: свойства золы, эффективность доз под картофель и столовую свеклу, загрязнение тяжелыми металлами.

ABOUT DISPOSING OF THE ASH DUMPS OF THERMAL POWER STATION IN VEGETABLE FARM RUSSIAN FAR EAST

Sakara N. A., Tarasova T. S., Kozlov, G. V., Oznobikhin V. I.

The Far East has accumulated many hundreds of millions of tons of ash after burning coal. The agronomic feasibility of applying ash to heavy loamy and clay soils in doses of 30–50 t/ha was confirmed. Adding ash to the soil in these doses does not pollute the products with heavy metals. However, if we take into account that this is one of the most effective measures for the disposal of ash from the huge ash dumps, which occupy an increasingly large area of land and are accompanied by intense dusting of the air, a decrease in the quality of plant products (dust), siltation of surface water, then part of the costs of ash application should be reimbursed by generating companies. This will also determine the economic efficiency of ash utilization as a soil ameliorant.

Key words: Ash properties, dose efficiency for potatoes and table beets, heavy metal contamination.

Среди бесчисленного множества экологических проблем в Дальневосточном федеральном округе давно вызрела и требует своего решения проблема утилизации колоссальных отходов в виде золы от сжигания бурых и других углей в широко развитом в регионе