

Ф.П.Мельников, Б.А.Дороговин, Е.В.Полянский
F.P.Melnikov, B.A.Dorogovin, E.V.Poliansky

АТЛАС
флюидных включений
в минералах

ATLAS
of fluid inclusions
in minerals



Александров
Alexandrov
1999

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РФ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СИНТЕЗА МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. М.В.ЛОМОНОСОВА

MINISTRY OF NATURAL RESOURCES OF RUSSIAN THE FEDERATION
RUSSIAN RESEARCH INSNTUTE FOR THE SYNTHESIS OF MINERALS
MOSCOW STATE UNIVERSITY n. a. M. V. LOMONOSOV

Научный редактор:

Академик РАН,
профессор

В.И. Старостин

Scientific editor:

Academician of RANS,
professor

V.I. Starostin

Атлас флюидных включений в минералах.
Александров, 1999 г., 237 стр.
Atlas of fluid inclusions in minerals.
Alexandrov, 1999, 237 pages.

*Светлой памяти Учителя,
профессора
Николая Порфирьевича Ермакова .
посвящают благодарные ученики.*

*It's devoted to respectful
memory of the Teacher, professor
Nikolai Porfirievich Ermakov.
Thankful disciples.*



16.XI.1913 - 25.IX.1993

ПРЕДИСЛОВИЕ

В минеральной природе Земли почти не встречаются стерильно-чистые минералы руд и пород монотонного состава. Обычно в них содержатся примеси-включения иных веществ, нарушающих однородность кристаллических решеток. Они занимают микро участки кристаллов, вещественно не входящие в закономерную их структуру, герметически изолированные в процессе роста минерала-хозяина и имеющие с ним фазовую границу. Обычно это микро порции подвижной минералообразующей среды, из которой и в окружении которой кристаллизовался включающий минерал.

Такие очень широко распространенные включения имеют огромное познавательное значение для выявления истинного происхождения минералов и их агрегатов. Учет включений, анализы и эксперименты с ними раскрывают важнейшие стороны и нюансы физико-химических условий минералообразования, происходившем в далеком геологическом прошлом.

Таким включениям и посвящена наша книга. В фотодокументации отражается их разнообразие по составу и состоянию, а также по относительному времени и способу образования самих этих микрообъемов объективно отражающих непрерывные изменения среды в ходе процессов былого становления объектов минеральной природы. Именно в этом заключается непреходящая ценность включений материнских расплавов, газовых и жидких растворов, образовывавших и преобразовывавших разнообразные минеральные ископаемые земной коры. Эти включения представляют нам чуть ли не единственную возможность, с мерой и числом, характеризовать процессы и явления минералообразования в том или ином отрезке развития событий, т.е. объективно и точно раскрывать физико-химический генезис минерального индивида или месторождения полезных ископаемых в целом, конечно, с полноценным учетом и изучением геологической обстановки надолго стабилизированной вокруг него.

Зарисовки статического состояния самих включений приводились в ряде печатных работ прошлого и начала нашего века (Sorby Н. 1858, Zirkel, 1863, Хрущев К. 1882, Rosrnburgh Н. 1904 и др.), однако, они не могли иметь документального значения.

В первой книге по газово-жидким включениям в минералах (Ермаков Н.П. 1949) были представлены шесть таблиц микрофотографий 48 включений с показом характера изменений в их заполнении при гомогенизации нагреванием.

В монографии автора за 1950 г. были помещены 88 микрофотографий с подробными пояснениями, а в монографии "Геохимические системы включений в минералах" (Ермаков Н.П., 1972) на 27 фото таблицах представлено широкое разнообразие включений не только по их составу и состоянию, но и по механизму образования.

В Японии (Н. Jmai, J. Takenouchi 1971) в отдельном выпуске опубликованы 104 микрофотографии газово-жидких включений и

включений расплавов в минералах магматических пород.

В США Э. Роддер в 1972 г. в своей книге, посвященной химическому составу флюидных включений, представил 13 таблиц микрофотографий.

В книге "Магматогенная кристаллизация по данным изучения включений расплавов" (Новосибирск, 1975) помещены 10 таблиц фотографий многочисленных магматических включений, выполненных в основном И.Т. Бакуменко. Первый отдельный атлас микровключений в минералах галогенных пород был выпущен О.И. Петриченко (1977) только по жидким включениям в природных кристаллах солей.

Этим почти исчерпывается список российских и зарубежных книг, в которых представлены фотоизображения включений минералообразующих растворов и расплавов. Однако в большинстве из них включения не представлены в систематическом порядке, а качество фотографий заставляет желать лучшего. Между тем необходимо было выпустить учебно-наглядное пособие, охватывающее в одном издании разнообразие включений, характерных для всех промышленно-генетических типов рудных месторождений и магматических пород. К этой задаче авторами были частично привлечены отечественные и зарубежные последователи, приславшие свои микрофотографии, авторство которых фиксировано в пояснительных текстах. Однако наибольшее количество высококачественных фотодокументов по включениям специально было выполнено Ф.П. Мельниковым.

Авторами были изучены, экспериментально и аналитически исследованы многие тысячи включений минералообразующих и окружающих подвижных сред из разных руд промышленно-генетических классов и типов месторождений, а также из эндогенных пород. Их разнообразие, представленное в атласе, объективно отразило большое, иногда очень тонкое различие в генезисе минеральных образований, представило науке объективные ключи распознавания генезиса включающих минералов и их агрегатов. Минеральная природа сохранила в виде микрообъектов закономерно распространенные системы консерватов растворов и расплавов характерные для различных процессов и явлений минералообразования в земной коре. Эти объективные свидетели оказались настолько повторяющимися и закономерными, что не оставили места для простора в субъективных мнениях и суждениях. Для каждого случая минеральных скоплений, эти микрообъекты среды не оставили дилемм в генетической принадлежности включающих минералов и настоящий атлас-определитель включений представляет возможность убедиться в этом каждому исследователю генезиса минералов и их агрегатов. Именно в этом состоит его главная цель.

Проведем общий обзор микро фотодокументов представленных в таблицах атласа.

В первой части можно видеть микрофотографии консерватов затвердевших включений минералообразующих расплавов, как самых

обычных, так и остаточных, сверх средних значений обогащенных минерализаторами.

Главным критерием распознавания генезиса по включениям является развитие стекла и кристаллов, возникающих в плененных минералами микро порциях магматических расплавов Земли и Луны. Полнокристаллические зернистые включения характерны для магматических глубинных минералов, образовавшихся при медленном охлаждения, включения стекла образуются при быстром охлаждении этих минералов при вулканических излияниях и выбросах лав на поверхность.

Однако существуют и промежуточные включения между полнокристаллическими и аморфными микро порциями минералообразующих расплавов - включения стекла с кристаллическими минералами-узниками и кристаллические зернистые затвердевшие включения с реликтами стекла, не успевшими раскристаллизоваться (отвердеть) вследствие дальнейшего быстрого охлаждения включающих минералов и их агрегатов в породах и рудах. Установлено, что такие "промежуточные" включения характерны для приконтактных пород интрузивов или для вулканических минералов, кристаллизовавшихся с задержками в промежуточных магматических камерах. Такие включения оказались характерными для минералов из эффузивов Луны, обычно содержащих в стекле кристаллики-узники ильменита, плагиоклаза, пироксена и др.

На Земле такие кристаллически-стекловидные включения, по-видимому, свидетельствуют также о задержке в остывании лав благодаря перекрытиям ранних их потоков более поздними. Каждый случай изучения, а тем более петрологического исследования конкретных рядов эффузивных пород при использовании магматических включений в их минералах представляет возможности испытателям минеральной природы судить о темпе извержений.

Исследование состава законсервированных во включениях метаморфизованных эффузивов микрообразцов магмы современными физическими методами представляет петрографии единственные возможности суждения о точном составе материнских магм и, следовательно, о правильной диагностике первичных эффузивов не по их уже измененным образцам, а по неизменным затвердевшим включениям в устойчивых минералах, особенно в кварце. Будущие петрологические исследования магматических пород, несомненно, очень обогатятся данными при использовании затвердевших включений в магматических минералах, однако до сих пор еще нет должного понимания значения затвердевших включений для петрографии и петрологии. Но до их широкого использования в науке дело дойдет уже в обозримом будущем.

В качестве экзотических следует отметить включения стекла глубинных микролапиллей закрученных в турбулентных потоках прорывавшихся газов и ударные включения стекла импактитов.

Вторая глава представляет кристалло-флюидные включения остаточных расплавов-рассолов и расплавов-растворов. Кристаллогазовые включения остаточных расплавов отличаются от включений силикатных

магм только повышенными сверх среднего содержаниями минерализаторов (в том числе солей). По микроконсерватам кристалло-флюидных включений среди них отчетливо различаются остаточные растворы-расплавы без галоидных минералов-узников и расплавы-рассолы с большим объемным содержанием в вакуолях галита и сильвина, находящихся в сочетании с силикатами и окислами, в том числе рудными минералами-узниками.

Такие включения, отличающиеся от всех других затвердевших включений обычных расплавов большим газовым пузырьком и незначительным содержанием водной жидкости, характерны для пегматитов, карбонатитов и апатитолитов и имеют существенно более низкие температуры гомогенизации, осуществляющейся всегда по первому типу (в жидкую фазу). Иногда в них наблюдаются явления ликвации на существенно силикатные, карбонатные и солевые расплавы. При этом малые по объему рудные минералы-узники относительно легко переходят в жидкий расплав.

Следует отметить, что при нагревании затвердевших, особенно кристаллогазовых включений сверх температуры гомогенизации можно видеть увеличение размеров вакуолей, т.к. начинают расплавляться и их стенки, сложенные веществом минерала-хозяина, но осевшего уже из содержимого вакуолей после их герметизации.

В третьем и четвертом разделах представлены газовые и газово-жидкие включения, демонстрирующие кристаллизацию минералов из газовых и гидротермальных растворов.

Пятый раздел посвящен морфологическим особенностям минералов-узников, кристаллизовавшихся в замкнутом объеме законсервированной вакуоли включений.

Значительный интерес представляют выявленные в последние годы, в наиболее полном объеме, включения углеводородов, нефти и битумов в эндогенных минералах, представленные **в шестом разделе**. Оказалось, что включения углеводородов (в общем случае) являются не экзотическими, а широко распространенными образованиями. Углеводороды во включениях представлены в виде газовой, жидкой и твердой фаз.

Исследования включений углеводородов позволили сделать вывод о том, что углеводороды являются не чужеродным веществом, а составной частью минералообразующего раствора и что углеводороды принимают непосредственное, активное участие в минерало- и рудообразующем процессе.

Седьмой раздел демонстрирует генетическое разнообразие включений минералообразующих сред по отношению к моменту их консервации в минерале-хозяине (первичные, мнимовторичные, вторичные включения).

В восьмой части "Атласа" на фотографиях отражены отдельные моменты динамики фазовых переходов и превращений во включениях при их нагревании и охлаждении в широком диапазоне положительных и отрицательных температур. Исследования динамики процессов во вклю

чениях при эксперименте позволяют наблюдать такие процессы и явления внутри замкнутых геохимических микросистем, которые не доступны для других методов исследования.

Завершает атлас **девятый раздел**, в котором отражены результаты изучения особенностей морфологии вакуолей включений, а также количественные и качественные анализы состава минералов-узников.

Книга, несомненно, будет использована минералогами, петрографами и геологами в своей исследовательской работе, а также аспирантами, связанными с изучением минерального сырья и выращиванием кристаллов.

Авторы

P R E F A C E

There are no sterile pure minerals of ores and rocks having monotonous composition in the mineral nature of the Earth. Usually they contain impurity-inclusions of another substances breaking the homogeneity of the crystal lattices. They occupy crystals' micro sections which are not materially included in their regular structure. When a host mineral is growing, they are geometrically isolated and have a phase border with it. Usually these are the micro-portions of the movable mineral forming medium where the included mineral has been grown. Such wide spread inclusions have the great cognitive meaning to reveal the true origin of minerals and their aggregates. To register, analyse and test of inclusions is to open the most important sides and nuances of the physics-chemical conditions of the minerogenesis which took part in the further geological past. This book is devoted to such inclusions. Photo documents show their variety to composition and state, and also to the relative time and the way of formation these micro volumes which objectively reflect the continuous changes of medium in the past making objects of a mineral rock. Just here there is the true value of inclusions of the parent melts, gas and liquid solutions formed and reconstructed various mineral rocks of the earth's crust. These inclusions give us nearly the only possibility to characterize the processes and phenomena of the minerogenesis at that or another section of an event development using measure and number. It means to reveal objectively and exactly the physics-chemical genesis of the mineral individual or deposits of the mineral rocks in the whole, of course, having a full calculation and study of the geological stable situation around it.

Sketches of the statistic state of inclusions were published in some works of the last century and at the beginning of the present one (Sorby H. 1858, Zirkel 1863, Hrushev K. 1882, Rosrnburgh H. 1904 and others) but they couldn't have a documentary significance.

The first book on the gas-liquid inclusions in minerals (Ermakov N.P. 1949) had six tables of the micro photos of 48 inclusions showing a character of changes in their filling at homogenization by heating. There were 88 micro photos having the detailed explanations in the author's monograph in 1950. In the monograph " Geology-chemical systems of inclusions in minerals " (Ermakov N.P., 1972) 27 micro photos show the wide variety of inclusions not only by their composition and state but by the formation mechanism.

In Japan (H. Jmai, J. Takenouchi 1971) 104 monographs on the gas-liquid inclusions and inclusions of melts in the minerals of the magmatic rocks were published by separate edition. In the USA Edwin Roedder In his book (1972) devoted to the chemical composition of the fluid inclusions gave 13 tables of micro photos.

There are 10 photo tables of the numerous magmatic inclusions made in the main by Bakumenko in the book " Magmatogene crystallization to the data of the melt inclusions study. The first separate atlas of the micro Petrichenko O.I. (1977) issued inclusions in the minerals of the halogen rocks but these were only the liquid inclusions in the natural crystals of salines.

The list of the Russian and Foreign books having inclusion photos of the mineral forming solutions and melts is almost exhausted by the above mentioned works. In the majority of them, however, the inclusions are not in the systematic order and the quality of photos leaves much to be de-sired. Meanwhile it was necessary to issue in one edition the training visual appliance containing the variety of inclusions which are characteristic for all industry genetic types of the ore deposits and magmatic rocks. For this purpose the authors enlisted partially the home and foreign followers who send their micro photos and which authority is fixed in notes. However the greatest quantity of high quality photo documents on inclusions was made specially by Melnikov F.P.

Using experimental and analytic methods the authors studied and investigated many thousands of inclusions of the mineral forming and surrounding movable medium from the different ores of the industry genetic grades and types of deposits and also from the endogenic rocks. Their variety shown in the atlas has objectively reflected the great, sometimes the very fine difference in the genesis of the mineral formations and has given to the science the objective keys for discerning genesis included minerals and their aggregates. The mineral nature has kept the systems of solution and melt inclusions characterized the different processes and phenomena of the minerogenesis in the earth's crust as the micro objects closed in minerals. These objective witnesses turned out so repeated and regular that didn't leave the full range in the subjective opinions and judgements. For each case of mineral accumulations these micro objects of medium didn't leave the dilemmas in the genetic identity of the included minerals. The present atlas-determinant of inclusions gives the opportunity to each investigator of minerals and their aggregate genesis to be sure in above mentioned. Here it is the main purpose.

Let's do the general review of the micro photo documents given in the tables of atlas.

The first part has the micro photos of the solidified inclusions of the mineral forming melts both general and residual ones of above average meaning improved with the mineralizes. The main criterion of the genesis recognition on inclusions consists in development of glass and crystals appearing in the micro portions of the magmatic melts of the Earth and Moon. The full phenocryst grained inclusions are typical for magmatic deep-seated minerals formed during slow cooling. Glass inclusions are formed at the fast cooling of these minerals at the lava volcanic eruptions and outbursts on the surface. However there are the intermediate inclusions between the full phenocryst and amorphous micro portions of the mineral forming melts. That means the glass inclusions having the crystalline

prisoner-minerals and the crystalline grained solidified inclusions with the relics of glass were not in time to solidify because of the further fast cooling of the contained minerals and their aggregates in the rocks and ores. It's estimated that such "intermediate" inclusions are typical for the intrusive contact zones or for volcanic minerals grown with some delays in the intermediate magmatic chambers. Such inclusions were found typical for minerals from the Moon effusions. Usually the glass of effusions contains the prisoner-crystals of ilmenite, plagioclase, pyroxene etc. On the Earth such crystalline glass-like inclusions indicate apparently also the delay at the lava cooling because of recovering their earliest flows by the latest ones. Each case of study and the more as a petrologic investigation of the concrete series of the effusive rocks gives the opportunity to the testers of the mineral nature to judge of the eruption rate when the magmatic inclusions are used in minerals. To study composition of magma micro specimens closed into inclusions of the metamorphosed effusions with the modern physical methods allow petrographers to judge of the exact composition of the parent magma and therefore of the right diagnostics of the primary effusions not by their changed samples but by the invariable solidified inclusions in the stable minerals, especially in quartz. Of course, next petrologic investigations of magmatic rocks will be enriched with the data during application the solidified inclusions in the magmatic minerals. Since there does no proper understand of the solidified inclusions significance for petrography and petrology. But they will be wide used in science in the visible future.

Glass inclusions of the deep micro lapillis twirled in the turbulent flows of the outburst gas and also the percussion inclusions of the impactite glass will be noted as the exotic ones.

The second chapter is the crystal fluid inclusions of the residual melt-brines and melt-solutions. Crystallogas inclusions of the residual melts differ from the inclusions of the silicate magmas only by high average concentrations of mineralizes (including Salinas). Based on the content there are distinctly differed the residual solution-melts without halogen prisoner-minerals and melt-brines having a great volume content of halite and sylvite in the vacuoles combined silicates and oxides including prisoner-minerals. Such inclusions differed from all others solidified ones of the common melts by the great gas bubble and small content of aqueous liquid which are typical for pegmatite's, carbonites and apatitoliths. They have essentially lower temperatures of homogenization carried out by the first type (in the liquid phase). Sometimes the liquation phenomena on the silicate, carbonite and saline melts are essentially observed in them. In spite of this the ore prisoner-minerals of the small volume transfer into the liquid melt. It will be noted when we heat the solidified, especially, Crystallogas inclusions using above temperature of homogenization; it's available to see the extension of the vacuole dimensions. Their walls, which are packed by the substance of the host mineral, deposited from the vacuole content after their hermetic sealing start to melt.

The third and the fourth chapters describe the gas and gas-liquid inclusions showing mineral crystallization from the gas and hydrothermal solutions.

The fifth chapter is devoted to morphological peculiarities of the prisoner-minerals grown in the locked volume of the closed inclusions vacuole.

Last years the inclusions of carbon, petroleum and bitumen in the

endogenic minerals were found out in the whole volume. They are of great interest and mentioned in **the sixth chapter**. It's seemed the carbon Inclusions (in common case) are not exotic but they are the wide spread formations. Carbons are as gas, liquid and solid phase in inclusions.

Investigations of carbon inclusions have allowed to conclude that carbons are not the allogenic matter. They are a compound part of the mineral forming solution. Also they take an active part in the mineral and ore forming process.

The seventh chapter shows the genetic variety of inclusions of the mineral forming medium at the moment of their closed in the host mineral (primary, imaginary second, second).

The eighth chapter of "Atlas" has photos reflected the separate dynamic moments of the phase transitions and transformations into inclusions when they are heated and cooled in the wide range of the positive and negative temperatures. Investigations of the dynamics process into inclusions at experiment allow to observe such processes and phenomena inside the locked geochemical micro systems which are so difficult for the other methods of investigation.

The results of studying morphological peculiarities of inclusion vacuoles and also the quantitative and qualitative analyses of the content of the prisoner-minerals complete **the ninth chapter** of the present atlas.

Undoubtedly mineralogists, petrographers and geologists in their researches and also by postgraduates who study the raw materials and grow crystals will use the book.

The authors.

Сокращения, принятые для обозначения состава включений:

Г - газ;
Г_у - газ CO₂;
Ж - жидкость;
Ж_у - жидкая CO₂;
К - кристалл;
К_р - легкорастворимый кристалл;
К_т - труднорастворимый кристалл;
К_р - рудный минерал.

Abbreviations used for inclusions content designation:

G - gas;
G_c - gas CO₂;
L - liquid;
L_c - liquid CO₂;
Cr - crystal;
Cr_e - easy soluble crystal;
Cr_d - difficulty soluble crystal;
Cr_o - ore mineral.

**ВКЛЮЧЕНИЯ ЗАТВЕРДЕВШИХ РАСПЛАВОВ.
INCLUSIONS OF THE SOLIDIFIED MELTS.**

Fig. 1. Характерное включение гексагонально-бипирамидальной формы в кварце из липаритов Грузии.

Состав: вулканическое стекло + газовая фаза (ув.300).

Typical inclusions of the bipyramid- hexagonal shape in quartz from the liparites of Georgia.

Composition: volcanic glass + gas phase (x 300).

Fig. 1

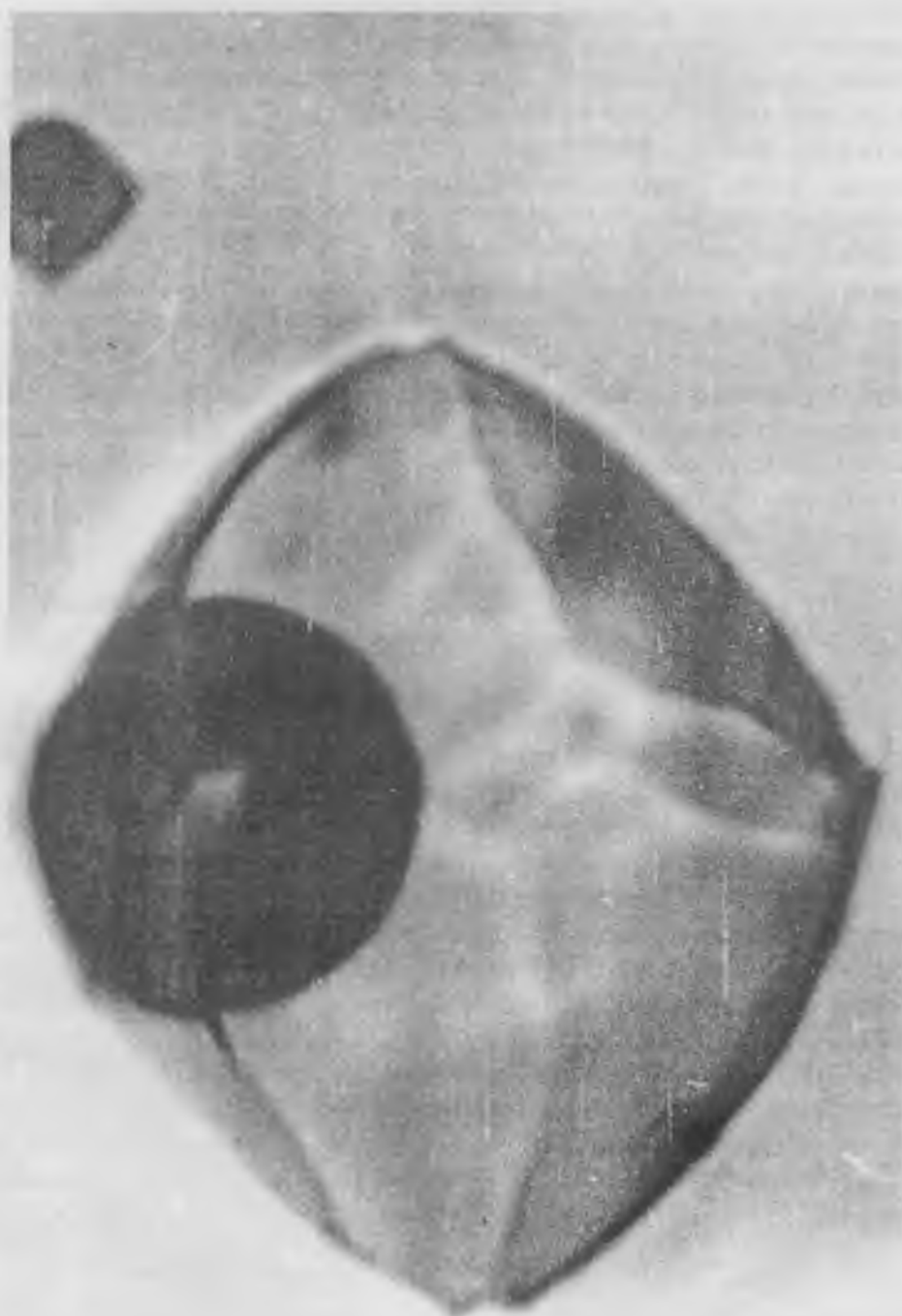


Fig. 2. Раскристаллизованные включения в минералах щелочных основных и кислых интрузивов.

- a-* включение затвердевшего щелочного расплава в нефелине уртитов Хибин. Газовое обособление внизу, в низко преломляющей изотропной массе выделяются резко анизотропные и рудные минералы (ув. 880);
- b-* затвердевшее включение в нефелине пегматитов в ристчорритах Хибин. В изотропном веществе хорошо ограниченный параллелепипед виллиомита, кристаллы эгирина и деформированный газовый пузырь (ув. 500);
- c-* раскристаллизованное включение основного расплава в оливине I рудоносных габбро-долеритов Норильска. Слева (светлое) оливин с интергранулярными обособлениями газов, справа - сульфиды (черное), плагиоклаз и пироксен (ув. 1800);
- d-* полнораскристаллизованное полиминеральное включение расплава обычной гранитной магмы в кварце из гранит-порфиров. Николи+, (ув. 1200);
- e-* раскристаллизованное включение ультракислой магмы в кварце гранитов Кента (дополнительная интрузия краевого типа). В основном кварцевом заполнении (внизу) обособился плагиоклаз, крупный газовый пузырек и рудный минерал (?), ув. 1800.

Partially crystallized inclusions in the minerals of the main alkaline and acid intrusive.

- a-* inclusion of the solidified alkaline melt in the urtites nepheline Khibin. Gas isolation below, anisotropic and ore minerals are sharply marked out in the low refracting isotropic mass (x 880);
- b-* solidified inclusions in the pegmatites nepheline in the ristschorrites Khibin. There is the well faceted parallelepiped of villiaumite, crystals of aegirine and deformed gas bubble in the isotropic state (x 300);
- c-* partially crystallized inclusion of the main melt in the olivine I of the ore bearing gabbro-dolerites of Norilsk. To the left (light) there is the olivine having intergranular gas isolation, to the right – sulphides (black), plagioclase and pyroxene (x 1800);
- d-* completely crystallized polymictic inclusion of melt of the common granite magma in quartz from the granite- porphyry. Nikoli+, x 1200;
- e-* partially crystallized inclusion of the ultra-acid magma in quartz of the Kent's granites (additional intrusive of the edge type). In the main plagioclase, the great gas bubble and an ore mineral (?) were isolated by quartz filling (below), x 1800.

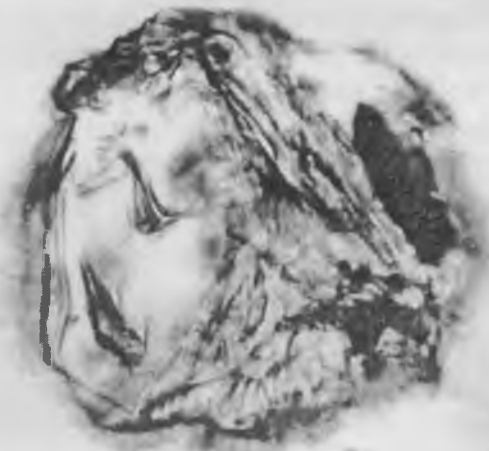
Fig. 2



a



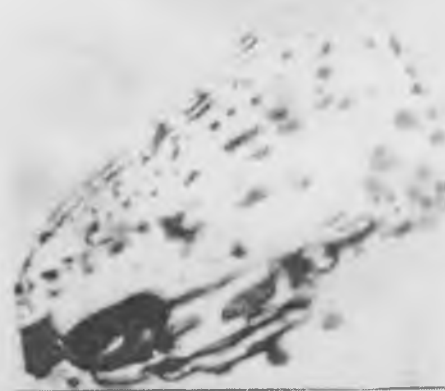
b



c



d



e

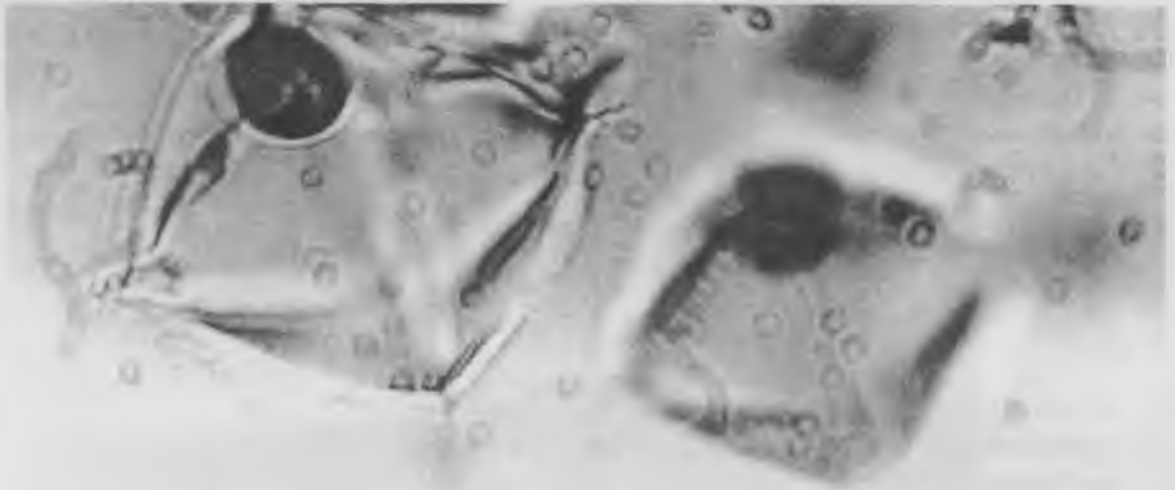
Fig. 3. Аморфные включения расплава в фенокристаллах эффузивов и интрузивов быстрого охлаждения:

- a-* оgranенные включения стекла в фенокристалле кварца Грузии (ув.300);
- b-* включения стекла в ортоклазе гранитов Северного Кавказа, частично раскристаллизованного по периферии при замедленном охлаждении;
- c-* стекловатое включение с газовым пузырьком и с кристаллом сульфида в оливине рудоносных габбро-долеритов Норильска (ув. 1800);
- d-* включения стекла в плагиоклазе базальтов Армении (ув.220).

Amorphous inclusions of melt in the effusion and intrusive phenocrysts of the fast cooling:

- a-* faceted glass inclusions in the quartz phenocryst of Georgia (x 300);
- b-* glass inclusions in the orthoclase of the North Caucasus granites, partially crystallized to periphery at the slow cooling;
- c-* glassy inclusion having the gas bubble and sulphide crystal in the olivine of the ore bearing gabbro-dolerites of Norilsk (x 1800);
- d-* glass inclusions in plagioclase of the Armenia basalts (x 220).

Fig. 3



a



b



c



d

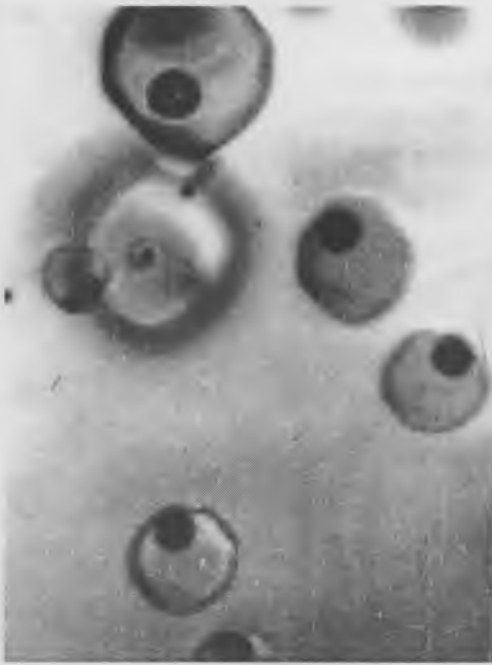
Fig. 4. Группа включений стекла .

- a-* в пироксене из базальтов Армении;
- b-* уплощенные включения без газовой фазы в пироксене из базальтов Армении;
- c-* включения дипирамидальной формы в пироксене из базальтов Армении;
- d-* включения с несколькими газовыми пузырьками в кварце из риолитов Болгарии.

The group of the glass inclusions.

- a-* in pyroxene from the Armenia basalts;
- b-* complanate inclusions without gas phase in pyroxene from the Armenia basalts;
- c-* inclusions of dipyramid shape in pyroxene from the Armenia basalts;
- d-* inclusions having some gas bubbles in quartz from the Bulgarian rhyolite.

Fig. 4



a



b



c



d

Fig. 5. Затвердевшие магматические включения (по Т.И.Бакуменко)
(ув.100-200):

- a*- однофазовые включения стекла;
- b*- стекло, газ, единичные кристаллы (пемза, Камчатка);
- c*- *d*-стекло с газовыми пузырьками в оливине (Камчатка);
- d*- *f* - многофазовые включения в оливине с газовым пузырьком и минералами-узниками.

Solidified magmatic inclusions (by Bakumenko T.I.)
(x 100-200).

- a*- single-phased inclusions of glass;
- b*- glass, gas, single crystals (pumice, Kamchatka);
- c*- *d* - glass having gas bubbles in olivine (Kamchatka);
- e* - *f* - multi-phased inclusions in olivine having gas bubble and the prisoner-minerals.

Fig. 5



a

b



c



d



e



f

Fig. 6. Включения в кварце из пемз вулкана Хангар с разной степенью раскристаллизации (по И.Т.Бакуменко) (ув. 100):

- a*- слабо раскристаллизованное включение стекла;
- b*- стекловатая масса с кристаллитами и газовыми пузырьками 1 и 2 генераций;
- c*- тонкораскристаллизованная масса стекла с газовыми пузырьками двух генераций;
- d-f* - полнораскристаллизованное стекло с газовыми пузырьками.

Inclusions in quartz from pumices of volcano Hangar of different crystallization degree (by Bakumenko T.I.) (x 100).

- a*- lightly crystallized glass inclusions;
- b*- glassy mass with the crystallites and gas bubbles of the generations 1 and 2;
- c*- fine crystallized glass mass having gas bubbles of two generations;
- d-f* - completely crystallized glass having gas bubbles.

Fig. 6



a



b



c



d



e



f

Fig.7. Разнообразие затвердевших включений магмы в минералах эффузивов Камчатки (по Н.Ф.Красову).

- a-* негативно-ограниченные двухфазовые включения стекла в плагиоклазе ($A_c+Г$). Вулкан Крымский, Восточная Камчатка. Раскаленная лава (1970 г.) андезито-дацитового состава, кремнезема 63%. Стекла во включениях риолитового состава, кремнезема 72%. Температура гомогенизации 1250°C (ув. 200).
- b-* включения тонкодевитрифицированного стекла с газовым пузырьком, в плагиоклазе из дацитовой пемзы Вулкан Крымский, Восточная Камчатка (ув.1600).
- c-* включение тонкораскристаллизованного стекла с многочисленными пузырьками газовой фазы. Минерал-хозяин - плагиоклаз из дацитовой пемзы (ув.1600).
- d-* включение зонально раскристаллизованной капли расплава с одним крупным газовым пузырьком. Игольчатые кристаллы во внешней зоне представлены пироксеном. Следующую зону слагают калиевые минералы - кварц и, по-видимому, кислый плагиоклаз. Стекло риолитового состава. После кристаллизации двух внешних зон остаточный расплав достиг гранитной эвтектики и во внутренней зоне шла совместная кристаллизация феррических (темные точки) и калиевых (светлое) минералов (ув. 1600).
- e-* аномальные включения капелек расплава, "прилипших" к игольчатым кристалликам апатита и обычные расплавные включения в плагиоклазе дацитовой пемзы. Расплав во включениях затвердел после его гетерогенизации на две фазы: расплавную и флюидную. В ходе нагревания гомогенизируются одновременно и нормальные и аномальные и аномальные включения. Перегрев на 25°C выше температуры гомогенизации приводит к оплавлению кристалликом апатита на контакте с расплавом, что указывает на незначительную разницу между температурами кристаллизации расплава и температурами захвата апатита как минерала-спутника (ув.600);
- f-* аномальное расплавное включение с относительно крупным кристаллом-спутником (пироксен) и мелкими кристалликами титаномагнетита (мелкий черный ромбик у основания кристалла пироксена) (ув.600)

Variety of the solidified inclusions of magma in the effusion minerals of Kamchatka (by Krasov N.F.)

- a-* negative-faceted two-phased inclusions of glass in plagioclase ($A_c+Г$). Volcano Krymsky, the Eastern Kamchatka. The incandescent lava (1970) of the andesite-dacite content, silica 63%. Glasses into inclusions of the rhyolite composition, silica 72%. Temperature of homogenization is 1250°C (x200);
- b-* inclusion of the fine devitrificated glass having gas bubble in plagioclase from the dacite pumice. Volcano Krymsky, the Eastern Kamchatka (x1600);
- c-* inclusion of the fine partially crystallized glass having a lot of bubbles of the gas phase. Plagioclase from the dacite pumice is a host mineral (x1600);
- d-* inclusion of the zoned partially crystallized melt-tear having the great gas bubble. Needle-shaped crystals in the fringe-zone are represented by pyroxene. Next zone is packed by salic minerals – quartz and, apparently, acid plagioclase. Glass of the rhyolite composition. After crystallization of two fringe-zones the residual melt reached the granite eutectic and there was the joint crystallization of the ferri (dark dots) and salic (light) minerals in the inner zone (x1600);
- e-* anomaly inclusions of the melt-tears "sticked" to the needle-shaped crystals of apatite and general melt inclusions in plagioclase of the dacite pumice. Melt into inclusions is solidified after its heterogenization into two phases: melt and fluid one. During heating normal and anomaly inclusions homogenize at the same time. Overheating at 25°C above temperature of homogenization gives vitrification of apatite crystal at the contact with melt. It points out the small difference between temperatures of melt crystallization and apatite pickup as sputnik – mineral (x 600);
- f-* anomaly melt inclusion having relatively big sputnik – mineral (pyroxene) and fine crystals of titanomagnetite (small black rhomb at the base of pyroxene) (x 600);

Fig. 7

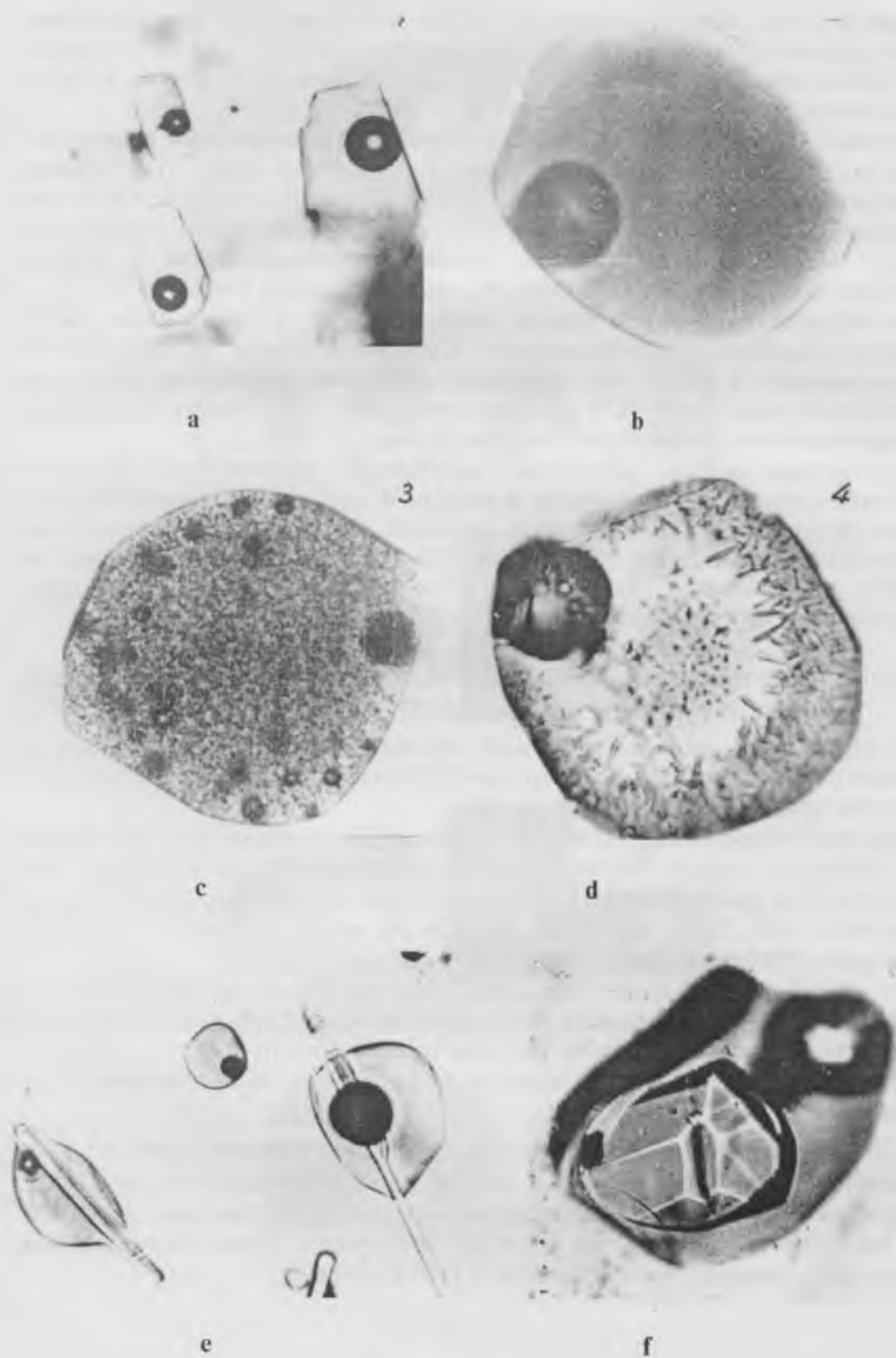


Fig. 8. Включения в оливине толеитов базальтов Луны и результаты по их нагреванию (по Э.Роддеру, 1972):

- a-* очень крупное (10 мкм) включение стекла с эпитаксически расположенными кристаллами-узниками ильменита (черное слева, вверху - газовый пузырек) и плагиоклаза. Вулканическое стекло занимает правую половину вакуоли включения.
- b-* типичные многофазовые затвердевшие включения, содержащие силикатное стекло, газовый пузырек и минералы-узники: ильменит (I) (черное), плагиоклаз (Pl) и пироксен - очень мелкие кристаллики в стекле. Округлые твердые фазы (S) сульфид (троилит?). F - в проходящем, G - в отраженном свете. На H внизу - глобулы несмешивающегося стекла с низким показателем преломления. Линейка на микрофото равна 5 мкм.
- c-* многофазовые включения стекла: включение "B" в проходящем свете. Сверху ильменит, ниже плагиоклаз. Сульфид в стекле не прозрачный, сферический (C) и над ним пластинка металлического железа (?). То же включение (микрофото "C") в отраженном свете. "Д" (справа) аналогична, буквенные обозначения те же. Линейка 10 мкм;
- d-* представлены первые опыты по нагреванию вакуоли многофазового затвердевшего включения стекла в течение 4 дней. На А - оригинал. При температуре 1180 °С в расплав перешли плагиоклаз и кристаллики пироксена, насыщавшие стекло. При 1200 °С исчез газовый пузырек, но вверху сохранилась часть кристалла-узника (ильменит), который расплавился при полной гомогенизации при 1220°С.

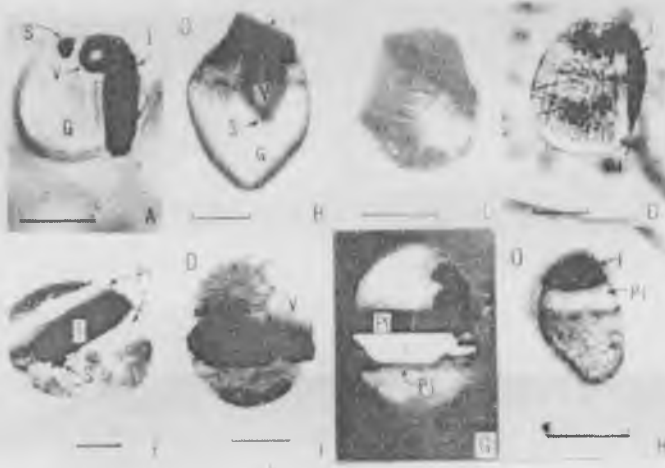
Inclusions in the tholeites olivine of the Moon basalts and results to their heating (by Roedder E., 1972)

- a-* very big (10 μm) glass inclusion with epitaxially located prisoner-crystals of ilmenite (to the left-black, at the top - gas bubble) and plagioclase. Volcanic glass takes the right half of the inclusion vacuole.
- b-* typical multi-phased solidified inclusions containing the silicate glass, gas bubble and prisoner-crystals of ilmenite (I) (black), plagioclase (Pl) and pyroxene - very fine crystals in glass. Rounded solid phases (S) of sulphide (troilite?). F- in the transmitted light, G- in the reflected light. Below on H - globules of non-mixed glass having the low refractive index. Rule equals 5 μm .
- c-* multi-phased glass inclusions: "B" inclusion is in the transmitted light. Ilmenite is at the top, plagioclase is below. In glass sulphide is opaque, spherical (C) and there is an metallic iron plate above it. The same inclusion (micro photo "C") is in the reflected light. "Д" (to the right) is analogues. Letter designation is the same. Rule equals 10 μm .
- d-* the first experiments of heating vacuole of the multi-phased solidified glass inclusion during 4 days. There is original at A. At temperature of 1180°C plagioclase and pyroxene crystals saturated with glass passed into melt. At 1200°C the gas bubble disappeared but a part of the prisoner-crystal (ilmenite) which melted at the complete homogenization at 1220°C was kept.

Fig. 8



a



b



c



d

Fig.9. Включения в оливине каменного хондрита "Андреевка"
(падение 7.08.69 г.).

- a-* первичное затвердевшее включение расплава (в центре) и газовые включения (по трещинке справа);
- b-* затвердевшие включения расплава.

Inclusions in olivine of the stone chondrite "Andreevka"
(dip 7.08.69.).

- a-* primary solidified inclusion of melt (in the center) and gas inclusion (to the right, along crack);
- b-* solidified inclusion of melt.

Fig. 9



a



b

Fig. 10. Включения минералообразующих расплавах в кислых породах многофазового гранитного интрузива Бом-Горхон (Западное Забайкалье):

- a - b* - в кварце диоритов (температура гомогенизации 980-1020 °С);
- c - d* - в кварце порфировидных гранитов (температура гомогенизации 960-980 °С);
- e - f* - в кварце диоритовых порфиритов(температура гомогенизации 930-950 °С)

Inclusions of the mineral forming melts in the acid rocks of the multi-phased granite intrusive Bom-Gorhon (the Western Zabaikal'e).

- a- b* - in quartz of diorites (homogenization temperature is 980 - 1020°C);
- c-d* - in quartz of porphyry granites (homogenization temperature is 960 - 980°C);
- e-f* - in quartz of diorite porphyrites (homogenization temperature is 930 - 950°C);

Fig. 10



a



b



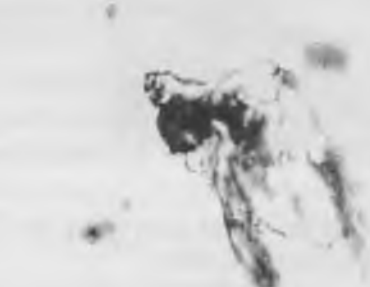
c



d



e



f



g



h

Fig. 11. Глубинно-вулканические (газово-магматические) включения в минералах трубок взрыва (по Л.С.Пузанову).

- a*- твердо-газовое включение в слюде руд Коршуновского месторождения железа. Вулканические газы и вынесенные ими твердые фазы минералов-спутников были совместно законсервированы (ув.400);
- b- c - d* - закрученные в турбулентных потоках газов микролапилли капелек магмы были законсервированы в диопсиде рудоносных трубок взрывов вместе с газами (темное в желобках витков стекла). Коршуновское месторождение, (ув. 320-630);
- e* - в тонкокристаллическом флюорите Эгибинского месторождения (Бурятия) встречаются микролапилли стекла, указывающие на участие взрывных вулканических процессов в минералообразовании (ув. 160);
- f* - в кварц-флюоритовых тонкокристаллических рудах Самодумовского месторождения (Алдан) встречаются комбинированные включения. Ниже конусовидной микролапилли стекла образовалось многофазовое включение с крупным газовым пузырьком (ув.1600).

Deeply volcanic (gas-magmatic) inclusions in the minerals of an explosion tube (by Puzanov L.S.).

- a*- solid-gas inclusion in mica of the ores of the Korshunovskoe iron deposit. Volcanic gas and the solid phases of the sputnik-minerals taken out by it were together closed (x 400);
- b- c - d* - micro lapilli of magma tears twirled in the turbulent gas flows were closed in the diopside of the ore bearing explosion tube with gases (dark in the trench of the glass turns). The deposit Korshunovskoe (x 320-630);
- e* - glass micro lapilli indicating on the area of the explosive volcanic processes in the mineral formation are occurred in the fine crystalline fluorite of the deposit Egibinskoe (Buryatiya) (x 160);
- f* combined inclusions are occurred in quartz- fluorite fine crystalline ores of the deposit Samodumovskoe (Aldan). Multi-phased inclusion having big bubble was formed below cone-shaped micro lapilli (x 600).

Fig.11



a

b



c

d



e

f

Fig. 12. Стекловатые включения ударного происхождения, включения космогенного происхождения в импактном кварце (Попигайский метеоритный кратер, СЗ часть Анабарского массива)(по С.В.Вишневному).

- a-* четкоподобные стекловатые включения, "нанизанные" на недоплавленные кристаллы (черные иглы);
- b-* трубчатое стекловидное включение с газовыми пузырьками;
- c-* расчлененные стекловатые включения без газовых пузырьков;
- d-* взорванные включения в импактном кварцевом стеклт. "Усики" включений сохраняют одинаковую реликтовую ориентировку.

Glassy inclusions of the percussion formation, inclusions of the cosmogenuos formation in the impacted quartz (Popigai-sky meteoric crater, north-west part of the massive Anabarsky)
(by Vishnevsky S.V.).

- a-* clear similar glassy inclusions "stringed" on crystals failed in melt (black needles);
- b-* tubular glassy inclusion having gas bubbles;
- c-* disjointed glassy inclusions without gas bubbles;
- d-* blasted inclusions in the impacted quartz glass. Inclusion cirri keep the same relict orientation.

Fig.12



a



b



c



d

**КРИСТАЛЛО-ФЛЮИДНЫЕ ВКЛЮЧЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ
РАСПЛАВОВ-РАССОЛОВ И РАСПЛАВОВ-РАСТВОРОВ.**

**CRYSTAL-FLUID INCLUSIONS OF THE RESIDUAL
MELT-BRINES AND MELT-SOLUTIONS.**

Fig. 13. Включения остаточных расплавов-рассолов в ранних топазах камерных пегматитов Волыни (по И.В.Баншиковой).

- a-* крупное уплощенно-трубчатое включение с газовым пузырьком сверху, окруженном жидким рассолом. Остальной объем занят минералами-узниками хлоридов, силикатных и рудных минералов. (Ув. 180).
- б-* *с* - изометричные включения той же генерации (Ув 70 - 280).

Inclusions of the residual melt-brines in the early topazes of the chambered pegmatites of Volyn' (by Banshikova I.V.).

- a-* big packed-tubular inclusion having gas bubbles at the top surrounded by the liquid brine. The rest volume is occupied by the prisoner-minerals of chlorides, silicate and ore minerals (x 180);
- б-* *с* - isometric inclusions of the same generation (x70-280).

Fig. 13



a



b



c

Fig. 14. Кристалло-флюидные включения расплавов -рассолов в топазах пегматитов Волыни (a, b) и в кварцах пегматитов Казахстана (c,d,e).

- a-* обособление флюидной части в двух сжатых газовых пузырьках, находящихся в равновесии с твердыми фазами и с конденсатом жидкого рассола (ув. 500);
- b-* во включении в кристалле топаза примечателен двуглавый кристаллик кварца, выросший из капли кислого расплава-рассола, о чем свидетельствует отсутствие вершины головки, упершейся в стенку вакуоли (внизу справа);
- c-* вакуоль включения, переполненная минералами-узниками галоидов, силикатов и рудных минералов. Крупный кристалл кубического габитуса слева - галит, ниже под ним - сильвин. Отделение флюидов при кристаллизации обеспечило формирование крупного обособления газа и жидкости в интерстициях (ув. 550);
- d- e* в дипирамидальных[включениях количество жидкости больше, чем во включении (*c*) (ув. 550).

Crystal-fluid inclusions of melt-brines in topazes of the Volyn' pegmatites (a,b) and in quartz of the Kazakh pegmatites (c,d,e).

- a-* separation of the fluid part into two pressed gas bubbles being in equilibrium with the solid phases and condensed liquid brine (x500);
- b-* two-headed crystal of quartz grown from the drop of the acid melt-brine is remarkable in topaz inclusion. The absence of the head top set against vacuole wall testifies to it (below to the right);
- c-* inclusion vacuole overfilled with the prisoner-minerals of halogens, silicates and ore minerals. To the left there is the big crystal of the cubic habit – halite, below it –sylvite. Fluid separation during crystallization provided formation of much isolated gas and liquid in the interstitions (x550);
- d- e* - the quantity of liquid is more in the dipyramidal inclusions than in above mentioned (see c) (x550).

Fig. 14



a



b



c



d



e

Fig. 15. Кристалло-флюидные включения расплавов рассолов в морионе из пегматитов Волыни.

a - b - вакуоли включений заполнены минералами-узниками галоидов, силикатов, карбонатов.

Crystal-fluid inclusions of melt-brines in morion of the Volyn' pegmatites

a- b - inclusion vacuoles are filled with the prisoner-minerals of halo-gens, silicates and carbonates.

Fig.15



a



b

Fig. 16. Кристалло-флюидные включения в минералах щелочных пород и карбонатитов Ковдорского массива (по С.В.Соколову и Е.С.Харламову).

- a- кристаллически-зернистое включение силикатного расплава с газовой фазой в пироксене оливинового йиолит-порфира. $T_{гом} = 1600^{\circ}\text{C}$ (ув.300);
- b- многофазовое включение остаточного расплава-раствора с кристаллическими фазами, газовым пузырьком и водным раствором в нефелине кальцитового карбонатита 1 стадии (ув.800);
- c- негативное, кристалло-флюидное включение в диопсиде кальцитового карбонатита 2 стадии (ув.400).
- d- негативное включение расплава-раствора в форстерите кальцит-форстерит-магнетитовой породы 2 стадии. $T_{гом}=740^{\circ}\text{C}$ (ув.800).
- e- включения в нефелине из кальцит-нефелин-пироксеновых пород 1 дорудной стадии. Темное - силикаты и рудные, светлое - карбонат. $T_{гом}=920^{\circ}\text{C}$. Вначале плавятся карбонатные фазы, затем - силикатные, при охлаждении расплав закаляется частично в прозрачное стекло с обособлением глобул карбонатного состава (ув.600);
- f- включения в форстерите из кальцит-форстерит-магнетитовых руд основной рудной (2) стадии. Светлое - кальцит, темное - магнетит. Расплав недосыщен водой. $T_{гом}= 890^{\circ}\text{C}$. По данным газового анализа установлены H_2S , CO_2 , HCl , HF . Микрорентгеноспектральным анализом во включениях определены: Si, Al, Ca, K, Na, Fe, P, Ti, Sr, Ba, входящие в состав минералов-узников (магнетит, кальцит, апатит, форстерит, слюды и сложные карбонаты калия, натрия и кальция)(ув.300).
- g- включения в апатите из жил амфибол-тетраферрифлогопит-кальцитового состава 3 рудной стадии. Состав: жидкая углекислота, водный раствор, растворимые соли, внизу - карбонаты. $T_{гом}= 780^{\circ}\text{C}$, (ув.420).
- h- включения в доломите из даек карбонатитов 5 (пострудной) стадии. Состав: газ, воднорастворимые соли, карбонаты. $T_{гом}=635^{\circ}\text{C}$ (ув. 1200).

i-

Crystal-fluid inclusions in the minerals of the alkaline rocks and carbonatites of the massive Kovdorsky (by Sokolov S.V. and Harlamov E.S.)

- a- crystalline-grained inclusion of the silicate melt having gas phase in pyroxene of the olivine iolite-porphyr. $T_{hom}= 1600^{\circ}\text{C}$ (x300).
- b- multi-phase inclusion of the residual melt-solution having crystalline phases, gas bubble and aqueous solution in nepheline of the calcite carbonatite of the first stage (x800);
- c- negative crystal-fluidal inclusion in diopside of the calcite carbonatite of the second stage (x400);
- d- negative inclusion of the melt-brine in forsterite of the calcite-forsterite-magnetitic rock of the second stage. $T_{hom}= 740^{\circ}\text{C}$ (x800);
- e- inclusions in nepheline of the calcite-nepheline-pyroxene rocks of the first pre-ore stage. Silicate and ore minerals are dark, carbonate is light. $T_{hom}= 920^{\circ}\text{C}$. At first the carbonate phases are melted then the silicate one. At cooling the melt is hardened partially into transparent glass having separated globules of the carbonic composition (x600);
- f- inclusions in forsterite of the calcite-forsterite-magnetitic ores of the main ore (2) stage. Calcite is light, magnetite is dark. Melt is not saturated by water. $T_{hom}= 890^{\circ}\text{C}$. H_2S , CO_2 , HCl , HF were estimated according to the gas analysis. Using X-ray microanalysis Si, Al, Ca, K, Na, Fe, P, Ti, Sr, Ba included in the composition of the prisoner-minerals (magnetite, calcite, apatite, forsterite, micas and complicated carbonates of potassium, sodium and calcium) were determined in inclusions. (x300);
- g- inclusions of the vein amphibole-tetraferriphlogopite-calcite compound of the third ore stage. Content: liquid carbon dioxide, aqueous solution, dissolved salts, below-carbonates. $T_{hom}= 780^{\circ}\text{C}$ (x420);
- h- inclusions in dolomite from the carbonatite dikes of the fifth stage. Content: gas, water-dissolved salts, carbonates. $T_{hom}= 635^{\circ}\text{C}$ (x1200).

Fig. 16



a



b



c



d



e



f



g



h

**ПНЕВМАТОЛИТОВЫЕ И ГАЗОВО-ВОДНЫЕ ВКЛЮЧЕНИЯ
PNEUMATOLYTIC AND GAS-AQUEOUS INCLUSIONS**

Fig. 17. Водно -углекислое включение в горном хрустале (Памир).

В центре газовая фаза CO_2 , вокруг нее - жидкая углекислота, остальное - водный раствор, в котором небольшой кристаллик соли.

Water-carbonaceous inclusion in the rock crystal (Pamir).

There is the gas phase CO_2 in the center, around it there is the liquid carbon dioxide and the rest is the aqueous solution where a small crystal of salt is.

Fig.17



Fig. 18. Уплощенные существенно газовые включения в морионе из камерных пегматитов Волыни.

- a-* чисто газовое включение;
- b- c* -газовое с незначительным количеством жидкой фазы;
- d-* в жидкой фазе небольшой кристаллик соли (ув.100).

Essentially flattened gas inclusions in morion of the chambered pegmatites of Volyn'.

- a-* only gas inclusion;
- b- c* - gas inclusion having small quantity of the liquid phase;
- d-* there is a small crystal of salt in the liquid phase (x100).

Fig. 18



a



b



c



d

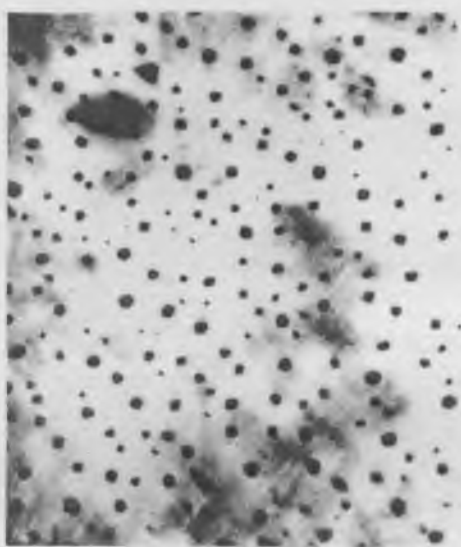
Fig. 19. Существенно газовые включения в монокристаллах пегматитов Волыни.

- a- b-* насыщенность пневматолитового кварца включениями "сухих" газов (а- ув.35, б - ув.150).
- c - d -* существенно газовые двухфазовые объемные включения в кварце (ув.300);
- e-* полуограненное крупное включение в топазе на фоне таких же , но более мелких включений газов (ув. 500).

Essentially condensed gas inclusions in morion of the chambered pegmatites of Volyn'.

- a- b -* only gas inclusion;
- c-d -* gas inclusion having small quantity of the liquid phase;
- f-* there is a small crystal of salt in the liquid phase (x100).

Fig. 19



a



b



c



d



e

Fig. 20. Фазовое разнообразие газовых включений в минералах Волыни.

- a-* объемное включение сухих газов (ув.230);
- b-* уплощенное включение $G \gg Ж$ (ув.230);
- c-* негативное ограниченное двухфазовое существенно газовое включение $G \gg Ж$ в кварце (ув. 300);
- d-* плоское двухфазовое существенно газовое включение $G \gg Ж$ в топазе (ув.300);
- e-* газовой-водное уплощенное многофазовое включение $G + Ж + К$ (ув. 150);
- f-* газовой-водное многофазовое плоское включение $G > Ж + К$ (ув.300).

Phase variety of gas inclusions in the minerals of Volyn'.

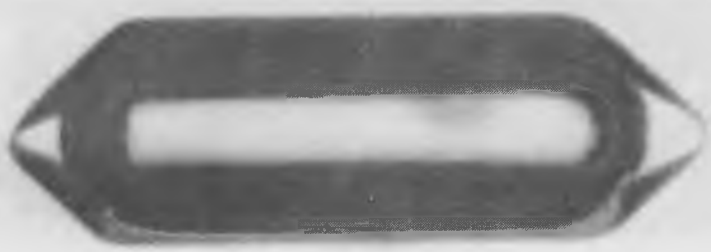
- a-* volume inclusion of the dry gases (x230);
- b-* condensed inclusion $G \gg L$ (x230);
- c-* negative faceted two-phased essentially gas inclusion $G \gg L$ in quartz (x300);
- d-* flat two-phased essentially gas inclusion $G \gg L$ in topaz (x300);
- e-* gas-water condensed multi-phased inclusion $G + L + Cr.$ (x150);
- f-* gas-water multi-phased flat inclusion $G > L + Cr.$ (x300).

Fig. 20



a

b



c



d



e



f

Fig. 21. Генетическое разнообразие газовых включений.

- a-* включения сухих газов в кварце пегматитов Волыни с микродрюзой минералов-спутников (ув.800);
- b-* включение газовой-водное с микродрюзой кристаллов (ув.300);
- c-* газовое включение, комбинированное с кристалликами эгирина в эвдиалите щелочных пегматитов Хибин (ув.450);
- d-* включения углеводородных газов в нефелине уртитов Хибин, приуроченные к трещине спайности по (1010), (ув.380).

Genetic variety of gas inclusions.

- a-* inclusions of the dry gases in quartz of the Volyn' pegmatites having micro druse of the sputnik-minerals (x800);
- b-* gas-water inclusion having micro druse of crystals (x300);
- c-* gas inclusion combined by aegirine crystals in eudialyte of the alkaline pegmatites Khibin (x450);
- d-* inclusions of carbonic gases in nepheline of urtite Khibin belonged to the crack of cleavage along (1010), (x380).

Fig. 21



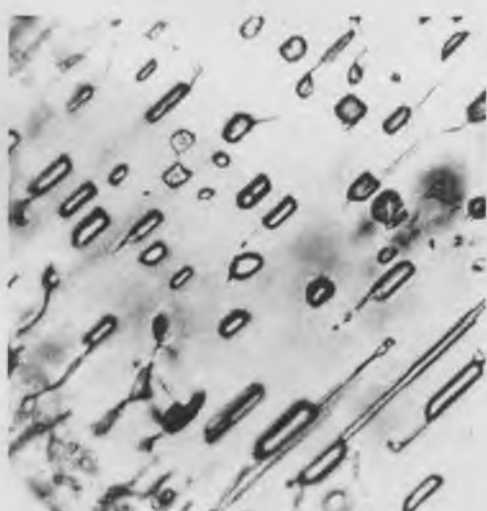
a



b



c



d

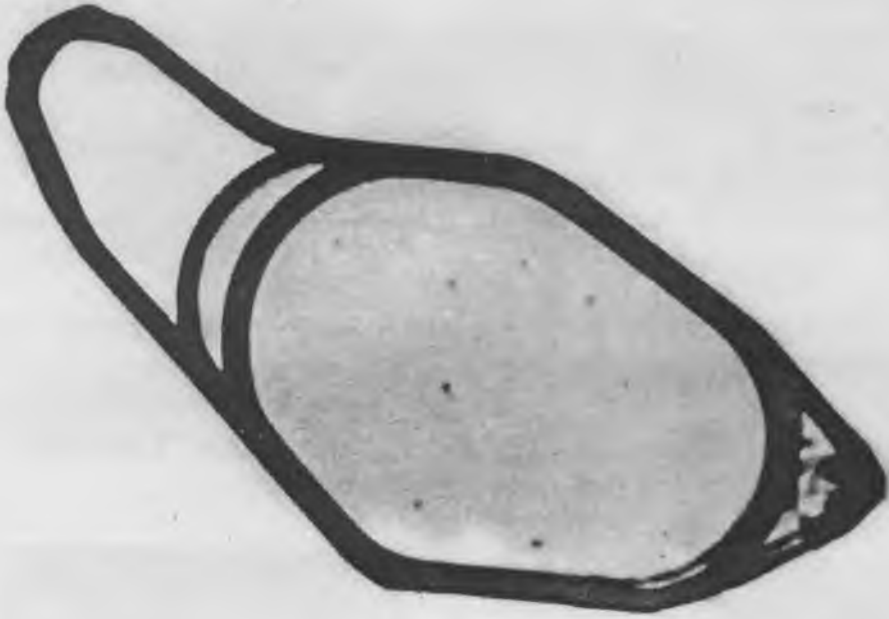
Fig. 22. Уплощенные газо-водно-углекислотные включения в
морионе камерных пегматитов Волыни.

- a-* $\Gamma_y + \mathcal{Ж}_y + \mathcal{Ж}_b + K;$
- b-* $\Gamma_y + \mathcal{Ж}_y + \mathcal{Ж}_b.$ (ув.300)

Flattened gas-water-carbonic acid inclusions in morion of the chambered
pegmatites of Volyn'.

- a-* $G_c + L_c + L_w + Cr.;$
- b-* $G_c + L_c + L_w(x300)$

Fig. 22



a



b

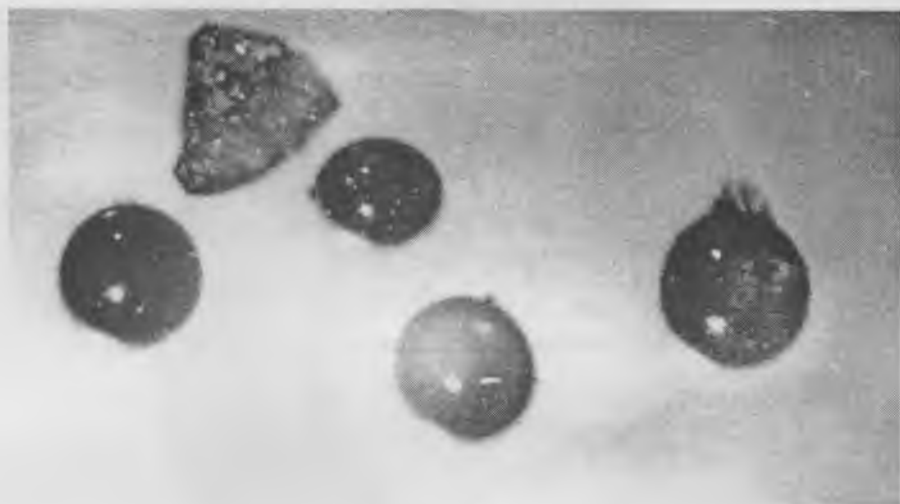
Fig. 23. Газовые включения в стеклах реголита, доставленных "Луной-16" (по Ю.А.Долгову и Н.А.Шугуровой).

- a-* общий вид стекловатых частичек из реголита "Луны-16";
- b-* зеленовато-желтая частичка стекла, содержащего по результатам адсорбционно-волюмометрического анализа газ состава (об.%) : 8-20% ($\text{H}_2\text{S}+\text{SO}_2+\text{NH}_3+\text{HCl}+\text{HF}$), 10-35% CO_2 , 10-35% H_2 , 40-80% (N+редкие газы);
- c-* темно-коричневый, плохо просвечивающий шарик диаметром 0,4 мм . Газовый пузырек (вверху) содержит 4,5% CO_2 и 95,5% H_2 ;
- d-* светло-коричневый шарик диаметром 0,4 мм с очень мелкими газовыми пузырьками, содержащими 52% ($\text{H}_2\text{S}+\text{SO}_2+\text{NH}_3+\text{HCl}+\text{HF}$), 32% CO_2 , 15% H_2 ;
- e-* светлый стеклянный шарик диаметром 0,3 мм с пузырьками газов того же состава как в (*b*).

Gas inclusions in the glasses of regolith supplied with "Luna-16"
(by Dolgov Yu.A. and Shugurova N.A.)

- a-* general review of the glassy particles from regolith of "Luna-16";
- b-* greenish yellow part of the glass contained gas of the content 8-20% ($\text{H}_2\text{S}+\text{SO}_2+\text{NH}_3+\text{HCl}+\text{HF}$), 10-35% CO_2 , 10-35% H_2 , 40-80% (N+ rare gases) according to results of absorption volumetric analysis;
- c-* dark brown, bad translucent ball of 0,4 mm diameter. Gas bubble (at the top) contains CO_2 - 4,5% and H_2 - 95,5%;
- d-* light brown ball of 0,4 mm diameter having fine gas bubbles containing ($\text{H}_2\text{S}+\text{SO}_2+\text{NH}_3+\text{HCl}+\text{HF}$) - 52%, CO_2 - 32%, H_2 - 15%;
- e-* light glass ball of 0,3 mm diameter having gas bubbles having the same content as (*b*)

Fig. 23



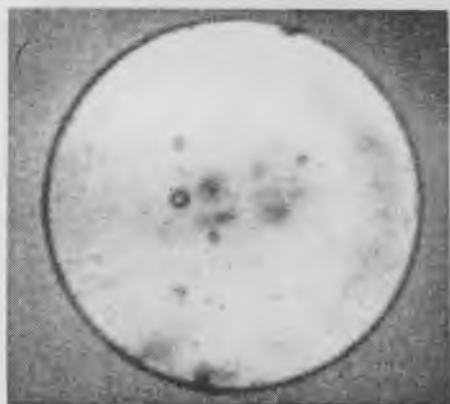
a



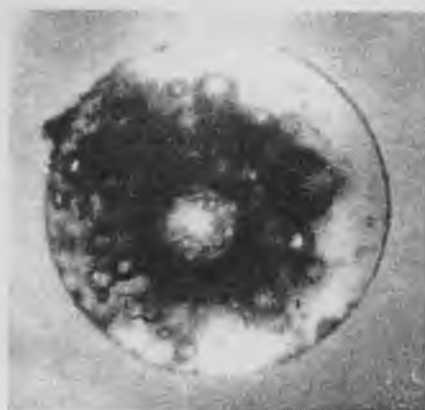
b



c



d



e

Fig. 24. Разновидности включений в тектитах (по Ю.А.Долгову).

- a-* вакуумированное включение в тектите (ув.100);
- b-* газовые пузырьки в лешательерите, заключенном в стекле тектита.

Varieties of inclusions in tektites (by Dolgov Yu. A.).

- a-* vacuumized inclusions in tektite (x100);
- b-* gas bubbles in lechatelierite contained in the tektite glass.

Fig. 24



a



b

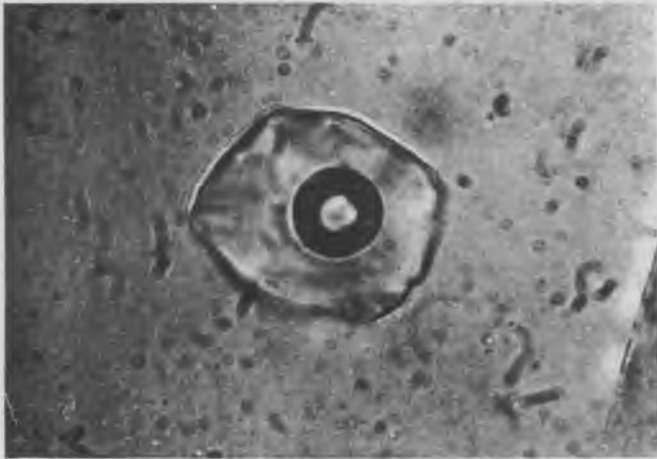
Fig. 25. Включения смешанных с воздухом газов в стекле импактитов метеорно-ударного происхождения из кратера Попигай (*a-c*) . Ув.100.

Gas inclusions mixed with air in the glass of impactites of the meteoric- impacted formation from the crater Popigai (*a-c*) (x100).

Fig. 25



a



b

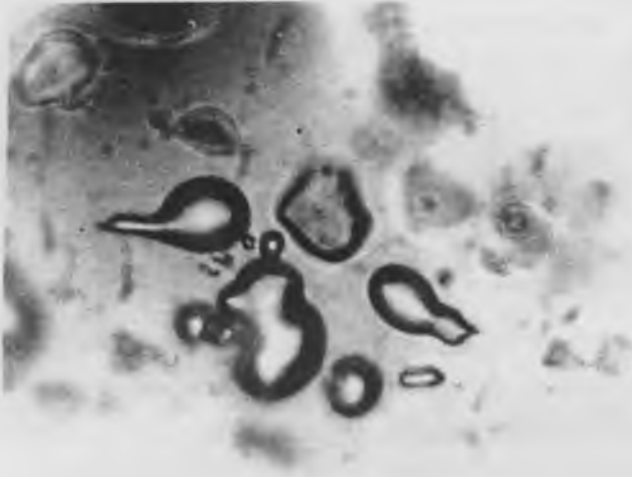


c

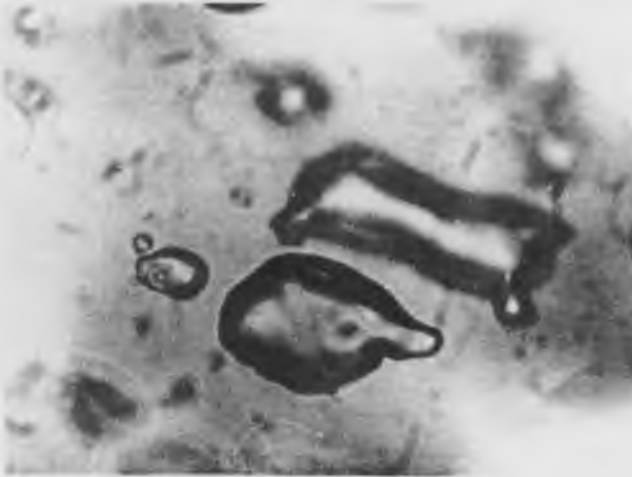
Fig. 26. Морфология газовых пузырьков в стекле импактитов метеорно-ударного происхождения из кратера Попигай (*a-c*)
Ув.100.

Morphology of the gas bubbles in the glass of impactites of the meteoric- impacted formation from the crater Popigai (*a-c*)
(x 100).

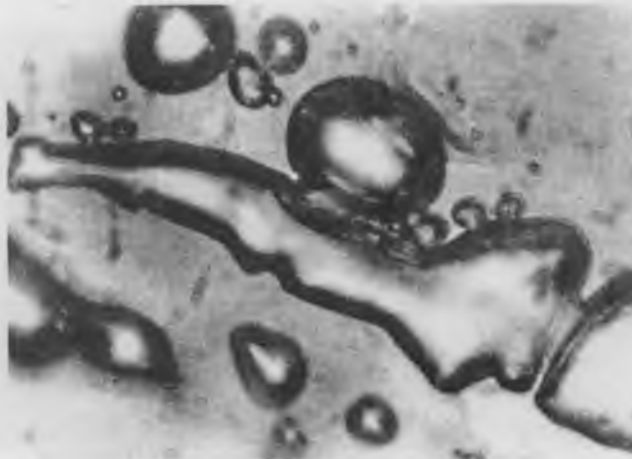
Fig. 26



a



b



c

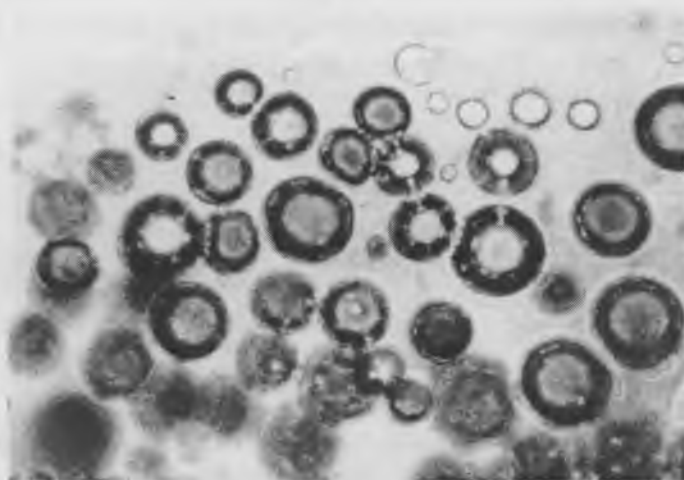
Fig. 27. Включения различного агрегатного состояния в стекле импактитов метеорно- ударного происхождения из кратера Попигай . Ув.100.

- a-* газовые (темные) и жидкие (светлые) сферические включения;
- b-* газовые (темные) и жидкие (светлые), затвердевшие (слева, внизу фото);
- c-* газовой-жидкое (в центре) и затвердевшие (справа) включения.

Inclusions of the different aggregate state in the glass of impactites of the meteoric- impacted formation from the crater Popigai (*a-c*) (x 100).

- a-* gas (dark(and liquid (light) spherical inclusions;
- b-* gas (dark(and liquid (light) solidified inclusions (to the left, below);
- c-* gas-liquid (in the center) and solidified (to the right) inclusions.

Fig. 27



a



b



c

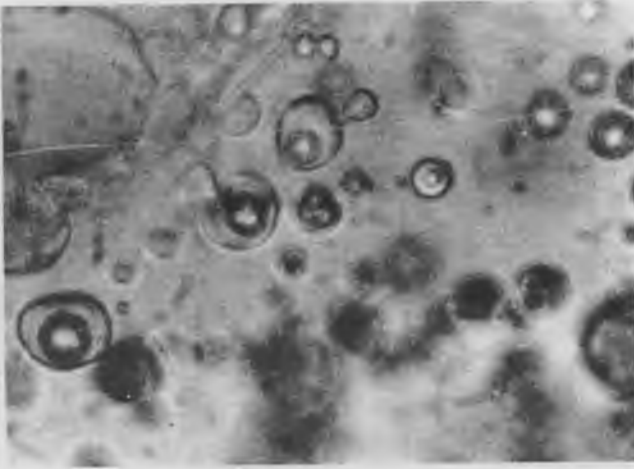
Fig. 28. Включения различного агрегатного состояния в стекле импактитов метеорно- ударного происхождения из кратера Попигай . Ув.100.

- a-* газово-жидкие, газовые и затвердевшие (слева вверху фото) включения;
- b-* газово-жидкие и газовые включения;
- c-* однофазовые жидкие включения сферической формы.

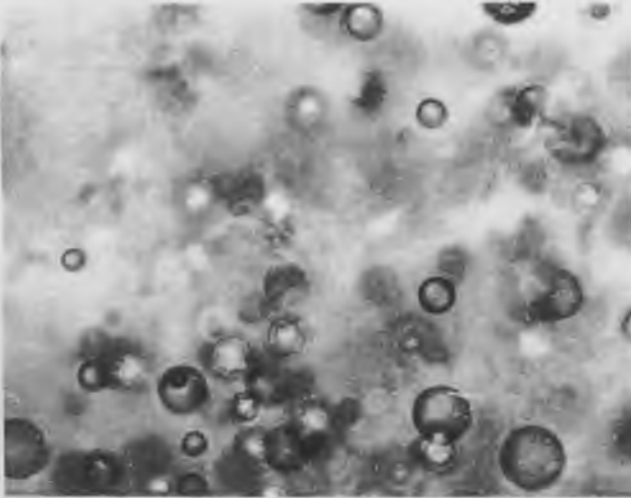
Inclusions of the different aggregate state in the glass of impactites of the meteoric- impacted formation from the crater Popigai (*a-c*) (x 100).

- a-* gas-liquid, gas and solidified (to the left at the top) inclusions;
- b-* gas-liquid and gas inclusions;
- c-* single-phased liquid spherical inclusions;

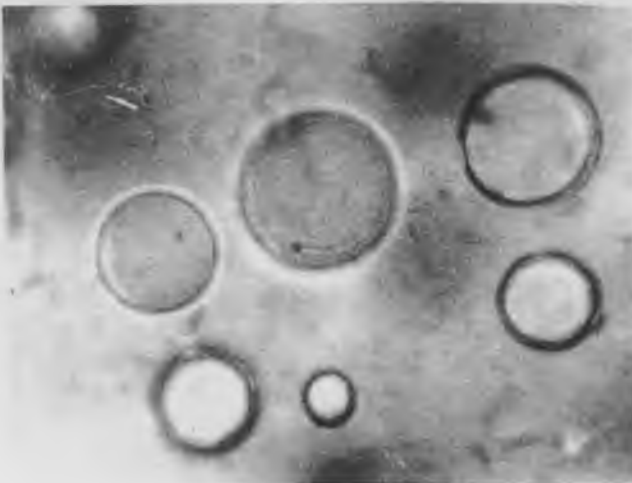
Fig. 28



a



b



c

Fig. 29. Эксгаляционные и воздушные газовые включения эндогенного и экзогенного происхождения.

- a-* вытянутые по направлению течения лавы пузырьки вулканических и воздушных газов в обсидианах Армении (ув.50);
- b-* фитогенные включения в янтарях Прибалтики. Справа – воздушный пузырек, слева – клещ третичного возраста, законсервированный в смолее (ув.50).

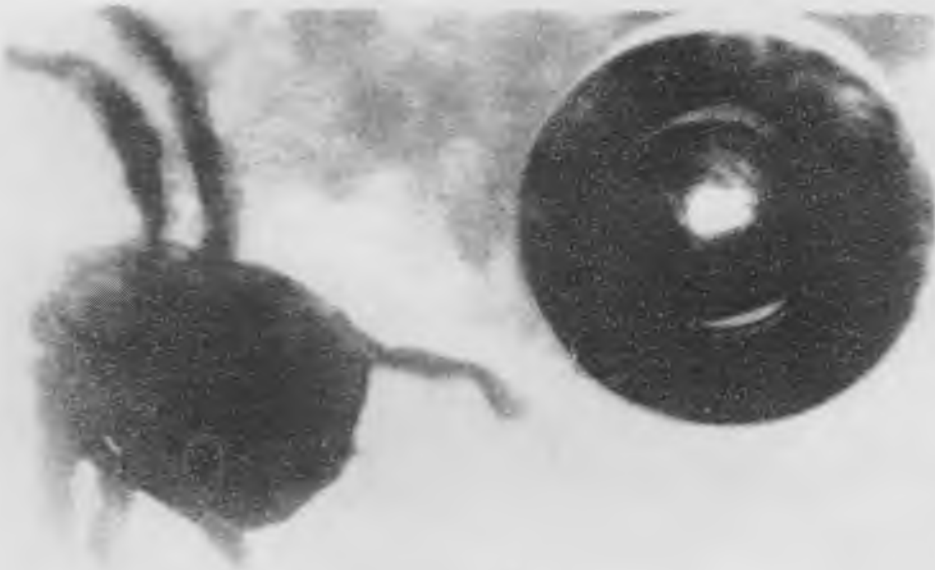
Exhaliation and air gas inclusions of the endogenic and exogenic formations.

- a-* stretched bubbles of the volcanic and air gases along the lava flow in the obsidians of Armenia (x50);
- b-* phytogenic inclusions in amber of Pribaltica. To the right – gas bubble, to the left – tick of the tertiary age closed in resin (x50).

Fig. 29



a



b

**ВКЛЮЧЕНИЯ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ РАСТВОРОВ.
INCLUSIONS OF THE HYDROTHERMAL SOLUTIONS.**

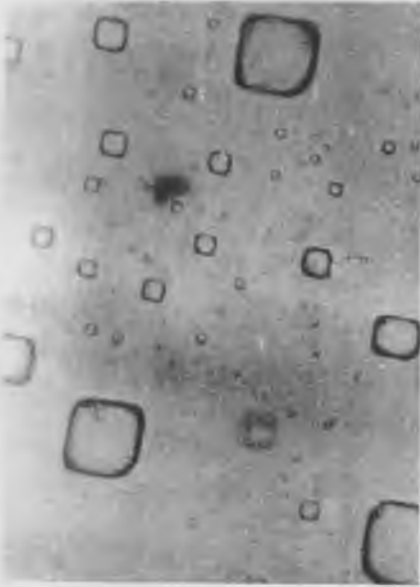
Fig. 30. Однофазовые включения вадозных растворов в галите
(месторождение Величка, Польша).

- a-* включение в форме негативного кристалла;
- b-* изометричные и вытянутые включения (ув.300);
- c-* включения по зонам роста в кристалле галита (ув.100).

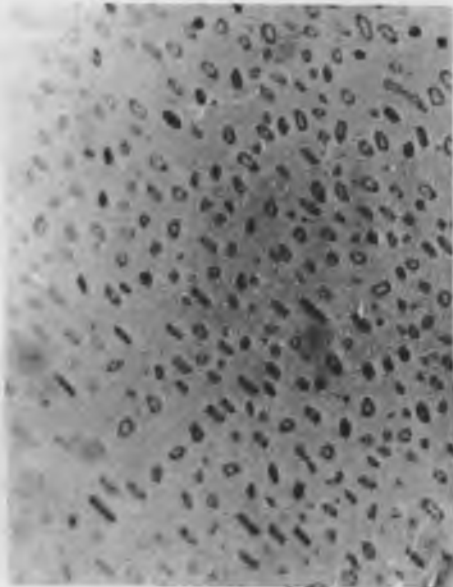
.Single-phased inclusions of the vadose solutions in halite (the deposit
Velichka, Poland).

- a-* inclusion in the shape of negative crystal;
- b-* isometric and stretched inclusions (x300);
- c-* inclusions to the growth regions in halite crystal (x100).

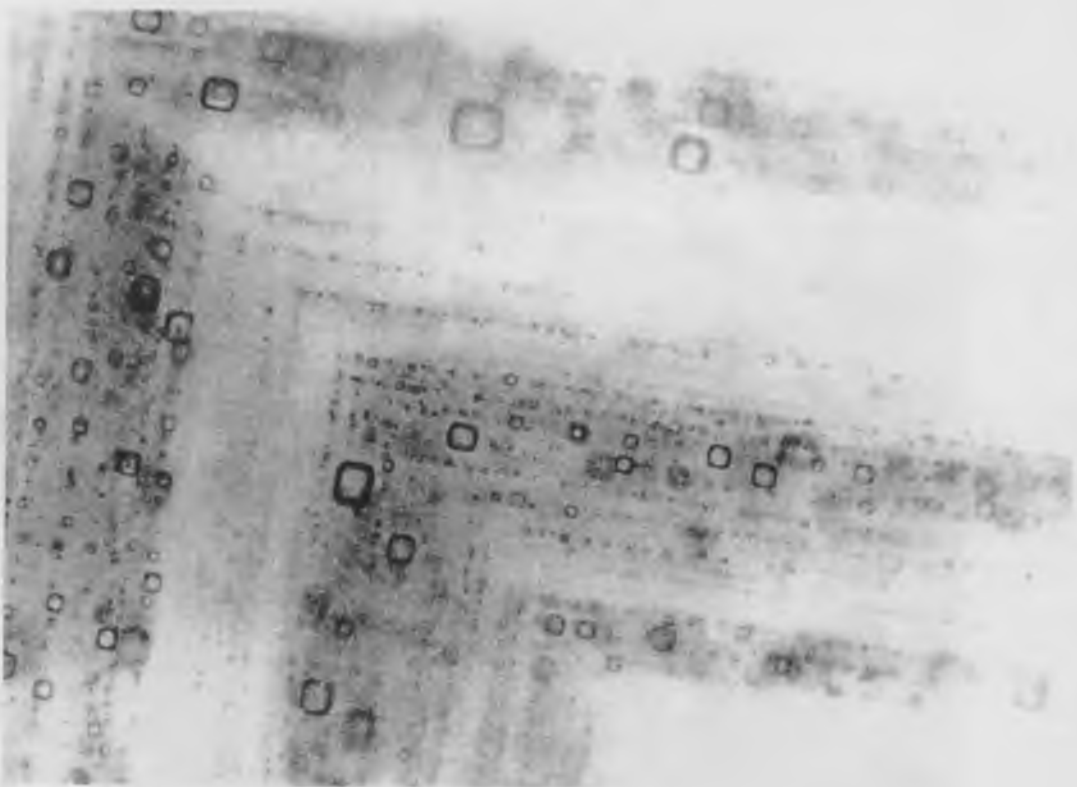
Fig. 30



a



b



c

Fig. 31. Двухфазовые включения различной морфологии.

- a-* включение в исландском шпате (Восточная Сибирь) (ув.300);
- b-* включение во флюорите с рельефными стенками вакуоли (ув.300);
- c-* первично-вторичные включения во флюорите (Казахстан) (ув.150).

Two-phased inclusions of the different morphology.

- a-* inclusion in the Iceland spar (the Eastern Siberia) (x300);
- b-* inclusion in fluorite having the bold walls of vacuole (x300);
- c-* primary-secondary inclusions in fluorite (Kazakhstan) (x150)

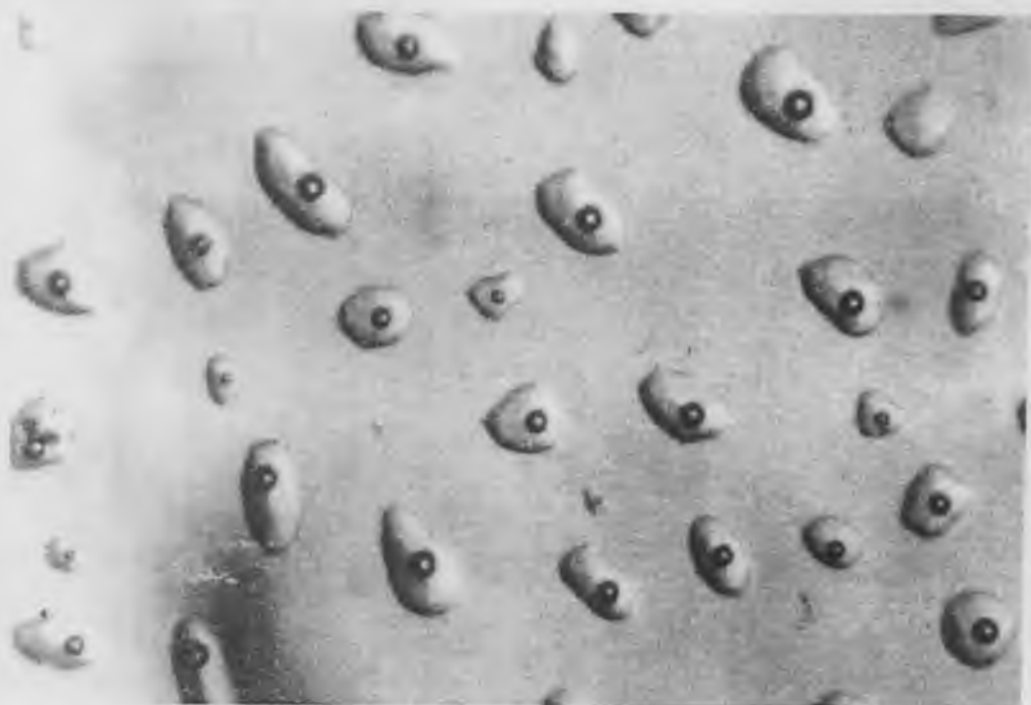
Fig. 31



a



b



c

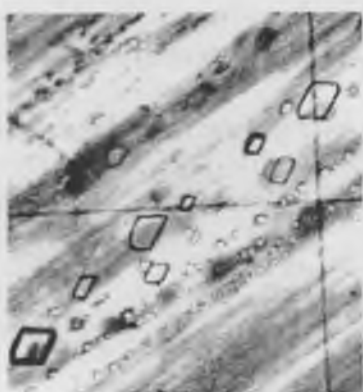
Fig. 32. Включения жидких истинных водных растворов.

- a-* однофазовые жидкие холодноводные включения в гипсе с Ширецкого месторождения, ув.90;
- b-* то же в галите месторождения Величка, Польша, ув.160;
- c-* жидкое двухфазовое включение с малым объемом газа (пара) в низкотемпературном гидротермальном кальците с Вилюя (Сибирь), ув. 35;
- d-* жидкое двухфазовое включение в низкотемпературном флюорите из пегматитов Центрального Казахстана, ув. 300;
- e-* то же в горном хрустале из кварцевых жил Дагестана, ув.330;
- f-* объемные двухфазовые жидкие включения в среднетемпературном кварце, ув. 135.

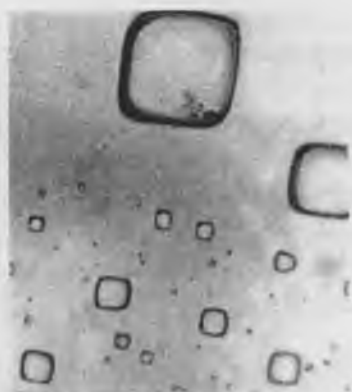
Inclusions of the liquid veritable aqueous solution.

- a-* single-phased liquid cold- aqueous inclusions in gypsum from the deposit Shiretzky, x90.
- b-* the same in halite from the deposit Velichka, Poland, x160;
- c-* liquid two-phased inclusion having a small volume of gas (evaporation) in the hydrothermal calcite of the low temperature from Vilyui (Siberia) (x35);
- d-* liquid two-phased inclusion in fluorite of the low temperature from pegmatites of the Central Kazakhstan (x300);
- e-* the same in the rock crystal from the quartz veins of Daghestan, x330;
- f-* volume two-phased liquid inclusions in quartz having average temperature (x135).

Fig. 32



a



b



c



d



e



f

Fig. 33. Жидкие многофазовые включения концентрированных минералообразующих растворов.

- a-* трехфазовое жидкое водное включение в кварце Памира состава Ж(Г + К₁), ув.300;
- b-* многофазовое жидкое водное включение в кварце пегматитов Центрального Казахстана Ж(Г + К₁ + К₁), ув.135;
- c-* многофазовое включение водного рудоносного раствора во флюорите Кента состава Ж(Г + К₁ + К₁ К_р), ув.135;

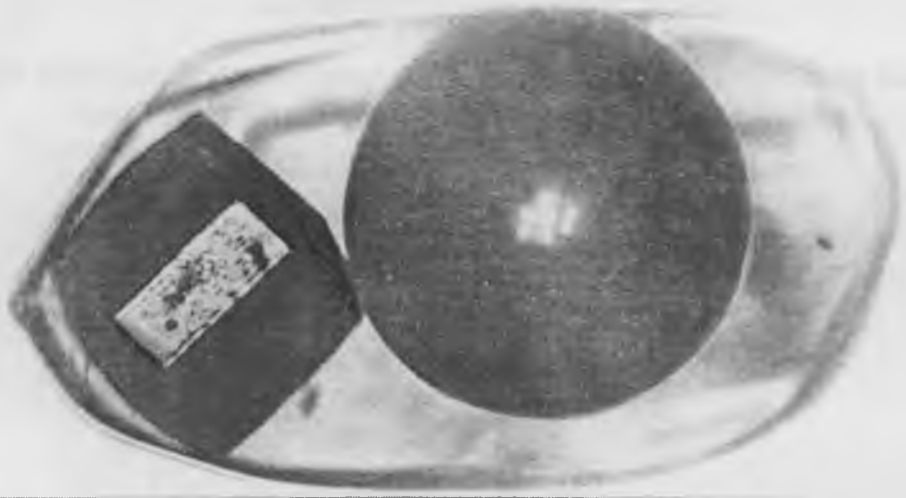
Кубический кристаллик во всех включениях - галит.

Liquid multi-phased inclusions of the concentrated mine-ral forming solutions.

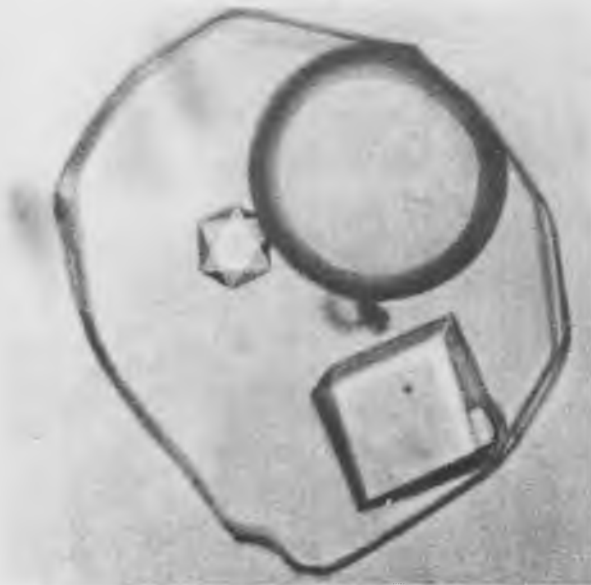
- a-* three-phased liquid aqueous inclusions in quartz of Pamir.
Content: L(G+Cr._e), (x300);
- b-* multi-phased liquid aqueous inclusions in quartz of pegmatites of the Central Kazakhstan , L(G+ Cr._e +Cr._h), (x 135);
- c-* multi-phased inclusions of the aqueous ore bearing solution in fluorite from Kent.
Content: L(G+ Cr._e +Cr._h +Cr._o), (x135);

There is halite as the cubic crystal in all inclusions.

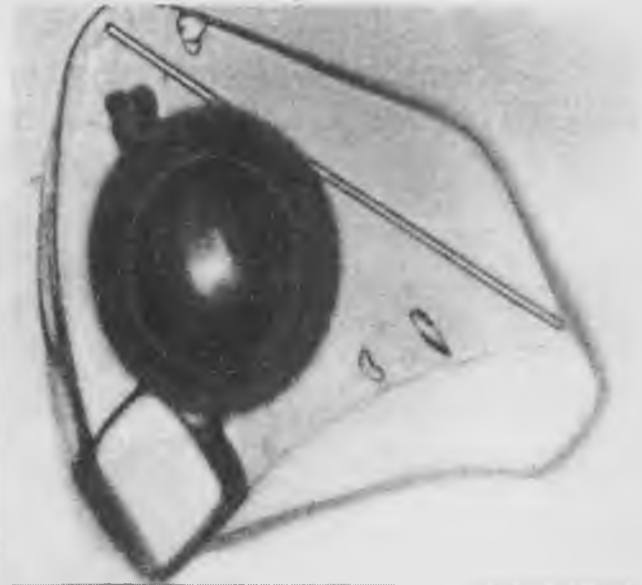
Fig. 33



a



b



c

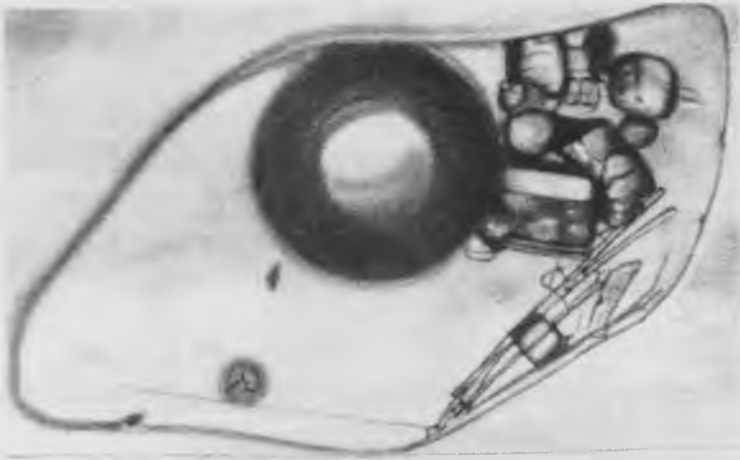
Fig. 34. Жидкие многофазовые включения концентрированных и высококонцентрированных гидротермальных рудных растворов состава Ж(Г + К_г + К_г К_р).

a- b - во флюорите Центрального Казахстана, ув. 135;
c - в морионе Волыни, ув. 300.

Liquid multi-phased inclusions of the concentrated and high concentrated hydrothermal ore solutions of the content
L (G+ Cr._e +Cr._h +Cr._o)

a- b -in fluorite of the Central Kazakhstan, (x135);
c - in morion from Volyn', (x300).

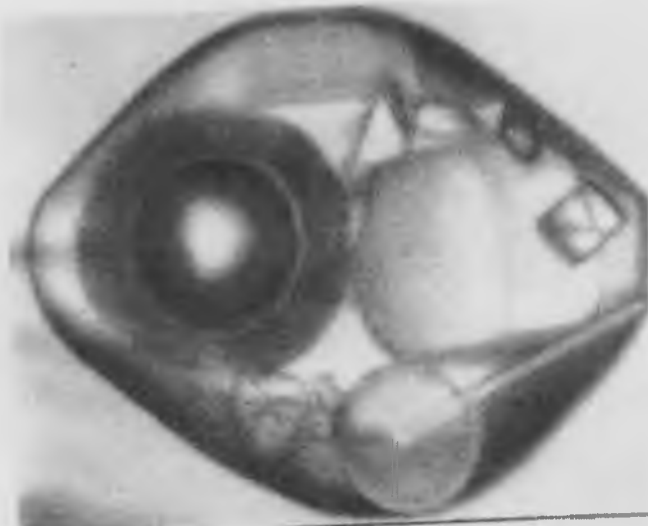
Fig. 34



a



b



c

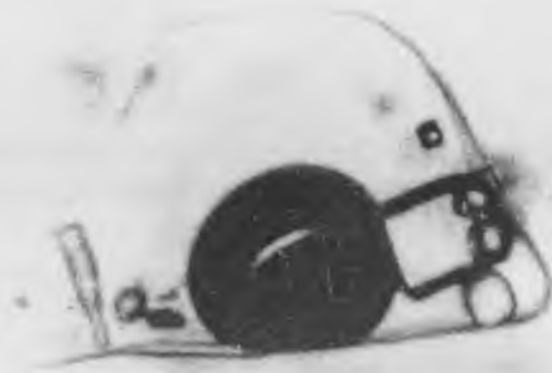
Fig. 35. Жидкие многофазовые включения гидротермальных высококонцентрированных растворов (ув.300).

- a-* включение во флюорите камерных пегматитов Центрального Казахстана;
- b-* включение в берилле из пегматитов Волыни;
- c-* включение с рудным минералом во флюорите камерных пегматитов Центрального Казахстана.

Liquid multi-phased inclusions of the hydrothermal high concentrated solutions (x300).

- a-* inclusion in fluorite of the chambered pegmatites of the Central Kazakhstan;
- b-* inclusion in beryl from pegmatites of Volyn';
- c-* inclusion having ore mineral in fluorite of the chambered pegmatites of the Central Kazakhstan.

Fig. 35



a



b



c

Fig. 36. Многофазовое включение с жидкой углекислотой в горном хрустале (Памир). Крупный кристалл - галит, ув. 300.

Multi-phased inclusions having the liquid carbon dioxide in the rock crystal (Pamir). The big crystal is halite, (x300).

Fig.36



Fig. 37. Смешанные и сложные водно-углекислые включения гидротермальных солевых растворов.

- a-* типичные "кокардовые" включения в кварце гидротермальных жил Южного Урала, ув. 220;
- b-* то же из Центрального Казахстана, ув. 300;
- c-* четырехфазовые углекисловодные включения в топазе пегматитов Волыни, ув. 300;
- d-* то же в горном хрустале с Памира, ув. 220.

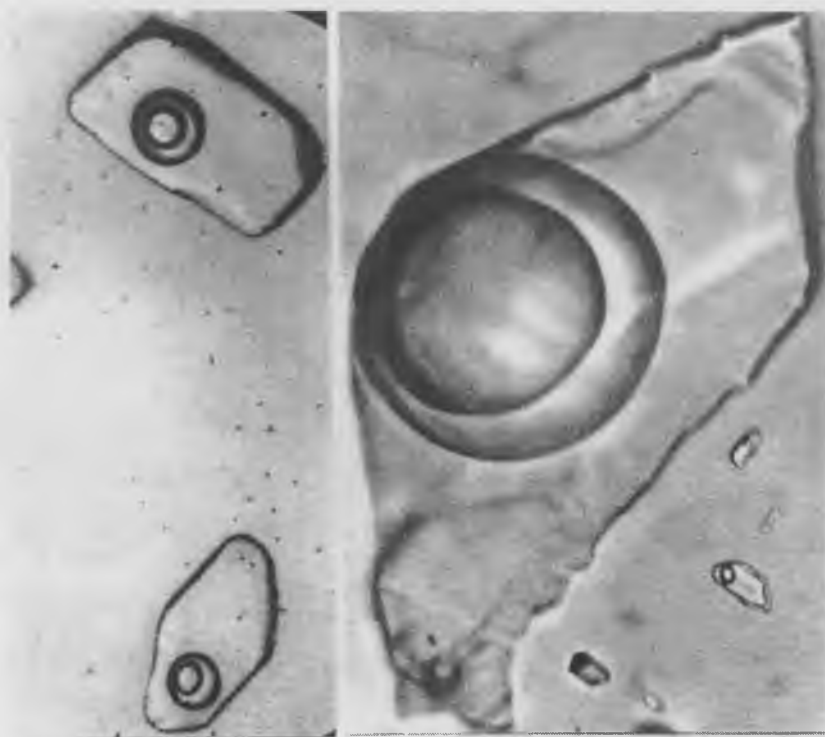
Минерал-узник везде - галит.

Mixed and complicated carbonic inclusions of the hydro-thermal salt solutions.

- a-* typical "cocarde" inclusions in quartz of the hydrothermal veins of the South Ural, (x220);
- b-* the same from the Central Kazakhstan (x300);
- c-* four-phased carbon-aqueous inclusions in topaz of the Volyn' pegmatites, (x300);
- d-* the same in the rock crystal from Pamir, (x220).

There is halite as a prisoner-mineral everywhere.

Fig. 37

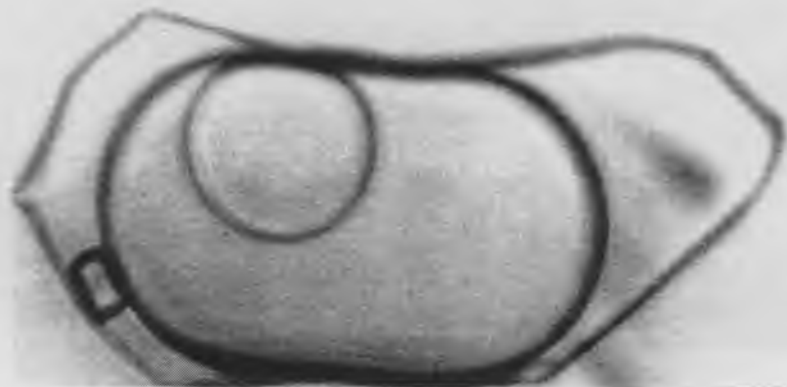


a

b



c



d

**ВКЛЮЧЕНИЯ КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ
INCLUSIONS OF THE COLLOIDAL SOLUTIONS.**

Fig. 38. Коллоидное включение в халцедоне с месторождения
исландского шпата в Восточной Сибири.

Жидкая фаза образовалась в результате синерезиса силикогеля. На стенках
вакуоли чешуйчатый узор, ув. 500.

Colloidal inclusions in chalcedony from the deposit of the Iceland spar in
the Eastern Siberia.

Liquid phase was formed as a result of the silica gel syneresis. There is a scaly
pattern on the vacuole walls, (x500).

Fig. 38



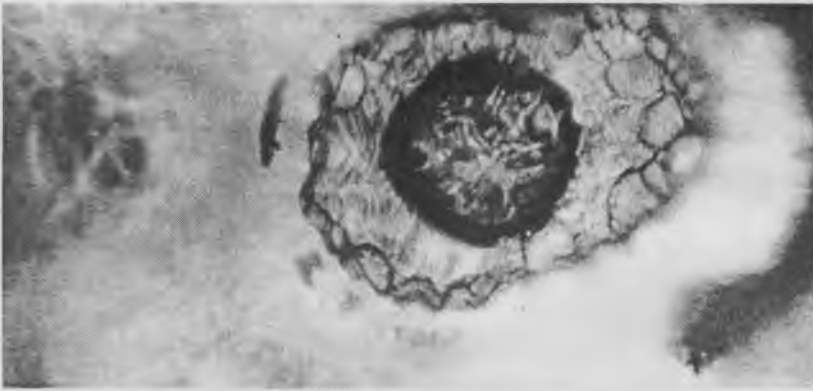
Fig. 39. Коллоидные включения в корках халцедонов гнездового заполнения месторождений исландского шпата Восточной Сибири.

- a-* включение синеретического водного раствора, обособившегося вследствие центростремительной диффузии из окружающего сферического участка силикогеля, справа оконтуренного гидроокислами железа (темное). В центре газовый пузырек сжатия жидкости включения. Стенки вакуоли несут специфический чешуйчатый узор наподобие граней, ув. 220;
- b-* такое же шарообразное включение, вокруг которого намечается сферическая ритмичность в строении кремнезема. Стенки имеют "бляшечный" микрорельеф. ув.220.
- c-* аналогичное шарообразное включение жидкости с газовым пузырьком сжатия. На стенках вакуоли микрорельеф, сходный с рельефом "шагреновой кожи", ув. 220.

Colloidal inclusions in the chalcedony crust of the cluster filling of the deposit of the Iceland spar of the Eastern Siberia.

- a-* inclusion of the syneretic aqueous solution separated owing to the centripetal diffusion from the surrounding spherical area of silica gel. It's outlined with the hydrous ferric oxide (dark). There is a gas bubble of the inclusion compressed liquid in the center. Vacuole walls have a spherical scaly pattern as faces (x220);
- b-* the same ball-shaped inclusion which a spherical rhythm is projected in the silicon structure around. The wall have "plate-shaped" micro relief. (x220);
- c-* analogous ball-shaped inclusion of liquid having gas bubble of compression. There is a micro relief on the vacuole walls. It looks like "shagreen leather", (x220).

Fig. 39



a



b



c

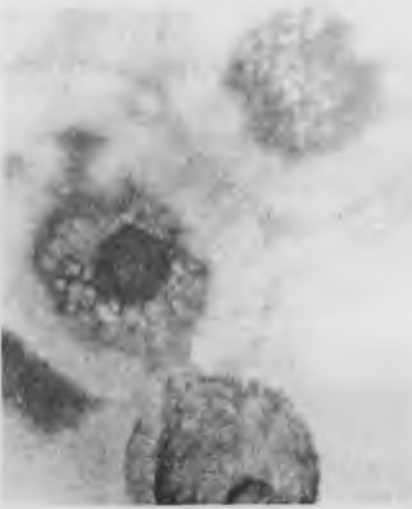
Fig. 40. Морфологические разновидности коллоидных включений в халцедоне с месторождения исландского шпата (Сибирь). Ув. 150.

- a-* сдвоенное гантелеобразное включение с одним газовым пузырьком;
- b-* наложение включения одного на другое;
- c-* включение из двух "слипшихся" образований;
- d-* сферическое включение с большой газовой фазой и зоной из твердых частиц, опоясывающей включение.

Morphological varieties of the colloidal inclusions in chalcedony from the deposit of the Iceland spar (Siberia), (x150).

- a-* double dumb-bell-shaped inclusion having one gas bubble;
- b-* inclusions superposition (one on another);
- c-* inclusion of two "stuck" together formations;
- d-* spherical inclusion having a big gas phase and the zone of the solid particles belted inclusion.

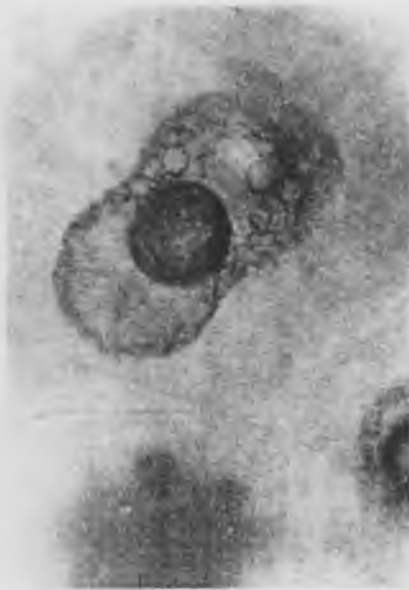
Fig.40



a



b



c



d

**МОРФОЛОГИЯ МИНЕРАЛОВ-УЗНИКОВ.
MORPHOLOGY OF THE PRISONER-MINERALS.**

Fig. 41. Уплощенное многофазное включение в топазе из камерных пегматитов Волыни.

Крупный кристалл слева внизу - галит, ув. 500.

Flattened multi-phased inclusion in topaz of the chambered pegmatites of Volyn'.

There is halite as a big crystal at the left below., (x500).

Fig. 41

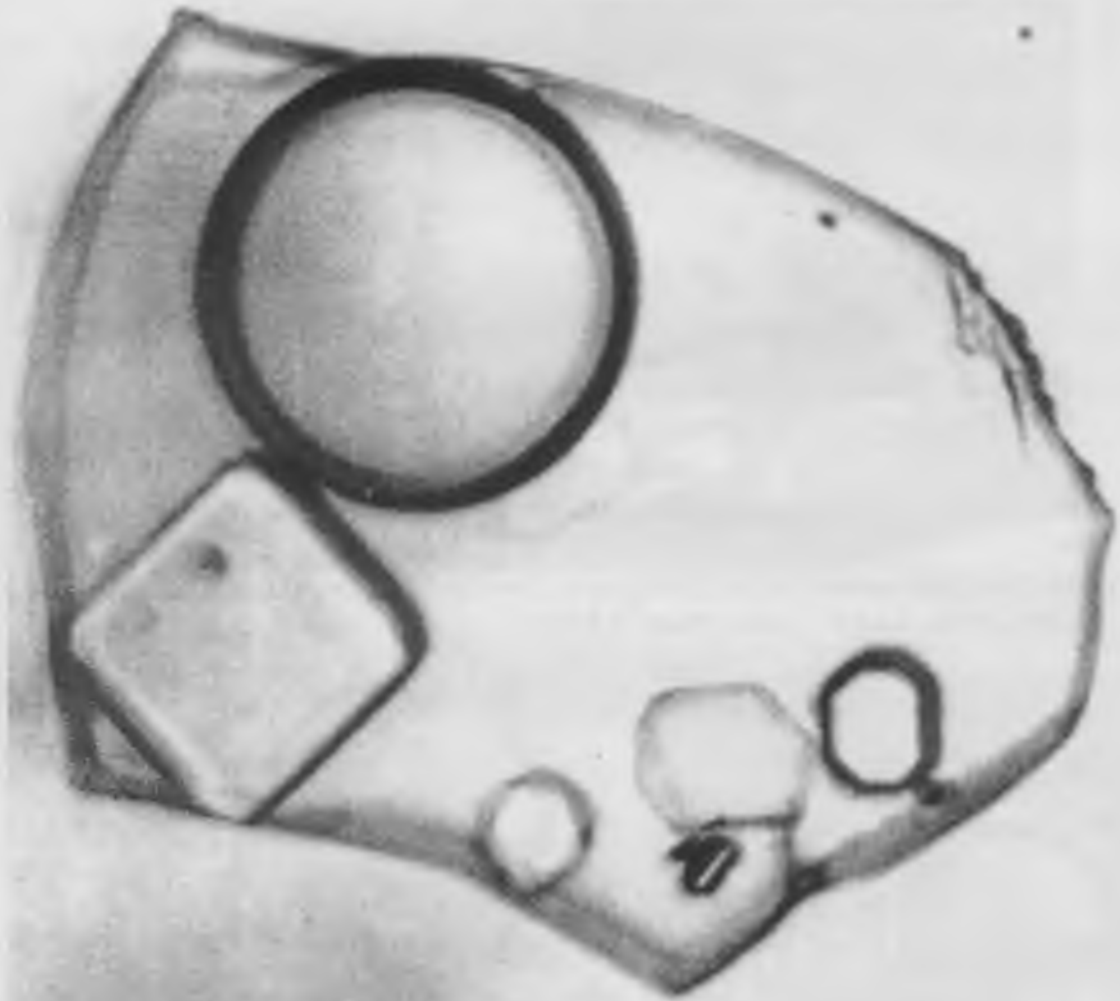


Fig. 42. Включения расплавов-рассолов во флюорите
(W-Mo месторождение Тырныауз, Кавказ).

- a-* полированная пластинка флюорита с крупными многофазовыми включениями (размер включений 1 мм);
- b-* *c* - те же включения, ув. 100, Соотношения компонентов во включениях : газ- 14-16%, рассол - 12-15%, твердая фаза - 65-70%.

Inclusions of the melt-brines in fluorite
(W-Mo the deposit Tyrnyauz, the Caucasus).

- a-* polished plate of fluorite having the big multi-phased inclusions (inclusion size is 1mm);
- b-* *c*– the same inclusions, (x100).Relation of the components in inclusions are gas- 14-16%, brine-12-15%, solid phase –65-70%.

Fig. 42



a



b



c

Fig. 43. Включения расплавов-рассолов с рудными минералами во флюорите (Тырныауз, Кавказ).

- a-* рудные минералы, справа вверху и слева внизу. Ув. 300;
- b-* рудный минерал слева внизу, ув. 300.

Inclusions of the melt-brines having ore minerals in fluorite (Tyrnyauz, the Caucasus).

- a-* ore minerals, to the right at the top and to the left at the bottom, (x300);
- b-* ore mineral is to the left at the bottom, (x300);

Fig. 43



a



b

Fig. 44. Многофазовое включение во флюорите из месторождения Тырнауз.

- a-* микрофотография, ув. 120;
- b-* состав включения: 1- рассол, 2- газ, 3- кальцит, 4- апатит(?), 5- галит, 6- сильвин, 7- магнетит, 8- анкерит, 9-11 - не определенные минералы.

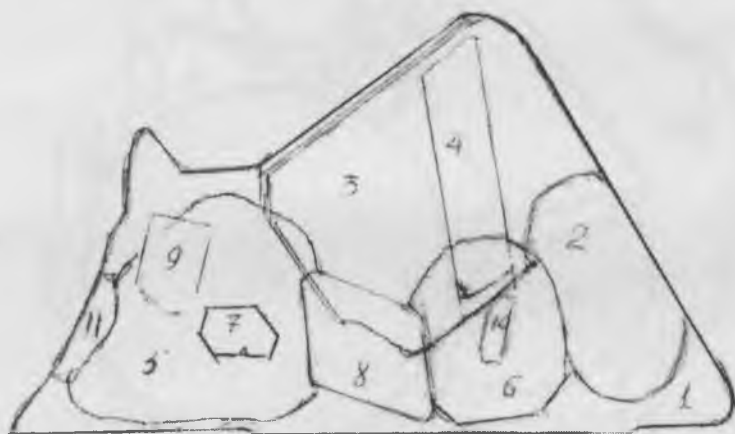
Multi-phased inclusion in fluorite of the deposit Tyrnyauz,

- a-* micro photo, (x120);
- b-* content of inclusion: 1-brine, 2-gas, 3-calcite, 4-apatite (?), 5-halite, 6-sylvite, 7-magnetite, 8-ankerite, 9-11 – not fixed minerals.

Fig. 44



a



b

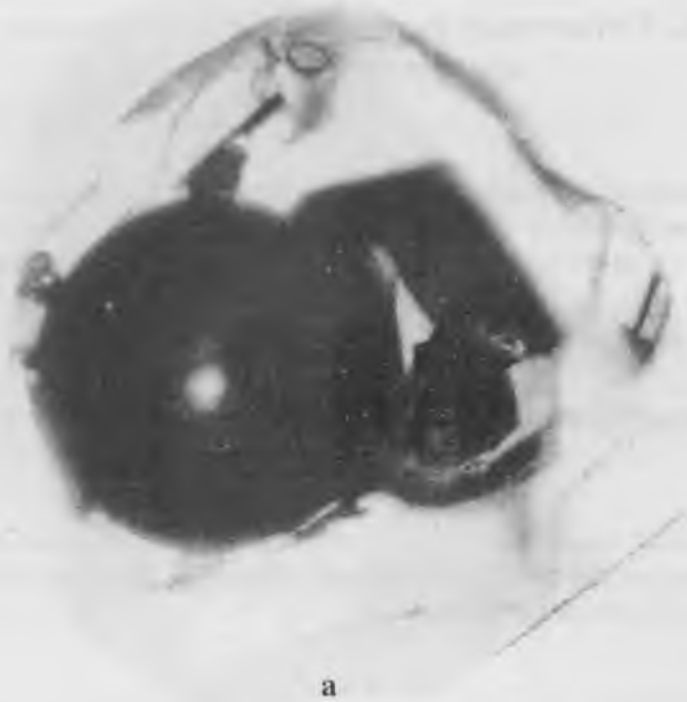
Fig. 45. Кристалло - жидкое включение во флюорите из пегматитов Бектаута.

- a-* микрофотография, ув. 120;
- b-* интраминералогия того же включения: 1- галит, 2- сильвин, 3- гематит, 4- ортохлорит (пеннин?), 5- альбит, 6- кварц, 7- рутил, 8- циркон, 9- мусковит (серицит), 10- ставролит(?), 11- сфен, 12 - неопределенные рудные минералы.

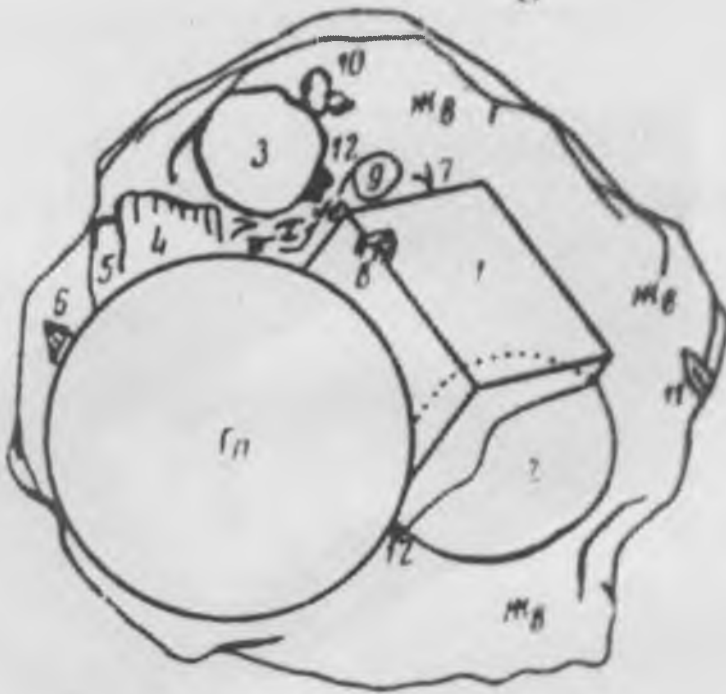
Crystal-liquid inclusion in fluorite from the Bektaut. pegmatites.

- a-* micro photo, (x120);
- b-* intramineralogy of the same inclusion: 1- halite, 2- sylvite, 3- hematite, 4- orthochlorite (pennine?), 5-albite, 6-quartz, 7-rutile, 8-zircon, 9-muscovite (sericite), 10-staurolite (?), 11-sphene, 12 - not fixed ore minerals.

Fig. 45



a



b

**ВКЛЮЧЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ В МИНЕРАЛАХ.
HYDROCARBON INCLUSIONS IN MINERALS.**

Fig. 46. Первичные включения углеводородов в кристаллах кварца (Кавказ) (*a-b*). Ув. 10.

По внешнему виду и соотношению фаз эти включения похожи на обычные включения водных растворов, но при воздействии на них ультрафиолетовым облучением жидкая фаза включений люминесцирует.

Primary inclusions of hydrocarbons in quartz crystals
(the Caucasus) (*a-b*), (x10).

According to semblance and relation of phases these inclusions alike the common ones of the aqueous solutions. But when they are effected by ultraviolet light, the liquid phase is luminescing.



Fig. 46



a



b

Fig. 47. Абиогенные элементоорганические соединения во включениях в эвдиалитах щелочных интрузивных пород Хибинского массива (по С.В.Икорскому).

- a-* кристаллы сернисто-битумного вещества на стенках включения в проходящем свете, ув. 440;
- b-* то же в скрещенных николях;
- c-* газовое включение синтетических углеводородов, ув. 980;
- d-* то же в сине-фиолетовых лучах;
- e-* включение с жидким битумом в проходящем свете, ув. 200;
- f-* то же в сине-фиолетовых лучах.

Abiogenic elementoorganic combinations in inclusions in eudialytes of the alkaline intrusive rocks of the Khibin massive (by Ikorsky S.V.).

- a-* crystals of the sulphur- bitumen substance on the inclusion walls in the transmitted light, (x440);
- b-* the same in the crossed nicols;
- c-* gas inclusions of the synthetic hydrocarbons, (x980);
- d-* the same in the blue-violet rays;
- e-* inclusions having liquid bitumen in the transmitted light, (x200);
- f-* the same in the blue-violet rays.

Fig. 47



a



b



c



d



e



f

Fig. 48. Включения нефти во флюорите из месторождения
Кох-и-Маран.

Кольцеобразная форма заполнения включения связана со своеобразием взаимоотношения нефти и водного раствора в замкнутом микрообъеме:

1 - газ, 2 - светло-коричневая жидкость, 3 - водный раствор, ув. 300.

Oil inclusions in fluorite of the deposit Koh-and-Maran.

Annular shape of inclusion filling is bound up with the peculiarity of interrelation oil to aqueous solution in the locked micro volume:

1-gas, 2- light brown liquid, 3- aqueous solution, (x300).

Fig. 48

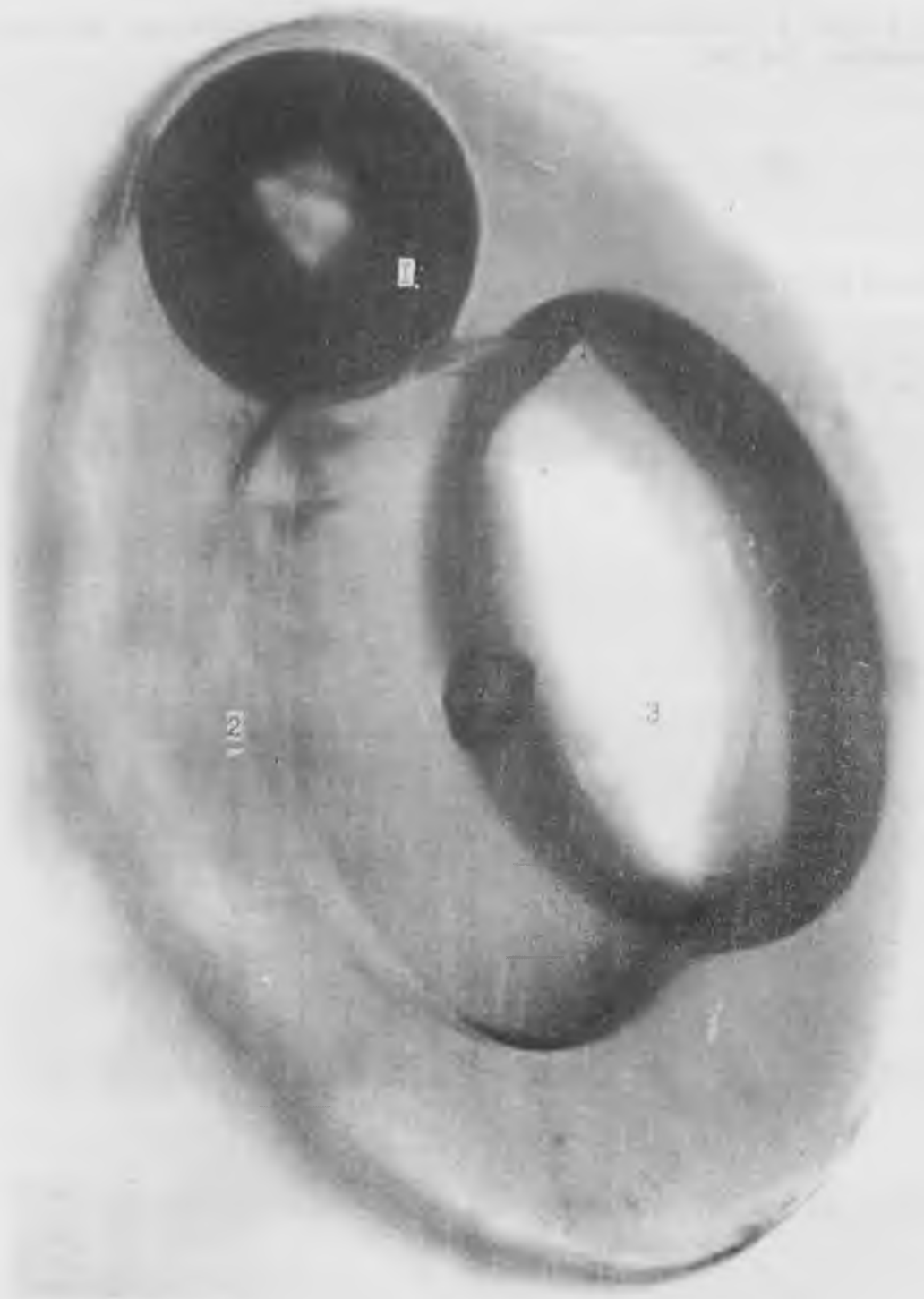


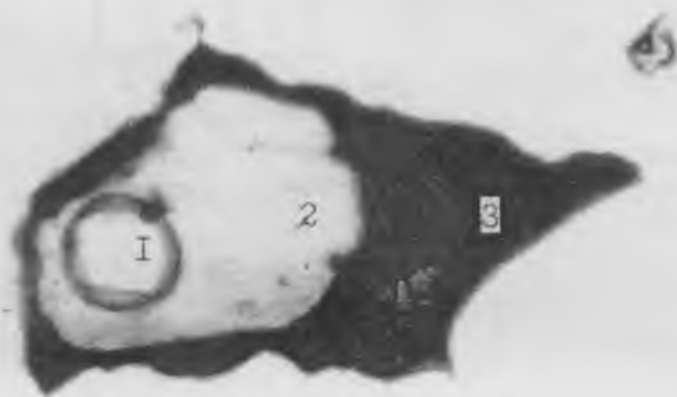
Fig. 49. Включения нефти и битумов в горном хрустале Алдана из хрусталеносных месторождений архея (*a - b*).

1 - газ, 2 - светло-коричневая жидкость, 3 - затвердевшее битумное вещество (ув.150).

Oil and bitumen inclusions in the rock crystals of Aldan from the Archean crystal bearing deposits (**a-b**).

1-gas, 2- light brown liquid, 3- solidified bitumen substance , (x150).

Fig. 49



a



b

Fig. 50. Комбинированные включения в горном хрустале Алдана (a-b).

1 - газ, 2 - светло-коричневая жидкость, 3 - затвердевшее битумное вещество, 4 - водный раствор, 5 - кристаллик галита, 6 - капли темно-коричневой жидкости; (ув. 150).

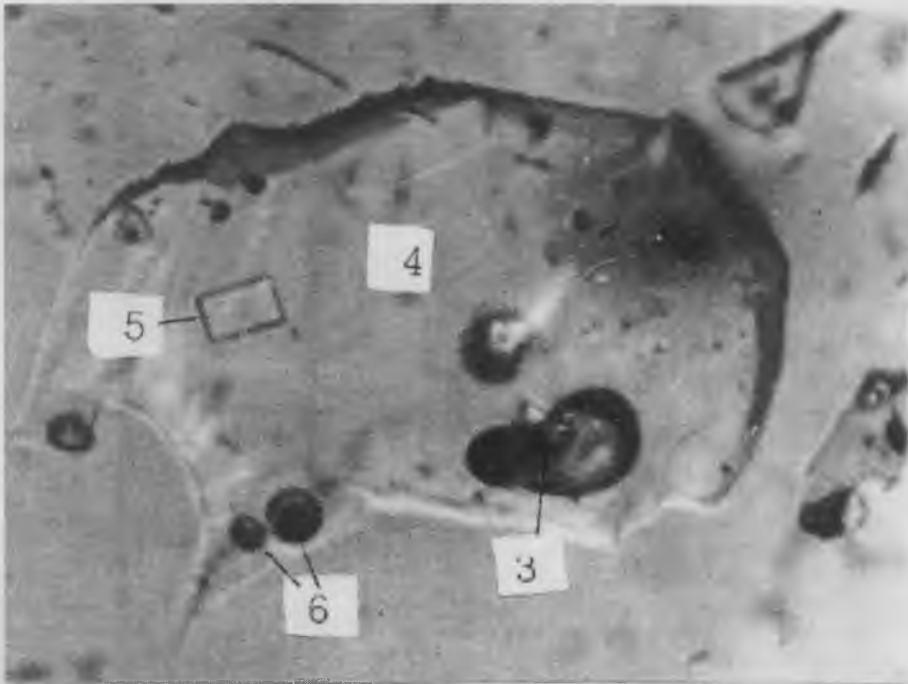
Combined inclusions in the rock crystals of Aldan (a-b)

1-gas, 2- light brown liquid, 3- solidified bitumen substance, 4- aqueous solution, 5- halite crystal, 6- drops of the dark brown liquid (x150).

Fig. 50



a



b

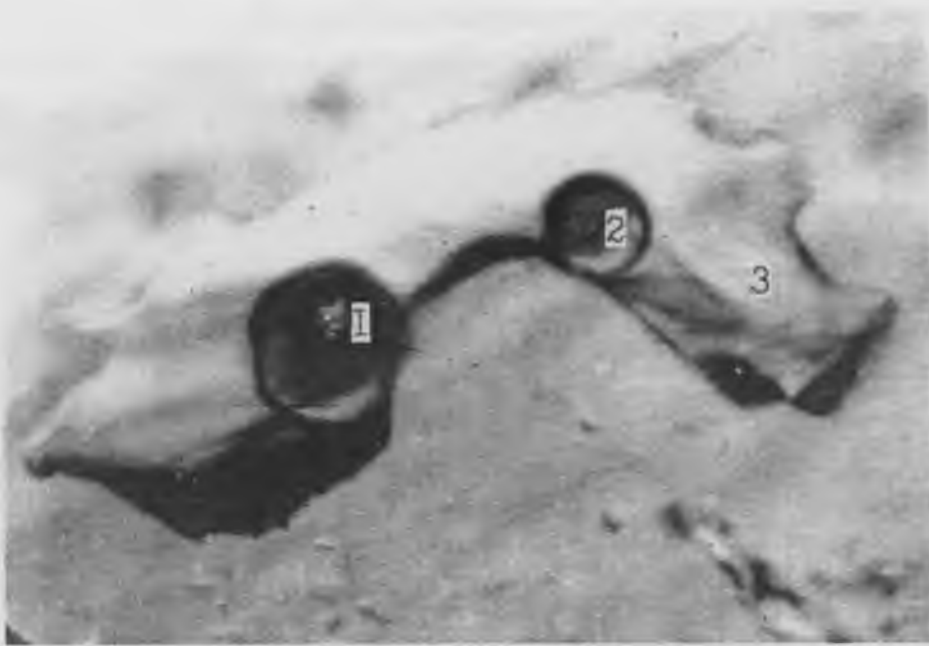
Fig. 51. Комбинированные включения в горном хрустале Алдана.

- a-* 1- газ, 2 - капли темно-коричневой жидкости, 3 - водный раствор (ув. 150);
- b-* полифракционное включение: 1- газ, 2 - светло-коричневая жижкость, 3 - темно-коричневая жидкость, 4 - водный раствор, 5 - капли темно- и светло-коричневой жидкости (ув. 150).

Combined inclusions in the rock crystals of Aldan.

- a-* 1-gas, 2 - drops of the dark brown liquid, 3- aqueous solution (x150);
- b-* polyfractional inclusion: 1-gas, 2- light brown liquid, 3- dark brown liquid, 4- aqueous solution, 5- drops of the dark and light brown liquid (x150).

Fig. 51



a



b

Fig. 52. Включения углеводородов горном хрустале Алдана.

- a*- включение битума с ячеистой структурой (ув.150);
- b*- часть крупного включения : 1 - водный раствор, 2 - пластинки твердого битума (ув.150).

Hydrocarbons inclusions in the rock crystals of Aldan.

- a*- bitumen inclusion having the cell texture (x150);
- b*- part of the big inclusion: 1- aqueous solution, 2- plates of the hard bitumen (x150).

Fig. 52



a



b

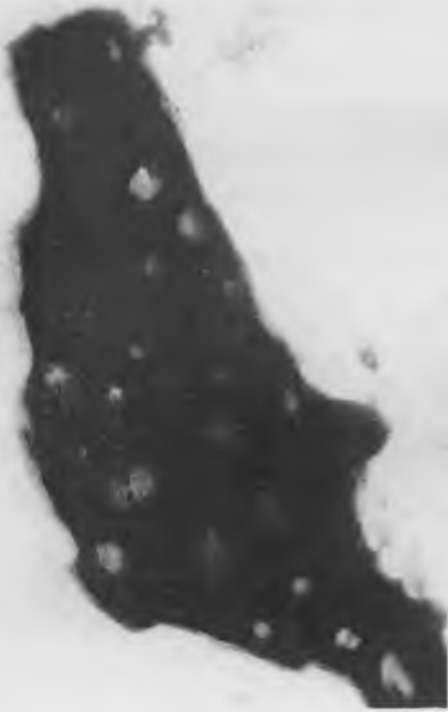
Fig. 53. Разновидности включений битумов в горном хрустале Алдана.

- a*- включение содержит аморфное вещество светло-коричневой окраски, (ув.150);
- b*- часть крупного включения, ячеистая структура;
- c*- *d* - части крупных включений, пластинки твердого битума темно-коричневой окраски, (ув.150).

Varieties of the bitumen inclusions in the rock crystals of Aldan.

- a*- inclusion contains an amorphous substance of the light brown colour (x150);
- b*- part of the big inclusion, cell texture
- c*- *d* parts of the big inclusions, plates of the hard bitumen of the dark brown colour (x150);

Fig. 53



a



b



c



d

Fig. 54. Включения нефти во флюорите месторождения
Кох-и-Маран.

- a-* включение специфической формы: 1- газ, 2 - светло-коричневая жидкость, 3 - минералы, (ув.150).;
- b-* 1- газ, 2 - светло-коричневая жидкость, 3 -водный раствор, (ув.150)..

Oil inclusions in fluorite of the deposit Koh-and-Maran.

- a-* inclusion of the specific shape: inclusion 1-gas, 2- light brown liquid, 3- minerals, (x150).
- b-* 1-gas, 2- light brown liquid, 3- aqueous solution, (x150).

Fig. 54



a



b

Fig. 55. Включения нефти во флюорите месторождения
Кох-и-Маран.

- a-* комбинированное включение: 1- газ, 2 - светло-коричневая жидкость, 3 -водный раствор,
- b-* включение нефти неравновесной формы: 1- газ, 2 - светло-коричневая жидкость (ув. 150).

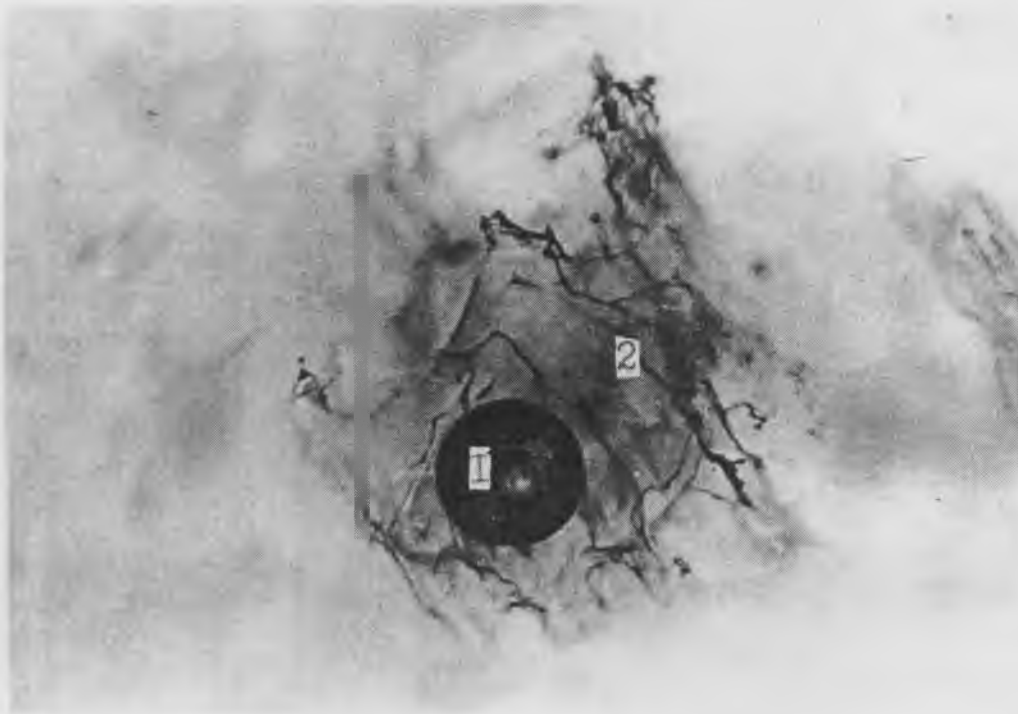
Oil inclusions in fluorite of the deposit Koh-and-Maran.

- a-* combined inclusion: 1-gas, 2- light brown liquid, 3- aqueous solu-tion;
- b-* oil inclusions of the unbalanced form: 1-gas, 2- light brown liquid, (x150).

Fig. 55



a



b

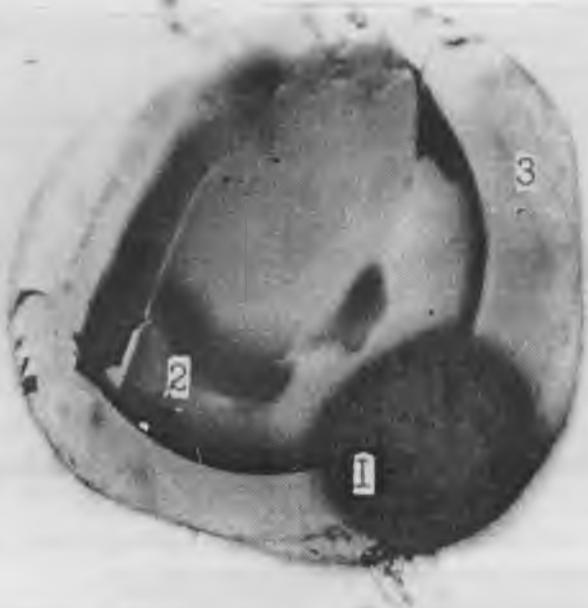
Fig. 56. Включения нефти со значительным количеством водного раствора.

- a-* во флюорите месторождения Кох-и-Маран : 1- газ, 2 - водный раствор, 3 - светло-коричневая жидкость, (ув.150);
- b-* уплощенное включение углеводородов в горном хрустале Алдана (ув.150).

Oil inclusions having a considerable quantity of the aqueous solution.

- a-* in fluorite of the deposit Koh-and-Maran; 1-gas, 2- aqueous solution, 3- light brown liquid, (x150);
- b-* condensed inclusion of hydrocarbons in the rock crystals of Aldan, (x150).

Fig. 56



a



b

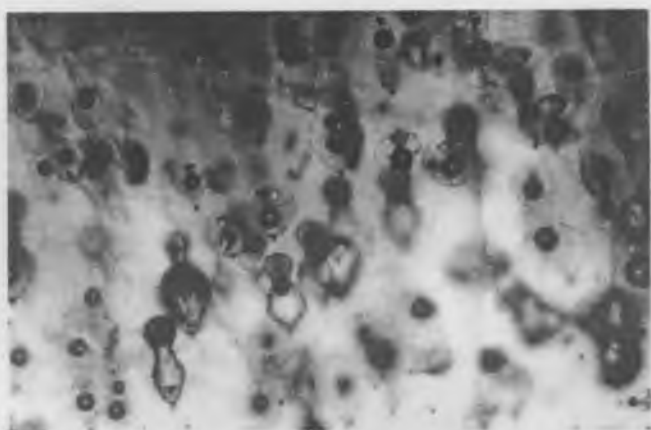
Fig. 57. Включения нефти и углеводородов во флюорите и топазе.

- a-* насыщенность включениями нефти образца флюорита из месторождения Кох-и-Маран, ув. 100;
- b-* капли нефти на поверхности скола пластинки флюорита, выжатые из включений под давлением по трещинке, ув. 100;
- c-* часть крупного газовой-жидкого включения в топазе из камерных пегматитов Волыни: 1- газ, 2 - водный раствор, 3 - капли жидких углеводородов внутри газовой фазы.

Oil and hydrocarbons inclusions in fluorite and topaz.

- a-* saturation of the fluorite sample of the deposit Koh-and-Maran with the oil inclusions (x100);
- b-* oil-tears squeezed out inclusions under pressure along crack are on the surface of the fluorite plate chipping, (x100);
- c-* part of a big gas-liquid inclusion in topaz from the chambered pegmatites of Volyn'; 1-gas, 2- aqueous solution, 3- drops of the liquid hydrocarbons inside gas phase.

Fig. 57



a



b



c

Fig. 58. Включение углеводородов в кварце (Донбасс) негативной формы.

Нагревание включения: 1 - газ, 2 - жидкая фаза (углеводород, люминесцирует голубым светом), ув.300.

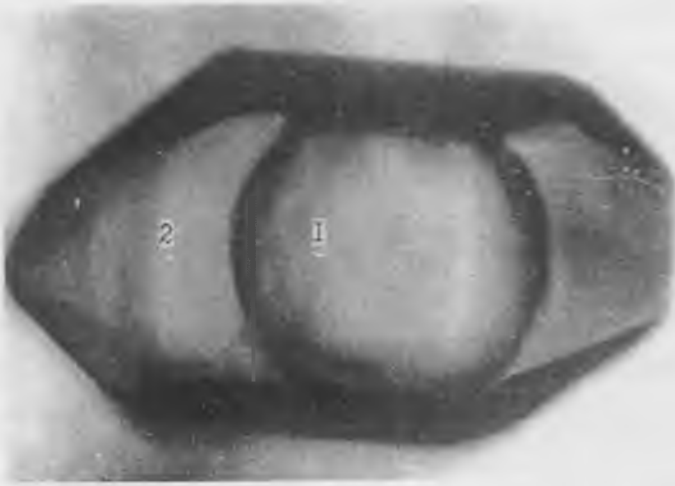
- a-* +25°C,
- b-* +45°C, газовая фаза увеличилась;
- c-* +57°C, гомогенизация включения в газовую фазу.

**Hydrocarbon inclusions of the negative shape in quartz
(Donbass).**

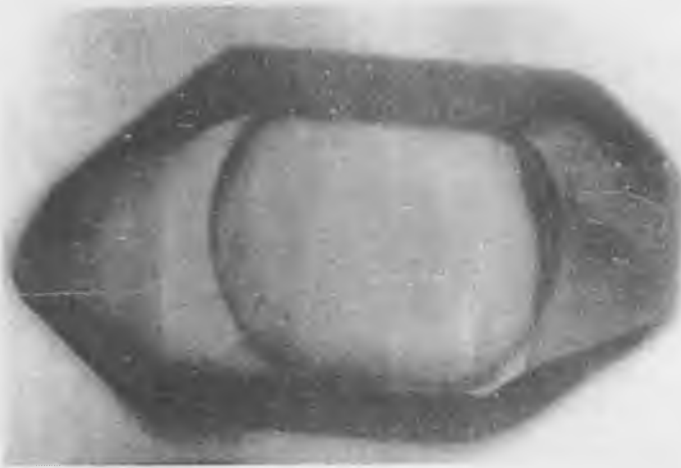
Heating of inclusions : 1-gas, 2- liquid phase (hydrocarbon, excite blue light of luminescence), (x300).

- a-* +25°C,
- b-* +45°C, the gas phase is increased;
- c-* +57°C, inclusion homogenization into gas phase.

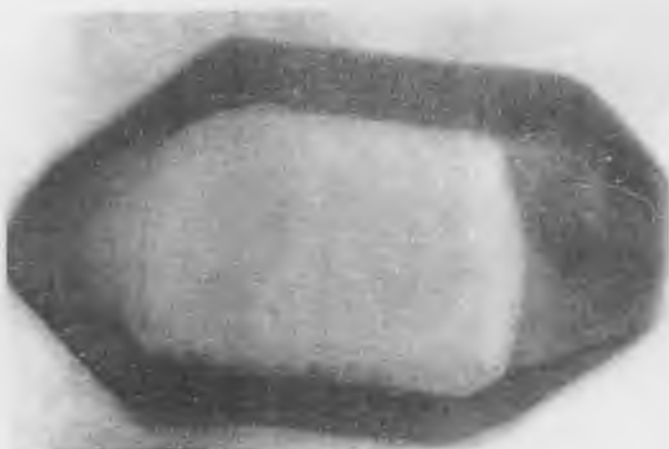
Fig. 58



a



b



c

Fig. 59. Включения углеводородов в морионе из камерных пегматитов Волыни.

- a-* кристалло-флюидное включение, левая часть включения - газовая фаза. На стенке вакуоли проявлена структура "усыхания", ув. 150.
- b-* часть крупного кристалло-флюидного включения, вверху черное круглое с каймой - капля жидкого углеводорода, центральная часть фото - структура "усыхания" на стенке вакуоли, ув. 800;
- c-* газовое включение, на стенках вакуоли - полигональная структура.

Hydrocarbon inclusions in morion of the chambered pegmatites of Volyn'.

- a-* crystal-fluid inclusion, left side is a gas phase. There is a structure of "exsiccation" on a vacuole wall, (x150);
- b-* part of a big crystal-fluid inclusion, at the top there is a black round drop of the liquid hydrocarbon, the structure of "exsiccation" on a vacuole wall is in center, (x800);
- c-* gas inclusion, there is a polygonal structure on a vacuole wall.

Fig. 59



a



b



c

Fig. 60. Включения углеводородов в морионе из камерных пегматитов Волыни.

- a*- часть крупного включения, трещинки "усыхания" в пленке углеводородов на стенке вакуоли, ув. 500;
- b*- часть крупного существенно- газового включения : 1- газ, 2 - водный раствор, начало развития трещин "усыхания", ув. 350;
- c*- *d* - полигональная структура на стенках вакуоли.

Hydrocarbon inclusions in morion of the chambered pegmatites of Volyn'.

- a*- part of a large inclusion, cracks of "exsiccation" in the hydrocarbon film on a vacuole wall, (x500);
- b*- part of a large, essentially gas inclusion: 1-gas, 2- aqueous solution, start of the "exsiccation" cracks development, (x350);
- c*- *d* - polygonal structure on a vacuole wall.

Fig. 60



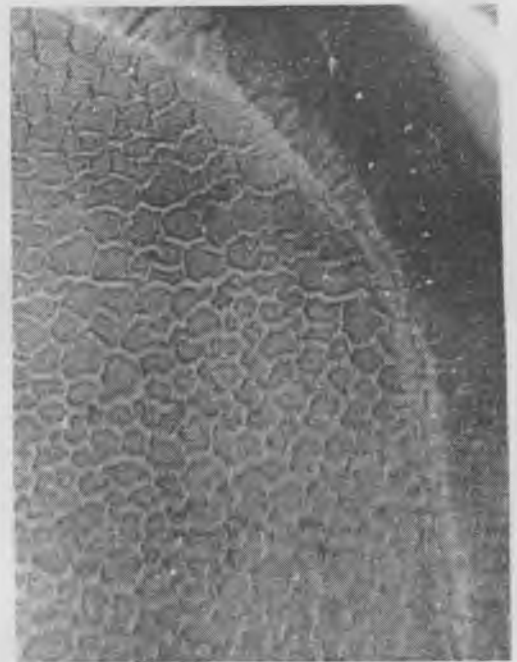
a



b



c



d

Fig. 61. Включения углеводородов в морионе из камерных пегматитов Волыни.

a, b, c - отдельные участки крупного существенно-газового включения. Структура пленки углеводородов на стенке вакуоли в виде "шагреновой кожи", ув. 800.

Hydrocarbon inclusions in morion of the chambered pegmatites of Volyn'.

a, b, c - separate sections of a large, essentially gas inclusion. Hydrocarbon film structure likes "shagreen leather" on a vacuole wall, (x800).

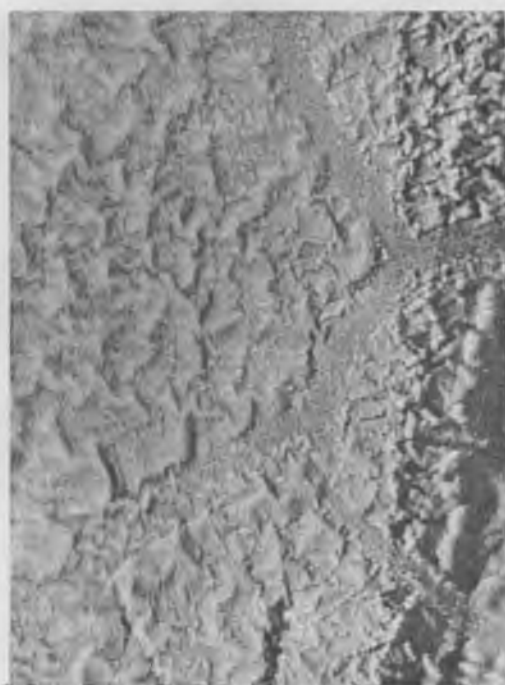
Fig. 61



a



b



c

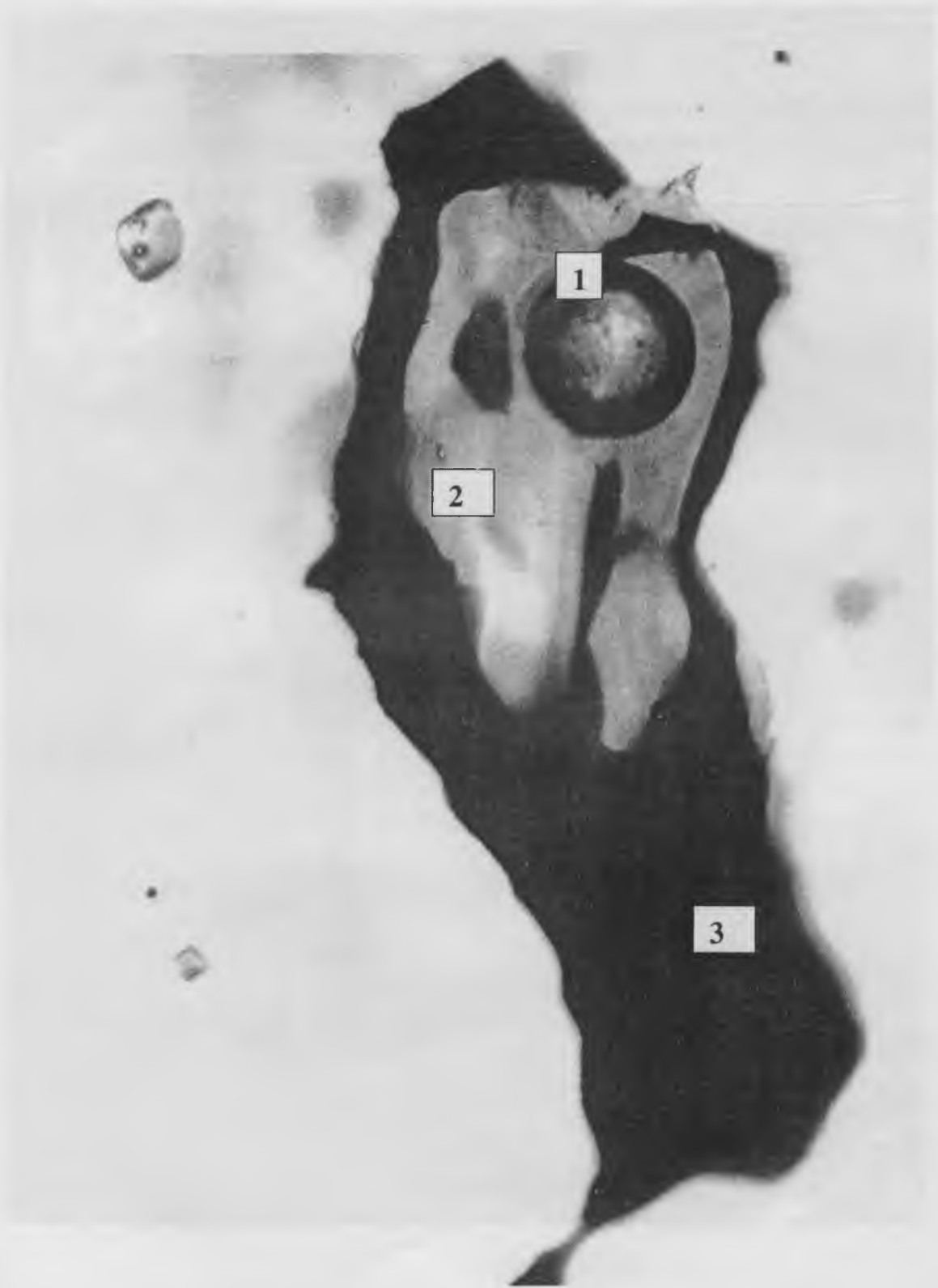
Fig. 62. Включения углеводородов в горном хрустале Алдана.

1 - газ, 2 - светло-коричневая жидкость (легкая фракция), 3 - темно-коричневая жидкая (битумная) фаза, ув. 600.

Hydrocarbon inclusions in the rock crystals of Aldan.

1-gas, 2- light brown liquid (light fraction), 3-dark brown liquid (bitumen) phase, (x600).

Fig. 62



ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ВКЛЮЧЕНИЙ.
INCLUSIONS GENETIC VARIETY

Fig. 63. Полированная пластина сросшихся кристаллов кварца с выраженными зонами роста и многочисленными включениями, (ув. 2).

Polished plate of the grown quartz crystals having the expressed growth regions and a lot of inclusions, (x2).

Fig. 63

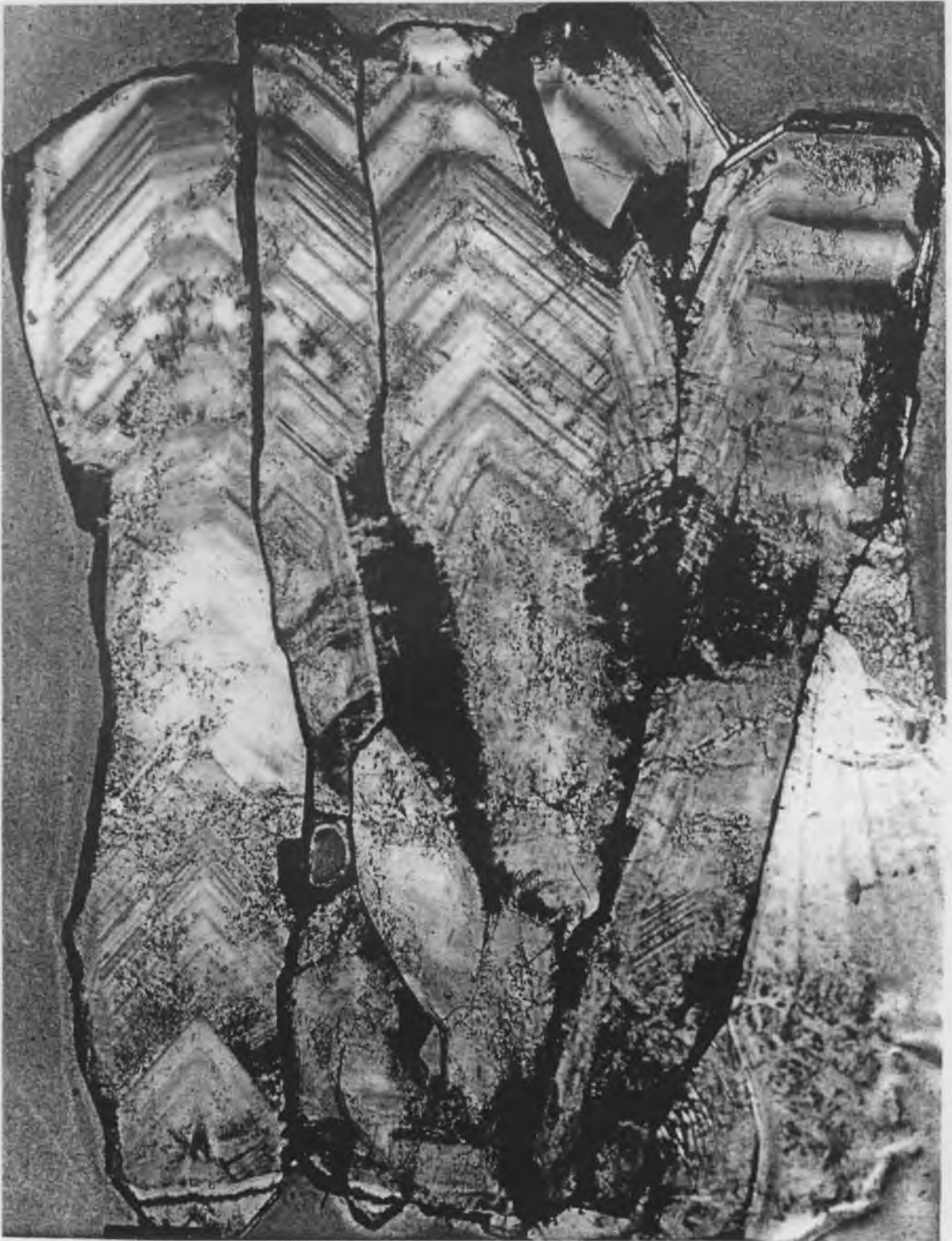


Fig. 64. Генетическое разнообразие первичных зональных включений.

- a*- ступенчатая поверхность искусственного фторфлогопита, обусловленная слоями нарастания, перекрывающими зональные включения, ув.35;
- b*- зональное распределение газо-жидких включений по ромбоэдрическим граням кристалла горного хрусталя (натуральная величина);
- c*- *d* - булавовидная и дисковидная формы вакуолей включений, возникшие в участках спирального роста кристаллов кальцита, ув. 50;
- e* - ребристо-желобчатая структура поверхности отрицательного ромбоэдра искусственного кварца, благоприятная для образования трубчатых включений, ув.35;
- f* - образование включений при "зубчатом" фронте тангенциального нарастания дискретного микрослоя в искусственном фторфлогопите, ув. 35.

Genetic variety of the primary zoned inclusions.

- a*- step-like surface of the synthetic fluorine-phlogopite caused by the growth layers which cover the zoned inclusions, (x35);
- b*- zoned distribution of the gas-liquid inclusions to rhombohedral faces of the rock crystal (natural dimension);
- c*- *d* -bulb-like and disk-shaped forms of inclusion vacuoles formed at the sections of the calcite spiral growth, (x50);
- e* - ribbed-grooved structure of the negative rhombohedron surface of the synthetic quartz which is favourable to form the tubular inclusions, (x35);
- f*- formation of inclusions when there is a serrate front of the tangential growth of the fluorine-phlogopite discrete micro layer, (x35).

Fig. 64



a



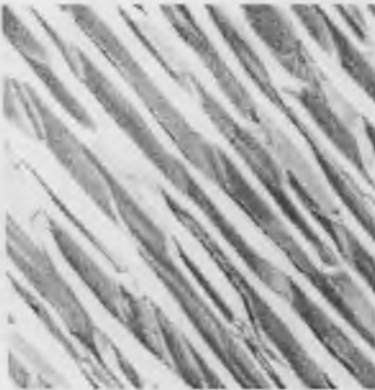
b



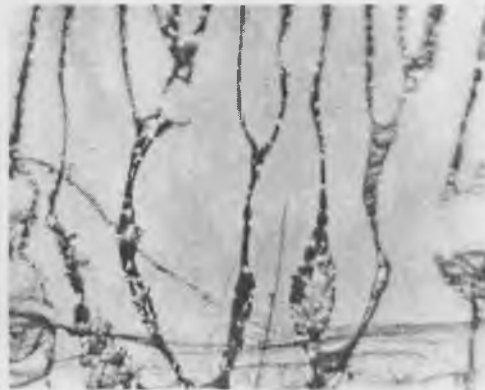
c



d



e



f

Fig. 65. Аномальные первичные включения растворов.

- a-* одиночные крупные жидкие включения в морионе Волыни, натуральная величина;
- b-* возникновение трехфазового жидкого включения над минералом-спутником (галит), экранировавшим грань роста в кварце, ув.220;
- c-* образование обелисковидного жидкого включения в кальците с Нижней Тунгуски над частицами посторонних веществ, экранировавших грань роста кристалла, ув.35;
- d-* ультрамикровключение жидкого раствора в минерале-узнике (галит) - включение во включении кварца Памира, ув. 550.

Anomalous primary solution inclusions.

- a-* single big liquid inclusions in morion of Volyn', natural dimension;
- b-* appearance of the three-phased liquid inclusion above sputnik-mineral (halite) screened by a growth face in quartz, (x220);
- c-* formation of the obelisk-like liquid inclusion in calcite (Nizhnyaya Tunguska) above particles of the foreign substances screened by a growth face of crystal, (x35);
- d-* ultra- micro-inclusions of the liquid solution in the prisoner-mineral (halite) – inclusion into quartz (Pamir) inclusion, (x550).

Fig. 65



a



b



c



d

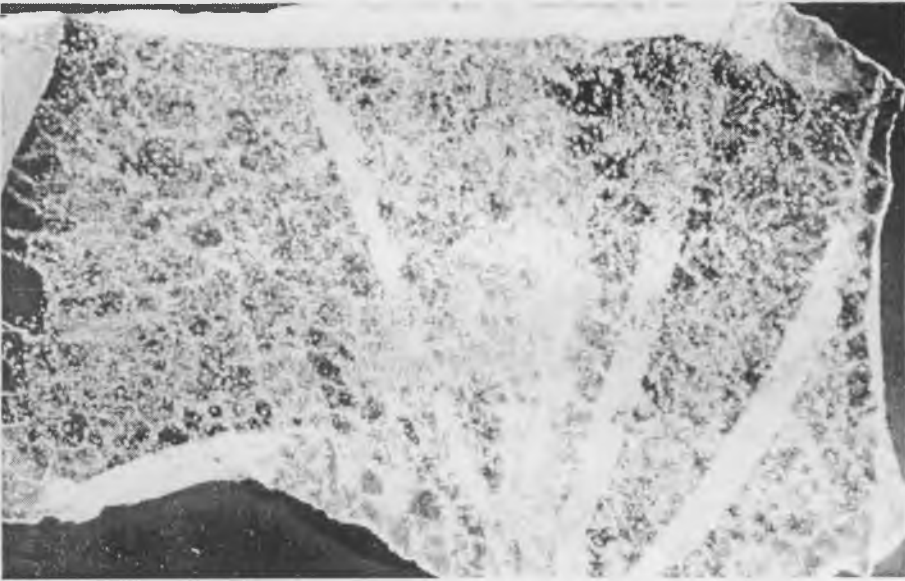
Fig. 66. Мнимовторичные (первично-вторичные) включения растворов и расплавов в сингенетических микротрещинах.

- a-* включения "сухих" газов, залечивавших полигональные трещинки быстрой трансформации кварца стержневой части кристаллов мориона Волыни. Эти включения эпигенетичны по отношению к сотовому кварцу, но сингенетичны зоне прозрачного пневматолитового кварца (слева). Видны веерообразно расходящиеся трещины с жидкими включениями, законсервированными во время гидротермального образования поздней зоны мориона. Ув.2 (по Ю.А.Долгову);
- b-* включения в трещинках кварца, залеченных в самом начале образования светлой наружной зоны кристалла (слева), ув. 35;
- c-* пересечение залеченных трещин в гидротермальном ограниченном кварце с Южного Урала. Диагональная трещинка с трубчатыми включениями более молодая, ув. 120;
- d-* мнимовторичные включения поздних расплавов в пирогенном плагиоклазе долеритов Норильска, ув. 220.

Imaginary second (primary-second) inclusions of the melt-brines in the syngenetic micro fissures.

- a-* inclusions of the dry gases healed the polygonal fissures of the fast transformation of quartz of the morion (Volyn') bar part. These inclusions are epigenetic to the honeycomb quartz but syngenetic to the transparency region of the pneumatolytic quartz (to the left). You can see the fan-like fissures having liquid inclusions closed during the hydrothermal formation of the last morion zone (x2) (by Dolgov Yu.A.);
- b-* inclusions in the quartz fissures healed at the beginning of the formation of the light external crystal zone (to the left), (x35);
- c-* intersection of the healed fissures in the hydrothermal faceted quartz from the South Ural. A new diagonal fissure having tubular inclusions, (x120);
- d-* imaginary second inclusions of the latest melts in the dolerite pyrogenous plagioclase. Norilsk, (x220).

Fig. 66



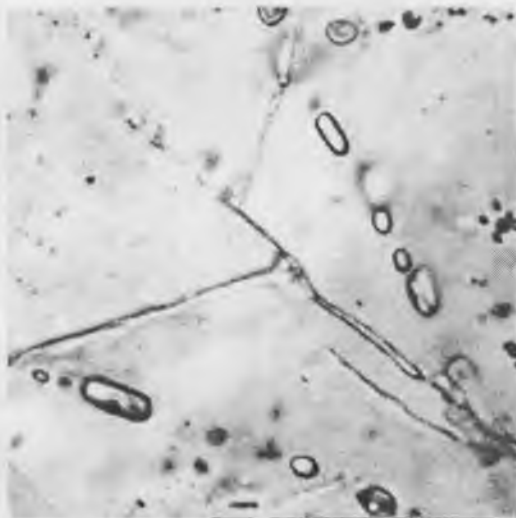
a



b



c



d

Fig. 67. Образование аномальных расчлененных (расшнурованных) жидких включений.

- a-* почти полное распчкование включения в искусственном кварце на две части: двухфазовую с газовым пузырьком и однофазовую, оставшуюся без пузырька сжатия ввиду сохранения волосяного канальца в течение всего времени охлаждения включающего минерала. Ув.120;
- b-* многофазовое включение во флюорите из пегматитов Казахстана, сохранившееся на грани полного расчленения с помощью волосяного канала. В правой части при охлаждении образовался газовый пузырек, а в левой части кристаллизовалась основная масса минерало-узников. Ув.220;
- c-* расчленение низкотемпературного гидротермального раствора при быстрой раскристаллизации спайной трещины в кальците (Нижняя Тунгуска) с образованием крупного двухфазового и мелких однофазовых жидких включений. Ув.45;
- d-* расшнурование жидкости включений во флюорите.

Formation of the anomalous segregated liquid inclu-sions.

- a-* almost complete inclusion division into two parts in synthetic quartz: two-phased having a gas bubble and a single-phased one without compression bubble to keep a "hair" canal during the whole time of cooling of contained mineral, (x120);
- b-* multi-phased inclusion in fluorite of the Kazakh pegmatites kept on the complete segregation face by the "hair" canal. Gas bubble was formed at cooling at the right side and at the left one the main mass of the prisoner-mineral was crystallizing, (x220);
- c-* segregation of the hydrothermal solution of the low temperature at the fast partially crystallization of the sealed crack in calcite (Nizhnyaya Tunguska) forming a two-phased inclusion and fine single-phased liquid ones, (x45);
- d-* liquid inclusion is unlaced in fluorite.

Fig. 67



a



b



c



d

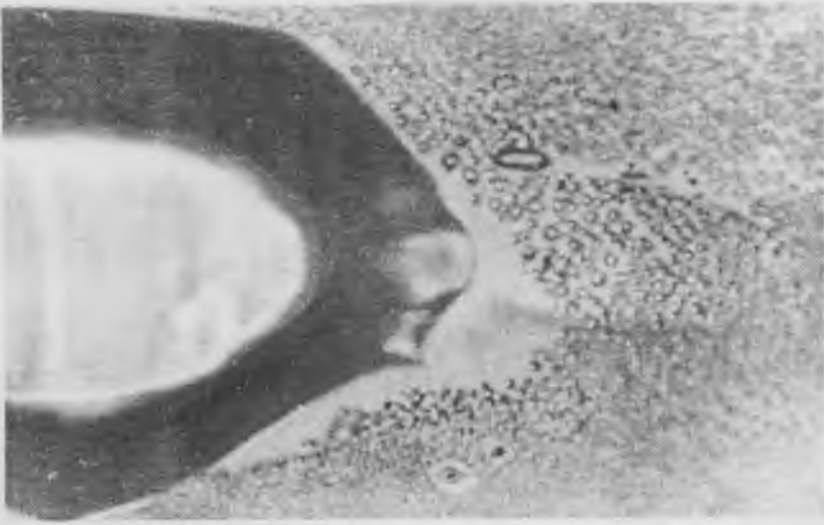
Fig. 68. Залеченные ореолы разрывов вокруг аномальных включений.

- a-* искусственно взорванное путем перегрева жидкое включение в топазе Волыни, превратившееся в газовое из-за выброса в микротрещину по спайности жидкого раствора, образовавшего многочисленные дочерние включения. Ув. 220;
- b-* естественно взорванное, не полно нарушенное жидкое включение во флюорите Приазовья с ореолом дочерних включений, возникших путем дендритного зарастания трещинки. Ув.300;
- c-* нарушение по спайности, башневидное первичное включение спирального роста в оптическом кальците из Нижней Тунгуски. Ув.56.

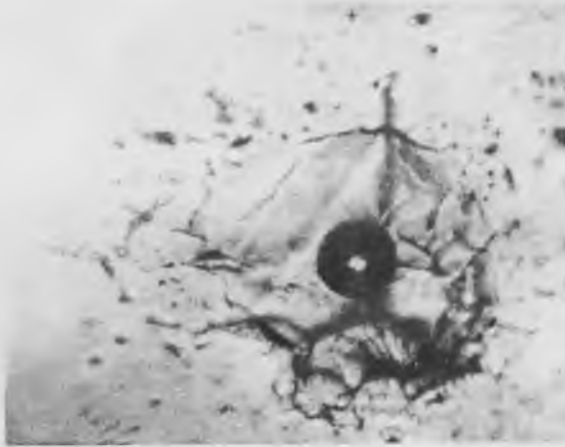
Healed aureoles of fractures around anomalous inclusions.

- a-* artificially burst liquid inclusion in topaz (Volyn') at overheating was passed into gas one because of the outburst into micro fissure along the liquid solution cleavage formed a lot of daughter inclusions, (x220);
- b-* naturally burst, partially broken liquid inclusion in fluorite of Preasov'e having an aureole of daughter inclusions formed by dendritic growing of fissure,(x300);
- c-* dislocation to cleavage, tower-like primary inclusion of the spiral growth in the optical calcite from Nizhnyaya Tunguska, (x56).

Fig.68



a



b



c

Fig. 69. Включение стекла в кварце из кварцевых порфиров (Кавказ).

В центре (темное) газовая фаза, вокруг включения - шлейфы дочерних включений. Ув.300.

Glass inclusion in quartz from the quartz porphyries (the Caucasus).

There is a gas phase (dark) in the center. Bubble trains of the daughter inclusions are around it, (x 300).

Fig. 69

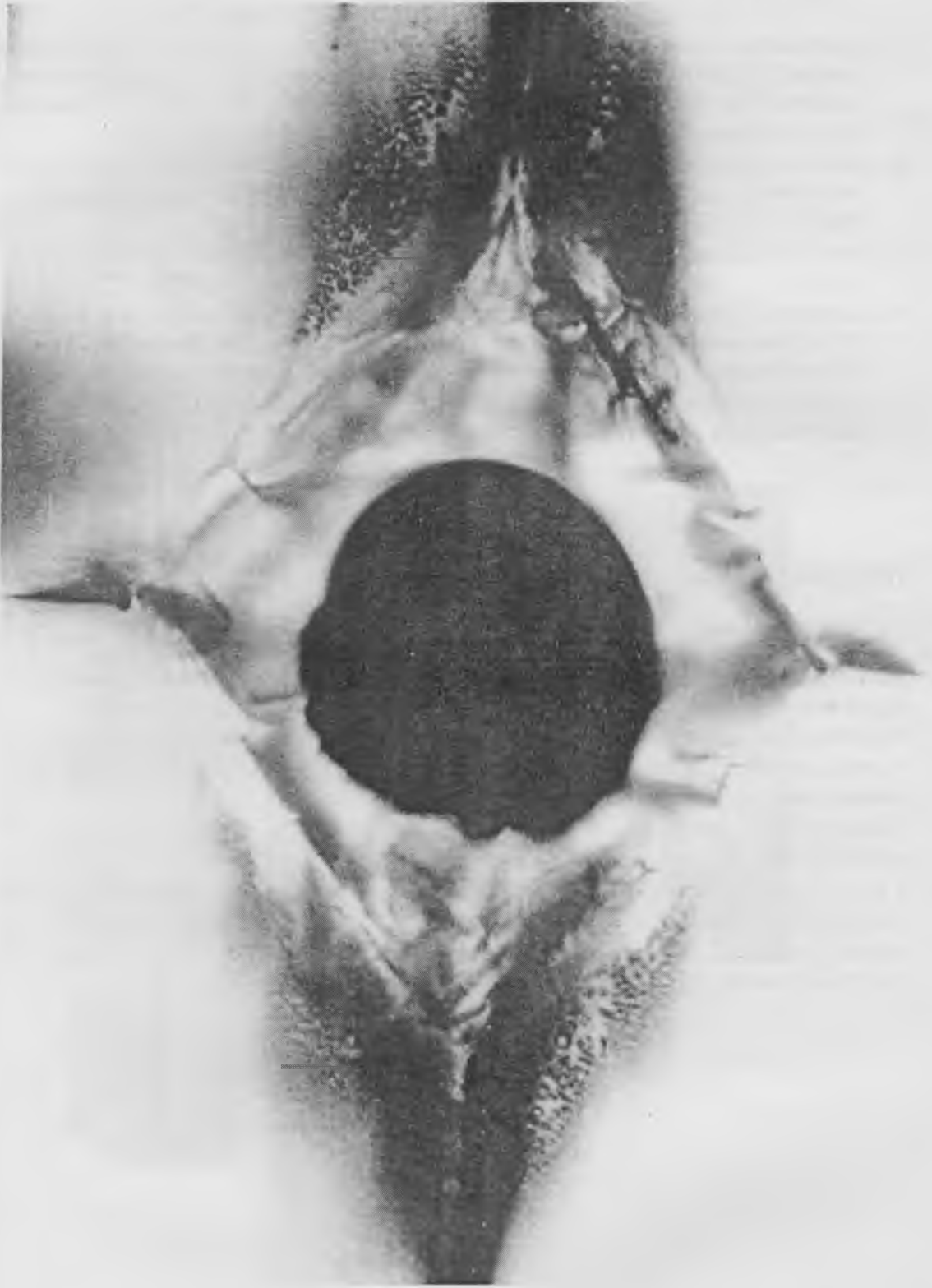


Fig. 70. Мнимовторичные регенерационные жидкие включения в искусственном кварце (по Г.М.Софронову).

- a-* залечивание микротрещины в затравочной пластине природного кварца (слева) жидкими растворами, нарастившими слой искусственного кварца (справа). Слои разделены пограничными твердыми и жидкими включениями. Ув.35;
- b-* жидкие включения, зародившиеся в местах выщелачивания затравочной пластины (слева) и пересекающие слой нарастающего кварца (справа). Ув.35;
- c-* веретенообразное расшнурованное включение, возникшее в сквозном канале протравливания затравочной пластины. Ув.50;
- d-* крупное жидкое включение, начавшее свое образование во впадине протравливания затравочной пластины. На его продолжении в слое нарастающего кварца возникло семейство мелких включений. Ув.120;
- e-* группа трубчатых включений в залеченной трещине затравки и крупное включение в устье трещины. Ув.120.

**Imaginary second regenerated liquid inclusions in synthetic quartz
(by Sofronov G.M.)**

- a-* micro fissure healing in the seed plate of the natural quartz (to the left) with the liquid solutions and with the grown layers of the synthetic one (to the right). Layers are divided with the frontier hard and liquid inclusions (x35);
- b-* liquid inclusions generated in the place of the seed plate leaching (to the left) and crossed layers of the grown quartz (to the right), (x 35);
- c-* fusiform unlaced inclusion generated in the through canal of the seed plate etching (x50);
- d-* a large liquid inclusions started to form in the basin of the seed plate etching. The fine inclusions family was generated into the layer of the grown quartz, (x120);
- e-* a group of the tubular inclusions in the healed seed crack and a large inclusion in the crack mouth, (x120)

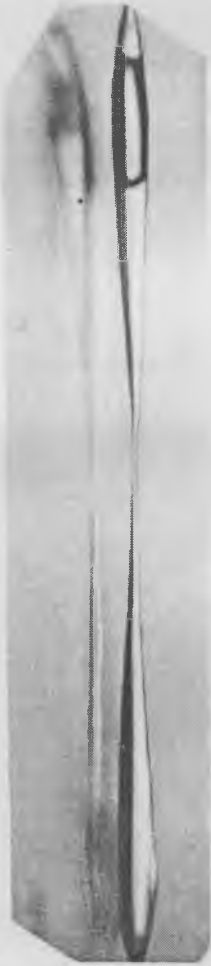
Fig. 70



a



b



c



d



e

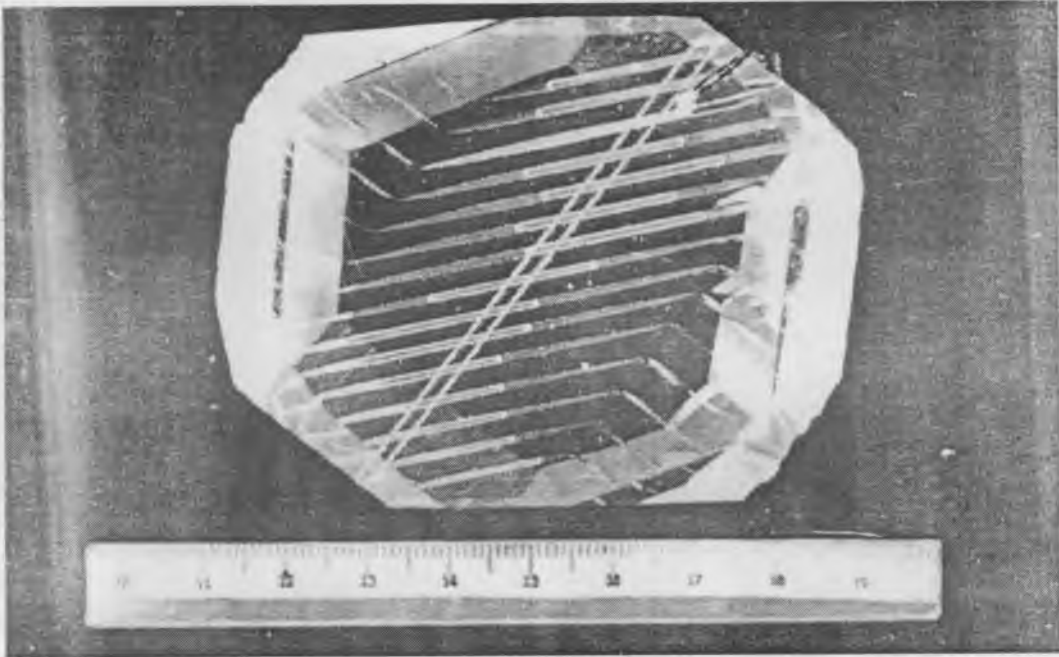
Fig. 71. Получение "искусственных" включений в искусственном кварце путем просверливания полостей и последующего доращивания кристалла в автоклаве.

- a-* уплощенный кристалл кварца с включениями трубчатой формы;
- b-* двухголовый кристалл кварца с включениями.

Receipt of the "artificial" inclusions in synthetic quartz by cavity drilling and further crystal growing up into autoclave.

- a-* thickened quartz crystal having tubular-shaped inclusions;
- b-* two-headed quartz crystal having inclusions.

Fig. 71



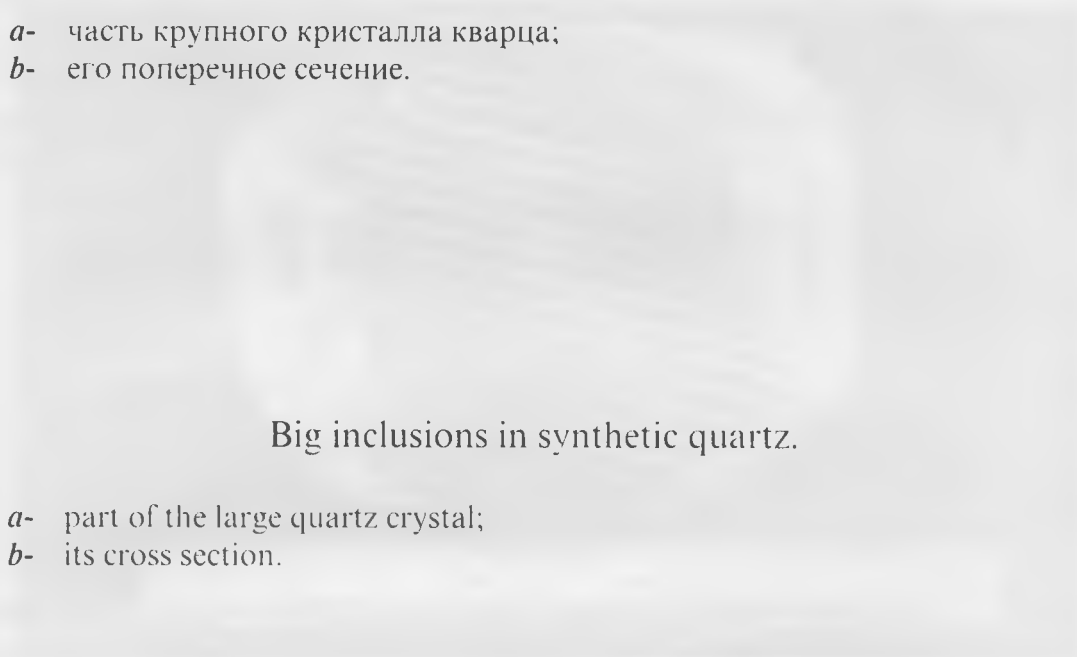
a



b

Fig. 72. Крупные включения в искусственном кварце.

- a-* часть крупного кристалла кварца;
- b-* его поперечное сечение.

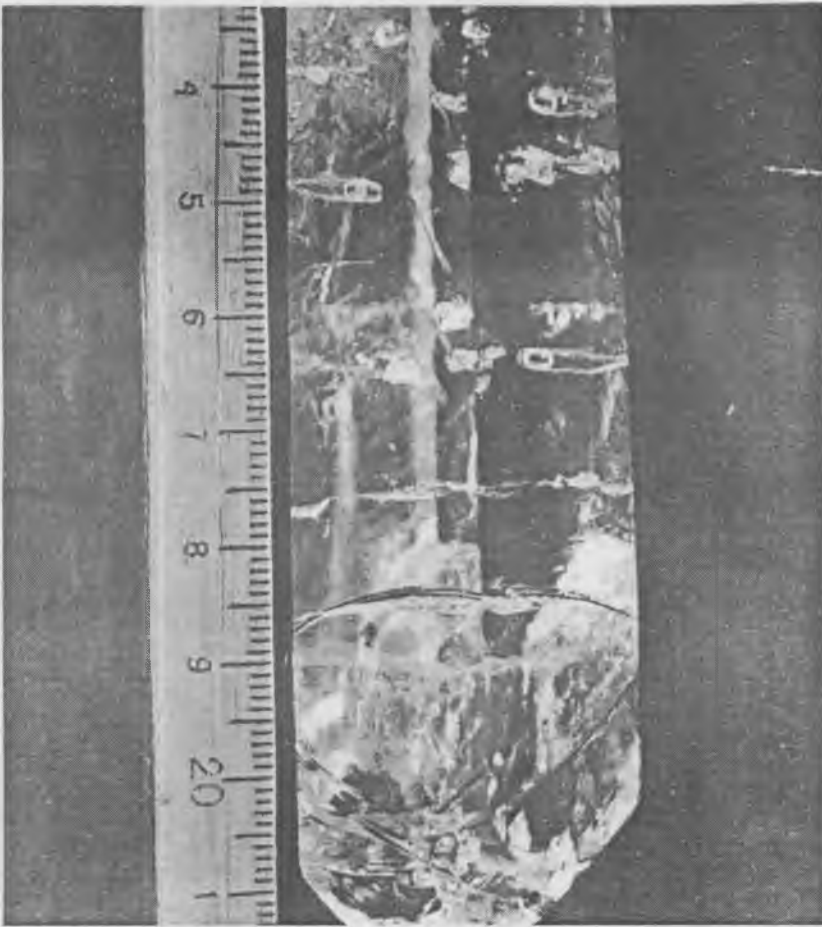


Big inclusions in synthetic quartz.

- a-* part of the large quartz crystal;
- b-* its cross section.



Fig. 72



a



b

**ДИНАМИКА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВО
ВКЛЮЧЕНИЯХ ПРИ НАГРЕВАНИИ И ОХЛАЖДЕНИИ.**

**DYNAMICS OF THE PHYSICS-CHEMICAL PROCESSES IN INCLUSIONS
AT HEATING AND COOLING.**

Fig. 73. Нагревание двухфазового включения во флюорите в термокамере. Процесс гомогенизации включения.

a- +25°C;

b- +130°C;

c- +150°C. Включение гомогенизировалось в жидкую фазу (по I типу).

Heating of two-phased inclusion in fluorite into the thermal chamber. The process of inclusion homogenization.

a- +25°C;

b- +130°C;

c- +150°C, inclusion was homogenized into liquid phase (by the first type).

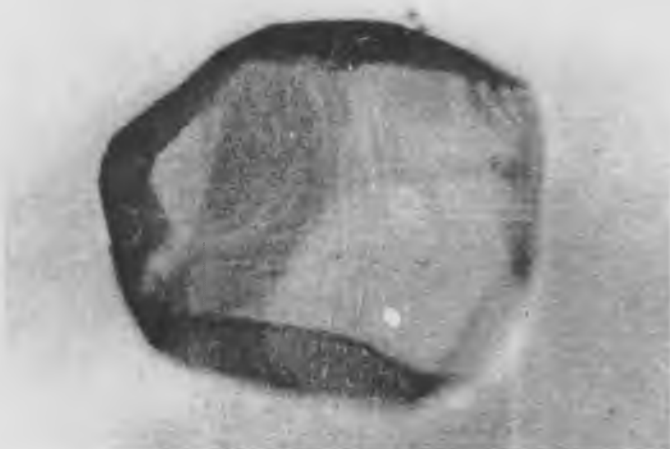
Fig. 73



a



b



c

Fig. 74. Нагревание двухфазового существенно-газового включения в кварце.

- a-* +25°C, газовая фаза по объему составляет более 50%;
- b-* +150°C, газовая фаза увеличивается;
- c-* +350°C, газовая фаза занимает, практически, весь объем вакуоли;
- d-* +400°C, включение гомогенизировалось в газовую фазу (по II типу).

Heating of two-phased essentially gas inclusion in quartz.

- a-* + 25°C, gas phase exceeds 50% by volume;
- b-* +150°C, gas phase is increased;
- c-* +350°C, in fact the gas phase occupies the whole volume of vacuole;
- d-* +400°C, inclusion was homogenized into gas phase (by the second type).

Fig. 74



a



b



c



d

Fig. 75. Нагревание трехфазового включения с наличием жидкой углекислоты.

- a-* +25°C;
- b-* +27°C;
- c-* +28°C,

Произошла частичная гомогенизация включения (углекислота перешла в газовую фазу).

Heating of three-phased inclusion having the liquid carbon dioxide.

- a-* +25°C;
- b-* +27°C;
- c-* +28°C;

Inclusion was partially homogenized (carbon dioxide passed into gas phase).

Fig. 75



a



b



c

Fig. 76. Нагревание уплощенного включения в жильном кварце с наличием углекислоты.

- a-* +25°C: 1- газ (пары воды+ газ CO₂), 2- жидкая CO₂, 3 - водный раствор;
b- +29°C, частичная гомогенизация включения, жидкая углекислота перешла в газообразное состояние.

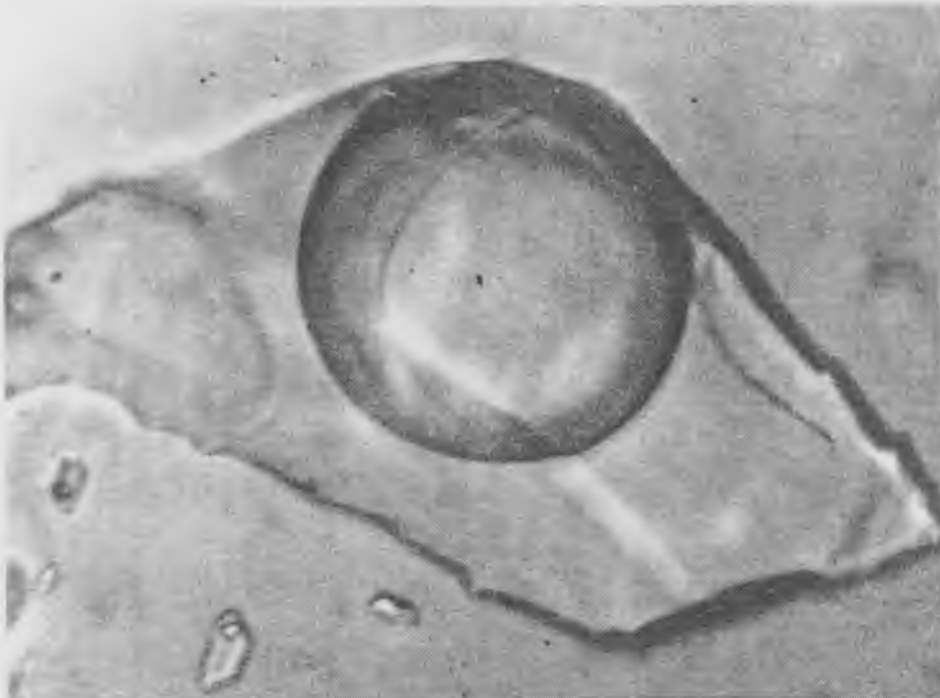
Heating of the flattened inclusion in the vein quartz
with the carbon dioxide.

- a-* +25°C: 1-gas (water steam +gas CO₂), 2-liquid CO₂, 3-aqueous solution;
b- +29°C; partial inclusion homogenization, liquid carbon dioxide passed into gas state.

Fig. 76



a



b

Fig. 77. Трехфазовое включение с CO_2 в горном хрустале (Памир). CO_2 занимает более 50% объема. Нагревание в термокамере.

- a-* +25°C: 1- газ (пары воды+ газ CO_2), 2- жидкая CO_2 , 3 - водный раствор;
- b-* +27°C;
- c-* +29°C, частичная гомогенизация включения, углекислота перешла в жидкое состояние.

Three-phased inclusion having CO_2 in the rock crystals (Pamir). CO_2 occupies more than 50% of volume. Heating into thermal chamber.

- a-* +25°C, 1-gas (water steam +gas CO_2), 2-liquid CO_2 , 3-aqueous solution;
- b-* +27°C;
- c-* +29°C, partial inclusion homogenization, carbon dioxide passed into liquid state.

Fig. 77



a



b



c

Fig. 78. Трехфазовое включение с CO₂ в кварце. Углекислота имеет критический объем

При нагревании углекислота переходит во флюидное состояние, а при последующем охлаждении происходит гетерогенизация, вскипание CO₂, образуется газовая фаза:

- a-* +25°C: 1 - газ, 2 - жидкая CO₂, 3 - водный раствор;
- b-* +31,1°C, углекислота во флюидном состоянии (фазовая граница между газообразной и жидкой CO₂ не перемещается, а постепенно исчезает);
- c-* +29°C . вскипание, образование газовой фазы.

**Three-phased inclusion having CO₂ in quartz.
Carbon dioxide has a critical volume.**

At heating carbon dioxide passes into fluid state. Then there is heterogenization at the further cooling, CO₂ boiling and formation of the gas phase.

- a-* +25°C: 1-gas, 2-liquid CO₂, 3-aqueous solution;
- b-* +31,1°C; carbon dioxide in the fluid state (phase border between gas-shaped and liquid CO₂ don't move but gradually disappear);
- c-* +29°C, boiling, gas phase formation.

Fig. 78



a



b



c

Fig. 79. Уплощенное включение в кварце (Донбасс).

Внешне оно выглядит как обычное газожидкое включение водного раствора, но при воздействии ультрафиолетового облучения жидкая фаза люминесцирует голубым цветом, Это является свидетельством того, что во включении не водный раствор, а жидкий углеводород.

Фазовые превращения при нагревании:

- a-* + 25°C, 1 - газ, 2 - жидкий углеводород;
- b-* + 45°C - газовая фаза увеличивается в объеме;
- c-* + 53°C - включение гомогенизировалось в газовую фазу, такая температура не свойственна ни водным, ни углекислотным включениям;
- d-* + 50°C - гетерогенизация, вскипание включения.

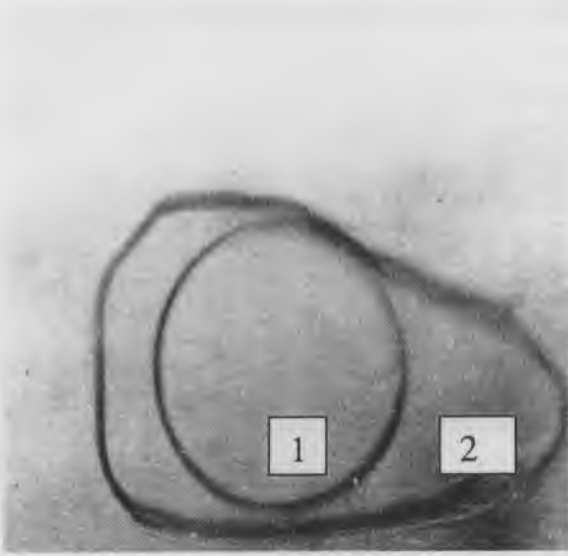
Flattened inclusion in quartz (Donbass).

Outwardly it looks as a common gas-liquid inclusion of the aqueous solution. When the ultraviolet radiation affects, the liquid phase is luminescing with the blue colour. It testifies the inclusion has a liquid carbon instead of aqueous solution.

At heating the phase transformations are:

- a-* +25°C: 1-gas, 2-liquid hydrocarbon;
- b-* +45°C – gas phase is increased in volume;
- c-* +53°C – inclusion was homogenized into gas phase, such temperature is peculiar neither aqueous nor carbonic-acid inclusions;
- a-* +50°C- heterogenization, inclusion boiling.

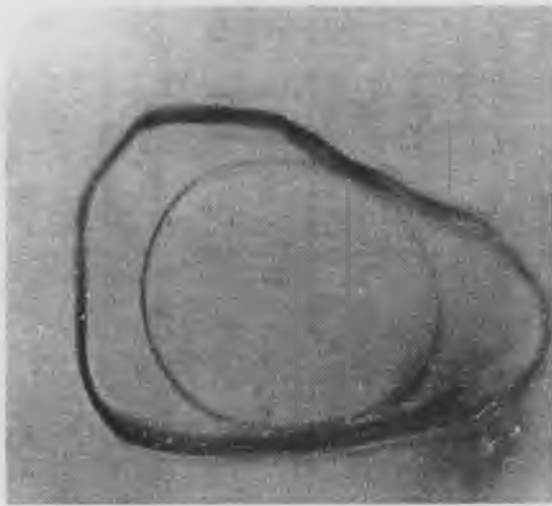
Fig. 79



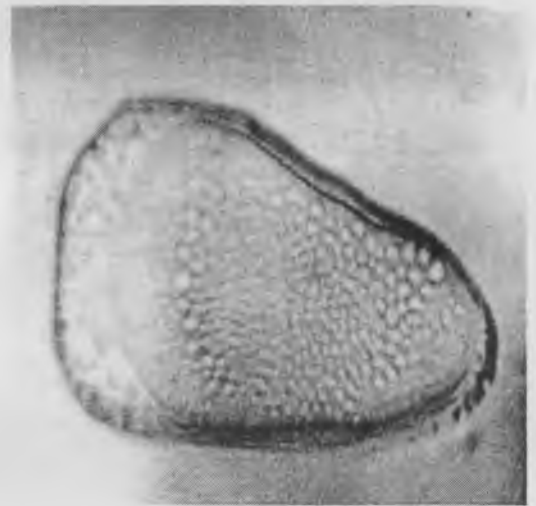
a



c



b



d

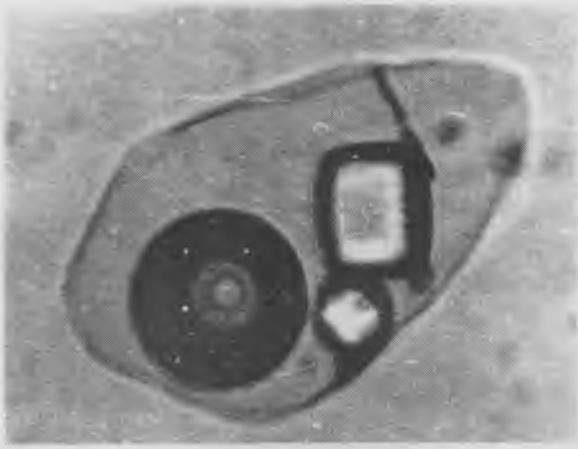
Fig. 80. Процесс гомогенизации многофазового включения во флюорите при нагревании.

- a-* +25⁰С, во включении крупный кристалл - галит, кристалл меньшего размера - сильвин, мелкие - не определенные минералы;
- b-* + 90⁰С, кристалл сильвина почти растворился;
- c-* +100⁰С, кристалл сильвина растворился, начали растворяться другие минералы;
- d-* +180⁰С, уменьшилась газовая фаза, значительно растворился галит;
- e-* +240⁰С, все минералы растворились;
- f-* +290⁰С, включение гомогенизировалось.

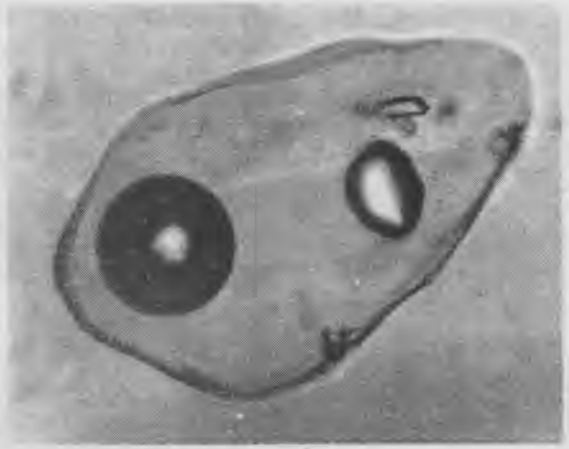
Homogenization process of the multi-phased inclusion at heating.

- a-* +25°C, inclusion has a big halite crystal, sylvite is a small one, fine crystals are not fixed minerals;
- b-* +90°C, sylvite crystal is almost dissolved;
- c-* +100°C, sylvite crystal had dissolved, the other minerals started to dissolve;
- d-* +180°C, gas phase is reduced, halite dissolved considerably;
- e-* +240°C, all minerals dissolved;
- f-* +290°C, inclusion was homogenized.

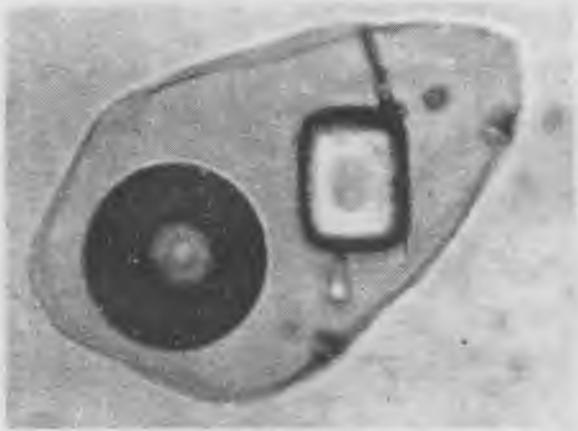
Fig. 80



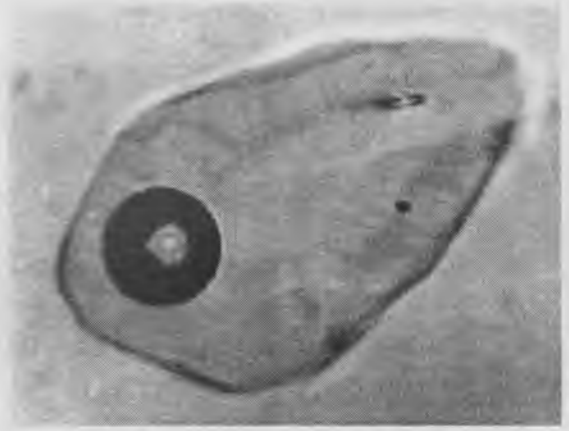
a



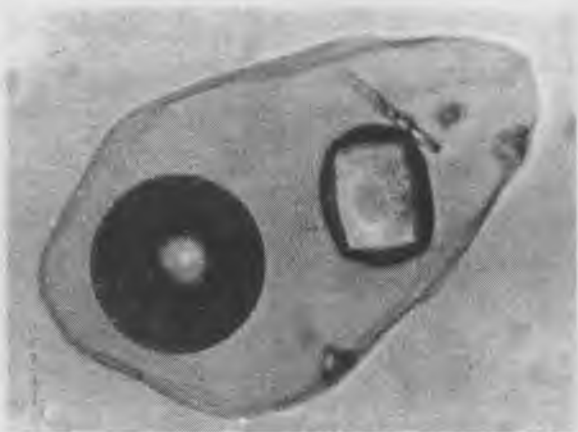
d



b



e



c



f

Fig. 81. Процесс гомогенизации многофазового включения с рудным минералом во флюорите при нагревании (Тырныауз).

- a-* +25⁰С, во включении около 10 различных минералов. Твердая фаза составляет до 60% по объему вакуоли.
- b-* +200⁰С, легкорастворимые минералы растворились;
- c-* +300⁰С., значительное число микроминералов перешло в раствор;
- d-* +400⁰С, во включении остались труднорастворимые минералы и рудный минерал (черное, ниже газового пузырька);
- e-* +600⁰С, все кристаллики, кроме рудного, растворились, концентрация рассола-расплава во включении достигает 1300-1400 г/л, четко обозначились грани вакуоли;
- f-* +750⁰С. значительно растворился рудный минерал, началось растворение стенок вакуоли, газовая фаза увеличилась за счет химических реакций внутри вакуоли.

Homogenization process of the multi-phased inclusion having an ore mineral in fluorite at heating (Tyrnyauz).

- a-* +25⁰С, inclusion has about 10 different minerals. Solid phase is up to 60% by the vacuole volume;
- b-* +200⁰С, easy soluble minerals dissolved;
- c-* +300⁰С, the great quantity of micro minerals passed into solution;
- d-* + 400⁰С, difficulty soluble minerals and an ore one remained into inclusion (black, below the gas bubble);
- e-* + 600⁰С, all crystals except ore one dissolved, the melt-brine concentration reaches 1300-1400 H/l in inclusion, vacuole faces are clear marked out;
- f-* + 750⁰С, the ore mineral dissolved much, dissolution of the vacuole walls started, gas phase increased by chemical reaction inside vacuole.

Fig. 81



a



d



b



e



c



f

Fig. 82. Многофазовое включение в кварце, процесс растворения микрокристаллов, их перекристаллизация и новообразования.

- a-* +25⁰С, до эксперимента, в центре включения два округлых образования;
- b-* +70⁰С, медленное нагревание в термокамере, начало растворения двух фаз. Включение нагревалось до полного растворения меньшей твердой фазы, нагревание прекращено, когда еще оставалась нерастворенной частица большего размера;
- c-* +60⁰С, на оставленной затравке начал нарастать минерал, приобретая четкую морфологию октаэдра;
- d-* +25⁰С.

Multi-phased inclusion in quartz, dissolution process of micro crystals, their recrystallization and new formation.

- a-* +25°C, before experiment, there are two rounded inclusions in the center;
- b-* +70°C, slow heating into thermal chamber, beginning of two phases dissolution. Inclusion was heated to the full dissolution of the less solid phase. Heating was stopped when a large particle remained insoluble;
- c-* +60°C, mineral started to grow on the remained seed obtained clear morphology of octahedron;
- d-* +25°C.

Fig. 82



a



b



c



d

Fig. 83. Получение первичных включений в минерале - узнике.

- a-* +25⁰С, многофазовое включение во флюорите. Крупный кристалл - галит. Контуры вакуоли не видны ввиду оптической однородности флюорита и раствора во включении (ув.300);
- b-* +240⁰С, нагревание в термокамере. Плотность раствора изменилась, появились контуры вакуоли;
- c-* +280⁰С, нагревание прекращено, образец медленно охлаждается;
- d-* +25⁰С, на имевшейся затравке вырос кристалл галита, в процессе роста были захвачены капли окружающего раствора в гомогенном виде, а затем внутри захваченных капель произошла гетерогенизация и образовалась газовая фаза (ув.500).

Formation of the primary inclusions in the prisoner-mineral.

- a-* +25⁰С, multi-phased inclusion in fluorite. The big crystal is halite. Vacuole outlines are not observed because of the optical homogeneity of fluorite and solution into inclusion (x300);
- b-* +240⁰С, heating into thermal chamber. Solution density changed, vacuole outlines appeared;
- c-* +280⁰С, heating was stopped, sample is slowly cooled;
- d-* +25⁰С, halite crystal grew on the having seed. In growing the drops of surrounding solution as homogeneous form had been picked up and then heterogenization was inside them, gas phase was formed (x500).

Fig. 83



a



c



b



d

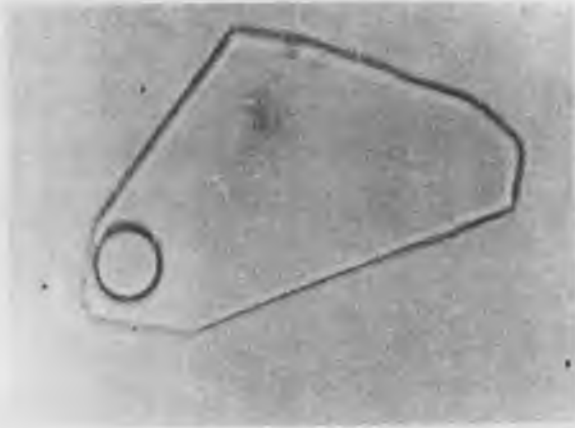
Fig. 84. Уплощенное двухфазовое включение во флюорите.
Процесс охлаждения, замораживания и оттаивания включения.

- a-* +25°C;
- b-* -10°C;
- c-* -25°C, включение замерзло, при замораживании ввиду увеличения объема водного раствора уменьшилась газовая фаза;
- d-* -15°C, при повышении температуры происходит перекристаллизация криогидрата;
- e-* -10°C, увеличение размеров кристаллов криогидрата;
- f-* -3°C, постепенное таяние криогидрата.

Flattened two-phased inclusion in fluorite.
The inclusion cooling, freezing and defrosting.

- a-* +25°C;
- b-* -10°C;
- c-* -25°C, inclusion congealed, at freezing the gas phase reduced by increasing the volume of the aqueous solution;
- d-* -15°C, there is recrystallization of cryohydrate at the temperature raising ;
- e-* -10°C, increasing of cryohydrate dimensions;
- f-* -3°C, gradual cryohydrate thawing .

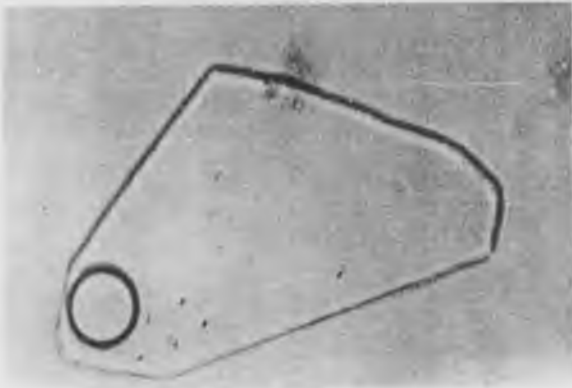
Fig. 84



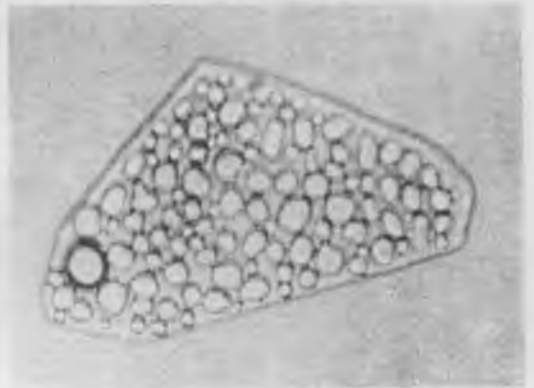
a



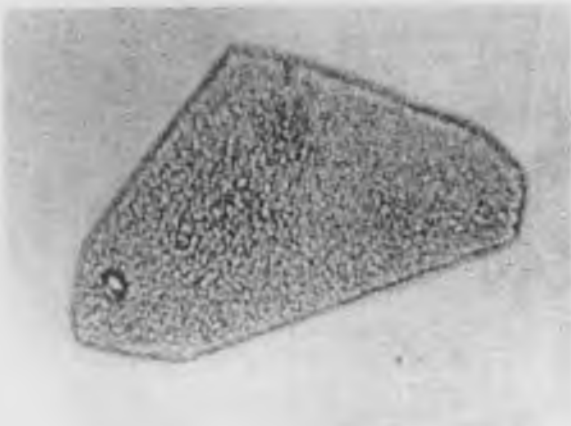
d



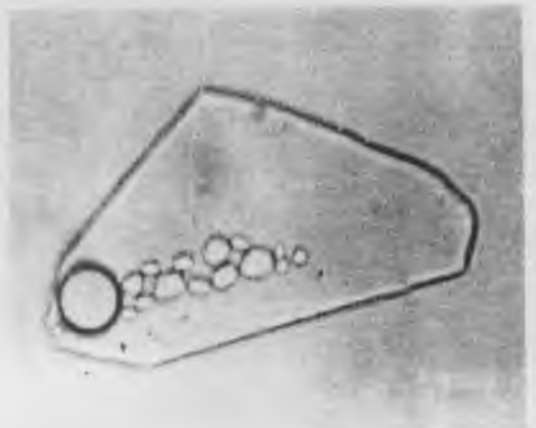
b



e



c



f

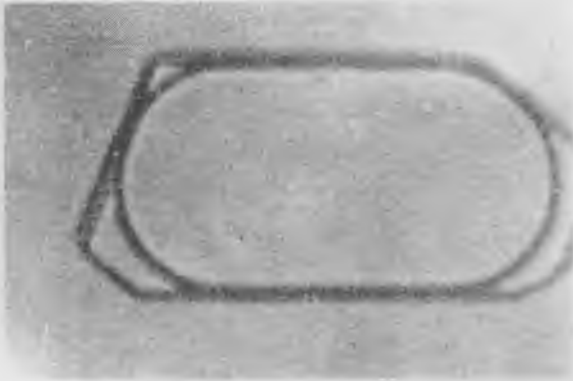
Fig. 85. Уплощенное существенно-газовое включение в кварце.
Охлаждение, замораживание и оттаивание включения.

- a-* +25°C, 4
- b-* -23,2°C, в составе газовой фазы имеется углекислота, при этой температуре происходит ее ожижение, появляется вторая жидкая фаза, не смешивающаяся с водным раствором;
- c-* -51,9°C, произошло замерзание водного раствора, жидкая углекислота появилась и в правой и в левой частях включения;
- d-* -65°C, произошло замерзание жидкой углекислоты;
- e-* -20,3°C, при повышении температуры идет образование кристаллогидратов CO₂;
- f-* +25°C.

Flattened, essentially, gas inclusion in quartz.
The inclusion cooling, freezing and defrosting.

- a-* +25°C;
- b-* -23,2°C; there is the carbon dioxide in the gas phase content; at such temperature it is liquefied, the second liquid phase emerges without mixing the aqueous solution;
- c-* -51,9°C, aqueous solution congealed, the liquid solution emerged both left and right sides of inclusion;
- d-* -65°C, the liquid carbon dioxide congealed
- e-* -20,3°C, there is the formation of CO₂ crystalohydrates at raising the temperature;
- f-* +25°C.

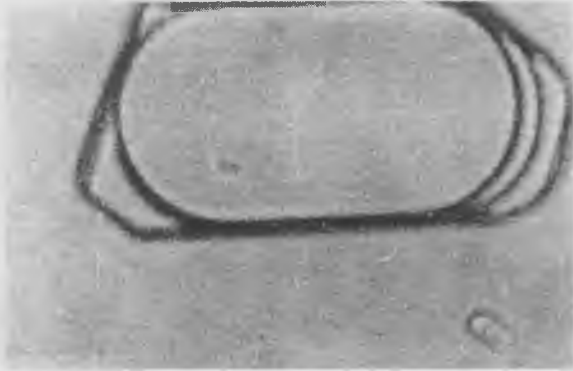
Fig. 85



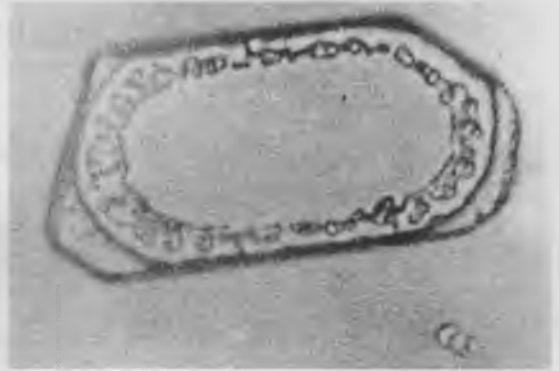
a



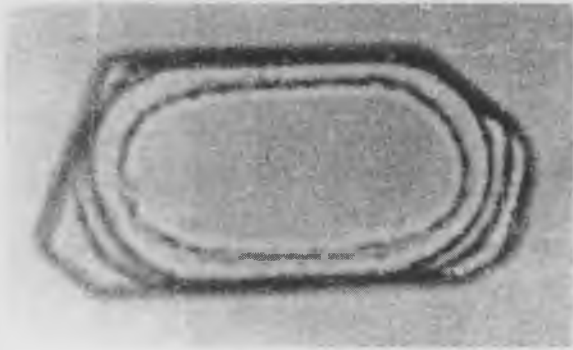
d



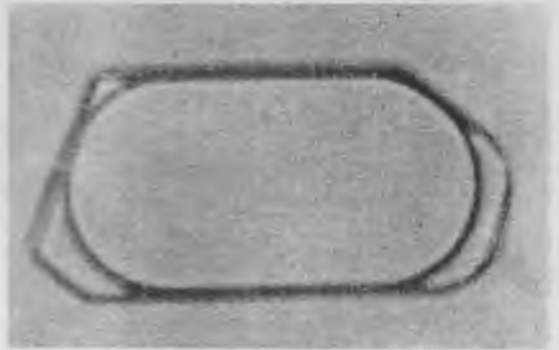
b



e



c



f

Fig. 86. Существенно-газовое в топазе из камерных пегматитов России. Процесс охлаждения, замораживания и оттаивания.

- a-* +25°C;
- b-* -11°C, ожижение части углекислоты и образование второй жидкой фазы (в нижней части фото);
- c-* -65°C, углекислота перешла в твердое состояние, водный раствор замерз;
- d-* оттаивание водного раствора, углекислота сублимировалась;
Повторное замораживание:
- e-* образование кристаллогидратов CO₂;
- f-* замерзание углекислоты;
- g- h* - образование кристаллогидратов CO₂.

Essentially gas inclusion in topaz from the chambered pegmatites of Russia. Cooling, freezing and defrosting.

- a-* +25°C;
- b-* -11°C; part of the carbon dioxide is liquefied and the second liquid phase is formed (below part of photo);
- c-* -65°C, carbon dioxide passed into solid state, the aqueous solution is frozen;
- d-* defrosting of the aqueous solution, carbon dioxide sublimated; Repeated freezing;
- e-* formation of CO₂ crystalhydrates;
- f-* carbon dioxide freezing;
- g- h* -formation of CO₂ crystalhydrates.

Fig. 86



a



b



e



f



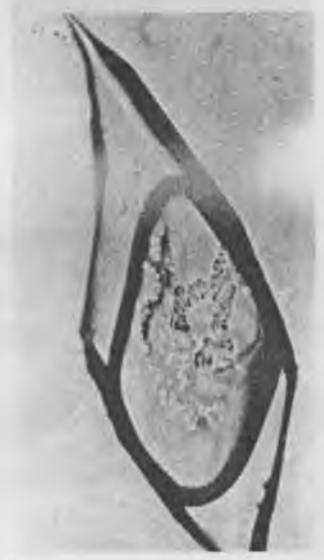
c



d



g



h

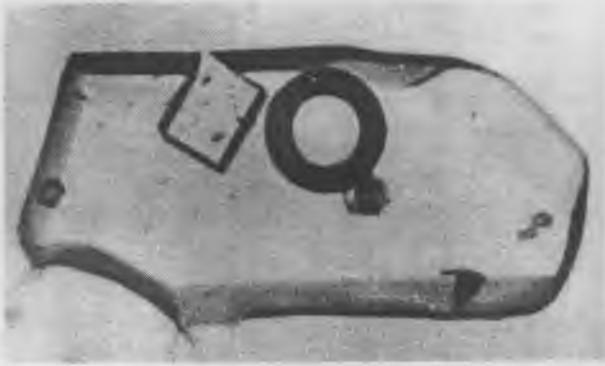
Fig. 87. Уплощенное многофазовое включение в кварце из пегматитов Казахстана. Охлаждение, замораживание и оттаивание включения.

- a-* +25⁰С, крупный кристаллик во включении - галит;
- b-* образование кристаллогидратов и начало замерзания раствора;
- c-* включение полностью замерзло;
- d-* начало оттаивания;
- e-* морфология кристаллов криогидрата;
- f-* +25⁰С, криогидрат оттаял, кристаллогидраты сохраняются.

Flattened multi-phased inclusion in quartz from pegmatites of Kazakhstan . Inclusion cooling, freezing and defrosting.

- a-* +25⁰С, the big crystal in inclusion is halite;
- b-* formation of crystalhydrates and start of solution freezing;
- c-* inclusion is completely congealed;
- d-* start of defrosting;
- e-* morphology of the cryohydrates crystals;
- f-* +25⁰С, cryohydrate defrosted, crystalhydrates are kept up.

Fig. 87



a



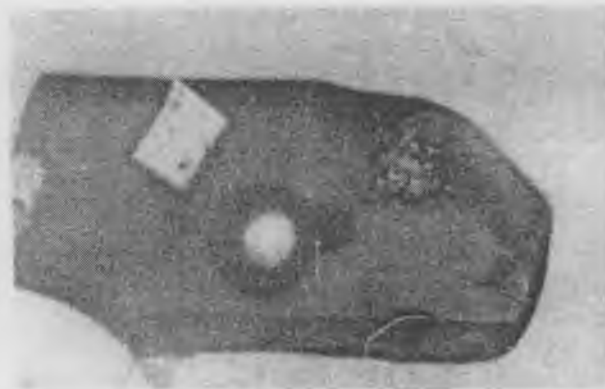
d



b



e



c



f

Fig. 88. Морфология криогидрата во включениях.

a- b- c -20°C, игольчатая и дендритовидная морфология кристаллов криогидрата.

Morphology of cryohydrate in inclusions.

a- b- c -20°C, needle-shaped and dendrite-shaped morphology of cryohydrate in inclusions.

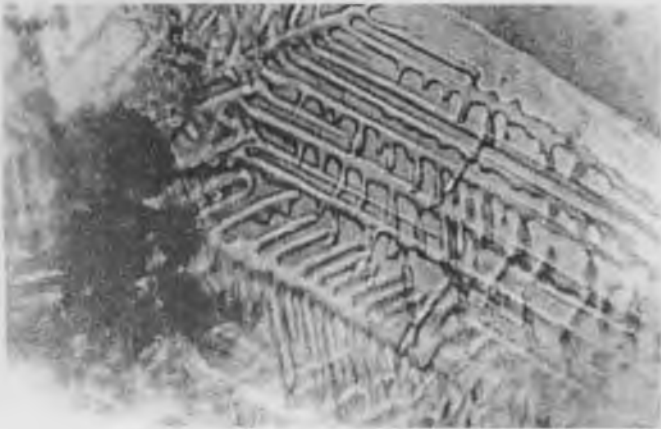
Fig. 88



a



b



c

Fig. 89. Двухфазовое включение во флюорите из пегматитов Казахстана, замораживание и оттаивание.

- a-* включение в замерзшем виде;
- b-* оттаивание, морфология криогидрата;
- c-* повторное охлаждение, образование пластинчатых кристаллов криогидрата;
- d-* вид замерзшего включения при повторном охлаждении.

Two-phased inclusion in fluorite from pegmatites of Kazakhstan, freezing and defrosting.

- a-* inclusion as frozen;
- b-* defrosting, morphology of cryohydrate;
- c-* repeated cooling, formation of the cryohydrate tabular crystals;
- d-* view of the congealed inclusion at the repeated cooling.

Fig. 89



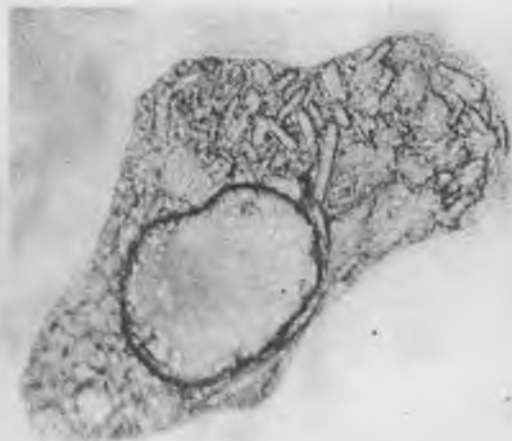
a



c



b



d

Fig. 90. Охлаждение и замораживание включения углеводородов в кварце (Донбасс).

- a-* +25°C, 1 - газ, 2- жидкий углеводород;
- b-* -30°C, затвердевание жидкого углеводорода;
- c-* -85°C, ожижение части газового пузыря: 1 - газ, 2 - сжиженный газ, 3 - затвердевший углеводород.

Cooling and freezing of the hydrocarbons inclusion
in quartz (Donbass).

- a-* +25°C, 1-gas, 2-liquid hydrocarbon;
- b-* -30°C, solidification of the liquid hydrocarbon;
- c-* -85°C, liquefaction of the gas bubble part: 1-gas, 2- liquefied gas, 3-solidified hydrocarbon.

Fig. 90



a



b



c

**МОРФОЛОГИЯ ВАКУОЛЕЙ ВКЛЮЧЕНИЙ.
MORPHOLOGY OF INCLUSION VACUOLES.**

Fig. 91. Двухфазовое газово-жидкое включение во флюорите из пегматитов Казахстана в форме негативного кристалла.

Газовая фаза - 5,6% от объема включения, ув. 500.

Two-phased gas-liquid inclusion in fluorite from pegmatites of Kazakhstan as form of the negative crystal.

Gas phase- 5,6% of the inclusion volume, (x500).

Fig. 91

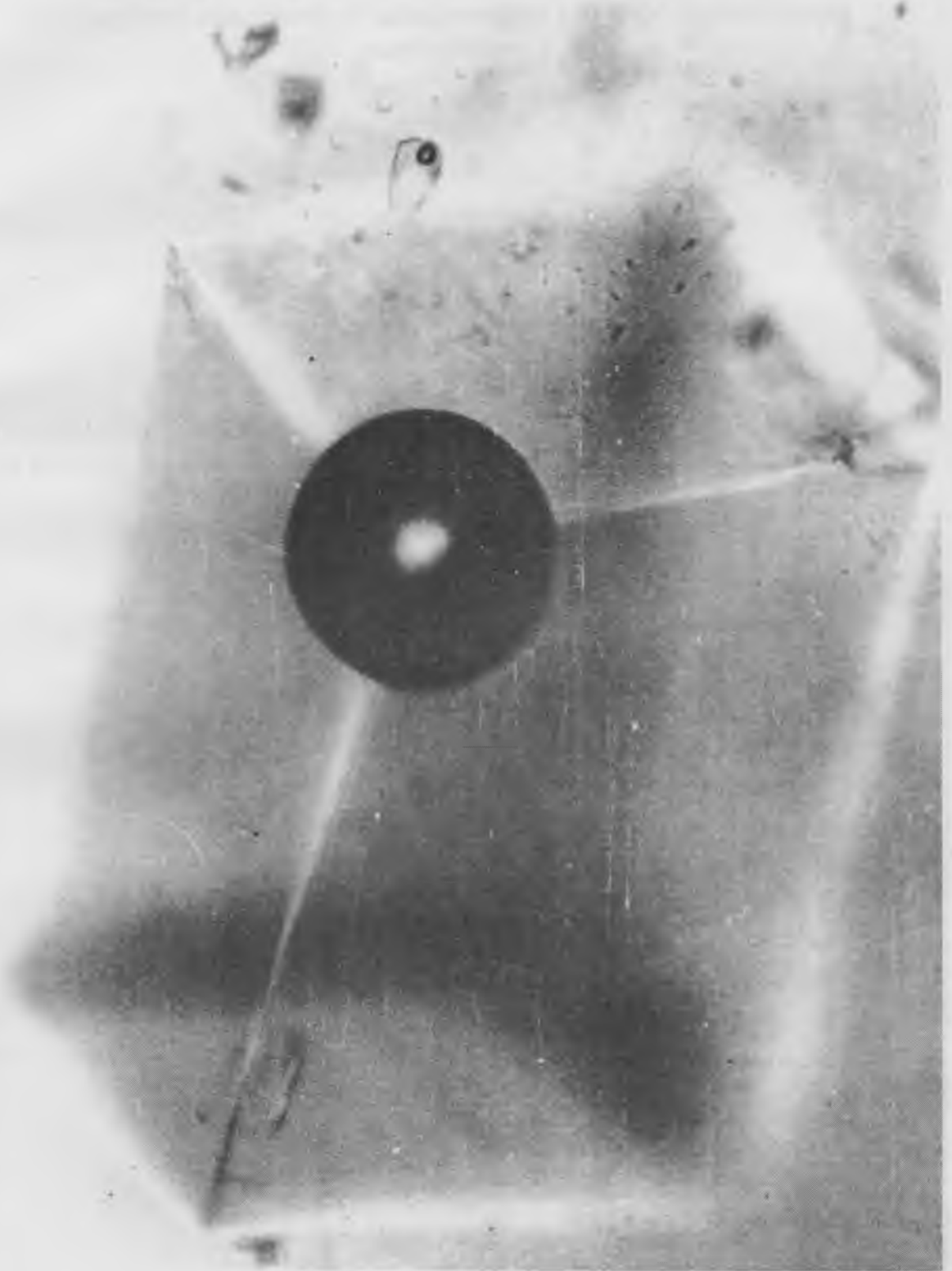


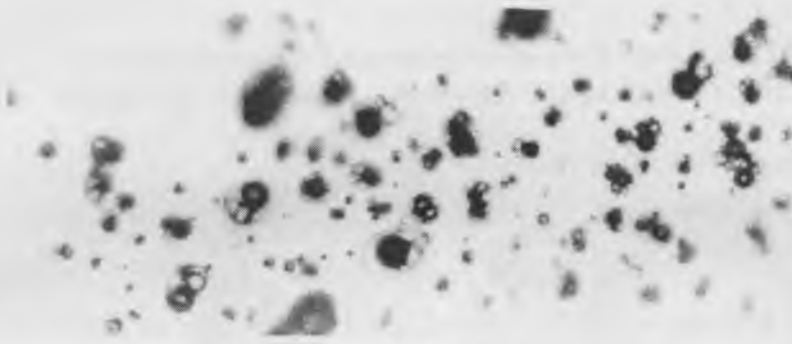
Fig. 92. Первичные многофазовые жидкие включения концентрированных гидротермальных растворов в слегка замутненной зоне роста флюорита из Бектауата при разных увеличениях.

- a*- ув. 90;
- b*- ув. 880;
- c*- ув. 1300.

Primary multi-phased liquid inclusions of the concentrated hydrothermal solutions in the slightly turbid region of the fluorite (Bektauat) growth at different magnifications.

- a*- x 90;
- b*- x 880;
- c*- x 1 300

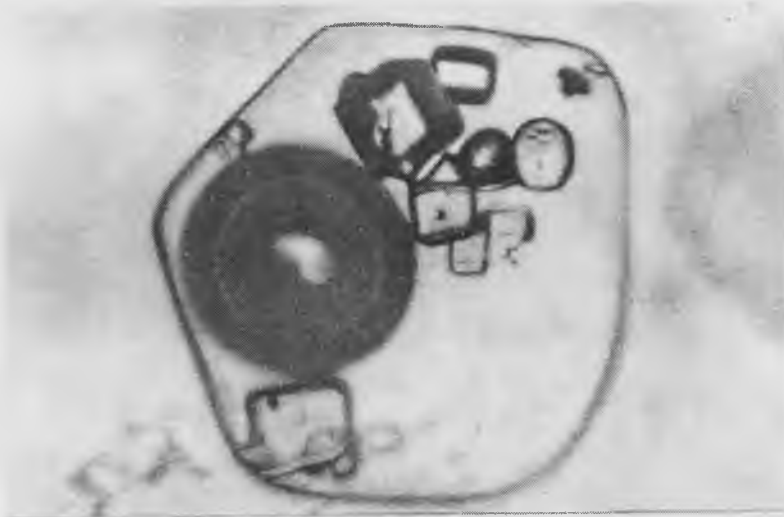
Fig. 92



a



b



c

Fig. 93. Морфологические особенности двухфазовых включений
в минералах.

- a-* включение во флюорите в виде уплощенного прямоугольника;
- b-* включение со значительной газовой фазой во флюорите в виде тетраэдра;
- c-* включения в исландском шпате;
- d-* включения в кварце.

Morphological peculiarities of two-phased inclusions in minerals.

- a-* inclusion in fluorite as flattened rectangle;
- b-* inclusion having a considerable gas phase in fluorite as tetrahedron;
- c-* inclusions in the Iceland spar;
- d-* inclusions in quartz.

Fig. 93



a



b



c



d

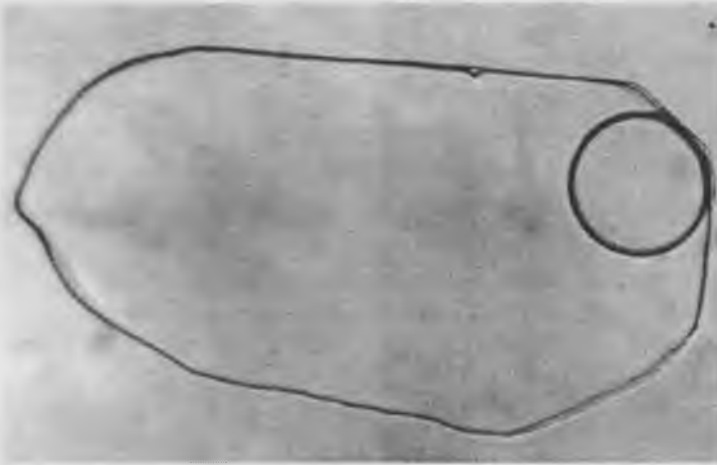
Fig. 94. Плоские и трубчатые включения минералообразующих сред, пригодные для измерений соотношений фаз площадным и линейным методами.

- a-* сильно уплощенное включение во флюорите из Центрального Казахстана, ув.230;
- b-* трубчатое включение в кварце, ув. 90;
- c-* объемно-уплощенное и трубчатое включения в топазе (на фоне микрометрической линейки), ув. 100.

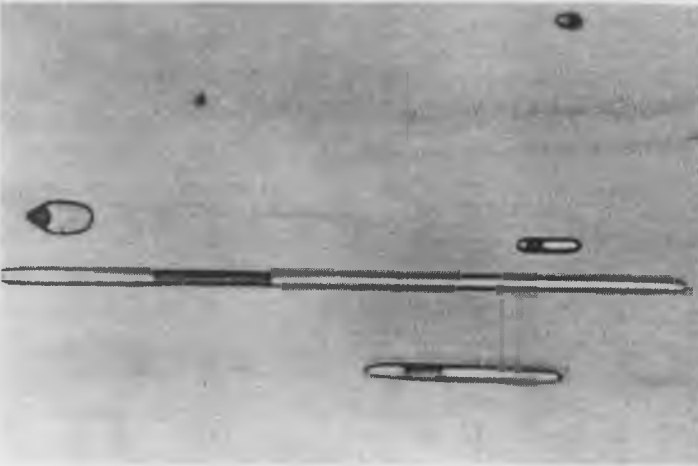
Flat and tubular inclusions in the mineral forming medium suitable for the measurements of phase relations with the square and linear methods

- a-* strongly flattened inclusion in fluorite from the Central Kazakhstan, (x230);
- b-* tubular inclusion in quartz, (x90);
- c-* volume-flattened and tubular inclusions in topaz (on the background of the micrometric ruler), (x100).

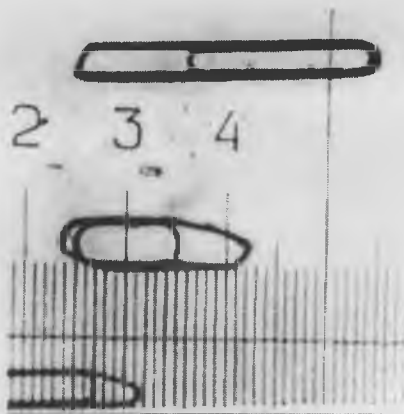
Fig. 94



a



b



c

Fig. 95. Внутренняя микроморфология вакуолей включений жидких и газовых растворов.

- a-* первичное жидкое включение в высокотемпературном гидротермальном турмалине из пегматита Мамского района. Внутренняя ребристость ориентирована по длинной оси кристалла, ув. 230;
- b-* мнимовторичное жидкое включение в топазе Волыни. Внизу - конусы замыкания микротрещины как продолжение ребристости стенок вакуоли, ув. 230;
- c-* крупное объемное существенно-газовое включение в топазе из пегматитов Волыни. Хорошо выражена скульптура стенок вакуоли, ув. 150.

Internal morphology of the inclusion vacuoles of the liquid and gas solutions.

- a-* primary liquid inclusion in the high temperature hydrothermal tourmaline from pegmatite (Mamsky district). Internal ribbing is oriented to the long axis of crystal, (x230);
- b-* imaginary second liquid inclusion in topaz (Volyn'). At the bottom – the cones of micro fissures closure as continuation of the vacuole walls ribbing, (x230);
- c-* large volume essentially gas inclusion in topaz from Volyn' pegmatites. Sculpture of the vacuole walls is well marked out, (x150).

Fig. 95



a



b



c

Fig. 96. Многофазовое включение в топазе из камерных пегматитов Волыни.

- a-* в проходящем свете;
- b-* николи скрещены, ув. 250.

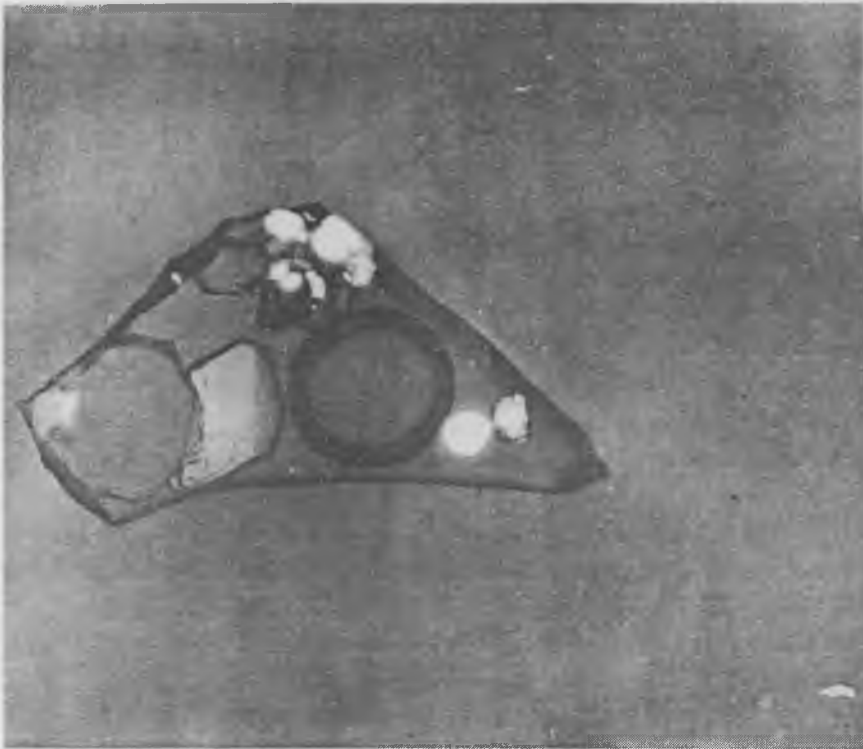
Multi-phased inclusion in topaz from the chambered pegmatites of Volyn'.

- a-* in the transmitted light;
- b-* nicols are crossed, (x250).

Fig. 96



a



b

Fig. 97. Микроренталлография вакуолей включений
(микрофотография В.К.Возняка, текст Н.П.Ермакова).

- a-* включение расплава-раствора в топазе Волыни. Остаточные минерализаторы в процессе медленного охлаждения капли расплава обособились в виде газового пузырька (в центре) и водной жидкости (справа вверху), а родственное топазу вещество кристаллизовалось по периферии уменьшившейся в объеме вакуоли. Наружный световой контур родственной каймы фиксируется на фото благодаря небольшой разнице в показателях преломления между топазом-хозяином и новоотложившимся топазом интракристаллизации, зафиксировавшим первичный объем вакуоли всего включения расплава-раствора.
- b-* на схеме включения зафиксированы кристаллографические элементы интароста позднего топаза включения, происходившего уже в замкнутом объеме законсервированной порции расплава-раствора. Уплотнение включения параллельно (001) включающего топаза, ув. 100;
- c-* газовой-жидкое многофазовое включение высококонцентрированного раствора в топазе Волыни. Кристаллизация родственного вещества обусловила зубчатость наружного контура включения (справа), а другие компоненты раствора выкристаллизовались в виде твердых минералов-узников в левом конце вакуоли включения. Уплотнение включения параллельно (001), ув. 100.

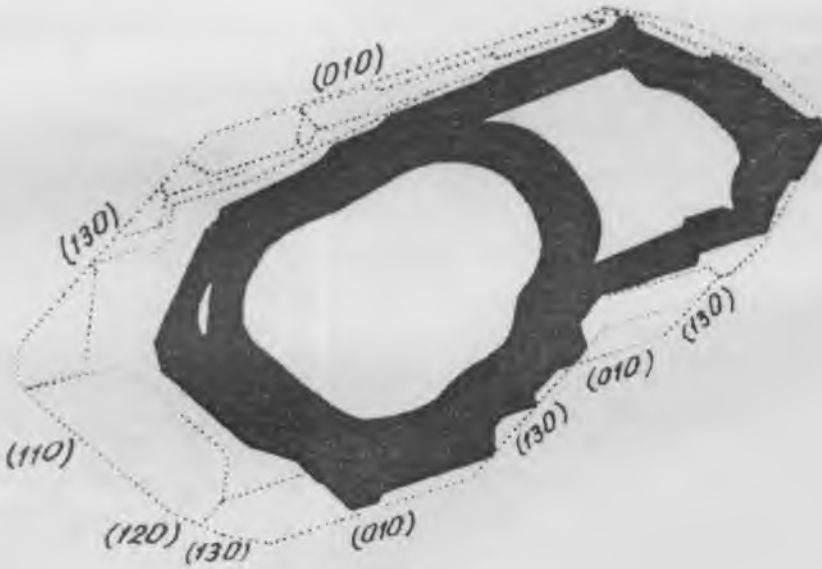
Microcrystallography of the inclusion vacuoles (micro photo- by
Voznyak, text-by Ermakov N.P.)

- a-* inclusion of the melt-solution in topaz (Volyn'). The residual mineralizers were singled out as gas bubble (in the center) and an aqueous liquid (to the right at the top) when the melt-tear was slow cooling. Topaz familiar substance crystallized by periphery of the reduced volume vacuole, External light outline of the familiar rim is fixed on the photo owing to a small difference in the refractive indexes between host topaz and new deposited topaz of the intracrystallization fixed the primary volume of vacuole of the complete melt-solution inclusion.
- b-* crystallographic elements of the intragrowth of the latest topaz inclusion taking place in the locked volume of the closed portion of the melt-solution are fixed at the inclusion diagram. Inclusion flattening is parallel to (001) of the contained topaz, (x100);
- c-* gas-liquid multi-phased inclusion of the high concentrated solution in topaz (Volyn'). Crystallization of the familiar substance caused the serration of the inclusion external outline (to the right). The other solution components effloresced as solid prisoner-minerals at the left end of the inclusion vacuole. . Inclusion flattening is parallel to (001), (x100).

Fig. 97



a



b



c

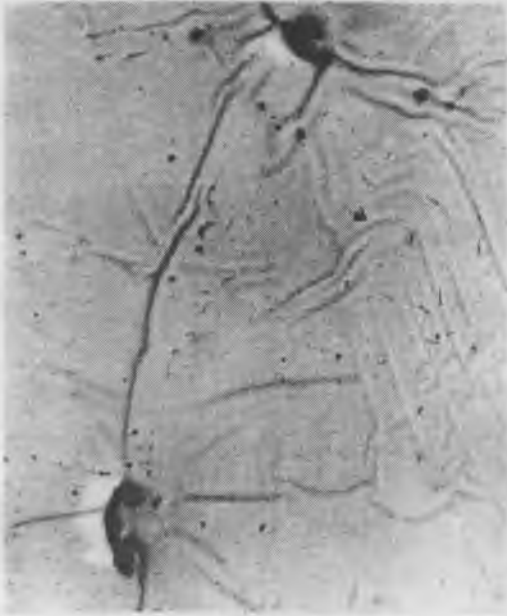
Fig. 98. Электронография вакуолей и минералов-узников включений (по С.В.Куршеву, В.Н.Труфанову, В.И.Васильеву).

- a-* мнимовторичные ультрамикровключения в сотовом кварце, приуроченные к пересечению залеченных трещин усадки минерала при его трансформации.
- b-* трубчатые включения во флюорите со ступенчато-спиральным нарастанием вещества на стенках вакуолей;
- c-* ступенчато-слоистый рельеф граней микрокристаллика-узника из газовой-жидкого включения.
- d-* ультрамикрорельеф вакуоли мнимовторичного включения в кварце, не согласный со слоями нарастания минерала-хозяина.

The electron diffractometry of vacuoles and the prisoner-minerals of inclusions (by Kurshev S.V., Trufanov V.N., Vasil'ev V.I.)

- a-* imaginary second ultra micro inclusions in the honey-comb quartz belong to the crossing of the healed fissure of the mineral contraction at its deformation;
- b-* tubular inclusions in fluorite having the substance step-like spiral growing on the vacuole walls;
- c-* step-like and layered relief of faces of the prisoner-micro crystal from the gas-liquid inclusion;
- d-* ultra- micro- relief of the vacuole of the imaginary second inclusion in quartz differed from the growth layers of the host-mineral.

Fig. 98



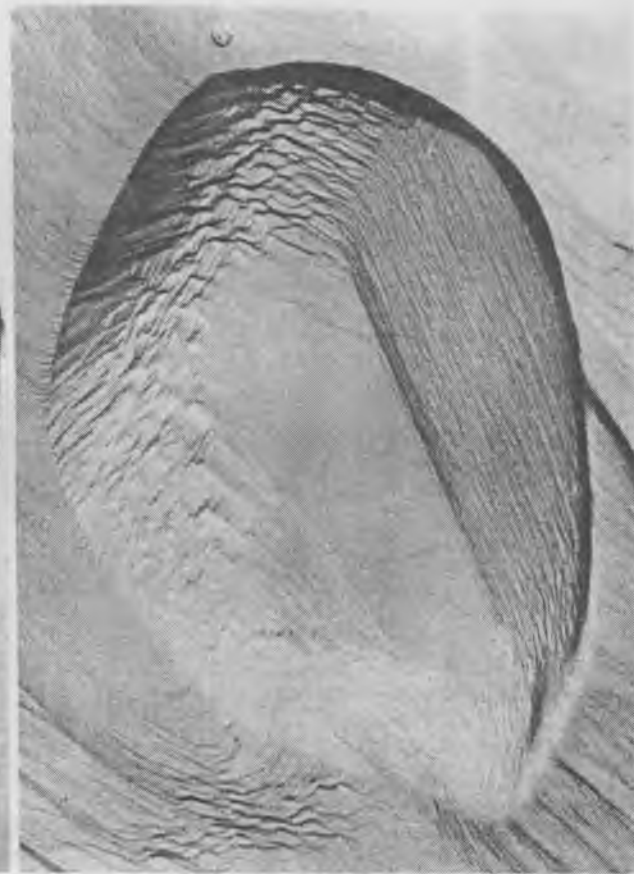
a



b



c



d

Fig. 99. Электронная фактография ультрамикроскопических полостей газовой-жидких включений, вскрытых на разломе золотоносного кварца из месторождения Сальсин (Центральная Франция), (по Г.Дейша и К.Селла), ув. 50 000.

The electron factography of the ultra-microscopic cavities of the gas-liquid inclusions stripped at the fault of the gold-bearing quartz from the deposit Sal'sin (the Central France), (by Deisha G. And Sella K.), (x 50 000).

Fig. 99

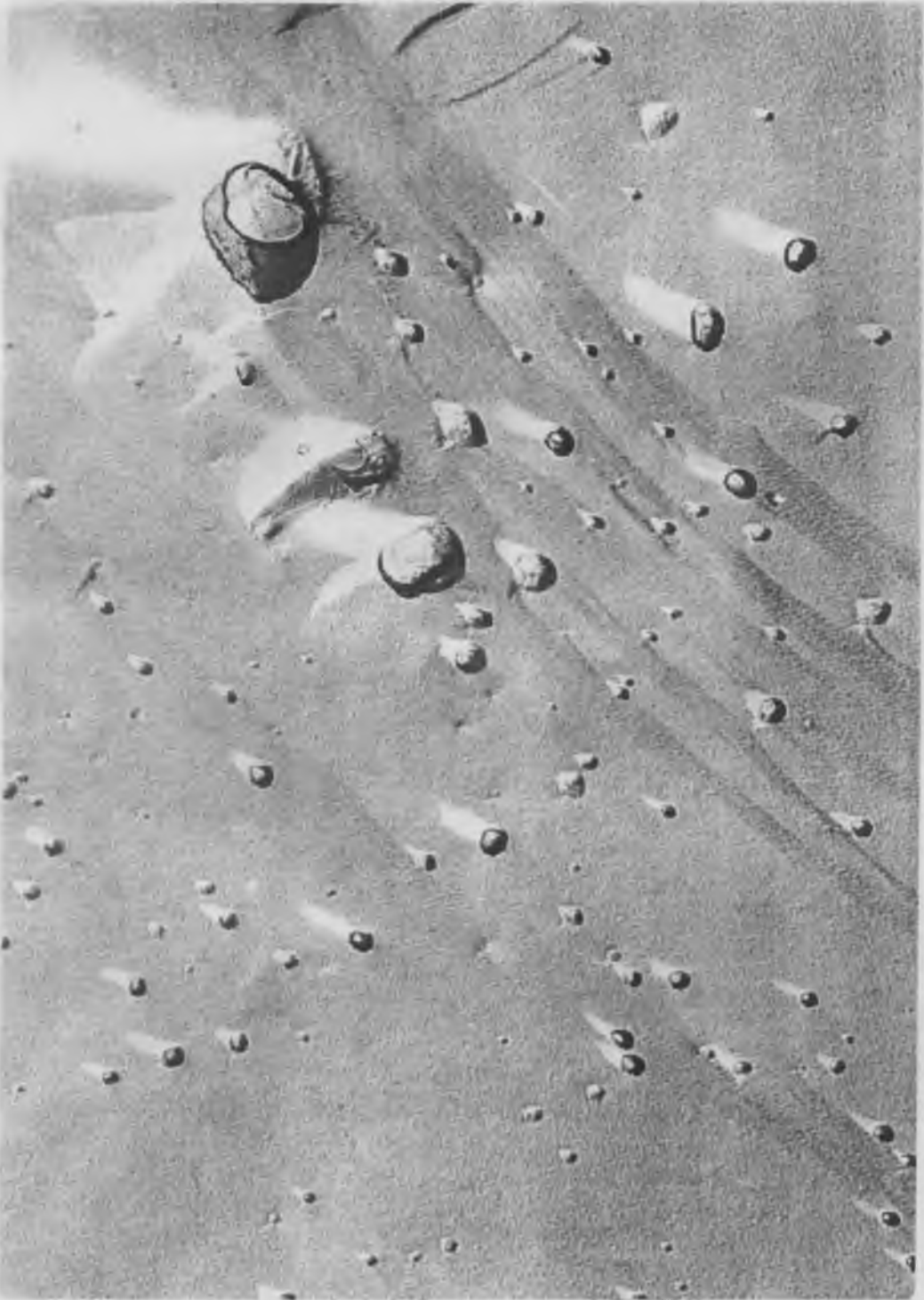


Fig. 100. Электронная фактография микропоры газово-жидких включений размером в полмикрона и меньше на границе между зернами золотоносного кварца месторождения Сальсин (Центральная Франция), (по Г.Дейша и К.Селла), ув. 50 000.

The electron factography of the micropore of the gas-liquid inclusions of half a micron dimension and less on the border between grains of the gold-bearing quartz of the deposit Sal'sin (the Central France) (by Deisha G. And Sella K.), (x 50 000).

Fig. 100

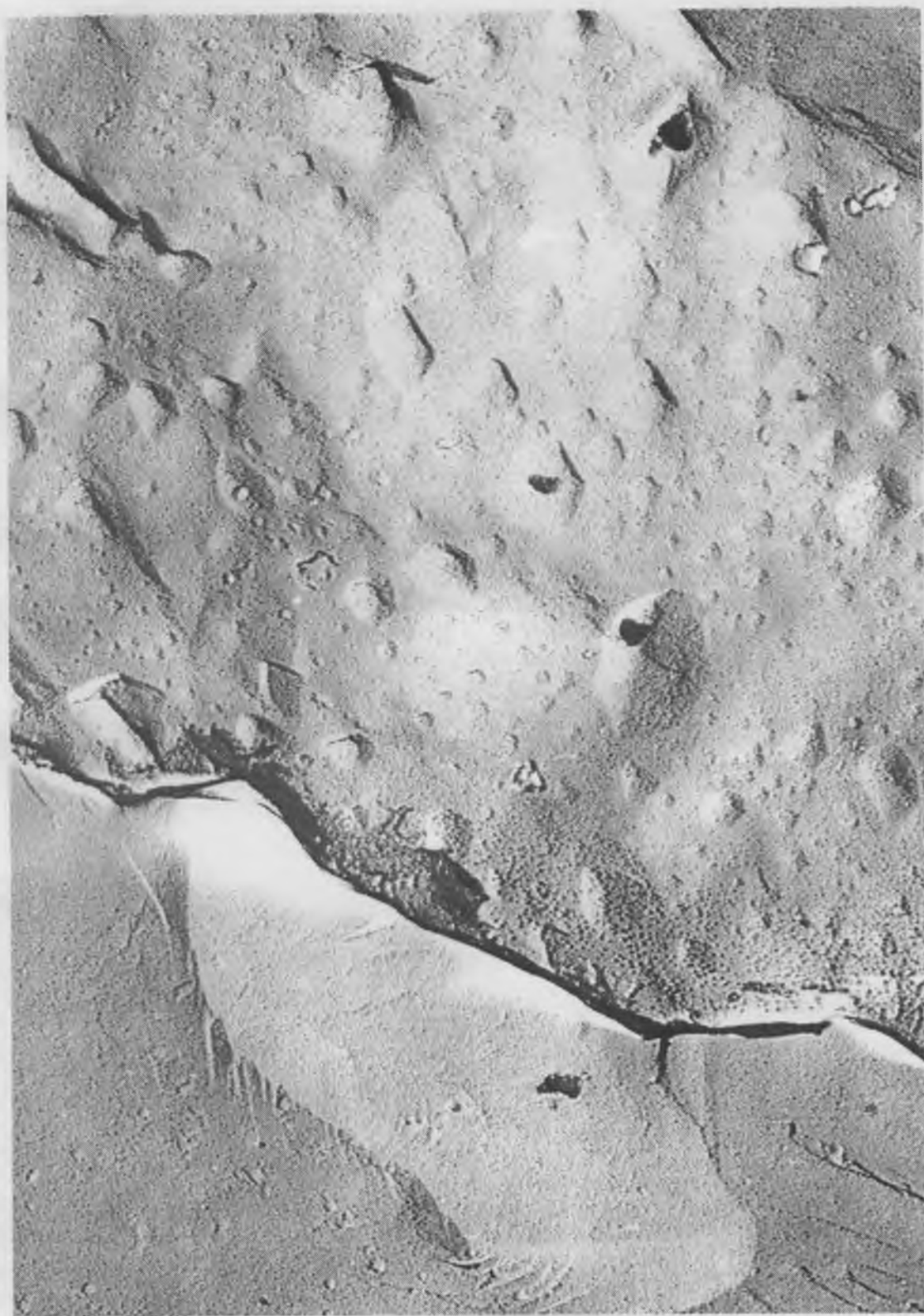


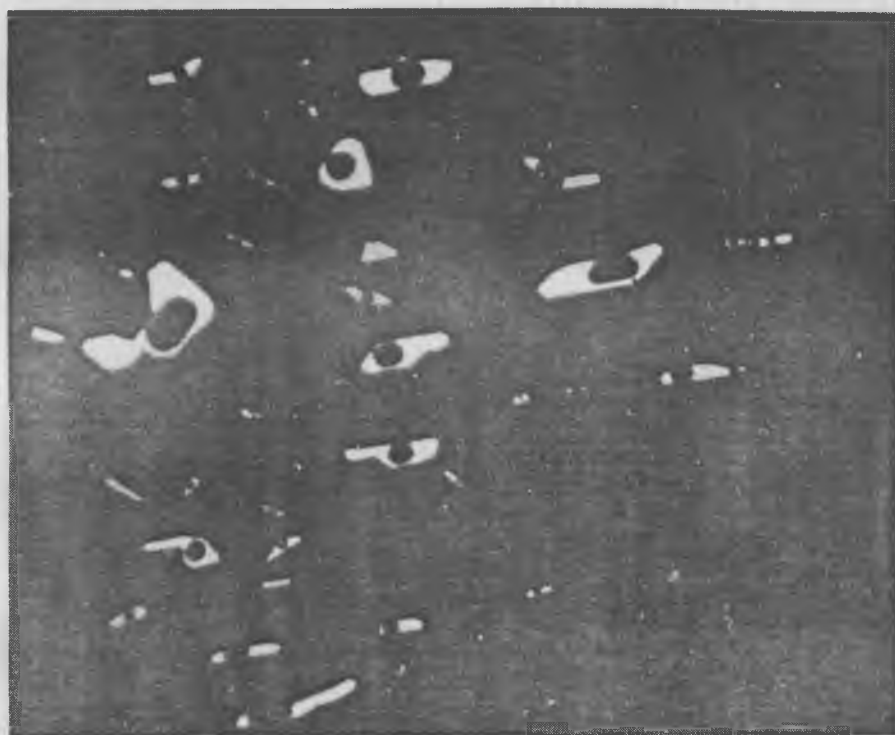
Fig. 101. Плоские вторичные включения органической жидкости в кварце из жилы в докембрийских породах Юго-Западной Африки (по Э.Роддеру).

- a-* в отраженном ультрафиолетовом свете;
- b-* в проходящем свете.

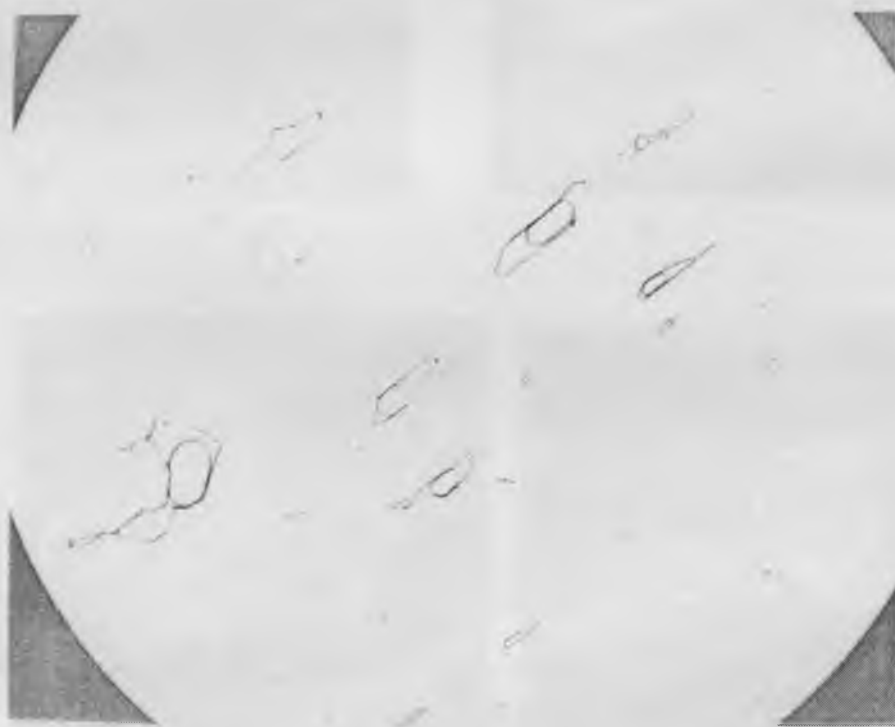
Flat secondary inclusions of the organic liquid in quartz from the vein in the Pre-Cambrian rocks of the South-Eastern Africa (by Roedder E.)

- a-* in the reflected ultra-violet light;
- b-* in the transmitted light.

Fig. 101



a



b

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ И КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ СОСТАВА
ВКЛЮЧЕНИЙ.
THE QUANTITATIVE AND QUALITATIVE ANALYSES OF THE
INCLUSIONS CONTENT.

Fig. 102. Электронное зондирование затвердевших включений в апатитах Хибин (зонд типа КАМЕКА, по В.М.Валяшко и Л.Н.Когарко).

- a-* а в проходящем свете;
- b-* в поглощенных электронах;
- c-* распределение Cl;
- d-* распределение K;
- e-* распределение Fe;
- f-* распределение Al;

The electron probing of the solidified inclusions in apatites Khibin (probe as CAMECA, by Valyashko V.M and Kogarko L.N.)

- a-* in the transmitted light;
- b-* in the absorbed electrons;
- c-* Cl distribution;
- d-* K distribution;
- e-* Fe distribution;
- f-* Al distribution;

Fig. 102



a



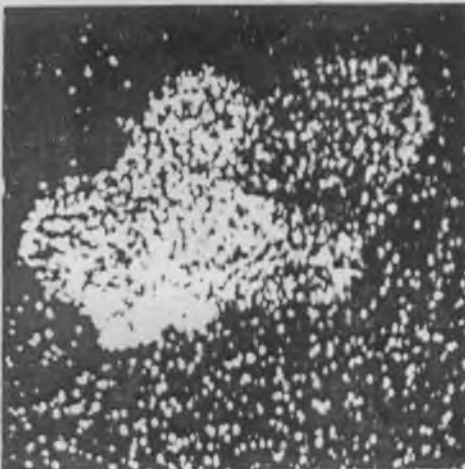
b



c



d



e



f

Fig. 103. Изучение элементарного состава ультрамикроминералов-узников газово-жидких включений в морионе Шерловой горы (левая колонка) и в раухтопазе месторождения Спокойное (правая колонка), (по Е.И.Доломановой и М.М.Элинсон).

- a-* в проходящем свете;
- b-* цинк;
- c-* медь;
- d-* железо;
- e-* хром.

Study of the elementary compound of the ultra-micro-prisoner-minerals of the gas-liquid inclusions in morion of the Sherlova mountain (the left column) and in rauchtopyaz of the deposit Spokoiny (the right column), (by Dolomanova E.I.and Elinson M.M).

- a-* in the transmitted light;
- b-* zink;
- c-* copper;
- d-* iron;
- e-* chromium.

Fig. 103

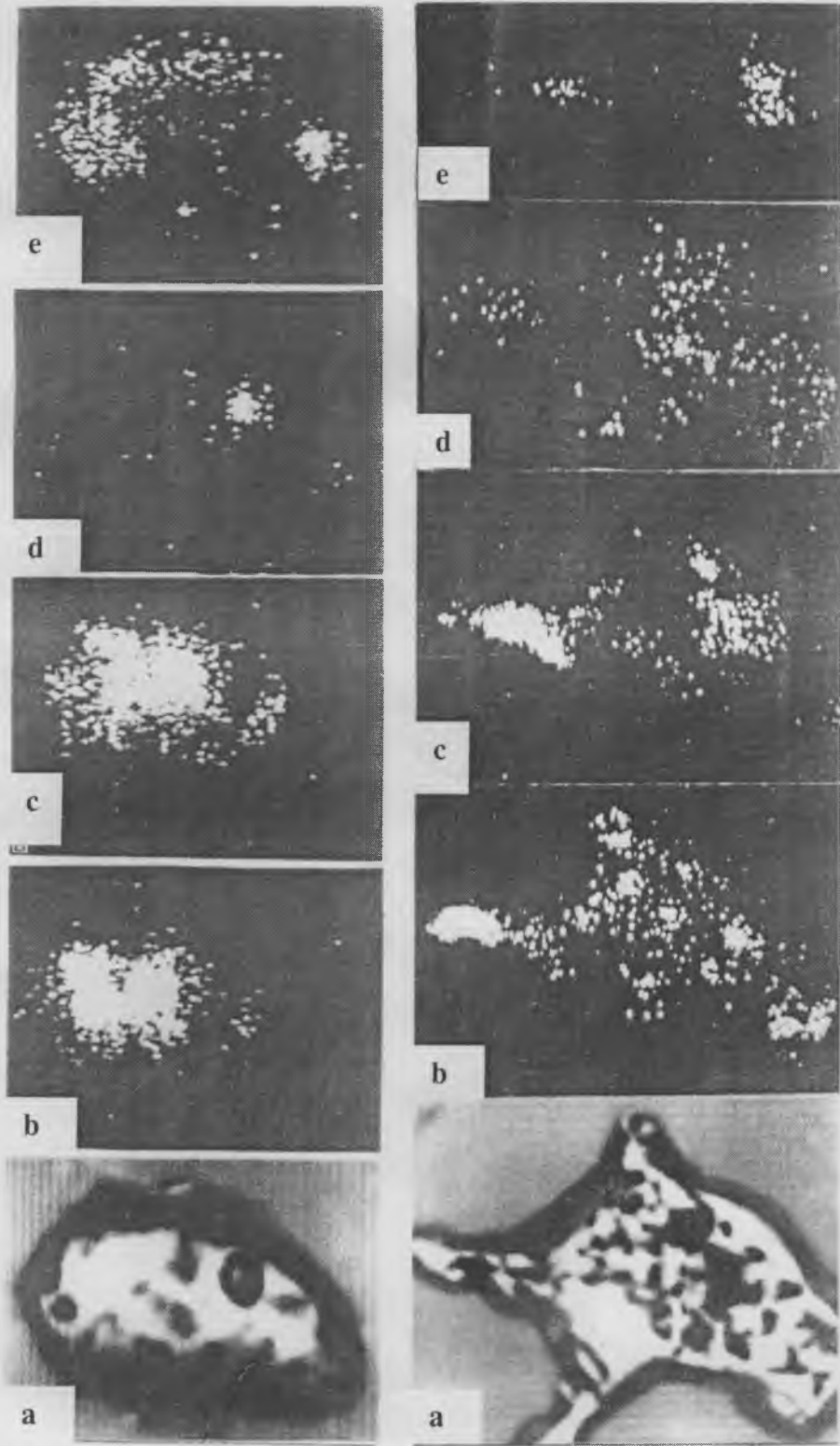


Fig. 104. Многофазовое включение раствора-рассола во флюорите (месторождение Тырныауз).

a- в проходящем свете;

b- *c* - в скрещенных николях с разными углами поворота, ув. 300.

Multi-phased inclusion of the solution-brine in fluorite (the deposit Tyrnyauz).

a- in the transmitted light;

b- *c* -in the crossed nikols having the different angles of rotation, (x300).

Fig. 104



a



b



c

Fig. 105. Вскрытые включения во флюорите месторождения Тырнауз под электронным микроскопом (по Р.В.Боярской).

- a-* рассол покрывает внутреннюю поверхность вакуоли, ув. 300;
- b-* вокруг вскрытой вакуоли твердая фаза, ув. 300;
- c-* капля рассола, выжатая на поверхность через тонкую трещину, ув. 500

Stripped inclusions in fluorite (the deposit Tyrnyauz), the electron microscope (by Boyarsky R. V.).

- a-* brine covers the internal surface of vacuole, (x300);
- b-* solid phase is around stripped vacuole, (x300);
- c-* brine-tear pinched on the surface through a fine fissure, (x500)

Fig. 105



a



b



c

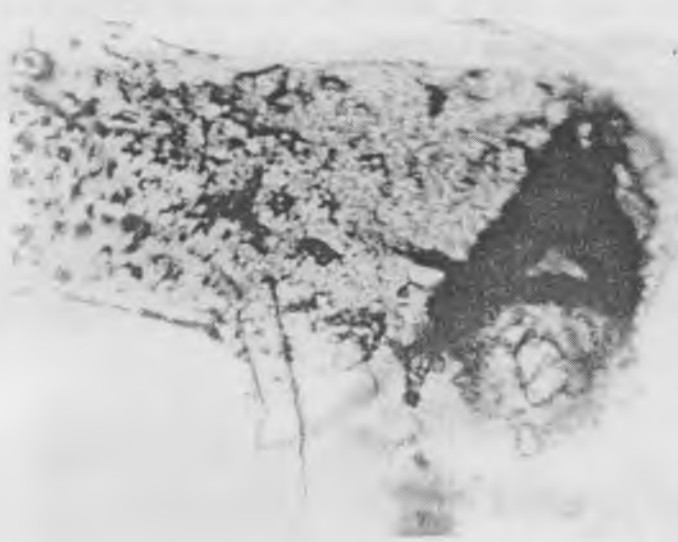
Fig. 106. Вскрытые включения во флюорите (Тырныауз),
ув. 300.

- a-* капля рассола на поверхности пластинки через несколько дней после вскрытия. Справа на фото : черное - вскрытая вакуоль. В капле рассола многочисленны хлопьевидные выделения - свидетельство высокой концентрации железа в рассоле;
- b-* на фото справа черное - вскрытая вакуоль, в центре - капли раствора из включения, в одной из капель - микрокристаллы, образовавшиеся в растворе после вскрытия включения;
- c-* минерал-узник, извлеченный из вскрытой вакуоли в капле "материнского" раствора.

Stripped inclusions in fluorite (the deposit Tyrnyauz), (x300).

- a-* brine-tear on the plate surface in some days after stripping. To the right: black- stripped vacuole. There are many flocculent removals in the brine-tear. It testifies the high concentration of iron in the brine;
- b-* to the right: black- stripped vacuole, in the center - solution-tears from inclusion, in one drop - microcrystals formed in solution after inclusion stripping;
- c-* prisoner-mineral extracted from the stripped vacuole in the drop of the parent solution.

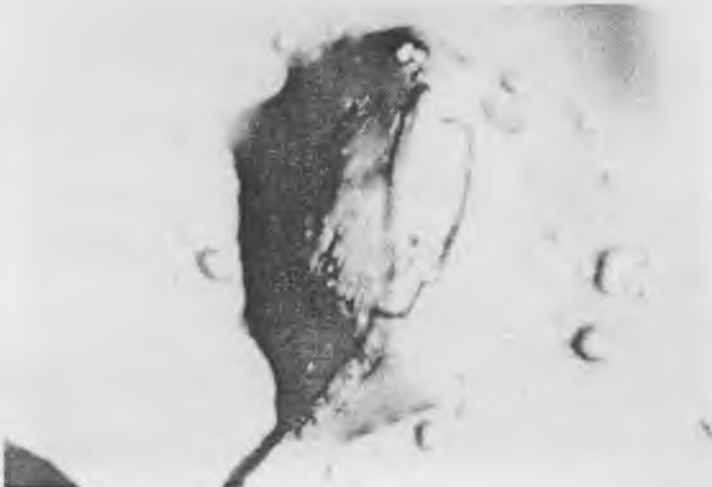
Fig. 106



a



b

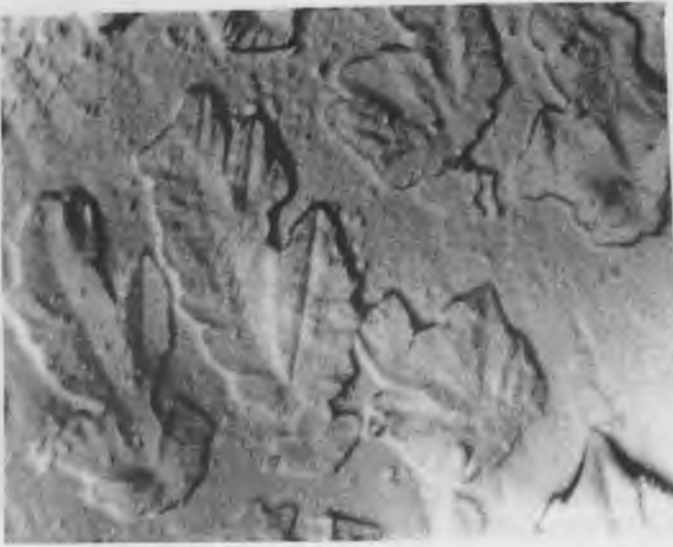


c

Fig. 107. Морфология кристаллов, образовавшихся в растворе на поверхности пластинок флюорита после вскрытия включений, Тырнауз, ув. 500.

Morphology of crystals formed in solution on the fluorite plate surface after stripping inclusions (Tyrnyauz), (x500).

Fig. 107



a



b



c

Fig. 108. Вскрытые многофазовые включения во флюорите (Тырныауз) и микроминералы.

- a-* вскрытое включение под электронным микроскопом, кристалл в центре фото - сильвин, ув.500;
- b-* вскрытое включение в проходящем свете, черное в центре - рудный минерал, лежащий на нижней стенке вакуоли, ув. 800;
- c-* извлеченный из включения минерал-узник в проходящем свете, ув. 800.

Stripped multi-phased inclusions in fluorite (Tyrynyauz) and microminerals.

- a-* stripped inclusion (the electron microscope), crystal in the center of photo is sylvite (x500);
- b-* stripped inclusion in the transmitted light, black in the center- ore mineral located on the lower wall of vacuole, (x800);
- c-* prisoner-mineral extracted from inclusion is in the transmitted light, (x800).

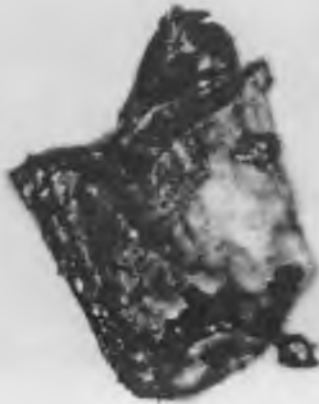
Fig. 108



a



b



c

Fig. 109. Вскрытое включение во флюорите (месторождение Тырныауз). Образование своеобразных складок на поверхности капли раствора.

- a-* вскрытое включение, центральная часть фото - ровная поверхность капли раствора;
- b- c-* на поверхности капли образуется пленка, которая, деформируясь, приобретает различную форму. Образование такой пленки свидетельствует о полимеризации раствора при возможном наличии углеводородов в растворе.

Stripped inclusions in fluorite (the deposit Tyrnyauz). Formation of the original folds on the surface of the solution-tear.

- a-* stripped inclusion, the central part of photo – plane surface of the solution-tear;
- b- c-* film is formed on the drop surface. When it is distorted, it takes the different form. Formation of such film testifies the solution polymerization if hydrocarbons are available in solution.

Fig. 109



a



b



c

Fig. 110. Вскрытое включение во флюорите (Тырныауз).

- a-* включение в отраженных электронах, в центре минерал-узник - галит;
- b-* - Na;
- c-* - Cl.

Stripped inclusion in fluorite (Tyrnyauz).

- a-* inclusion is in the reflected electrons, in the center- thereis the prisoner-mineral – halite;
- b-* Na;
- c-* Cl.

Fig.110

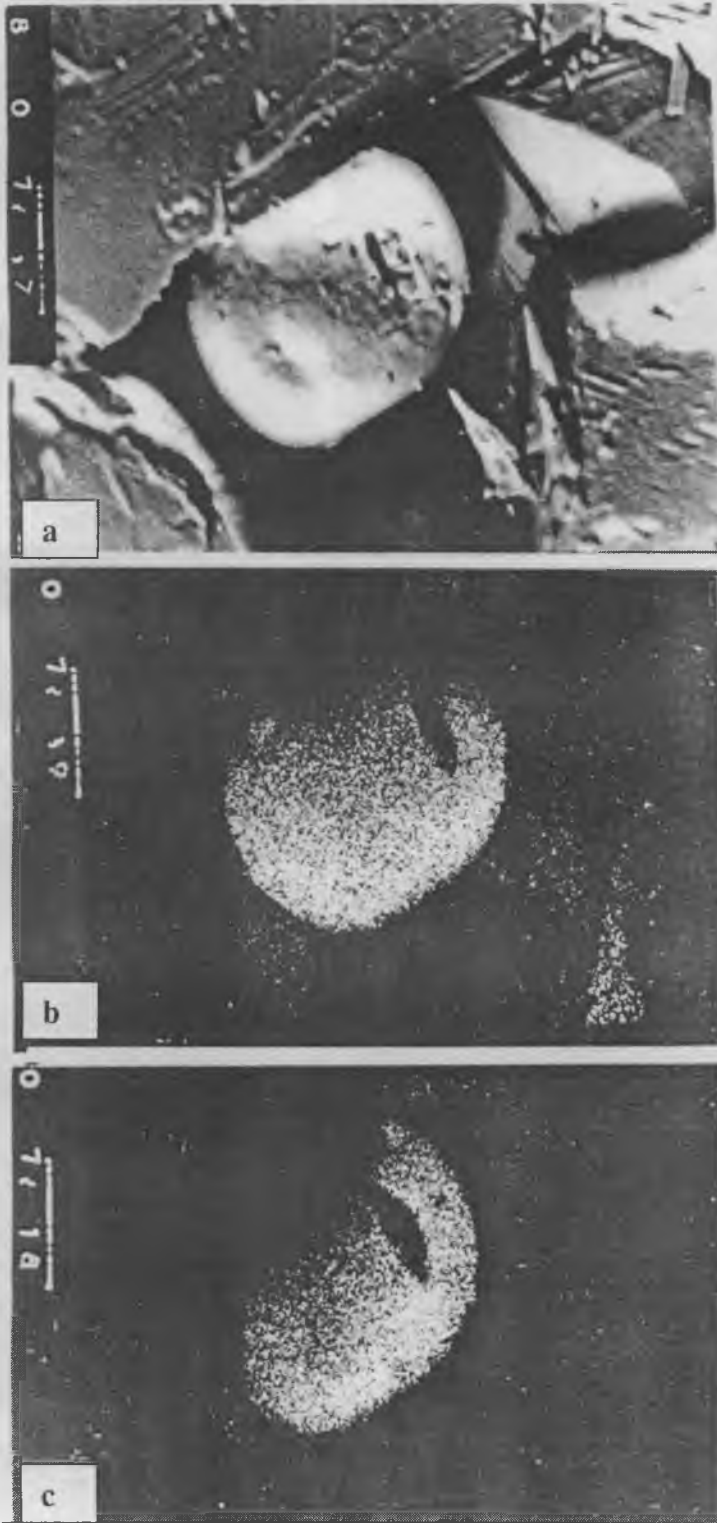


Fig. 111. Диагностика минералов-узников во включениях.

- a-* часть крупного включения во флюорите (Тырныауз) в проходящем свете, в правой части фото - газовый пузырек, ув.500;
- b-* то же включение вскрытое, под электронным микроскопом;
- c-* Fe;
- d-* Ca;
- e-* K;
- f-* Na.

Нижний минерал-узник (фото *a*) оказался галитом, как и предполагалось до вскрытия, верхний минерал-узник содержит K, Cl, Fe. Этот минерал был извлечен и исследован рентгенографически. Оказалось, что это - эритросидерит.

Diagnostics of the prisoner-minerals in inclusions.

- a-* part of a big inclusion in fluorite (Tyrnyauz) in the transmitted light, at the right part of photo – gas bubble, (x500);
- b-* the same stripped inclusion (the electron microscope);
- c-* Fe;
- d-* Ca;
- e-* K;
- f-* Na.

The lower prisoner- mineral (photo *a*) was halite as it had been supposed before stripping; the upper prisoner- mineral contains K,Cl,Fe. That mineral was extracted and investigated with roentgenography. It was erythrosiderite.

Fig. 111

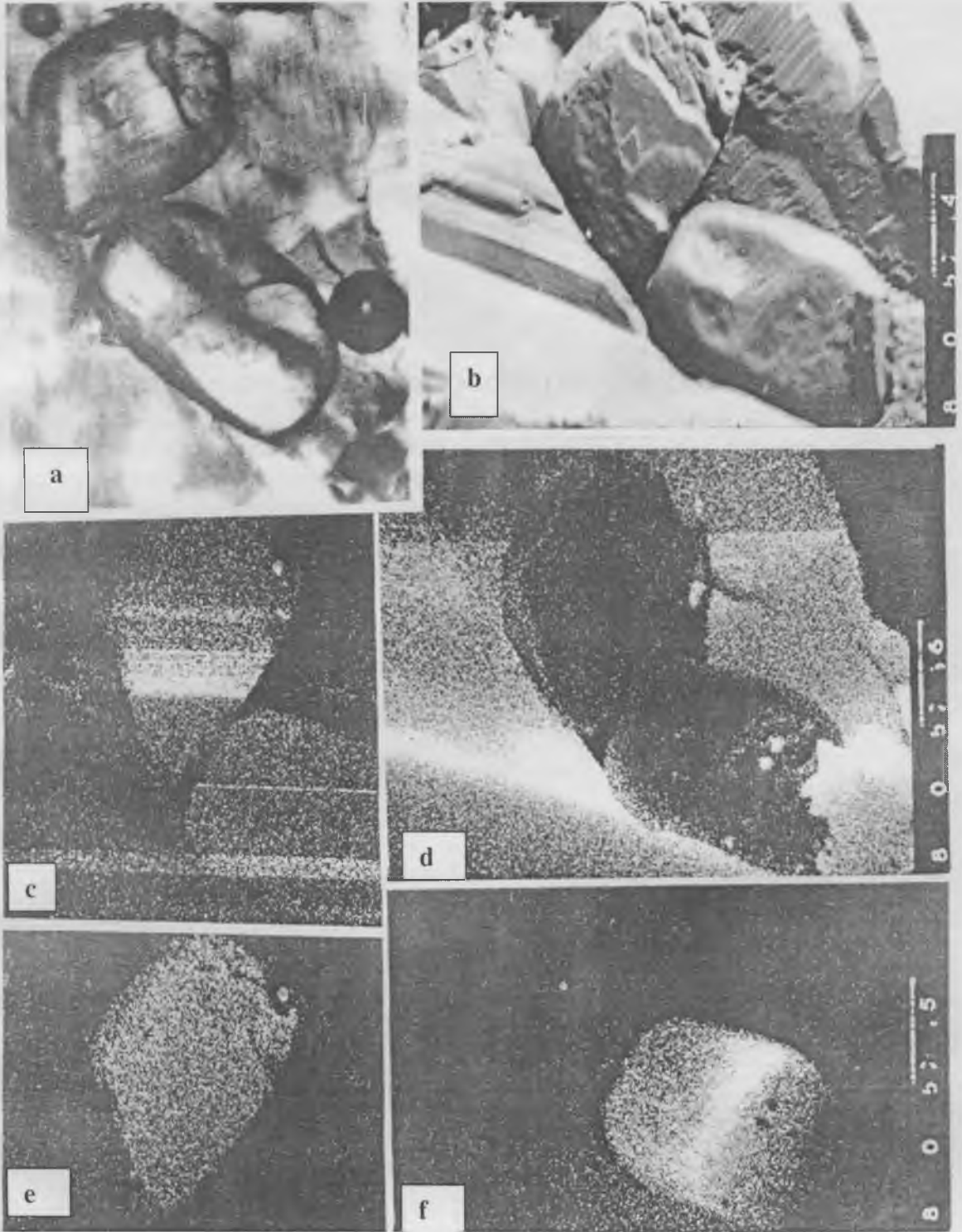


Fig. 112. Диагностика минералов-узников во включениях.

Это включение было исследовано было исследовано на раман-спектрометре MOIE -1000, аналитик Х. Бойер. Без вскрытия включения получены спектры всех минералов узников.

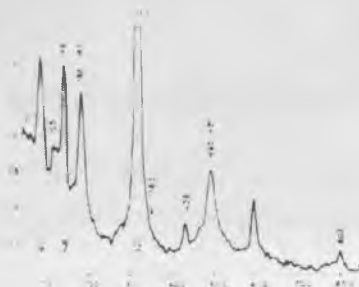
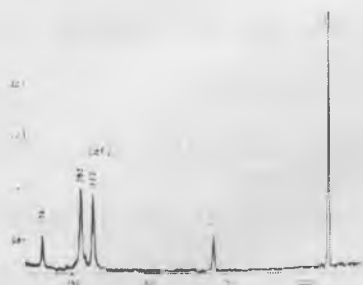
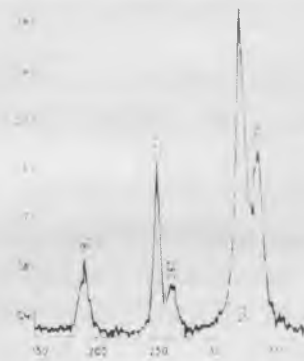
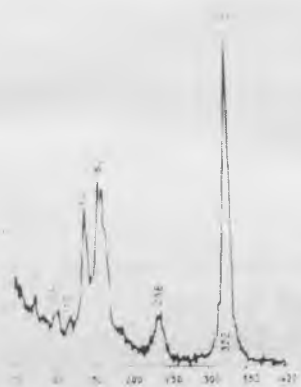
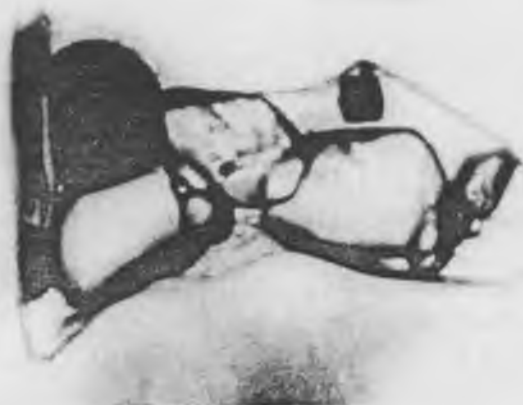
- a-* многофазовое включение раствора рассола во флюорите (Тырныауз), ув. 150;
- b-* раман-спектры отдельных минералов узников: 1, 2, 4 - неизвестные минералы, 3 - кальцит.

Diagnostics of the prisoner-minerals in inclusions.

This inclusion was studied by analytic Boier H using Raman-spectrometer MOIE-100. Spectra of all minerals were obtained without inclusion stripping.

- a-* multi-phased inclusion of solution-brine in fluorite (Tyrnauz), (x150);
- b-* Raman-spectra of some prisoner-minerals: 1,2,4-not fixed minerals, 3- calcite.

Fig. 112



Содержание
Content

ПРЕДИСЛОВИЕ PREFACE.....	4
ВКЛЮЧЕНИЯ ЗАТВЕРДЕВШИХ РАСПЛАВОВ. INCLUSIONS OF THE SOLIDIFIED MELTS.....	12
КРИСТАЛЛО-ФЛЮИДНЫЕ ВКЛЮЧЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ РАСПЛАВОВ- РАССОЛОВ И РАСПЛАВОВ-РАСТВОРОВ. CRYSTAL-FLUID INCLUSIONS OF THE RESIDUAL MELT-BRINES AND MELT-SOLUTIONS.....	36
ПНЕВМАТОЛИТОВЫЕ И ГАЗОВО-ВОДНЫЕ ВКЛЮЧЕНИЯ PNEUMATOLYTIC AND GAS-AQUEOUS INCLUSIONS.....	44
ВКЛЮЧЕНИЯ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ РАСТВОРОВ. INCLUSIONS OF THE HYDROTHERMAL SOLUTIONS.....	70
ВКЛЮЧЕНИЯ КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ INCLUSIONS OF THE COLLOIDAL SOLUTIONS.....	86
МОРФОЛОГИЯ МИНЕРАЛОВ-УЗНИКОВ. MORPHOLOGY OF THE PRISONER-MINERALS.....	92
ВКЛЮЧЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ В МИНЕРАЛАХ. HYDROCARBON INCLUSIONS IN MINERALS.....	102
ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ВКЛЮЧЕНИЙ. INCLUSIONS GENETIC VARIETY.....	136
ДИНАМИКА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВО ВКЛЮЧЕНИЯХ ПРИ НАГРЕВАНИИ И ОХЛАЖДЕНИИ. DYNAMICS OF THE PHYSICS-CHEMICAL PROCESSES IN INCLUSIONS AT HEATING AND COOLING.....	156
МОРФОЛОГИЯ ВАКУОЛЕЙ ВКЛЮЧЕНИЙ. MORPHOLOGY OF INCLUSION VACUOLES.....	192
КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ И КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ СОСТАВА ВКЛЮЧЕНИЙ. THE QUANTITATIV AND QUALITATIV ANALYSES OF THE INCLUSIONS CONTENT.....	214

Научное издание

**Атлас флюидных включений в минералах
Atlas of fluid inclusions in minerals**

Набор и оригинал-макет Е. Полянский
Сдано в набор 12.06. 1999.
Подписано к печати 20.08. 1999.
Гарнитура журнальная. Печать офсетная.
Тираж 1000 экз. Заказ 394

Отпечатано в типографии
Патриаршего издательско-полиграфического центра
г. Сергиев Посад,
тел/факс 721-26-45