

**Анализ минерально-сырьевых ресурсов Узбекистана  
для производства электродных покрытий наплавочных электродов**

Магистрант А. Саидахматов  
Научный руководитель доц., PhD З.Д. Эрматов  
Ташкентский государственный технический университет,  
Узбекистан, г. Ташкент

Ручная дуговая наплавка имеет широкую область применения, эффективную по технико-экономическим показателям: возможность нанесения металлического слоя достаточно большой толщины (в сравнении, например, с напылением диффузионной наплавкой), маневренность и простота, транспортабельность и распространенность по источникам питания, применимость в сочетании с другими способами поверхностной обработки (термическими, механическими и др.), возможность использования для многих металлов и сплавов, возможность получения самого разнообразного состава наплавленного металла, экономичность наплавки деталей с неравномерным износом.

Электроды, обеспечивающие получение наплавленного металла средней твердости (НВ 260—450), применяют для наплавки деталей, работающих в условиях трения металл по металлу, в том числе при наличии интенсивных ударных нагрузок. В общем виде эти электроды характеризует не стабильность эксплуатационных характеристик наплавленного металла, обусловленная его структурой (троостит, троостосорбит), весьма чувствительной к скорости охлаждения наплавленной детали. В существенно меньшей степени это относится к электродам марок ОЗН-300М ОЗН-400М, обеспечивающих также повышенную износостойкость за счет легирования кремнием [1].

Повышение содержания углерода в низколегированном наплавленном металле (электроды марок ЭН-60М, 13КН/ЛИВТ и др.) приводит к более высоким показателям твердости, связанным с мартенситным превращением, износостойкости. Это позволяет применять электроды для более сложных условий эксплуатации: штампы холодной штамповки (электроды марок ЦН-14, ЭН-60М), нож бульдозеров (электроды марки 13КН/ЛИВТ) [2].

Оптимальная система и уровень легирования позволяют достигать повышенных характеристик наплавленного углеродистого легированного металла, что реализовано в электродах марок ЦН-16, ОЗН-6 (тип наплавленного металла 180Б8Х6ГС, 90С4Х4Г2Р1 соответственно). Такой металл стоек в условиях ударно-абразивного изнашивания причем электроды марки ОЗН-6 обеспечивают получение твердости 65 HRC уже в первом слое, а также возможность выполнения многослойных наплавов. Дополнительное легирование металла близкого состава азотом и ванадием дает его высокие характеристики при пониженных температурах и позволяет наплавлять детали из стали 110Г13Л (электроды марки ОЗН-7, тип наплавленного металла 60Х4Г4С3РАФ) [3,4].

Разработанный состав электродного покрытия для износостойкой наплавки содержит следующие компоненты, мас. %: мрамор - 26-28; пегматит - 14-16, графит - 9-11, ферросиликомарганец - 10-12; феррохром 25-27; ферротитан - 10-12.

Использование минеральных ресурсов Республики Узбекистан для разработки и промышленного производства покрытий электродов для износостойкой наплавки является актуальной задачей.

Анализ месторождениям мрамора в Республике Узбекистан показал, что по химическому составу (согласно ГОСТ 4416 - 73 «Мрамор для сварочных электродов») мрамор месторождений Совук булак (Кашкадарьинская область), Газган (Навоийская область), Аксаката (Ташкентская область) по содержанию нормируемых компонентов подходит для производства сварочных материалов (табл. 1. и 2). Результаты минералогического анализа показали, что в шлифе мрамор мелко- и крупнозернистый состоит на 99 - 100 % из зёрен кальцита диаметром от 0,3 до 1,5 мм.

Таблица 1

## Месторождения и ориентировочные запасы ресурсов мрамора Республики Узбекистан

№	Месторождение	Местонахождение	Объем выпуска, тыс. м <sup>3</sup> в год	Характеристика
1	Совук булак	Кашкадарьинская область	40,0	Темно-серый, среднезернистый, массивная структура, полосчатая текстура
2	Газган	Навоийская область	30,0	Кремевый, серый до черного, мелкозернистый
3	Аксаката	Ташкентская область	10,0	Мелкоблочный, кремового цвета с ракушковидными узорами, крупно-кристаллический

Таблица 2

## Химический состав мрамора (масс. %)

№	Химический состав	Совук булак	Газган	Аксаката
1	CaO	48,3	53,0-55,0	48,6-54,55
2	MgO	4,23-4,81	0,01	1,05-2,42
3	K <sub>2</sub> O	-	0,1	0,1-0,13
4	Na <sub>2</sub> O	-	0,1	0,1
5	SiO <sub>2</sub>	1,62-1,87	0,8-1,0	1,53-9,44
6	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,2-0,63	0,2-0,3	0,03-0,89
7	TiO <sub>2</sub>	-	0,01	0,02-0,03
8	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +FeO	0,63-0,84	0,1-0,2	0,18-0,39
9	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	-	0,04
10	CO <sub>2</sub>	39,7-43,23	42,0-43,0	39,57-42,9
11	SO <sub>3</sub>	-	-	0,1

В результате анализа сведений по полевому шпату, по химическому составу представляющего собой алюмосиликаты калия, натрия, кальция и бария выявлено, что в Узбекистане основными источниками полевых шпатов в основном являются гранитные пегматиты. Лолабулакское месторождение гранитного пегматита расположено в Чиракчинском районе Кашкадарьинской области. Химический состав пегматита Лолабулакского месторождения приведен в таблице 3.

Таблица 3.

### Химический состав пегматита

Наименование месторождения	Местонахождение	Содержание, %						
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O+ Na <sub>2</sub> O
Лолабулакское	Кашкадарьинская область	67,0	19,15	0,06- 0,47	0,28	4,15	7,08	0,59

Сравнительный анализ изученных месторождений Республики Узбекистан подтверждает возможность промышленной добычи практически всех видов минерального сырья, необходимого для производства сварочных электродов для износостойкой наплавки.

Разработанные электроды для износостойкой наплавки, содержащим следующие компоненты, мас. %: мрамор - 26-28; пегматит – 14-16, графит – 9-11, ферросиликомарганец - 10-12; феррохром 25-27; ферротитан – 10-12, обеспечивают:

- наплавку деталей, работающих в условиях преимущественно абразивного изнашивания с умеренными ударными нагрузками. Типичная твердость наплавленного металла 58-65 HRC;

- наплавку в нижнем и наклонном положениях постоянным током обратной полярности. Коэффициент наплавки 9,3 г/А·ч;

- расход электродов на 1 кг наплавленного металла – 1,3 -1,5 кг

### Литература

1. Dunyashin N.S., Galperin L.V., Ermatov Z.D. On the development of a physical simulation of the cast metal weld chemical composition formation during manual arc welding on the basis of the electrode coating mixture components classification//European science review– 2019. – № 1-2. Volume 1.– P. 56–58

2. Эрматов З.Д., Дунышин Н.С. Разработка композиционного состава покрытий сварочных электродов с использованием минерально-сырьевой базы месторождений Республики Узбекистан// «Техника и технология машиностроения» Материалы VI Международной научно-технической конференции. – Омск, 21-23 мая 2018 года, С.43-46.

3. Ermatov Z.D., Dunyashin N.S. Development of electrodes for shielded metal arc welding based on the classification of the coating charge components//European science review– 2018. – № 11-12. – P. 40–41.

4. Dunyashin N.S., Galperin L.V., Ermatov Z.D. Development of the gas-forming composition of electrode coating for a high-quality cast weld structure//Austria. European Sciences review. Scientific journal, 2019. - № 5 - 6 (May–June). – pp. 27 – 29