

Сварка под слоем сухого льда проходила при устойчивом горении дуги. При этом не наблюдалось разбрызгивания электродного металла. Сварной шов получили ровный, гладкий, блестящий, без пор (рисунок 3б) в отличие от сварки в CO<sub>2</sub> (рисунок 3а).

Сравнительный анализ сварочно-технологических свойств, выше представленных сварочных материалов, позволили установить, что применение сухого льда в качестве сварочного материала обеспечивает важные сварочно-технологические и металлургические функции: стабильное горение дуги, не наблюдается чрезмерного разбрызгивания, образования пор; обеспечивает надежную защиту зоны дуги и сварочной ванны от попадания воздуха.

#### Список использованных источников

1. Дуга и лед. Новый способ дуговой сварки плавящимся электродом / С.Н. Жизняков, Ф.И. Пантелеенко, Д.И. Викторовский, Н.И.Урбанович // Порошковая металлургия: инженерия поверхности, новые порошковые композиционные материалы. Сварка: Сб.докл. 8 Межунар. симп. Минск, 10-12 апр. 2013г. – В 2 ч.Ч.2 – Минск: Беларус. Навука, 2013. – С. 347-349

УДК 621.745.669.13

#### Безуглеродное получение кремния из SiO<sub>2</sub> методом МАСВС

Студентка гр. 104611 Голуб Ю.И.  
Научные руководители – Лецко А.И., Керженцева Л.Ф.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

В настоящее время кремний относится к числу основных полупроводниковых материалов современной электроники. В последние годы его используют в различных сферах, а также для создания нетрадиционных источников энергии. Поэтому разработка альтернативных время- и энергосберегающих технологий, обеспечивающих также снижение стоимости конечного продукта, является чрезвычайно актуальной задачей.

Известно восстановление оксидов активными металлами, такими как Al, Mg. Такие реакции, вследствие их высокой экзотермичности, могут быть осуществлены и механохимически: например, восстановление оксида меди алюминием, и методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС).

Целью данной работы является безуглеродное получение кремния с использованием активных металлов, таких как алюминий и магний методами механохимического синтеза и механоактивируемого самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (МАСВС) с последующим выщелачиванием образующихся примесей

В работе использовали «аэросил» (наноразмерный SiO<sub>2</sub> – d < 10 нм) и магниевый порошок (ТУ 4312). Смеси диоксида кремния и магния при различных соотношениях обрабатывали в активаторе АГО-2 (объем барабана 250 см<sup>3</sup>, диаметр шаров 5 мм, загрузка шаров 200 г, навеска образца 10 г) при различных скоростях вращения барабана и времени активации от 600 об/мин до 1000 об/мин. Активацию проводили в атмосфере аргона.

Магний является еще более активным восстановителем, чем алюминий, поэтому на первом этапе было проведено изучение продуктов механохимического восстановления SiO<sub>2</sub> магнием в среде аргона.

Проведены исследования влияния состава реакционных смесей на процесс синтеза. Рассмотрены эффекты избытка магния в реакционной смеси (при одном и том же количестве оксида кремния). Сравнительные эксперименты проведены для следующих составов:

1. 4,8 г Mg + 6 г SiO<sub>2</sub> (молярное соотношение Mg и SiO<sub>2</sub> – 2:1, стехиометрия)

2. 6 г Mg + 6 г SiO<sub>2</sub> (молярное соотношение Mg и SiO<sub>2</sub> – 2,5:1)
3. 7,3 г Mg + 6 г SiO<sub>2</sub> (молярное соотношение Mg и SiO<sub>2</sub> – 3:1)
4. 9,7 г Mg + 6 г SiO<sub>2</sub> (молярное соотношение Mg и SiO<sub>2</sub> – 4:1)

Согласно рентгенофазовому анализу, основными продуктами СВС являются кремний и оксид магния, подтверждается также образование силиката магния, вторым побочным продуктом является силицид магния Mg<sub>2</sub>Si, количество которого сильно увеличивается с увеличением избытка магния (рисунок 1). Это объясняется тем, что восстановленный кремний сразу же взаимодействует с магнием с образованием Mg<sub>2</sub>Si. Химически разделить кремний с силицидом кремния проще, чем с силикатом, количество которого при этом уменьшается.

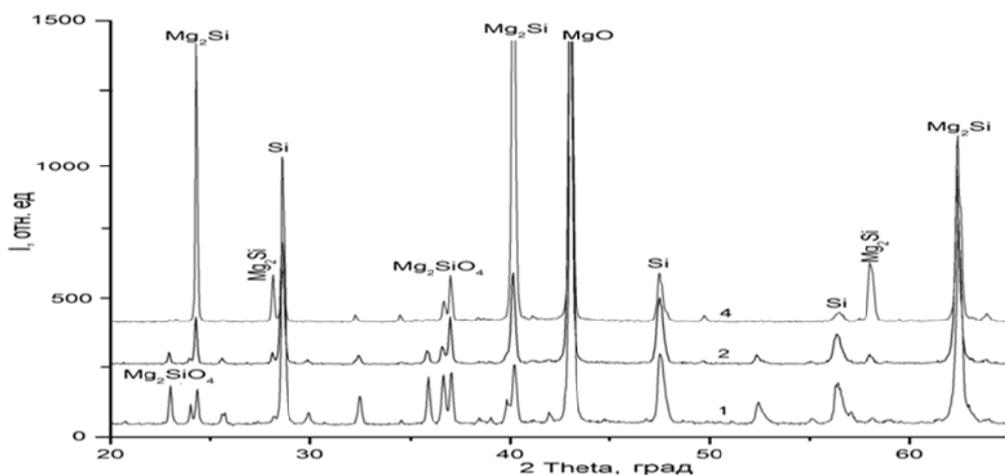


Рисунок 1 – Дифрактограммы продуктов МА СВС для составов 1, 2 и 4

Результаты РФА показали, что после тщательной трёхстадийной обработки продукта СВС различными кислотами кремний был в значительной степени очищен от примесей, таких как MgO, Mg<sub>2</sub>Si, Mg<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> и остаточный SiO<sub>2</sub> (рисунок 2).

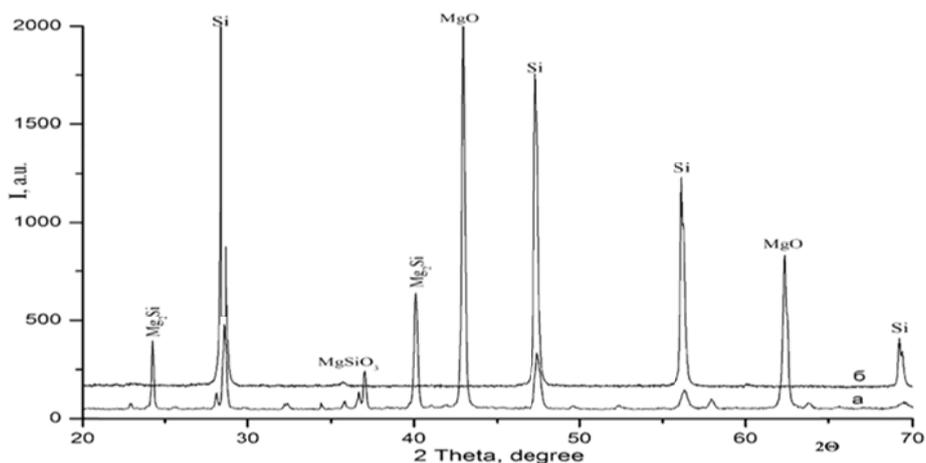


Рисунок 2 – Дифрактограммы образцов состава № 3 после СВС (а) и кислотной обработки

На СЭМ-микрофотографиях продуктов МАСВС в смесях SiO<sub>2</sub> с Mg в характеристических излучениях кремния, магния и кислорода в структуре продуктов, при использовании в качестве прекурсора Mg: SiO<sub>2</sub> = 2:1 четко выделяются как отдельные частицы кремния размером менее 1 мкм, так и агломераты до ≈ 20 мкм (рисунок 3).

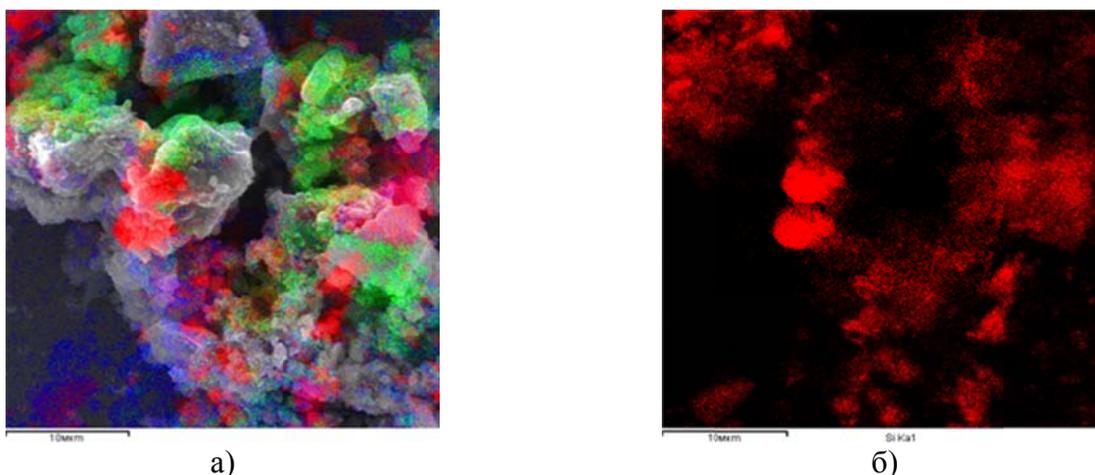


Рисунок 3 – СЭМ-микрофотографии продуктов МАСВС в смесях  $\text{SiO}_2 - \text{Mg}$  в характеристических излучениях кремния (красный), магния (зеленый) и кислорода (синий): а – наложение; б – кремний

Проведенные исследования показали, что методом механоактивируемого самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (МАСВС) можно получать достаточно чистый кремний из диоксида кремния, используя в качестве восстановителя магний.

УДК 621.791:658

#### **Методы исследования причин дефектности сварных соединений**

Студент гр.104811 Адериха Д. С.  
 Научный руководитель – Занковец П.В.  
 Белорусский национальный технический университет  
 г. Минск

В системе обеспечения качества и надежности сварных соединений проблема предупреждения, определения и оперативного устранения причин образования дефектности является одной из важнейших. Обычно причины возникновения дефектов трактуются в общем случае, исходя из особенностей металлургических и тепловых процессов, а также особенностей формирования шва, связанного с режимом сварки и материалами

Однако эти причины, как правило, не учитывают конкретные особенности и условия сварочных работ для отдельной статистически однородной базовой (генеральной) совокупности (БС), поэтому нами были проведены исследования по определению причин, учитывающих специфику подготовительных и сборочно-сварочных работ, т.е. установление связей в цепочке фактор – причина – дефект (Ф – П – Д). В результате исследований конкретных технологических процессов установлена зависимость качества заключительной операции – сварки от определенных производственных факторов, влияющих на процесс. К основным производственным факторам относятся квалификация исполнителей, подготовка и сборка под сварку, сварочные материалы, сварочное и вспомогательное оборудование, сварочный процесс, условия сварки, организация работ, термообработка, дефектоскопический контроль, квалификация ИТР, время года, ритмичность работ.

Каждый фактор представляет собой определенное состояние материалов, оборудования, исполнителей, условий и т.д., учитываемых конкретными параметрами для конкретной базовой совокупности сварных соединений. Назовем эти параметры факторными параметрами (таблица 1).