

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕХАНОТЕРМИЧЕСКОГО ФОРМИРОВАНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ

С.В. Монтик

Брестский государственный технический университет

Введение. Оснащение шарошечных долот, которые используются при бурении нефтяных и газовых скважин, твердосплавным вооружением повысило проходку и другие эксплуатационные характеристики долот. Разработанный в Государственной академии нефти и газа (ГАНГ) им. И.М. Губкина (г. Москва) метод электроконтактного механотермического формирования (МТФ) биметаллических изделий позволяет изготавливать биметаллические зубки, состоящие из твердосплавной рабочей головки и стального основания, что дает возможность снизить расход твердого сплава [1].

Твердосплавное вооружение долот подвергается действию абразивного, ударно-абразивного и ударно-усталостного изнашивания. В зависимости от типа долота и вида вооружения (основное или калибрующее) преобладает один из видов изнашивания.

Биметаллические (твердый сплав – сталь) зубки, изготовленные МТФ, могут эксплуатироваться в различных условиях, поэтому возникает задача исследовать влияние технологии МТФ на микроструктуру и физико-механические свойства твердого сплава с целью определения параметров технологии МТФ для конкретных условий работы.

Методы исследований. Для исследования влияния технологии МТФ на микроструктуру твердого сплава были изготовлены биметаллические изделия в виде зубков формы Г26 по ГОСТ 880-75 для шарошек буровых долот. Использовались твердые сплавы ВК8-В, ВК10-КС по ГОСТ 3882-74. Основание биметаллического зубка изготавливалось из стали 45 по ГОСТ 1050-88. Для изготовления биметаллических изделий применялась одно- и двухстадийная технология механотермического формирования.

Двухстадийная технология механотермического формирования заключается в спекании под давлением в керамической пресс-форме порошка твердого сплава при одновременном его соединении со стальным основанием за счет теплоты, выделяемой при пропускании электрического тока, с использованием медного, а затем графитового электрода-пуансона. Параметры процесса: давление прессования 25 – 50 МПа, плотность тока 8 – 20 А/мм², время процесса 5 – 7 с для каждой стадии.

При одностадийной технологии механотермического формирования спекание осуществляется под давлением в графитовой пресс-форме за счет прохождения электрического тока через порошок твердого сплава, стальное основание и пресс-форму. Давление прессования составляет 9 МПа, плотность тока 4 – 5 А/мм², длительность процесса от 10 до 600 с.

Комбинированные зубки изготавливались на экспериментальной установке, изготовленной в ГАНГ им. И. М. Губкина (г. Москва).

Исследование микроструктуры твердых сплавов проводилось по ГОСТ 9391-80. Определение стереологических параметров твердых сплавов (среднего размера карбидных зерен, среднего размера участка Со-фазы, смежности карбидных зерен), а также объемных долей кобальтовой и карбидной фаз проводилось по методике, изложенной в [3].

Для твердого сплава определялись твердость по Роквеллу, плотность, коэрцитивная сила в соответствии со стандартной методикой по ГОСТ 20017-74, ГОСТ 20018-74, ГОСТ 24916-81. При определении плотности и коэрцитивной силы твердосплавная часть зубка отделялась от стального основания.

Результаты и обсуждение. Технология МТФ оказывает существенное влияние на микроструктуру твердого сплава. В твердом сплаве после двухстадийного МТФ отсутствуют включения графита, однако в некоторых случаях обнаруживаются включения η-фазы (двойной карбид вольфрама и кобальта) у границы со сталью. Их наличие вызвано обезуглероживанием сплава вследствие диффузии углерода в сталь и высокой скоростью охлаждения после МТФ. Анализ стереологических параметров твердого сплава, изготовленного двухстадийным МТФ, показывает, что средний размер карбидных зерен, средняя величина кобальтовой прослойки меньше, а смежность карбидных зерен больше, чем у сплава той же марки, изготовленного одностадийным МТФ или свободным спеканием (таблица).

Таблица

Микроструктура твердых сплавов

Марка сплава	Технология изготовления	Средний размер зерен WC d_{WC} , мкм	Средний размер участка Со-фазы l_{Co} , мкм	Смежность зерен WC C_{WC-WC}
BK8-B	Свободное спекание	4,2	1,6	0,54
	Двухстадийное МТФ	2,7	0,9	0,61
	Одностадийное МТФ	4,2	1,5	0,55
BK10-KC	Свободное спекание	4,3	1,9	0,40
	Двухстадийное МТФ	1,7	0,7	0,60
	Одностадийное МТФ	4,2	1,9	0,41

Одностадийное МТФ позволяет изменять структуру получаемого твердого сплава. Проведение процесса при высокой плотности тока и малой длительности позволяет получать сплавы с мелким зерном WC. Структура такого сплава близка структуре сплава после двухстадийного МТФ. Данные сплавы будут обладать высокой износостойкостью при абразивном изнашивании [1]. Увеличение длительности процесса при меньшей плотности тока ведет к росту зерен WC. При этом средний размер карбидных зерен линейно возрастает, а относительная доля контактной поверхности линейно уменьшается. Получаемая структура твердого сплава (крупнозернистый сплав с низкой смежностью карбидных зерен) обеспечивает высокую пластичность сплава, что должно повысить его долговечность при ударном нагружении [2]. При этом средний размер карбидных зерен линейно возрастает, а их смежность линейно снижается. Однако при длительности процесса более 600 секунд содержание графита в сплаве превышает допустимые пределы.

В результате исследования физико-механических характеристик твердого сплава было установлено, что твердый сплав, полученный двухстадийным механотермическим формированием, имеет более высокую твердость (на 2 – 2,5 единицы HRA), плотность и коэрцитивную силу, чем сплав, изготовленный одностадийным МТФ. Повышение твердости можно объяснить меньшим размером карбидных зерен и кобальтовой прослойки между зернами, а также уменьшением массовой доли кобальта в поверхностном слое вследствие его диффузии в графитовый электрод-пуансон на второй стадии МТФ. Физико-механические свойства твердого сплава, изготовленного одностадийным механотермическим формированием, практически не отличаются от параметров сплава, полученного свободным спеканием.

Выводы. Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что для обеспечения требуемых в соответствии со стандартами микроструктуры и физико-механических свойств твердого сплава необходимо использовать одностадийную технологию МТФ в графитовой пресс-форме с длительностью процесса от 50 до 200 секунд. Изготовленные по данной технологии твердые сплавы обладают способностью воспринимать большие ударные нагрузки не разрушаясь, а также имеют необходимую твердость. Для обеспечения высокой износостойкости при абразивном изнашивании необходимо использовать твердые сплавы, изготовленные двухстадийным МТФ, который обеспечивает мелкозернистую структуру сплава, малую величину среднего размера кобальтовой фазы и более высокую твердость поверхностного слоя.

Литература

1. Долговечность шарошечных долот / Н. А. Жидовцев [и др.]. – М.: Недра, 1992. – 271 с.
2. Лошак, М. Г. Прочность и долговечность твердых сплавов / М.Г. Лошак. – Киев: Наук. думка, 1984. – 328 с.
3. Чернявский, К. С. Стерсология в металлостроении / К.С. Чернявский. – М.: Металлургия, 1977. – 280 с.

УДК 678.02

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И РЕЦЕПТУРНЫХ ФАКТОРОВ НА ФОРМУЕМОСТЬ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ЭКСТРУЗИОННО-ПРЕССОВОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ

С.А. Герасименко

ГНУ «Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси», Гомель

Введение. Современный период характеризуется быстрым развитием техники и технологии переработки термопластичных полимерных материалов (ПМ). Особый интерес представляют относительно новые технологии получения крупногабаритных изделий из ПМ. Среди известных технологий получения крупногабаритных пластмассовых изделий одной из наиболее экономичных, прежде всего из-за значительного упрощения конструкции технологической оснастки, является экструзионно-прессовая технология (ЭПТ). При использовании ЭПТ расплав термопласта генерируется в одно- или двухшнековом экструдере. Затем он быстро выдавливается из экструдера и распределяется требуемым образом на поверхности оформляющих элементов одной из полуформ раскрытой пресс-формы. После этого узел впрыска выводится из рабочей зоны пресс-формы и происходит ее быстрое закрытие при приложении необходимого усилия прессования. К настоящему времени, несмотря на наличие действующих производств, недостаточно изучено влияние важнейших технологических и рецептурных факторов на формуемость ПМ при их переработке методом ЭПТ.

Цель настоящей работы – выяснение закономерностей влияния отдельных технологических параметров, а также природы ПМ на его формуемость методом ЭПТ.

Методика проведения исследований. О формуемости ПМ при их переработке по ЭПТ судили по длине пути течения расплава (L_p) в модельную пресс-форму, оформляющая полость которой выполнена в виде полу-крута с радиусом 2,5 мм [1].