

**СИНТЕЗ КРИСТАЛЛОВ КОРУНДА  
В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ МЕТОДОМ ВЕРНЕЙЛЯ**

**Утева К.К., Плахотин А.Л.**

**руководитель работы учитель физики и информатики Протасов Т.Н.**

***МКОУ Тарутинская СОШ Ачинского района***

Огромная ценность драгоценных камней, трудность их поисков в природе и добыча из недр всегда вызывали у человека желание изготовить такой камень искусственно. Существует достаточно много методов для получения искусственных кристаллов. Распространёнными являются методы: Вернейля, Чохральского, Бриджмена-Стокбаргера, Степанова, Киропулоса и др. Все эти методы отличны друг от друга по технической реализации, качеству синтезируемых кристаллов, энергозатратам и стоимости.

Чтобы получить драгоценный камень, надо разработать не только методику синтеза самого соединения, которое составляет этот камень, но суметь вырастить из этого вещества совершеннейший кристалл и, больше того, окрасить его в цвета, которые имеют природные камни, а это, в свою очередь, значит понять природу цвета камня.

В данной работе, как один из возможных, был рассмотрен способ синтеза кристаллов корунда по методу Вернейля, который стал началом промышленного производства искусственных драгоценных камней. Метод основан на кристаллизации тугоплавких веществ в самой горячей части пламени горелки. Основу установки составляет камера из огнеупорного материала с кварцевым окошком. Сверху в этой печи располагается кислородно-водородная горелка, создающая мощное, горячее пламя; а внизу – стержень из тугоплавкого материала (вольфрам, молибден и др.) с возможностью двигаться вверх и вниз. Оксид алюминия в виде тонкого порошка со строго фиксированной скоростью просыпается через горелку. Проходя через горячее пламя, он расплавляется при температуре плавления равной 2050 °С и каплями падает на стержень. Перед применением порошок глинозема промывается в дистиллированной воде и подвергается сушке в муфельной печи при температуре более 1000°С. Отвод тепла от деталей, подвергнутых высокотемпературному воздействию осуществляется с помощью системы водоохлаждения. Контроль значения температуры ведется контактными или бесконтактными методами.

Когда на поверхности стержня наплавляется достаточное количество оксида алюминия, стержень несколько выводится из горячей части пламени и на его поверхности образуется довольно много кристаллов. В дальнейшем, когда стержень постепенно опускается, а на него сыпется необходимое количество шихты, образуется относительно тонкий длинный стержень - "шейка", в которой происходит отбор кристаллов. Кристаллы с неудачной ориентацией и формой, уходят в бока и прекращают рост. В результате, через некоторое время, в вершине шейки остается только один кристалл, ориентированный по направлению роста. Тогда можно постепенно увеличить скорость подачи шихты, что, в свою очередь, позволяет увеличить объем кристалла. Далее скорость поступления шихты и скорость опускания стержня (равная скорости кристаллизации) остаются постоянными. При этом создается весьма характерная форма кристалла, получившая название були.

Чтобы получить кристаллы рубина, необходимо ввести в глинозем оксид хрома, а чтобы получить сапфир, необходимо ввести примеси титана и железа. Примеси могут

вноситься отдельно или входить в состав глинозема. При использовании чистого глинозема без добавок получается бесцветный корунд – лейкосапфир.

Благодаря уникальному сочетанию свойств (высокая твердость, прочность, температура плавления, химическая и радиационная стойкость, оптическая прозрачность) кристаллы корунда востребованы во многих областях науки и техники. Лейкосапфир используется: в качестве фильер для протяжки проволоки, наконечников измерительных щупов, сопел для пескоструйных агрегатов и гидроабразивной резки, нитеводителей на ткацких фабриках, для изготовления шлифовально-режущих дисков, пропускных колец дорогих спиннингов. Области применения кристаллов рубина лежат от часовой промышленности до сложных оптических систем и квантовых генераторов.

В данной работе был рассмотрен один из способов получения кристаллов корунда. При анализе литературы, касающейся вопросов синтеза, было решено внести ряд качественных изменений. В классической установке, при получении кристаллов корунда, в качестве горючего газа используется водород. По своим свойствам водород является высокоэнергетичным газом. Его температура сгорания в кислороде более 2500°C, удельная теплота сгорания 120,9 МДж/кг, обладает достаточной чистотой и теплопроводностью в сравнении с воздухом. Но при этом является очень взрывоопасным и его хранение в больших количествах очень затруднительно. В качестве горючего газа может использоваться пропан, ацетилен и др. Пропан имеет удельную теплоту сгорания – 47,54 МДж и температуру горения в кислороде немного более 2000 °С. В газы, для достижения полноты сгорания и увеличения температуры добавляются смеси инертных газов. В целях уменьшения взрывоопасности, ацетилен может разбавляться азотом, метаном или пропаном.

В связи с фрагментарностью информации по использованию данных газов, было предложено в качестве горючего газа применить ацетилен, а в качестве окислителя – кислород. Ацетилен обладает большой удельной теплотой сгорания - 50,4 МДж/кг. При сгорании в кислороде температура пламени достигает 3150 °С. По своим характеристикам ацетилен уступает водороду только по количеству удельной теплоты сгорания. Но, учитывая, что стоимость одного килограмма сжиженного ацетилена ниже, чем стоимость водорода, можно смело использовать ацетилен. Ацетилен при правильном хранении и использовании намного безопаснее, чем водород, дает достаточно горячее пламя, температуры которого достаточно, чтобы расплавить оксид алюминия.

К преимуществам данного метода можно отнести: отсутствие флюсов и дорогостоящих материалов для тиглей, возможность контроля за ростом монокристалла при отсутствии необходимости точного контроля температуры. Недостатки: из-за высокой температуры роста кристаллы имеют внутренние напряжения, вероятность загрязнения кристалла продуктами горения и материалом стенок.

На основе проведенных исследований, с учетом предложенных в данной работе изменений, планируется рассчитать и изготовить экспериментальную установку для получения кристаллов корунда.

#### **Список литературы**

1. В.П. Петров. Рассказы о драгоценных камнях. – М.: Наука, 1985. – 175с.
2. Д. Эллуэл. Искусственные драгоценные камни. - М.: Мир, 1981. - 176 с.
3. <http://www.findpatent.ru/patent/217/2176985.html>
4. <http://www.info-shop.ru/stat/ruby-sapfir.htm>