

Инв. 7377с

Гурел-19 Ног.

ОРДЕНА КРАСНОЙ ЗВЕЗДЫ ПРЕДПРИЯТИЕ П. Я. Г-4461

"УТВЕРЖДАЮ"

Руководитель предприятия
П. Я. Г-4461

Лихущин В. Я.
" 17 " XI 1970 г.

РАССЕКРЕЧЕНО

Вх. № 549-680017
Дата 21.11.2016

Секретно

Экз. № 2

Инв. №

ЭКСПРЕСС-ОТЧЕТ 25856с

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ
СВОЙСТВ ЛУННОГО ГРУНТА, ДОСТАВЛЕННОГО НА ЗЕМЛЮ АВТО-
МАТИЧЕСКОЙ МЕЖПЛАНЕТНОЙ СТАНЦИЕЙ "ЛУНА-16"

Работа начата 1.10.1970 г.

Работа окончена 26.10-1970 г.

Тема № 005.

ИСПОЛНИТЕЛИ:

АВДУЕВСКИЙ В.С.

АНФИМОВ Н.А.

ГАВРИЛОВА З.И.

МАРОВ М.Я.

МЕТЛИЦКИЙ Р.С.

РАЗИН К.А.

РОСЛЯКОВ В.М.

СУЕТОВА Л.В.

ТРЕСКИН Ю.А.

ШАЛАЕВ С.П.

ЭКОНОМОВ А.П.

1970

МК № 8208с

ПРИЛОЖЕНИЕ

Вх. № 1399с/1970г.
XVI

А Н Н О Т А Ц И Я

В отчете представлено описание стенда ЛГ-I и вспомогательных служб, подготовленных в НИИТП для проведения исследований физических свойств лунного грунта, доставляемого на Землю космическими аппаратами типа "Луна-16". Изложена методика исследования плотности, дисперсности, удельной теплоемкости, коэффициента теплопроводности вещества лунного грунта и представлены первые результаты измерения перечисленных свойств.

В В Е Д Е Н И Е

В соответствии с общей Программой исследования свойств лунного грунта, доставляемого на Землю автоматическими межпланетными станциями типа "Луна-16", предусмотрено проведение научно-исследовательским институтом тепловых процессов и институтом прикладной математики АН СССР комплекса исследований физических свойств образцов лунного грунта. Специфические внешние условия на поверхности Луны требуют соблюдения определенных мер предосторожности при работе с лунным веществом в лабораторных помещениях. Кроме того, ввиду ограниченного количества располагаемого лунного грунта методики проведения отдельных исследований должны основываться на одновременном использовании не более 1-2 г исследуемого вещества.

Эти обстоятельства потребовали создания в НИИТП специализированного стенда ЛГ-1 и вспомогательных служб для соблюдения в процессе проведения исследований необходимых условий обращения с лунным веществом.

Полная программа исследования физических свойств является довольно обширной и рассчитана на длительный срок. В соответствии с этой программой в первую очередь были начаты следующие исследования:

1. Визуальные и фотографические исследования лунного грунта под микроскопом. Эти исследования необходимы для понимания особенностей структуры изучаемого вещества, составления предварительных суждений о других исследуемых характеристиках и для последующей интерпретации получаемых экспериментальных данных.

2. Исследования плотности лунного грунта. Для высокодисперсных зернистых материалов, каковым является доставленное станцией "Луна-16" вещество поверхностного слоя Луны, многие физические характеристики сильно зависят от факторов состояния материала — плотности, пористости, температуры, поверхностного давления и т.д. Поэтому первостепенный интерес представляет исследование диапазона возможного изменения плотности вещества лунного грунта и факторов, оказывающих определяющее влияние на плотность.

3. Исследование удельной теплоемкости, коэффициента теплопроводности и коэффициента температуропроводности лунного грунта. Перечисленные теплофизические характеристики играют определяющую роль с точки зрения суточного хода температуры поверхности Луны, а также утечек (или притоков) тепла из космических аппаратов, находящихся на поверхности Луны).

4. Исследование диэлектрической проницаемости лунного грунта. Эта характеристика представляет значительный интерес, т.к. она может с помощью радиолокационных методов измеряться для различных участков поверхности Луны наземными средствами. В результате, появляется возможность привязки результатов проводимых измерений свойств образцов лунного грунта к определенным участкам поверхности Луны.

В настоящем экспресс-отчете представлено описание созданного в НИИТП специализированного стенда ЛГ-I и вспомогательных служб для проведения исследований физических свойств лунного грунта.

Кроме того, описываются методики проводимых в настоящее время исследований I-го этапа и приводятся первые полученные результаты.

Работа проводилась совместно отделом 3 лаборатории № 4, отделом I лаборатории № 3, отделом 2 лаборатории № 10 НИИТП, а также отделом ¹⁴института прикладной математики АН СССР.

В создании и доводке стенда ЛГ-I, оснастки и приспособлений для работы с веществом и аппаратуры для проведения исследований, а также в проведении самих исследований принимали участие следующие сотрудники лабораторий 3, 4 и 10 НИИТП:

Аверьянов А.П., Антипин Н.М., Зеленкова И.Б., Казначеев В.П., Киселев А.Г., Коняев В.Е., Кочубин П.И., Комиссарова Н. С., Круглова Н.С., Кустова Г.Д., Макаров В.В., Моисеева Г.А., Полянский А.Ф., Поскачеев Ю.Д., Раздолин В.А., Тарасенкова М.А., Федотов С.И., Щербаков М.Ф., Буханов Г.П., Волчек Н. И., Жданов И.А., Заичкин В.Е., Козлов А.А., Красиков А.В., Микульшин В.М., Петросян Л.А., Саматов Б.Л., Сорокин В.А., Фатюшин Д.В. и Шурыгин Л.Н.

Авторы отчета выражают глубокую благодарность всем участникам работы, своим самоотверженным трудом, способствовавшим своевременному выполнению намеченной программы исследований.

Сразу же после подсоединения нового баллона газа брали анализ из камеры и шлюза; продолжительность одного анализа - 15 минут.

Диапазон содержания кислорода в гелии в рабочей камере от 0,002 - до 0,01 объемных процентов.

Глава II. ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

§ I. Исследование лунного грунта под микроскопом

а) Визуальные характеристики лунного грунта

I. При наблюдении в проходящем свете и в светлом поле отраженного света вещество неоднородно по величине и составу частиц. Цвет в массе - серовато-коричневый, частицы непрозрачны, немагнитны (по реакции на магнит). В пробе была обнаружена относительно крупная крошка неправильной угловатой формы - обломки с максимальными размерами в мм:

1. 1,24x0,093
2. 0,508x0,368
3. 0,157x0,154
4. 0,193x0,280
5. 0,128x0,255
6. 0,158x0,135
7. 0,128x0,150
8. 0,135x0,118
9. 0,140x0,082

Самая крупная частица ($1,24 \times 0,093$) мм² и частицы № 5, 7 и 8 оплавлены (фиг. 16а-г). При наблюдении неоднократно встречающихся оплавленных частиц было установлено, что оплавление является поверхностным.

Большинство крупных частиц представляет собой конгломерат легко рассыпающийся на составляющие его овальные частички при прикосновении оправки объектива, а также при хранении без изменения окраски (визуально).

Многие частицы, относящиеся к "крупным", имеют форму чаши (фиг. 17), которая могла образоваться при выкрашивании или выпадении более твердых частиц из конгломерата желтоватых мелких пылинок.

2. При наблюдении в темном поле отраженного света частицы ярко светятся, прозрачны, неоднородны по составу и форме.

Основную массу (по объему) вещества и относительно крупных частиц составляют мелкие (до 10 мк), овальные, чечевицеобразные, стеклоподобные с желтоватым собственным цветом частички.

В массе этих частиц встречаются единичные, более крупные (до 150 мк) пластинки и октаэдры (фиг. 18-18а-г) высокой степенью прозрачности, главным образом, бесцветные, а также имеющие золотисто-оранжевый и голубовато-белый собственный цвет.

Сферические частицы присутствуют в количестве 8 штук в 2 пробах вещества. Только они дают темный крест, характерный для сферических частиц (фиг. 19).

3. В поляризованном свете мелкие желтоватые включения изотропны, а также изотропны конгломераты из этих частиц. Все остальные — слабо анизотропны. Дополнительной окраски не обнаружено.

В пробах вещества мелкие, овальные частицы, имеющие желтоватый собственный цвет и составляющие основу пробы весьма напоминают силикатные стекла, а единичные пластины и кристаллы, имеющие правильную геометрическую форму, похожи на кварц, окрашенный примесями различных металлов.

б) Определение абсолютной и относительной частоты распределения частиц по размерам

Кривые абсолютного и относительного распределения характеризуют состав лунного грунта по размерам частиц.

В предположении, что проба является характерной для общей массы вещества, производилось измерение размеров частиц на площади $\sim 1,8 \text{ см}^2$ дна кюветы. В I пробе было обчислено 1047 частиц, во II пробе — 1387.

Обработка измерений была проведена по методике, аналогичной методике количественного металлографического анализа Е.М.Блантера.

Результаты обсчета даны в таблицах I и 2 и графически на фиг.(20+23).

Проба грунта состоит из:

1. Первичных мелких частиц размером $10\pm 20 \text{ мк}$ округлой, чечевицеобразной формы с желтоватым собственным цветом, а также конгломератов из них, самых разнообразных форм, легко рассыпающихся. Самый крупный из них достигает $1,24 \text{ мм}$.

2. Пластинок или кристаллов правильной геометрической формы высокой степени прозрачности, бесцветных или окрашенных в золотисто-оранжевые, бело-голубые и бурные цвета.

3. Первичные частицы-стеклоподобные. Весьма напоминают силикатные стекла. Конгломераты из них — часто оплавлены с поверхности.

Измерения, проведенные в вакууме дали такое же значение ϵ . Полученные результаты определения диэлектрической проницаемости следует считать предварительными. В последующем целесообразно осуществить подобные измерения на специально сконструированном для этих целей приборе.

В ы в о д ы

1. Создан специализированный стенд для проведения исследований различных физических свойств лунного грунта. Рабочая камера стенда позволяет вести работу с веществом в атмосфере гелия или в вакууме ($p = 10^{-5}$ мм рт.ст.).

2. В результате исследования проб мелкозернистого лунного грунта под микроскопом получена кривая относительного распределения числа частиц лунного грунта по размерам. Максимум такого распределения наблюдается для частиц размером 5-10 мкм.

3. При свободной засыпке лунного грунта его плотность составляет около 1,2 г/см³. Посредством механического уплотнения грунта его плотность может быть доведена до 1,5-2,3 г/см³.

4. Разработаны методики и аппаратура для измерения теплофизических свойств лунного грунта. В результате первых проведенных измерений получены следующие данные:

удельная теплоемкость

$$C = 0,170 \pm 0,015 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$$

коэффициент теплопроводности при $P = 10^{-5}$ мм рт.ст.

$$\lambda = 0,0019 \pm 0,0004 \frac{\text{ккал}}{\text{м} \cdot \text{с} \cdot \text{град}}$$

коэффициент температуропроводности

$$a = (5,1 \pm 1,5) \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$$

5. В результате предварительных измерений диэлектрической проницаемости лунного грунта получено значение этого коэффициента $\epsilon = 2,4$ (при $\rho = 2,25 \text{ г/см}^3$).

НАЧАЛЬНИК ЛАБ. № 3
ч.-кор. АН СССР

(ИВЛЕВ В.М.)

НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА

(ТРЕСКИН Ю.А.)

16.11.70

НАЧАЛЬНИК ЛАБ. № 4
д.т.н., профессор

(МЕЛЬНИКОВ Д.А.)

НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА

(АНФИМОВ Н.А.)

НАЧАЛЬНИК ЛАБ. № 10
кандидат техн. наук

(РАЗИН К.А.)

НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА

(МЕТЛИЦКИЙ)

ИСПОЛНИТЕЛИ:

(АВДУЕВСКИЙ В.С.)

(АНФИМОВ Н.А.)

(ГАВРИЛОВА З.И.)

(МАРОВ М.Я.)

(МЕТЛИЦКИЙ Р.С.)

(РАЗИН К.А.)

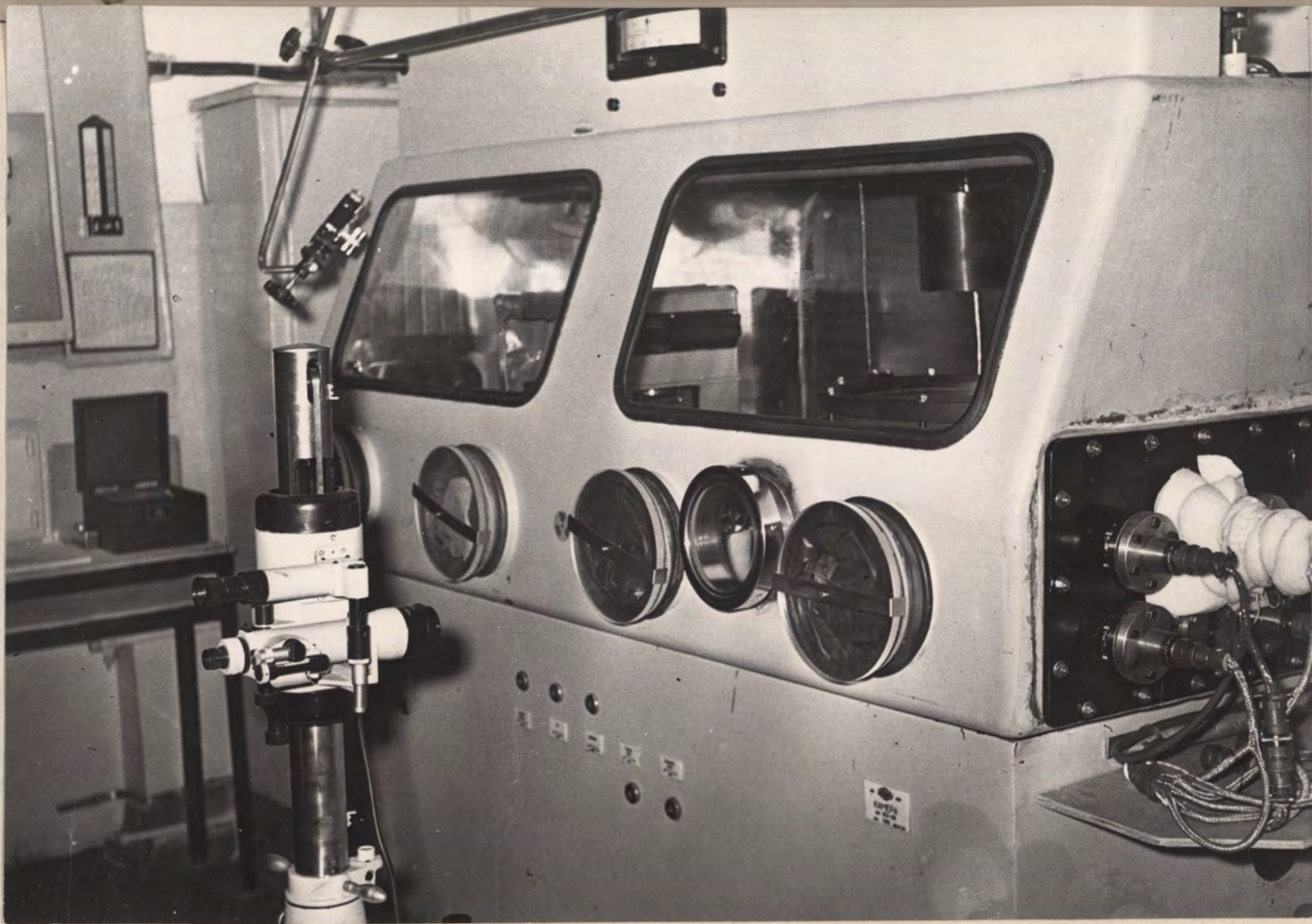
(РОСЛЯКОВ В.М.)

(СУЕТОВА Л.В.)

(ТРЕСКИН Ю.А.)

(ШАЛАЕВ С.П.)

(ЭКОНОМОВ А.П.)



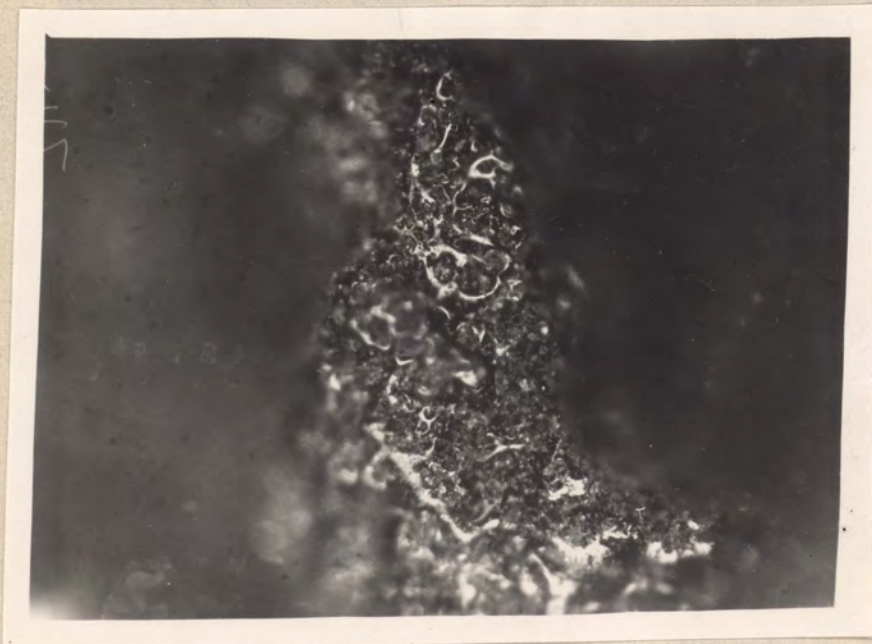
Фиг. 2а. Общий вид рабочей камеры



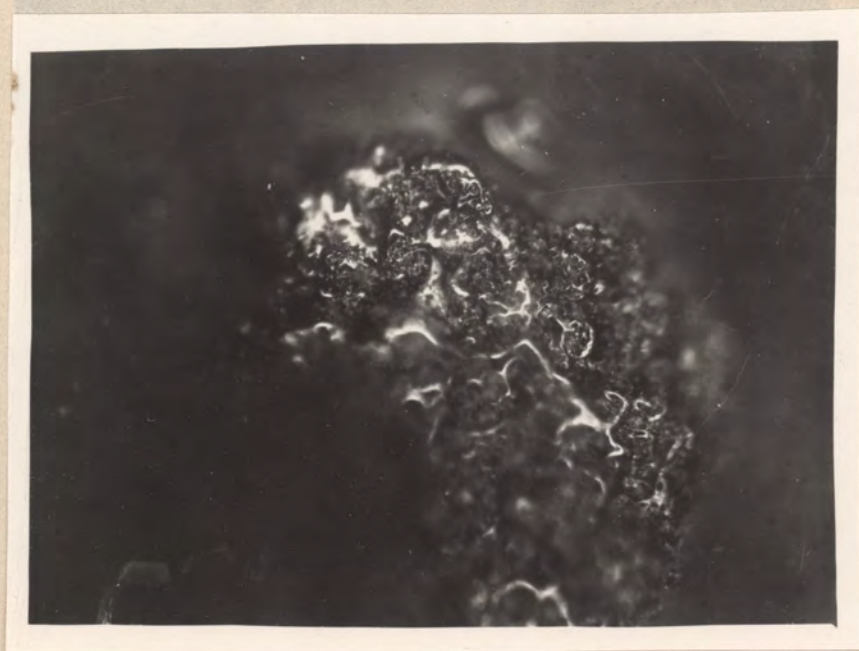
Фиг.4а. Инструмент и приспособления для пересыпки грунта.



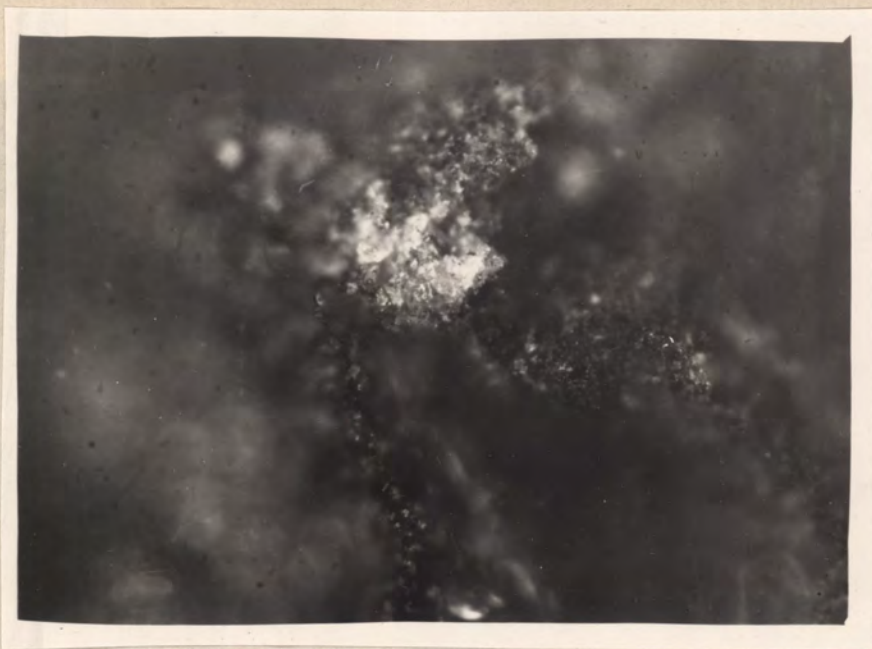
Фиг. 10 Проведение химанализа на кислород.



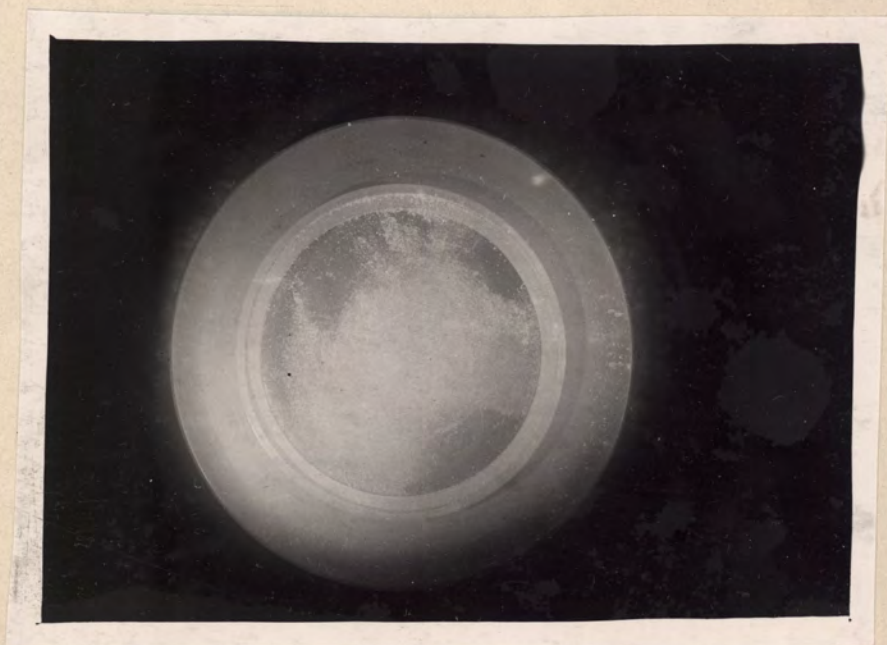
Фиг. I6a. x I80 Поверхностное оплавление темное поле, отраженный свет.



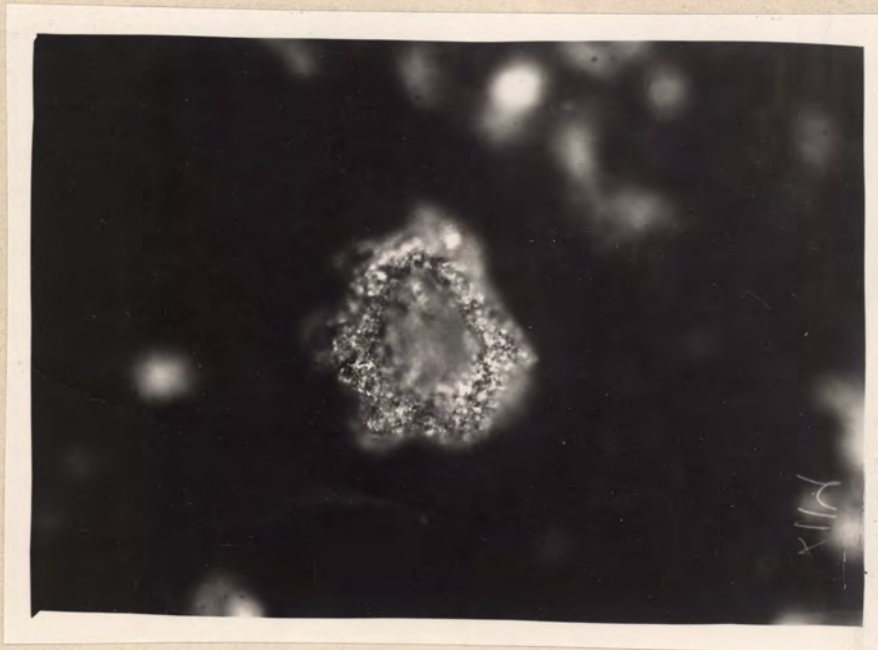
Фиг. I6б. x I80 Поверхностное оплавление частицы темное поле, отраженный свет.



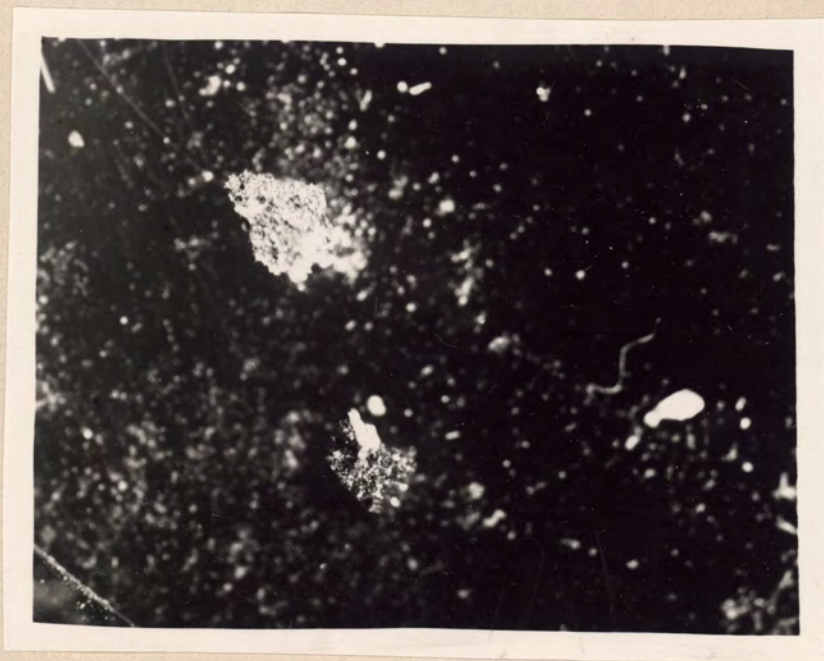
Фиг. 16в. $\times 180$. Общий вид частицы в темном поле.



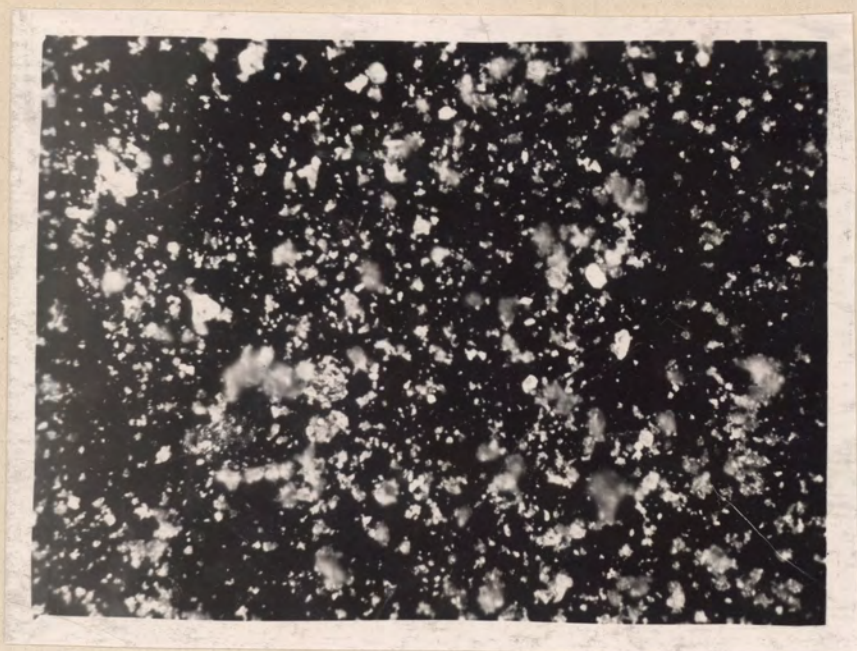
Фиг. 16д. Проба имитатора пыли в кювете.



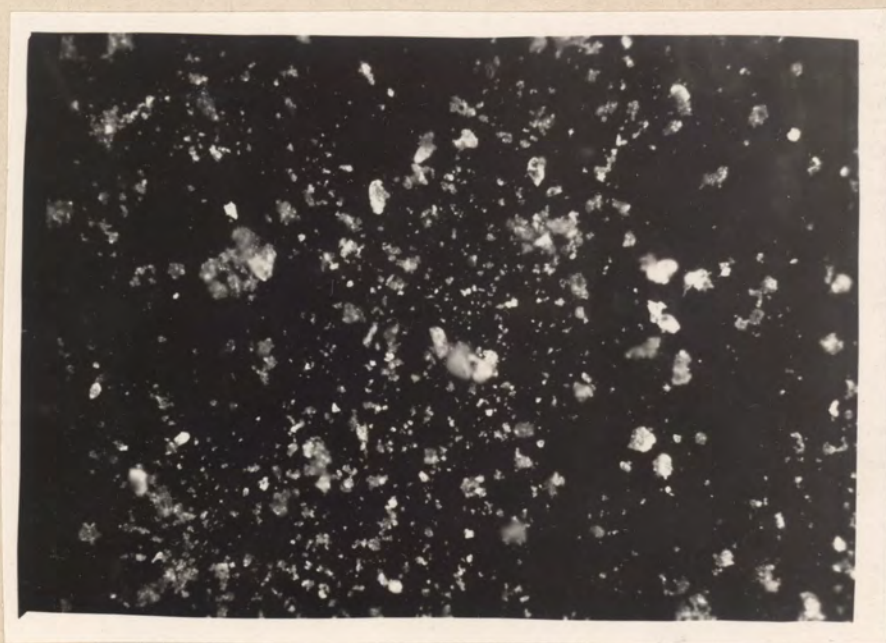
Фиг. 17. Темное поле $\times 112$.
Частица имеет форму чаши.



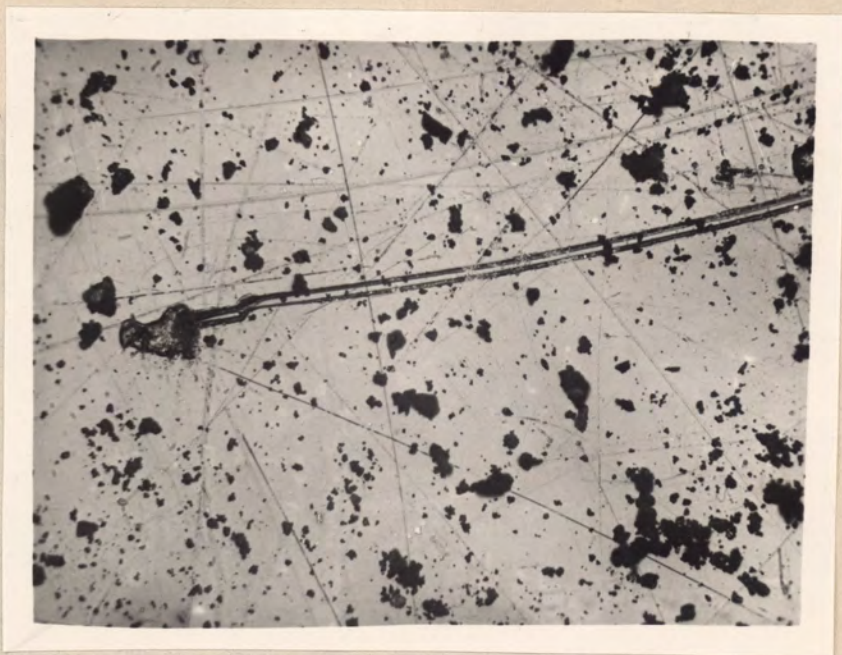
Фиг. 16г. Темное поле $\times 70$. Общий вид крупных частиц.



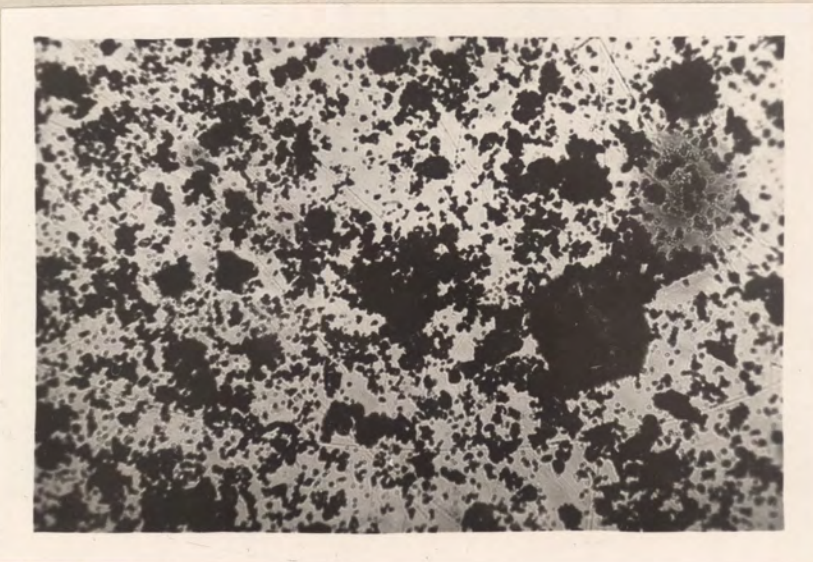
Фиг. 18а. Общий вид пробы пыли в темном поле.
х 180



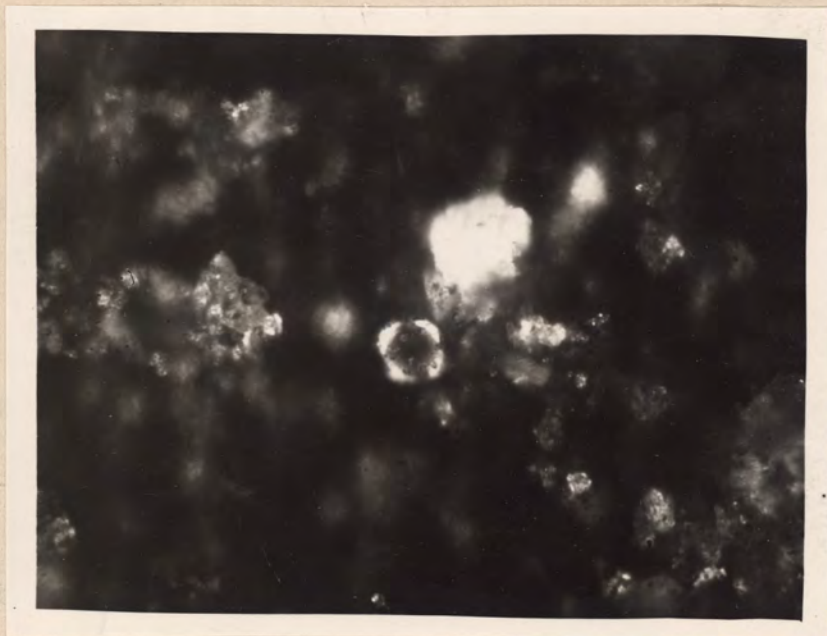
Фиг. 18б. Общий вид пробы пыли в поляризованном
свете. х 180



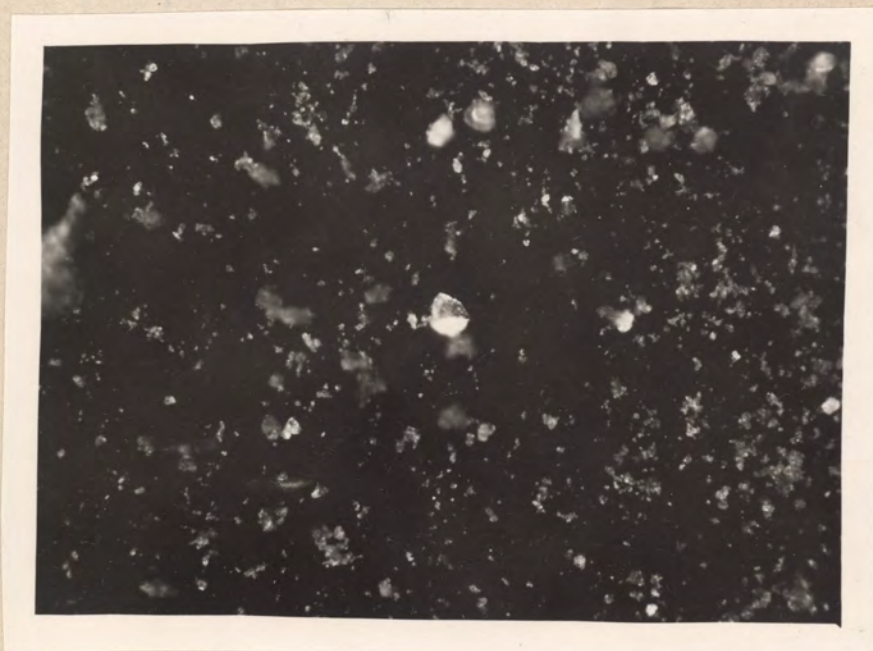
Фиг. 18в. След от твердой частицы в проходящем свете.
х 112



Фиг. 18г. Общий вид пробы пыли в проходящем свете
х 112.



Фиг. 19. Сферическая частица. Явление креста в поляризованном свете. х 420



Фиг. 18. Частица правильной геометрической формы (октаэдр) в поляризованном свете. х 112



Фиг. 28 Зарядка кондуктиметра в камере 2КА-НЖ. Виден поднятый ваку-
умный колокол.