Доклады Академии наук СССР
1955. Том 104, № 1

КРИСТАЛЛОГРАФИЯ

В. П. БУТУЗОВ и Н. Ю. ИКОРНИКОВА

ЖИДКИЕ ВКЛЮЧЕНИЯ В ИСКУССТВЕННОМ КВАРЦЕ

(Представлено академиком А. В. Шубниковым 20 VI 1955)

В данной статье описываются жидкие включения, образующиеся в кристаллах искусственного кварца, и сопоставляются температуры гомогенизации газово-жидких включений с температурой роста кристалла.

Газово-жидкие включения наблюдались в разных зонах роста кристаллов искусственного кварца. В некоторых образцах включения были расположены на границе между затравкой и наросшей частью кристалла. Поверхность затравочного кристалла, помещенного в автоклав, вначале подвергается растворению. После этого происходит более или менее быстрая регенерация растворенной поверхности затравки. При быстрой регенерации поверхностного слоя в нем обычно образуются газово-жидкие включения. Включения имеют несколько вытянутую форму и расположены таким образом, что направление их удлинения перпендикулярно к поверхности раздела затравочного и наросшего кристалла. Эти включения образуются в начальную стадию роста кварца (рис. 1).

Большое количество газово-жидких включений образуется на поверхности тех граней, которые имеют относительно большие скорости роста. Очень часто включения наблюдаются в пирамидах роста второстепенных граней. Зарастание любой иррациональной плоскости, пришлифованной на затравке, всегда сопровождается образованием большого количества включений. Таким образом, при желании газово-жидкие включения можно получить в любом искусственном кристалле кварца. Для этого достаточно на поверхности затравочного кристалла пришлифовать плоскость, параллельную какой-либо иррациональной грани. Форма включений, обнаруживаемых в пирамидах роста второстепенных граней и в тех участках кристалла, где происходило зарастание иррациональных граней, довольно разнообразна (рис. 2). Образование этих включений относится к разным стадиям роста кристалла.

Кроме обычных газово-жидких включений в кристаллах искусственного кварца наблюдались жидкие прослойки площадью до 1 см². На рис. 3 дана фотография участка грани R с жидкой прослойкой. В жидком слое виден дендрит выделившейся твердой фазы.

Для исследования было выбрано 10 кристаллов, содержащих газово-жидкие включения. Все эти кристаллы были выращены из растворов одного и того же состава при одном и том же коэффициенте заполнения автоклавов, но при разных температурах. Нагревание кристаллов с включениями проводилось в электрической печи сопротивления. Для того чтобы можно было рассматривать нагреваемый кристалл с жидкими включениями в проходящем свете, в дне и в крышке печи имелись отверстия диаметром 4 мм, закрытые тонким кварцевым стеклом. Температура нагреваемого кристалла измерялась при помощи дифференциальной термопары хромель — алюмель, «горячий» спай которой находился в контакте с поверхностью кристалла; «холодный» спай термопары был помещен в термостат, в котором поддерживалась некоторая постоянная температура.

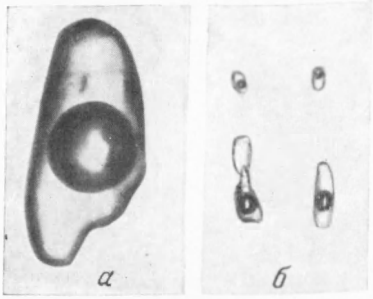


Рис. 1. Газово-жидкие включения, образующиеся на границе между затравочным и наросшим кристаллом. *а*—×200; *б*—× 80

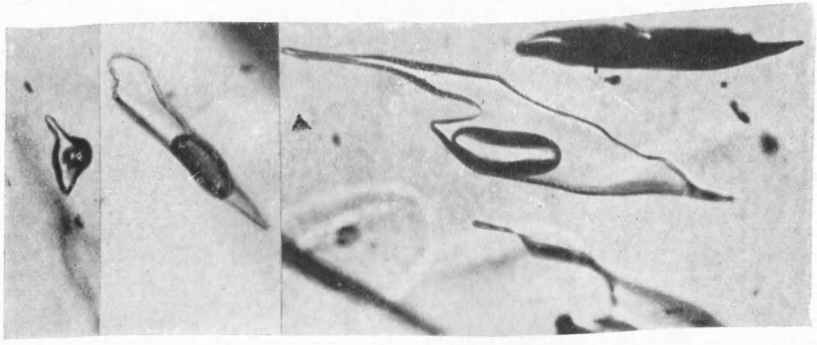


Рис. 2. Газово-жидкие включения, образующиеся в пирамидах роста второстепенных граней и в тех участках кристалла, где происходило зарастание иррациональной грани. × 80

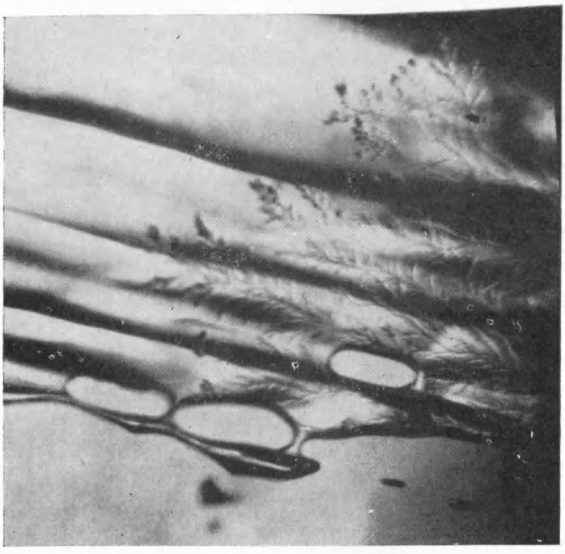


Рис. 3. Жидкая прослойка с твердой фазой, образовавшей дендрит. Грань *R*. ×200

Каждое включение, наблюдаемое во время нагревания, находилось на расстоянии не более 3 мм от «горячего» спая термопары. Печь с кристаллом помещалась на столик обратного микроскопа, снабженного длиннофокусными объективами. Измерение температуры гомогенизации проводилось на таких включениях, у которых граница газовой и жидкой фаз была достаточно хорошо видна и у которых газовая фаза занимала около $^1/_3$ объема всего включения.

В первую очередь было проведено измерение температур гомогенизации включений, расположенных в разных зонах роста одного и того же кристалла (т. е. образовавшихся в начальную, среднюю и конечную стадии роста). В результате оказалось, что температура гомогенизации всех газово-жидких включений одного и того же кристалла всегда одна и та же. Такие измерения были проведены на 5 кристаллах. Температура гомогенизации включений, обнаруженных в этих кристаллах, была равна 300 ± 5°.

Кроме того, была измерена температура гомогенизации газово-жидких включений 10 кристаллов кварца, выращенных при разных температурах (в температурном интервале от 400 до 460°). Выращивание этих кристаллов происходило в растворах одного состава и при одном и том же коэффициенте заполнения автоклава *. Температура гомогенизации газово-жидких включений, обнаруженных в данных кристаллах, также оказалась равной 300 ± 5°.

Изложенные экспериментальные данные можно резюмировать следующим образом:

1. Газово-жидкие включения в кварце могут быть получены при его выращивании в тех случаях, когда затравкой служит обломок кристалла или на затравочном кристалле имеется иррациональная грань.

2. В разных зонах роста одного и того же кристалла искусственного кварца температура гомогенизации газово-жидких включений одна и та же.

3. В кристаллах кварца, выращенных при разных температурах (при одном коэффициенте заполнения автоклавов и при одном и том же составе раствора), газово-жидкие включения имеют одну и ту же температуру гомогенизации.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что температура гомогенизации газово-жидких включений не связана с температурой роста кристалла. Температура гомогенизации газово-жидкого включения зависит от состава раствора и от коэффициента заполнения автоклава, в котором кристалл рос. Температура гомогенизации включения, повидимому, соответствует той температуре, при которой раствор вследствие своего термического расширения заполнил объем автоклава.

Институт кристаллографии
Академии наук СССР

Поступило
14 VI 1955

---

* Коэффициент заполнения автоклава при комнатной температуре $K = \frac{v_1}{v_2 - v_3}$, где v_1 — объем жидкой фазы, v_2 — внутренний объем автоклава, v_3 — объем твердой фазы.