

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ
И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ БУРОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ**
TECHNOLOGICAL ASPECTS OF IMPROVING THE RELIABILITY
AND DURABILITY OF DRILLING EQUIPMENT COMPONENTS

Н. Н. Закиров

N. N. Zakirov

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Ключевые слова: композиционные покрытия; электролит; дисульфид молибдена; технологические параметры
Key words: composition coatings; electrolyte; molybdenum disulfide; technology parameters

Среди разнообразных методов упрочнения трущихся деталей бурового оборудования и инструмента применение перспективных методов, таких как поверхностно-пластическое деформирование, карбонитрирование, нанесение ионно-плазменных или композиционных гальванических покрытий, может привести к существенному повышению их эксплуатационных показателей.

Успешно развивающаяся технология электроосаждения композиционных гальванических покрытий (КГП) различного целевого назначения все шире используется как способ повышения надежности бурового оборудования и инструмента. Включение дисперсных частиц (сульфидов, карбидов, боридов и др.) в металлическую матрицу гальванического покрытия значительно изменяет ее физико-механические и износостойкие свойства.

Данная технология настолько серьезна и многогранна, что целесообразность более подробного исследования процесса осаждения композиционных покрытий для повышения надежности и долговечности деталей бурового оборудования и инструмента является неоспоримым фактом.

Исследование процесса образования композиционных покрытий необходимо для разработки технологического процесса, выбора электролита, природы и концентрации дисперсных частиц в электролите, варьирования технологических параметров процесса

осаждения КГП с целью повышения физико-механических свойств и износостойкости покрытий, для повышения эффективности работы, надежности и долговечности упрочненных деталей бурового оборудования и инструмента.

В настоящее время имеется ряд электролитов [1, 2], используемых для нанесения КГП при восстановлении и упрочнении деталей машин. При выборе электролита необходимо учитывать его технологические возможности, безопасность работы, стабильность в эксплуатации, производительность процесса. Наиболее широко, в силу высокой технологичности процесса, используют электролиты никелирования. КГП на основе никеля характеризуются высокими физико-механическими свойствами, прочностью сцепления, хорошим внешним видом, стойкостью к коррозии, повышенной жаростойкостью и т. д.

Оценку влияния природы электролита на объемное содержание частиц в покрытиях проводили на примере получения КГП Cu-MoS_2 и Ni-MoS_2 при плотности тока $i_k = 10 \text{ А/дм}^2$, температуре электролита $T = 20^\circ\text{C}$.

В качестве дисперсной фазы использовали частицы дисульфида молибдена (MoS_2) фракции 0,75–2,0 мкм. Количество включений частиц дисперсной фазы в покрытиях определяли на рентгено-флуоресцентном спектрометре «X-Unique».

Для получения КГП на основе меди использовали электролит с составом (кг/м³): медь сернокислая — 200; серная кислота — 60; этиловый спирт — 60; 3-формил-изопертиоциана — 0,3.

Для получения КГП на основе никеля использовали электролит с составом (кг/м³): никель сернокислый — 300; натрий фосфорнокислый — 15; ортофосфорная кислота — 60; этиловый спирт — 15.

В результате проведенных исследований установлено, что природа электролита, существенно влияет на количество включений частиц в покрытия. Так, при осаждении КГП Cu-MoS_2 количество включений дисперсных частиц MoS_2 в покрытия меньше в сравнении с КГП Ni-MoS_2 , при условии равного количества дисперсных частиц в электролите-суспензии, несмотря на то, что выход никеля по току меньше, чем у меди (табл. 1).

Таблица 1

Влияние природы электролита количество включений частиц MoS_2 в покрытия

$C_m, \text{ кг/м}^3 \text{ MoS}_2$	$i_k \text{ А/дм}^2$	$T, ^\circ\text{C}$	$C^v, \text{ объем. \% MoS}_2$	
			КГП Ni-MoS_2	КГП Cu-MoS_2
1,0	10,0	20,0	2,3	1,8
2,0	10,0	20,0	4,6	3,5
3,0	10,0	20,0	6,2	5,2
4,0	10,0	20,0	8,3	6,6
5,0	10,0	20,0	10,7	8,3

Благодаря представленным исследованиям установлено, что природа электролита оказывает существенное влияние на процесс осаждения упрочняющих композиционных гальванических покрытий и на ряду с технологическими параметрами (плотность тока, температура электролита) позволяет наиболее полно реализовать электротехнологии соосаждения ионов металла и частиц дисперсной фазы.

Дальнейшие исследования технологических аспектов осаждения композиционных покрытий, в частности влияния плотности тока и температуры электролита на процесс осаждения дисперсных частиц на катод, являются весьма значимыми.

Влияние плотности тока и температуры электролита на объемное содержание частиц в покрытиях исследовали на примере получения КГП Ni-MoS_2 . Для осаждения с металлом использовали порошок MoS_2 с размерами частиц основной фракции 0,75–2,0 мкм. Количество включений в покрытиях определяли на рентгено-флуоресцентном спектрометре «X-Unique». Для получения КГП на основе никеля использовали электролит с составом (кг/м³): никель сернокислый — 300; натрий фосфорнокислый — 15; ортофосфорная кислота — 60; этиловый спирт — 15.

Приняв концентрацию частиц в электролите 5,0 кг/м³, определили объемное содержание частиц MoS_2 в покрытиях при изменении плотности тока от 5,0 до 25 А/дм². Ре-

зультаты экспериментальных исследований влияния плотности тока на количество включений части MoS_2 в никелевые покрытия представлены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние плотности тока на количество включений части MoS_2 в никелевые покрытия

Плотность тока А/м^2	C_m , $\text{кг/м}^3 \text{MoS}_2$	T , $^\circ\text{C}$	C^v , объем. % MoS_2 в КГП Ni- MoS_2
5,0	5,0	20	17,8
10,0	5,0	20	10,0
15,0	5,0	20	7,2
20,0	5,0	20	5,1
25,0	5,0	20	4,2

Как видно из табл. 2, с повышением плотности тока объемное содержание порошка в покрытии снижается. Это снижение связано с выделением водорода в процессе повышения плотности тока, препятствующим переносу частиц на катод, значительным защелачиванием прикатодной зоны, снижающим объемную долю включений в покрытии.

Согласно исследованиям, представленным в работах [1, 2, 3], снижение объемной доли включения в покрытия при повышении плотности тока связано с тем, что часть контактирующих с поверхностью катода частиц, не зарастая, перемещаются вместе с покрытием.

Влияние плотности тока на снижение включения частиц в покрытия, согласно исследованиям Н. С. Перене, Д. К. Раманоускене и Ю. Ю. Матулиса, четко выражено при осаждении мелких, до 2,0 мкм, дисперсных частиц. Однако при варьировании технологическими параметрами и различными методами электроосаждения вышеуказанные закономерности могут быть незначительными.

Исследование влияния температуры электролита-суспензии на процесс осаждения частиц в покрытия показал, что температура, в отличие от плотности тока, способствует увеличению доли частиц в покрытии (табл. 3).

Таблица 3

Влияние температуры электролита на количество включений частиц в КГП Ni- MoS_2

C_m , $\text{кг/м}^3 \text{MoS}_2$	i_k , А/дм^2	C^v , объем. % MoS_2	
		T $^\circ\text{C}-20$	T $^\circ\text{C}-40$
1,0	10,0	2,3	2,79
2,0	10,0	4,6	5,43
3,0	10,0	6,2	7,93
4,0	10,0	8,3	10,3
5,0	10,0	10,7	12,55

Таким образом, проведенными исследованиями установлено, что технологические параметры осаждения композиционных гальванических покрытий, с учетом концентрации частиц и природы электролита, оказывают существенное влияние на процесс включения частиц в покрытия, формируя при этом новую упрочненную структуру КГП с улучшенными физико-механическими свойствами, применение которых позволит повысить надежность и долговечность упрочненных трущихся деталей бурового оборудования и инструмента.

Список литературы

1. Сайфуллин Р. С. Неорганические композиционные материалы. – М.: Химия, 1983. – 300 с.
2. Бородин И. Н. Порошковая гальванотехника. – М.: Машиностроение, 1990. – 236 с.
3. Закиров Н. Н. Композиционные гальванические покрытия для бурового инструмента. – М.: Недра, 2002. – 122 с.

Сведения об авторе

Закиров Николай Николаевич, д. т. н., профессор кафедры «Бурение нефтяных и газовых скважин», Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, тел. 8(3452)390363, e-mail: zakirov.nikolay@yandex.ru

Information about the author

Zakirov N. N., Doctor of Engineering, professor of the chair «Drilling of oil and gas wells», Industrial University of Tyumen, phone: 8(3452)390363, e-mail: zakirov.nikolay@yandex.ru