

Академия наук СССР
Дальневосточный научный центр
ТИХООКЕАНСКИЙ ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Научно-исследовательское
судно "Академик Александр
Несмеянов"

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ОТЧЕТ

о работах в 4 рейсе
30.06-21.10.84

Том I, книга 2

(отчеты начальников отрядов)

Отчет утвержден на Ученом совете ТОИ 27.12.84 г.

Начальник экспедиции,
д.г.-м.н.

Б.И.Васильев

г. Владивосток - 1984

Содержание

Том I, книга I

стр.

План программы экспедиции	4
1. Цели и задачи экспедиции	5
2. Техническое обеспечение работ	9
3. Структурная организация экспедиции	10
4. Сведения по выполняемым работам	11
5. Ожидаемые результаты работ	14
6. Отчетность	15
7. Участие иностранных ученых в рейсе	15
8. Международные связи	16
1. Отчет капитана	23
1.1. Навигационная характеристика	23
1.2. Поведение судна в различных штормовых условиях	25
1.3. Способы и точность определений координат места судна	25
1.4. Особенности проведения экспедиционных работ	26
2. Отчет начальника экспедиции	27
2.1. Выполнение программы экспедиционных исследований	
2.2. Объем выполненных работ и отклонения от программы рейса	36
2.3. Характеристика работы научно-технических отрядов экспедиции и экипажа судна по обеспечению выполнения программы научных исследований	37
2.4. Основные научные результаты	44
2.5. Замечания и предложения по улучшению организации экспедиции и оснащению судна	54

Том I, книга 2

1. Отчет геологического отряда	I
2. Отчет петрологического отряда	
3. Отчет литологического отряда	
4. Отчет стратиграфического отряда	
5. Отчет геохимического отряда	
6. Отчет петрофизического отряда	
7. Отчет гравиметрического отряда	

стр.

8. Отчет отряда НСП
9. Отчет геоморфологического отряда
10. Заключение

Том

Каталог магнитометрических и промерных данных

119

I. Введение

В отчете излагаются результаты геолого-геофизических работ в 4-ом рейсе нис "Академик Александр Несмеянов", выполненном Тихоокеанским океанологическим институтом Дальневосточного научного центра АН СССР в северо-западной части Тихого океана, в Филиппинском и Южно-Китайском морях в период с 30.06 по 21.10.34 г. Объекты исследований: возвышенность Шатского, глубоководные желоба Курило-Камчатский, Идзу-Бонинский и Волкано, подводные возвышенности в Филиппинском море. Основные задачи: а) изучение вещественного состава второго и третьего слоев океанической коры; б) изучение геофизических полей северо-западной части Тихого океана, Филиппинского и Южно-Китайского морей. Методы исследований: драгирование, отбор проб осадков, подводное фотографирование, промер, гравиметрия, магнитометрия. Результаты работ: а) составлены геологические разрезы глубоководных желобов: Курило-Камчатского, Идзу-Бонинского и Волкано; б) проведено драгирование и подводное фотографирование на двух полигонах в центральной части возвышенности Шатского и в Филиппинском море на хребтах Окино-Дайто и Кусю-Палау, в зоне Центрального (Тайваньского) разлома и в желобе Нансей; в) выполнены промерные, магнитометрические и гравиметрические измерения по 14 профилям общей протяженностью около 10 000 миль.

Отчет состоит из двух томов (том I в двух книгах), содержание которых приведено в оглавлении.

2. Отчет начальника экспедиции

2.1. Выполнение программы экспедиционных исследований

В соответствии с дополнением к план-программе 4-го рейса нис "Академик Александр Несмеянов" в первом этапе экспедиции были проведены комплексные геолого-геофизические исследования в северо-западной части Тихого океана и в Филиппинском море. Работы выполнялись в рамках международного проекта ВЕСТПАК (задание 0.74.01 Н4 проблемы "Мировой океан").

Основными объектами исследований являлись подводная возвышенность Шатского, глубоководные желоба Курило-Камчатский, Идзу-Бонинский и Волкано и подводные возвышенности в Филиппинском море. Между этими структурами проводились попутные промысловые и геофизические работы (рис. 1).

Основной задачей экспедиции являлось изучение пород, составляющих сейсмо-акустический фундамент вышеперечисленных структур, а также изучение железо-марганцевых конкреций и корок. Кроме того, в задачи экспедиции входили: литологические и геоморфологические исследования, измерения аномального магнитного поля и поля тяжести, теплового потока, изучение строения осадочной толщи.

Работы проводились в два этапа. В I этапе (с 30 июня по 10 августа 1984 г.) в соответствии с задачами экспедиции было сформировано 12 отрядов: геоморфологический (нач.отряда к.г.н. Б.А.Казанский), литологический (нач.отряда А.Н.Деркачев), стратиграфический (нач.отряда к.б.н. М.Г.Бирюлина), отряд НСП (нач.отряда В.П.Филатьев), гидромагнитный (нач.отряда О.В.Августыняк), гравиметрии (нач.отряда В.Н.Цыкора), геохимический (нач.отряда к.г.-м.н. О.В.Чудаев), петрологический (нач.отряда д.г.-м.н. И.Н.Говоров), петрофизический (нач.отряда А.И.Свининников), геологический (нач.отряда к.г.н. С.А.Горбаренко) и обработки материалов (нач.отряда Т.Л.Крюкова).

Научный состав экспедиции - 65 человек, в том числе:

- сотрудников ТОИ 32 чел.
- в том числе из отдела морской геологии . . . 27 чел.
- приглашенных 27 чел.
- в том числе из институтов ДВНЦ 17 чел.
- студентов-практикантов 6 чел.

Схема маршрута рейса

Приглашенными специалистами были в основном укомплектованы отряды гравиметрии (ИТГ АН СССР), геохимии (ДВГИ и ИХ ДВНЦ), петрофизический (СВ КНИИ) и термометрии (КТПИ). Остальные отряды состояли, главным образом, из сотрудников отдела морской геологии ТОИ.

Все отряды были оснащены необходимой аппаратурой, оборудованием и снаряжением.

Сотрудники экспедиции прошли инструктаж по технике безопасности проведения работ на воде и на рабочих местах и сдали соответствующие зачеты.

40 сотрудников прошли обучение работе на гидравлических лебедках.

С начала экспедиции распоряжением начальника экспедиции было введено круглосуточное дежурство научных сотрудников, которые прошли инструктаж и ознакомление с обязанностями дежурного по экспедиции согласно приложению № 2 "Устава службы на морских судах АН СССР".

С целью координации научных исследований в экспедиции был организован научно-технический совет в составе 29 чел., на котором обсуждались основные вопросы, связанные с составлением и корректировкой конкретных план-графиков работ на профилях и полигонах. Всего было проведено 6 заседаний НТС. Работал научный семинар, на котором было заслушано 14 докладов. Кроме того было проведено 14 занятий с практикантами.

Экспедиция началась 30 июня 1984 г. До выхода в море у 44 причала п. Владивосток были выполнены опорные гравиметрические наблюдения. С выходом из Сангарского пролива 2 июля 1984 г. начались комплексные геофизические наблюдения на ходу судна на профиле Н4-1, включающие эхолотный промер, гравиметрическую съемку, а несколько позже, за пределами экономической зоны Японии, и магнитную съемку с буксируемым магнитометром, по профилю Н4-1 проложенным от Сангарского пролива к возвышенности Шатского.

Попытка включений в комплекс наблюдения метода НСП закончилась неудачно - потерей двух сейсмокос.

Переход с комплексом наблюдений по профилю Н4-1 производился на полном ходу судна при скорости порядка 15 узлов, при благоприятных условиях, что позволило получить качественные записи всех измерявшихся параметров.

В средней части профиля на долготе 150° была сделана непродолжительная остановка для опробования лебедок, обтяжки тросов и проверки герметичности корпусов приборов.

Профиль Н4-1, длиной 800 миль, был проложен через отмеченные на навигационных картах отличительные глубины свыше 7000 м в пределах Северо-Западной котловины Тихого океана (7082 м в точке $35^{\circ}35'$ с.ш., $152^{\circ}45'$ в.д. и 7364 м в точке $34^{\circ}15'$ с.ш., $155^{\circ}20'$ в.д.). Однако, существование этих вызывавших сомнение глубин эхолотным промером при хорошей навигационной привязке с помощью НСС "ШХУНА" не подтвердилось: глубины океана по всему профилю за пределами Японского желоба не превышали обычных для океанического ложа глубин $5500-6000$ м.

В точке с координатами $34^{\circ}02'$ с.ш. $155^{\circ}20'$ в.д. начался профиль Н4-П длиной 500 миль, пересекающий возвышенность Шатского с юго-запада на северо-восток вдоль зоны дробления рельефа дна. Профиль был проложен между полигонами предшествующих экспедиций (II рейса нис "Каллисто", 21 рейса "Морской геофизик", 21 и 23-го рейсов нис "Дмитрий Менделеев") с целью дополнения новых данных по возвышенности Шатского. На профиле Н4-П проводился тот же комплекс наблюдений, что и на профиле Н4-1, а также были получены качественные записи измерявшихся параметров.

Профиль Н4-П закончился 06.07.84 на восточной окраине возвышенности Шатского, где был выполнен полигон геологических работ Н4-1 в районе подводной горы с отметкой 2866 м на $37^{\circ}20'$ с.ш. $65^{\circ}00'$ в.д.

Работы на полигоне начались с эхолотного промера и магнитной съемки по минимальной сети галсов, достаточной для схематического отображения рельефа (и магнитного поля) для последующего выбора точек геологических станций. По завершению эхолотно-магнитной съемки на полигоне Н4-1 было выполнено подводное фотографирование на северо-западном склоне горы в интервале глубин $3780-4300$ м. Получено 4 фотографии хорошего качества, на которых видны выходы коренных пород, покрытые железо-марганцевыми корками (приложение 7).

7 июля 1984 г. в 9^{37} было начато драгирование, однако, в связи с поломкой самодельного спуско-подъемного устройства для драгирования (лопнули рельсы правого выстрела) работы были прекращены и в 13.00 драга была поднята на борт, после

чего были начаты аварийные работы спуско-подъемного устройства.

С 14⁴⁵ до 16⁰⁰ с вершины горы (глубина 2920 м) дночерпателем было поднято три ожелезненные обломка пемзы (станция Н4-1). В июле с глубины 3080 м прямооточной трубкой была взята колонка длиной 2,3 м (ст. Н4-2). В 18¹⁵ начато драгирование на ст. Н4-3 в интервале глубин 3000-3800 м. Поднято около 20 кг материала - ЖМК и обломок псаммитового туфа дацитового состава. Размер обломка 10 см, судя по характеру склонов он оторван от коренного обнажения, драгирование закончено в 22³⁰.

9-10 июля продолжалось драгирование на полигоне № 1 (станции Н4-4,5,6). С глубины от 4800 до 3000 м подняты обломки базальтов, оторванные от коренных обнажений, ЖМК, корки. В ядрах ЖМК, также обнаружены обломки базальтов.

10 июля 1984 г. с полигона Н4-1 был начат переход по профилю Н4-Па, проложенному вблизи восточной части профиля Н4-П, в районе подводной горы с отметкой 2815 м на 35°00' с.ш. 155°55' в.д. На переходе выполнялся тот же комплекс эхолотно-магнитно-гравиметрических наблюдений, что и на профилях Н4-1 и П.

До начала геологических работ на полигоне Н4-П была выполнена эхолотная съемка по сетке галсов, позволившая построить схематическую карту (м-ба 1:250 000) рельефа исследуемой подводной горы, которая оказалась довольно причудливой конфигурации в плане и увенчана тремя вершинами на глубинах менее 3000 м, на каждой из которых оказалось по 2-3 пика с минимальными глубинами над ними до 2640 м. Помимо обследования этой горы один галс был проложен через отличительную глубину 6526 м на 35°28' с.ш., 159°10' в.д., которая также не подтвердилась: глубины моря в указанной отметке составили около 5000 м. После окончания эхолотного промера начались геологические работы на полигоне Н4-П.

12 и 13 июля здесь выполнено три результативных драгирования в интервалах глубин 3640-3900 м, 3120-3200 м и 2720-3000 м.

Подняты обломки базальтов, оторванные от коренных обнажений, ЖМК и корки. 13 июля завершена работа на полигоне Н4-П в связи с приближением к району работ тайфуна Кери, было принято решение прекратить работы на возвышенности Шатского и перейти в район работ на Курило-Камчатском желобе.

Переходный профиль Н4-III с полигона Н4-II до южной оконечности о. Уруп был проложен с выходом на профиль ГСЗ-6 в его концевой точке на $42^{\circ}06'$ с.ш. $155^{\circ}06'$ в.д. и далее вдоль этого профиля, что позволяет привязать полученные на профиле Н4-III данные комплекса эхолотно-магнитно-гравиметрических наблюдений к полученным ранее данным ГСЗ.

С конечной точки профиля Н4-III 15 июля был совершен переход к району геологических работ на профиле № 4, пересекающем все структуры системы островная дуга-желоб-краевой вал, где и выполнялся основной объем геологических работ первого этапа рейса.

Этот профиль, пройденный в 1975 году на нис "Пегас", был выбран для драгирования на том основании, что он пересекает наиболее крупный участок океанического склона желоба и его приосевой части, лишенный покрова осадочных отложений.

Здесь в период с 16 по 28.02 было проведено 20 драгирований на обоих склонах желоба и на вале Зенкевича в интервале глубин 4800-9300 м. На подводной возвышенности на вале Зенкевича получено 10 фотографий морского дна на глубинах 4880-4990 м. На них видно, что неровная поверхность дна покрыта осадками.

В результате драгирований получены представительные образцы коренных пород и осадков, дающие представление о геологическом строении океанического склона желоба и вала Зенкевича. В меньшей степени охарактеризован островной склон в связи с неблагоприятными условиями драгирования: приосевая часть его оказалась покрытой осадками.

Все драгирования проведены с одного барабана лебедки с использованием кормовой рамы, раскрепленной растяжками.

На юго-восточном окончании профиля на валу Зенкевича находится невысокая возвышенность, о контуренная на навигационных ^{картах} одной изобатой 5000 м. Для уточнения высоты, конфигурации и крутизны склонов на этой возвышенности была проведена в небольшом объеме батиметрическая съемка по разреженной сетке галсов (полигон Н4-III), дополнения точечными измерениями глубин со спутниковой привязкой, полученными во время драгировок. Минимальная глубина на возвышенности составила 4700 м, т.е. превышение вершины над северным подножием возвышенности составило 700 м, а над южным всего 300 м.

Наибольшая крутизна отмечена на северном склоне и в интервале 5200-5400 м, где и производилось драгирование (ст. Н4-14, 15, 16, 30). Одновременно с эхолотным промером на тех же галсах производилась магнитная съемка.

В связи с трудностями драгирования и приосевой части желоба из-за сильного дрейфа и недостаточной изученности рельефа дна была проведена батиметрическая съемка на полигоне Н4-IV размерами примерно 20х20 миль в приосевой части желоба. Результаты съемки, дополненные измерениями глубин более чем на 50 точках (в пределах полигона) со спутниковой привязкой, полученные в дрейфе при драгировках, позволили составить батиметрическую карту масштаба 1:250 000, показавшую значительную сложность рельефа дна на глубинах 8000-9300 м, наличие узких врезов в островном борту желоба и резкое выклинивание максимальных глубин вблизи устья Буссоль, по-видимому, из-за перекрытия части желоба конусом выноса каньона. С южного конца профиля Н4-IV 30 июля 1984 г. из-за полного отсутствия питьевой воды был начат переход к о-ву Шикотан, во время которого проводились батиметрические, магнитные, гравиметрические наблюдения, а также было сделано 4 литологических станций.

31 июля стали на рейде бух. Малокурильская для заправки водой. 1 августа приняли с танкера воду и вышли на профиль на траверзе о. Шикотан, где работали с 13⁰⁰ 1 августа до 16⁰⁰ 2 августа. Здесь на четырех станциях было проведено подводное фотографирование и на трех станциях отобраны пробы трубками - одна станция - тяжелой трубкой большого диаметра (ст. Н4-37) и две - гидростатическим пробоотборником ГСП-I (ст. Н4-38 и 39). На ст. Н4-37 был поднят щебень олигоценовых туфодиадомитов, на ст. Н4-38 и 39 - колонки плейстоценовых диатомовых илов длиной соответственно 4,2 и 0,4 м. С 16⁰⁰ 2 августа до 3⁰⁰ 3 августа было проведено драгирование приосевой зоны островного склона желоба на траверзе о. Шикотан (ст. Н4-40). Здесь был поднят один обломок сильно измененного андезитового порфирита и примазки плотного плейстоценового ила. Затем были начаты геофизические работы (промер, гравиметрия и магнитометрия) по профилю Н4-У вдоль осевой зоны желоба.

3 и 4 августа до 22⁰⁰ провели три драгирования приосевой зоны островного склона желоба на профилях 5Б и 6Б,

выполненных в 1976 году на нис "Пегас" (ст. Н4-41, 42 и 43). Лишь на ст. Н4-42 с глубины 6800-6500 м были подняты кусочки неогеновых некрепких туфодиатомитов с галькой и щебнем скальных пород.

4 августа в 22⁰⁰ продолжили геофизические работы на профиле Н4-У, которые закончены в 11⁰⁰ 5 августа на полигоне Н4-IV и приступили к драгированию (ст. Н4-44). Драгирование проводилось в основании океанического склона желоба в интервале глубин 9200-8800 м. Поднято более 1 тонны крупных глыб и щебня базальтов и диоритовых порфиритов.

С полигона Н4-У 06.08.84 в 01¹⁰ начат профиль Н4-У до Сангарского пролива, протяженностью 4800 миль. Профиль был проложен по островному склону желоба вдоль изобаты 5000 м. На профиле проведены гравиметрические, магнитометрические и батиметрические наблюдения. На этом заборные работы в I-м этапе 4-го рейса были закончены.

Во время перехода в п. Владивосток все отряды занимались обработкой материалов.

Второй этап экспедиции начался 21 августа 1984 г. Переход в северную часть Филиппинского моря занял 5 суток. 27.08 начались гидромагнитные, гравиметрические и промерные работы по профилю Н4-VI, продолжавшиеся 2 суток 16 часов. Одновременно велась отладка аппаратуры НСП. 29.08 вышли на полигон Н4-У в желобе Волкано и приступили к промерным и гидромагнитным исследованиям, продолжавшимся до 30.08. По данным батиметрических исследований была построена карта рельефа дна полигона масштаба 1:250 000. С 5.00 30.08.84 до 11.45 01.09 проводилось драгирование океанического склона желоба на станциях Н4-45, 46, 47, 48, 49, 50. Подняты базальты, андезиты, трахиты, туфы, липариты, долериты, туфопесчаники, алевролиты и известняки. Затем до 16.30 01.09 выполнили подводное фотографирование на станции Н4-51, расположенной на океаническом склоне желоба в интервале глубин 4230-5084 м. Получено 8 снимков на которых видны выходы скальных пород с плитчатой отдельностью в верхней и средней частях склона и делювиальный шельф, представленный глыбами литифицированных пород и рыхлым материалом в нижней части склона. С 20.35 01.09 до 00.05 04.09 драгировали океанический склон желоба на станциях Н4-52, 53, 55, и островной - на станциях Н4-54, 56. На океаническом склоне подняты базальты, трахи-

базальты и их туфы, на островном — милониты, тектонические брекчии кремнистых пород и известняков, а также туфы (кислого состава), алевролиты и песчаники. С 00.05 04.09 выполнялось опробование верхней части разреза осадочного чехла трубками на станциях Н4-57, 58, 59. На первой станции трубка поднята без керна, на второй — получено 5 см эдафогенной песчано-дресвяной смеси, на третьей — 120 см миопелагических глин с примесью вулканокластического материала. В 18.45 05.09 были начаты гравимагнитные и промерные работы на профиле Н4-УШ, прерванные в 18.20 08.09 на станции Н4-61, расположенной на вершине возвышенности на хребте Намно. Здесь было выполнено опробование осадков трубкой и подводное фотографирование в интервале глубин 1680-1700 м. Трубка подняла 200 см пелитовых известняково-туфитовых песков. На 14 подводных снимках видны рыхлые осадки и железо-марганцевые конкреции и их обломки. В 23.30 06.09 возобновили исследования на профиле Н4-УП, продолжавшиеся до остановки судна на станции Н4-62 в 14.55 07.09. Опробование осадков продолжалось до 16.52. Трубка подняла миопелагические глины с примесью барита в алевроитовой фракции. Затем продолжили геофизические исследования на профиле Н4-УП. Работали гравиметры, магнитометр, эхолоты и НСП. На полигоне Н4-УІ, расположенный на возвышенности Окино-Дайто пришли в 20.20 08.09 и начали гидромагнитную, сейсмо- и батиметрическую съемку продолжавшуюся до 6.40 09.09. По данным эхолотирования была построена карта рельефа дна полигона масштаба 1:250 000 и схема временных разрезов. С 08.13 до 09.20 09.09 на станции Н4-63 выполнена неудачная попытка отбора керна рыхлых осадков трубкой ГСП-2. Поднятая трубка оказалась раздавленной гидростатическим давлением. С 09.20 до 11.00 на той же станции выполнено подводное фотографирование дна на юго-западном склоне троговой (рифтовой) долины хребта Окино-Дайто, в интервале глубин 3160-3400. На 13 снимках видно, что в верхней части склона имеются припорошенные песком крупноглыбовые развалы литифицированных пород, на крутых участках склона — коренные выходы скальных пород. На пологих участках склона имеются осыпи, состоящие из глыб литифицированных пород и железо-марганцевых конкреций. С 11.00 до 11.56 выполнен переход на станцию Н4-64, где трубкой подняты 315 см миопелагических глин с прослоями

слабокремнистых глинисто-этодискусовых пелитов. Была предпринята попытка измерить тепловой поток на станции Н4-65, закончившаяся в 16.40 обрывом термоградиентометра и троса. В 16.00 начали драгирование юго-западного склона. В 04.50 10.09 драга застряла на склоне и в 05.10 произошел обрыв троса на блоке. Выход в точку драгирования и ремонтные работы продолжались до 06.35. Драгирование на станции Н4-66 продолжалось до 10.30. Подняты угловатые глыбы габброидов. С 12.40 до 13.40 10.09 выполнена неудачная попытка опробования дна ударной трубкой на станции Н4-67. С 14.40 до 22.15 драгировали на станциях Н4-68, 69. Подняты угловатые глыбы и щебень базальтов, андезитов, диоритовых порфиритов, туфов, андезитов, пемз, микрогаббро, габбро, габбро-норитов, долеритов, песчаников и слаболитифицированных алевритов. В 23.05 10.09 вернулись на профиль Н4-УП, на котором вели гравимагнитные исследования и эхолотирование. В 19.10 11.09 продолжили те же исследования на профиле Н4-УПА. В 10.15 12.09 в экономической зоне Филиппин закончили гидромагнитные исследования и продолжали их в Южно-Китайском море в 09.05 14.09. В 22.30 14.09 начали работы на профиле Н4-УШ, запланированным в соответствии с проектом "Южно-Китайское море". Исследования на профиле продолжались до 10.00 17.09. Затем взяли курс на п. Сингапур. Стоянка в п. Сингапур продолжалась с 08.00 18.09 до 16.57 21.09. В 14.30 22.09 начали гравимагнитные и промерные работы на профиле Н4-IX, продолжавшиеся до 22.53 24.09. Затем с теми же исследованиями пересекли Южно-Китайское море с запада на восток по профилю Н4-X с 23.00 24.09 по 9.00 26.09. Переход к началу профиля Н4-XI через море Сулу и Минданао продолжался с 19.11 28.09. Гравимагнитные и промерные работы на профиле продолжались до 2.50 1.10. Затем начали эхолотную, сейсмоакустическую и гидромагнитную съемку полигона Н4-УП, расположенного на пересечении профиля Н4-XI и Центрального (Тайваньского) разлома. Была построена батиметрическая карта полигона масштаба 1:250 000. В 9.00 на глубине 5720 м выполнено опробование осадков трубкой на станции Н4-70. Было поднято 310 см однородных миоценовых глин. 1-2.10 драгировали зону Центрального разлома на трех станциях Н4-71, 72, 73. Опробованы интервалы 5660-5580 м, 5160-4840 м и 4990-4380 м.

Подняты железо-марганцевые конкреции и корки, а также обломки базальтов, трахибазальтов, туфов, хлоритовых сланцев и оливин (?)-эпидотовых мелкозернистых пород. В 6.20 01.40 продолжали работы на профиле Н4-ХІА. С 03.08 04.10 до 22.17 05.10 вели геофизические исследования на профиле Н4-ХІІ, с 6.51 06.10 до 01.30 06.10 — на профиле Н4-ХІІІ, пересекающем Идзу-Бонинскую систему дуга-желоб с выходом на банку Рамано. В 02.00 6.10 выполнили опробование донных осадков трубкой на станции Н4-74. Поднято 120 см красных глубоководных глин. С 07.35 06.10 до 04.37 08.10 драгировали склоны банки Рамано на станциях Н4-75, 76, 77, 78, 79. С 01.06 до 06.03 08.10 на станции Н4-80 выполнили подводное фотографирование западного склона банки, в интервале глубин 4800-4400 м. На фотографиях верхней части склона видны коренные выходы литифицированных пород, на двух кадрах ниже по склону — предположительно песчаные осадки с лежащими сверху угловатыми обломками литифицированных пород. С 08.30 до 14.07 08.10 драгировали основание западного склона банки на станции Н4-81. Со склонов банки Рамано подняты лавы и туфы базальтов, пемзы, туффиты, слаболитифицированные глинистые породы, известняки железо-марганцевые конкреции и корки. С 16.20 до 18.55 8.10 велось опробование донных осадков на станции Н4-82. Поднято 218 см мiopелагических глин с примесью вулканокластиков. Затем до 10.30 09.10 перешли на островной склон Идзу-Бонинского желоба. С 10.30 до 22.00 09.10 драгировали горстообразные возвышенности островного склона на станциях Н4-83, 84, 85. Подняты лавы и туфы базальтов, долериты, серпентинизированные гарцбургиты, флогопитизированные гарцбургиты, эпидотовые амфиболиты, гранатовые амфиболиты, голубые сланцы, автомагматические и тектонические брекчии гипербазитов. С 04.00 10.10 до 04.45 11.10 драгировали океанический склон Идзу-Бонинского желоба на станциях Н4-86, 87, 88, 89 в интервале глубин 3000-3000 м. Подняты пиллоу-лавы и туфы базальтов, туффиты, слаболитифицированные глинистые породы, гидротермально измененные породы, железо-марганцевые корки и конкреции.

С 04.55 11.10 в связи с приближением тайфуна работы в Идзу-Бонинском желобе были прекращены и судно взяло курс на запад в сторону хребта Кюсю-Палау, где 14-15.10 было проведено драгирование на горе Камахаси-Дайни (полигон Н4-ІХ).

Подняты гранодиориты, лавы и туфы базальтов, жильные меланократовые породы, конгломераты с известковистым цементом и железо-марганцевые корки. С 23.00 14.10 до 02.08 15.10 выполнен переход на безымянную подводную возвышенность в восточном борту желоба Рюкю-Нансей. С 14.00 до 10.05 15.10 проведено драгирование южного склона возвышенности на станции Н4-93. Подняты неогеновые (?) слаболитифицированные осадочные породы. С 10.07 до 17.52 выполнен переход на расположенную южнее аналогичную возвышенность. В результате её драгирования выполнено с 17.45 до 04.30 16.10 на станциях Н4-93, 94 подняты лавы и туфы базальтов и железо-марганцевые корки. С 5.20 до 7.30 на станции Н4-95 провели подводное фотографирование привершинной части возвышенности. С 7.55 16.10 до 14.00 19.10.84 выполнен переход через западную часть Филиппинского моря, Восточно-Китайского и Японского моря на возвышенность Первенца, где до 02.00 20.10.84 проводилось опробование верхней части осадочного чехла трубкой на станциях Н4-97, 98, 99, 100, 101 и подводное фотографирование привершинной части возвышенности на станции Н4-102. Переход в порт Владивосток закончился 21.10.84 г. в 02.00.

2.2. Объем выполненных работ и отклонения от программы рейса

Объемы работ, выполненных в рейсе приведены в табл. 2.1. Как видно из этой таблицы, все виды работ, за исключением непрерывного сейсмического профилирования и измерений теплового потока, перевыполнены в 3-4 раза. Недовыполнение вышеупомянутых видов работ вызвано тем, что на борту имелись лишь опытные макеты аппаратуры, которые удалось отладить и запустить в работу только к концу рейса.

Отклонения от программы рейса были обусловлены сокращением продолжительности экспедиции со 120 до 102 суток, т.е. на 18 суток по техническим причинам. В связи с этим на научно-техническом совещании экспедиции было принято решение отказаться от выполнения полигонов в Охотском и Южно-Китайском морях, а также от одного захода в Сингапур и двух заходов в Нячанг, что дало необходимую экономию времени для выполнения основной задачи экспедиции - изучения вещественного состава второго и третьего слоев океанической коры.

Это решение было согласовано с председателем Океанографической комиссии ДВНЦ АН СССР, директором ТОИ академиком В.И.Ильичёвым и научным руководителем раздела I2.01.Н4 проекта ВЕСТПАК, председателем Президиума ДВНЦ АН СССР академиком Н.А.Шило. Кроме того, экономия времени была получена в результате использования для работы штормового резерва в связи с благоприятными погодными условиями.

2.3. Характеристика работы научно-технических отрядов экспедиции и экипажа судна по обеспечению выполнения программы научных исследований

Как уже указывалось, исследования в рейсе осуществлялись I2 отрядами в первом этапе и I0 - во втором.

Гесморфологический отряд выполнял промерные работы по профилям и полигонам, по которым составлялись батиметрические профили и карты полигонов. Промер выполнялся на штатном оборудовании судна - эхолотах ГЭЛ-3. Координаты места судна определялись штурманским составом судна с помощью НСС "Шхуна" и JLE-3200

Литологический отряд осуществлял отбор и обработку проб осадков и осадочных пород при помощи различных пробоотборников и драг, а также проводил подводное фотографирование.

Стратиграфический отряд производил палеонтологические определения из проб осадков и осадочных пород методами диатомового, палинологического, радиоляриевого, фораминиферового и макропалеонтологического анализа.

Геологический отряд обеспечивал драгирование и первичную обработку каменного материала.

Петрологический отряд производил изучение изверженных пород.

Геохимический отряд выполнял рентгеноструктурный и многоэлементный рентгенорадиометрический анализы осадков, пород и железо-марганцевых образований.

Петрофизический отряд производил определения физических и палеомагнитных характеристик пород и осадков.

Гравиметрический и магнитометрический отряды производили измерения гравиметрического поля по профилям и на полигонах.

Отряды НСП и геотермический проводили опытно-методические работы по отладке новой аппаратуры.

Таблица 2.1.

Виды и объемы работ, выполненных в 4 рейсе нис
"Академик Александр Несмеянов"

№ № п/п	Виды работ	Единицы измерения	Выполнено за рейс	Примечание
1.	Драгирование	станции	72	
2.	Отбор проб трудками и дночерпателем	-"-	25	
3.	Эхолотный промер	миля	13 374	
4.	Гравиметрические измерения	-"-	9734	
5.	Магнитометрические измерения	-"-	2615	
6.	Подводное фотографирование	станции	12	
		снимок	99	
7.	Сейсмопрофилирование /НСП/	миля	700	Опытно-мето- дические работы
8.	Измерение теплового потока	станции	1	- " -
9.	Определение абсолютного возраста	образец	36	
10.	Химические анализы:			
	а) рентгеноструктурный	анализ	755	
	б) многоэлементный рентгенорадиометричес- кий	-"-	4362	
11.	Изготовление и описание петрографических шлифов	шлиф	675	
12.	Определение физических свойств	опреде- ление	220	
	а) осадков			
	б) пород		104	
13.	Палеонтологические анализы	анализ	508	
14.	Палеомагнитные анализы	определ.	4184	
15.	Определение карбоната кальция	- " -	45	
16.	Минералогический анализ	- " -	36	

Забави време

Таблица 2.2.

№ п/п	Виды работ	I этап		II этап		Всего	
		кол-во суток	% от общего кол-ва	кол-во суток	% от общего кол-ва	кол-во суток	% от общего кол-ва
I	2	3	4	5	6	7	8
1.	Переходы	5	11,9	16,3	27,0	19,3	18,7
2.	Бункеровка водой	2	4,8	-	-	2,0	2,0
3.	Промерные и геофизические работы по профилям	9	21,4	23,2	33,3	32,2	31,2
4.	Промерные и геофизические работы на полигонах	2,5	6,0	1,2	2,0	3,7	3,5
5.	Драгирование (в т.ч. переходы между станциями)	17,0	40,5	13,2	21,9	30,2	29,8
6.	Отбор проб трубами (в т.ч. переходы между станциями)	2,0	4,8	1,7	2,6	3,7	3,5
7.	Подводное фотограмирование	0,5	1,2	0,5	0,8	1,0	1,0
8.	Опытнo-методические работы по испытанию термометрической аппаратуры и НСП	1,0	2,3	1,0	1,6	2,0	2,0
9.	Технические неисправности	3,0	7,1	-	-	-	-
10.	Заходы в порты	-	-	3,4	5,6	3,4	3,3
11.	Потери времени из-за непогоды	-	-	-	-	-	-
Итого		42	100	60,5	100	102,5	100
	Итого работа						72%

Страна: СССР

Учреждение: ТОИ ДВНЦ АН СССР

НИС "Академик Александр Несмеянов"

Рейс 4, этап I. Период работ 30.XI-8.УШ.1984 г.

Район работ: Северо-Западная часть Тихого океана,
Охотское море

Таблица 2.3

Сведения о составе научных отрядов экспедиции

№ п/п	Наименование отрядов	Должность	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень	Примечание
1	2	3	4	5	6
1		нач. экспедиции	Васильев Б.И.		
2		зам. нач. экспедиции по АХЧ	Крайников Г.А.		
3		ученый секретарь	Сигова К.И.		д.г.-м.н.
4	Геоморфологический отряд				
5		нач. отряда	Казанский Б.А.		
6		ст. инженер	Мельниченко Ю.И.		к.г.н.
7		м.н.с.	Вербицкий В.Л.		
8		ст. инженер	Куркина Т.В.		
9		инженер	Оськина Т.Д.		
10		ст. инженер	Лихт Л.С.		
		м.н.с.	Гун О.М.		

I	2	3	4	5	6
Лито­ло­гический отряд					
11		нач. отряда	Деркачев А.Н.		
12		с.н.с.	Марков Ю.Д.		к.г.-м.н.
13		м.н.с.	Николаева Н.А.		
14		инженер	Лучина Т.Г.		
15.		ст. лаборант	Мацкевич В.Ф.		
16		практикант	Андреев А.Г.		
Стратиграфический отряд					
17		нач. отряда	Бирюлина М.Г.	к.б.н.	
18		м.н.с.	Худик В.Д.	к.г.-м.н.	
19		с.н.с.	Пушкаръ В.С.	к.г.-м.н.	
20		практикант	Абрамчук Ж.Б.		
21		практикант	Бабанаква В.И.		
Отряд НСП					
22		нач. отряда	Филатьев В.П.		
23		м.н.с.	Захаров М.В.		
24		инженер	Овсиенко С.Н.		
25		"	Анисимов И.И.		
26		"	Медведев А.В.		
27		практикант	Санафеев Ю.Н.		

Гидромагнитный отряд

28	нач. отряда	Голованъ А.А.			
29	ст. лаборант	Чеботаръ В.П.			
30	стажер-исследователь	Гаврилова Е.М.			
31	ст. инженер	Повереннов А.К.			

Отряд термометрики

32	нач. отряда	Августыняк О.В.			
33	с.н.с.	Рот А.А.		к.г.-м.н.	
34	инженер	Никаноров В.А.			
35	ст. лаборант	Смирнов В.Д.			

Отряд гравиметрии

36	нач. отряда	Цыкора В.Н.			
37	инженер	Яковенко В.Н.			
38	м.н.с.	Соловьев В.Д.			

Геохимический отряд

39	нач. отряда	Чудаев О.В.		к.г.-м.н.	
40	с.н.с.	Холодkevич И.В.		к.г.-м.н.	
41	ст. инженер	Ряполова Н.В.			
42	с.н.с.	Коваленко В.В.		к.х.н.	
43	инженер	Иваненко Т.А.			
44	"	Глушкова Т.А.			

1	2	3	4	5	6
	Петрологический отряд				
15		нач. отряда	Говоров И.Н.	Д.Г.-М.Н.	
16		с.н.с.	Тарарин И.А.	К.Г.-М.Н.	
17		м.н.с.	Коновалов Ю.И.	К.Г.-М.Н.	
18		м.н.с.	Желдаков Ю.А.		
19		ст. лаборант	Половникова Э.А.		
20	Петрофизический отряд				
21		нач. отряда	Свинников А.И.		
22		с.н.с.	Линькова Т.И.	Д.Г.-М.Н.	
23		с.н.с.	Передерин В.М.	К.Г.-М.Н.	
24		м.н.с.	Райкевич М.И.		
25		инженер	Иванов Ю.Ю.		
26		с.н.с.	Печников В.С.	К.Г.-М.Н.	
27	Отряд обработки материалов				
28		нач.отряда	Крюкова Т.Л.		
29		ст.лаб.	Кузьминых Н.Д.		
30		ст.лаб.	Фатеева Л.Г.		
31		инженер	Соловьев Б.С.		
32		ст. инженер	Новожилова Т.В.		
33	Геологический отряд				
34		нач. отряда	Горбаренко С.А.	К.Г.-М.Н.	
35		ст. инженер	Гаранько Ю.Л.		
36		фрезеровщик	Карпов В.А.		
37		практикант	Попова Л.А.		
38		- " -	Мельник С.Ф.		

Страна: СССР

Учреждение ТОИ ДВНЦ АН СССР

НИС "Академик Александр Несмеянов"

Рейс 4, этап П. Период работ 21.УИ-21.Х.1984 г.

Район работ:

Таблица 2.3.

(продолжение)

Сведения о составе научных отрядов экспедиции

№ п/п	Наименование отрядов	Должность	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень	Примечание	
					5	6
1		нач. экспедиции	Васильев Б.И.	д.г.-м.н.		
2		зам.нач. экспедиции	Шевалдин Ю.В.	к.г.-м.н.		
3		зам.нач. экспедиции	Безверхний В.Л.	к.г.-м.н.		
4		зам.по общим вопросам	Крайников Г.А.			
5		ученый секретарь	Крюкова Т.Л.			
Геоморфологический отряд						
6		нач. отряда	Мельниченко Ю.И.			
7		м.н.с.	Вербицкий В.Л.			
8		ст. инженер	Куркина Т.В.			
9		ст. инженер	Орбова Л.А.			

I	2	3	4	Б	6
---	---	---	---	---	---

Линтологический отряд

10	нач. отряда	Деркачев А.Н.			
11	с.н.с.	Марков Ю.Д.		к.г.-м.н.	
12	ст. лаборант	Мацкевич В.Ф.			
13	м.н.с.	Вашенкова Н.Г.			
14	лаборант	Баскакова Е.Ю.			

Стратиграфический отряд

15	нач. отряда	Аннин В.К.			
16	м.н.с.	Горова Н.Т.			
17	м.н.с.	Маркевич В.С.		к.г.-м.н.	
18	м.н.с.	Ткалич О.А.			
19	м.н.с.	Худин В.Д.		к.г.-м.н.	

Геохимический отряд

20	нач. отряда	Чудаев С.В.		к.г.-м.н.	
21	с.н.с.	Холодкович И.В.		к.г.-м.н.	
22	инженер	Иваненко Т.А.			
23	с.н.с.	Коваленко В.Б.		к.х.н.	
24	ст. инженер	Ряполова Н.В.			

I	2	3	4	5	6
Петрографический отряд					
25		нач. отряда	Говоров И.Н.	Д.Г.-М.Н.	
26		ст.н.с.	Тарарин И.А.	К.Г.-М.Н.	
27		м.н.с.	Карабцов А.А.	К.Г.-М.Н.	
28		м.н.с.	Райкевич М.И.		
29		м.н.с.	Гарбузов С.В.	К.Г.-М.Н.	
Отряд гравиметрии					
30		нач. отряда	Цыкора В.Н.		
31		м.н.с.	Яковенко В.Н.		
32		лаборант	Иванов А.Р.		
33		ст. инженер	Новожилова Т.В.		
Отряд НСП					
34		нач. отряда	Теницкий И.И.		
35		м.н.с.	Захаров М.В.	К.ф.н.	
36		инженер	Одинцов В.Т.		
37		лаборант	Санафеев Ю.Н.		
38		лаборант	Калашников В.М.		

Гидромагнитный и геотермический

отряд

39

нач. отряда

Балабагин В.И.

40

ст. инженер

Никоноров В.А.

41

инженер

Коптев А.А.

42

м.н.с.

Зимин П.С.

43

лаборант

Базаев М.А.

Геологический отряд

44

нач. отряда

Коновалов Ю.И.

к.г.-м.н.

45

ст. инженер

Гаранько Ю.Л.

46

ст. лаборант

Половникова Э.А.

47

лаборант

Андреев А.Г.

48

лаборант

Мельник С.Ф.

Отряд обработки материалов

49

нач. отряда

Лихт Л.С.

50

м.н.с.

Позднякова Л.А.

к.б.н.

51

м.н.с.

Силина А.В.

к.б.н.

52

лаборант

Ислова Л.А.

Отряд обработки материалов осуществлял оперативную обработку полученных остальными отрядами материалов, вычерчивание графики, составление таблиц и т.п.

Работа всех отрядов осуществлялась в тесном взаимодействии со штурманской службой и палубной командой. Техническое обслуживание гидравлики и лебедок выполнялись третьим механиком.

Руководство экспедицией осуществлялось начальником экспедиции, его заместителями, капитаном и пом. капитана по научной части.

2.4. Основные научные результаты

2.4.1. Геологические работы

Все основные задачи, стоявшие перед экспедицией, выполнены.

1. На двух полигонах в средней части подводной возвышенности Шатского впервые драгированы коренные породы, представленные в основном субщелочными базальтами, а также туфами дацитового состава. Последние располагаются гипсометрически выше базальтов и, видимо, имеют более молодой возраст.

Обнаружение этих пород указывает на то, что под толщей базальтов здесь имеется сиалическая кора. Этот вывод имеет принципиальное значение для суждения о геологической природе возвышенности Шатского. Весьма характерно то, что базальтоиды в пределах обоих полигонов подверглись сильному гидротермальному изменению с новообразованием апатита и барита, которые иногда почти нацело замещают основную массу базальтов. Это подтверждает приуроченность изученных полигонов к мощной зоне разлома. Обнаруженные впервые барит-апатитовые (возможно с повышенными концентрациями редкоземельных элементов) метасоматические породы представляют новый для океана тип рудной минерализации, связанный с гидротермальной переработкой щелочных базальтов. Этот тип рудопроявлений может быть встречен и в других провинциях распространения щелочных базальтов (Маркус-Неккер, Императорской, Каролинской, Самоа и др.) и, возможно, на некоторых участках окажется имеющим практическое значение. В пределах возвышенности Шатского необходимо провести целенаправленные геологические работы, для чего необходим специализированный рейс продолжительностью 1,5-2 месяца.

2. В средней части Курило-Камчатского желоба проведенны драгирование с учетом полученных нами ранее данных позволили составить первый в мире геологический разрез, пересекающий всю систему: островная дуга-желоб-океанический вал.

На океаническом склоне желоба установлено четыре комплекса пород. К низам разреза, видимо, относятся гранат-биотит-мусковитовые сланцы и ассоциирующиеся с ними ~~с ними~~ пироксениты, установленные в коренном залегании на ст. Н4-23 в интервале глубин 8400-8000 м (нижняя часть склона). Здесь же были подняты мелкие угловатые обломки филлитов, зеленокаменно-измененных андезитов и дацитов, их туфов и плагиобазальтов, однако, твердой уверенности в том, что и эти породы являются коренными, нет. Что касается кристаллических сланцев, то они, видимо, относятся к фундаменту, подстилающему вышележащий комплекс подушечных базальтоидов (второй "океанический" слой). Этот комплекс имеет наиболее широкое распространение. Базальтоиды сильно изменены, ожелезнены, обычно перелоблены, иногда превращены в тектонические брекчии. В основании океанического склона желоба (ст. Н4-24, 44) они имеют более свежий вид и прерываются диабазовыми порфиритами и долеритами, которые, видимо, слагают субвулканические гипабиссальные тела. Мощность толщ покровных базальтоидов порядка 2-3 км (по построению).

Третий комплекс, драгированный в средней части океанического склона в интервале глубин 6100-5800 м (ст. Н4-13, 17), представлен зеленокаменно измененными туфами дацитов, андезитодацитов и андезито-базальтов, реже - граувакками, которые, видимо, слагают линзы и прослои среди туфов. Здесь же были подняты обломки трактолитов, которые, очевидно, образуют гомеогенные включения в лавах. Этот комплекс сходен с олигоцен-нижнемиоценовым вулканогенным комплексом Большой Курильской гряды (комплекс "зеленых туфов") и, по-видимому, имеет такой же возраст.

К четвертому комплексу относятся кайнозойские осадочные отложения, кое-где несогласно перекрывающие вулканогенные образования. Они представлены уплотненными диатомовыми алевритами и алевропелитами, среди которых по данным диатомового анализа выделяются верхнемиоцен-нижнеплиоценовые (ст. Н4-19, 23) и плейстоценовые (ст. Н4-13) отложения.

Мощность этих отложений крайне незначительна (не более 10 м), поскольку на лентах НСП они не выражаются.

3. На вале Зенкевича было выполнено 4 драгирования на подводной возвышенности, вершина которой находится на глубине 4800-4700 м. Наиболее результативным оказалось драгирование в привершинной части возвышенности (ст. И4-30), где было поднято большое количество обломков коренных пород, представленных двумя комплексами -

- а) подушечными базальтоидами и
- б) туфогенно-осадочными породами.

Базальтоиды типичны для вала Зенкевича и океанического склона желоба. Породы имеют щелочную специализацию, сильно трещиноваты, брекчированы. Неожиданным оказалось обнаружение туфогенно-осадочных пород: зеленовато-серых туфов, туфопесчаников и туфоконгломератов, содержащих гравий, гальку и полукатанные обломки туфов среднего состава и кислого состава, кремнистых пород, габброидов, лейкократовых гранитов и др. Возраст туфогенно-осадочных пород по данным диатомового анализа - поздний миоцен - ранний плиоцен. То, что эти породы находились в коренном залегании - сомнений не вызывает.

Следовательно, в конце миоцена - начале плиоцена этот район находился вблизи уровня моря, и лишь затем погрузился на 5 км. Что касается происхождения грубообломочного материала в конгломератах, то он, видимо, также является местным и поступал из расположенных поблизости областей сноса. Это крайне важный вывод, имеющий принципиальное значение для понимания геологической природы вала Зенкевича.

4. На островном склоне желоба проведено 12 драгирований на трех участках. На полигоне И4-IV было выполнено 6 драгирований в интервале глубин 9300-7600 м (ст. И4-21, 22, 25, 26, 27 и 28). Драгирование производилось на сравнительно крутых (до 15°) участках склона с перетравкой троса до 2500 м, при благоприятных погодных условиях. Однако, коренные породы подняты не были. Драги приходили с примазками плотного плейстоценового ила, иногда - с мелкими кусочками плотных алевроитов и редкой галькой. Лишь на ст. И -21 был поднят остроугольный обломок андезита, но он вряд ли оторван от коренного обнажения.

Такие же результаты получены на остальных участках.

На траверзе о. Шикотан (ст. Н4-40) с глубины 6360-7800 м подняты кусочки плотного плейстоценового ила и несколько мелких угловатых обломков андезитов и их туфов, однако, то, что они коренные - не очевидно.

На профилях 5В и 6В на траверзе о.Итуруп с приосевой зоны желоба материал не поднят (ст. Н4-41 и 43), а с интервала 6800-6500 м (ст. Н4-42) подняты куски некрепких неогеновых туфодиазомитов с галькой и щебнем эффузивов.

Таким образом, несмотря на большой объем выполненных работ, коренных пород из приосевой зоны островного склона желоба поднять не удалось. Это объясняется, вероятно, спецификой его строения: по-видимому, он сложен перемятыми неогеновыми осадочными породами, перекрытыми плотными плейстоценовыми илами, в связи с чем обнажения, доступные для драгирования, здесь отсутствуют.

В средней части островного склона было проведено два драгирования в интервале глубин 6000-5200 м (ст.Н4-10, 11).

На обеих станциях были подняты глыбы и щебень зеленокаменно измененных андезитов, дацитов и их туфов, сходных с олигоцен-нижнемиоценовыми вулканогенным комплексом Большой Курильской гряды (комплекс "зеленых туфов"). Кроме того, были подняты глыбы верхнемиоцен-нижнеплиоценовых туфодиазомитов, верхняя часть которых иссверлена норами камнеточцев и покрыта железомарганцевой коркой. Поры диаметром 0,5-1,5 см заполнены вязкой коричневой глиной плейстоценового возраста.

5. Составлен геологический разрез океанического и, частично, островного склонов глубоководного желоба Волкана (полигон Н4-У).

Океанический склон имеет следующий разрез (снизу):

1а). Базальты подушечные коричневато-серые и серые мелкопористые, оливин-оливин-клинопироксеновые иногда миндалекаменные, чередующиеся с мелкообломочными псефитовыми туфами (размер обломков от 2 мм до 2 см) - ст. Н4-55, интервал 8400-7800 м.

1б). Субщелочные базальты коричневато-серые, пористые, с подушечной отдельностью, порфировые и афировые, с интерсертальной основной массой. Базальты чередуются с полосчатыми туфами, замещенными смектитом и, возможно, туфоалевроли-

тами (ст. H4-45, 46, интервал 7800-7000 м).

Породы пачек Ia и Ib образуют единую вулканогенную толщу субделочных базальтоидов или толстов гавайского типа, формировавшаяся в мелководно-морских и субаэральных условиях, на что указывает присутствие кластических туфов и туфобрекчий. Неясное положение занимают осадочные породы, поднятые в интервале вместе с эффузивами - некрепкие алевролиты, уплотненные пески и алевроиты с текстурами размыва. Очевидно, это позднекайнозойские отложения, залегающие на эффузивах в виде мало-мощных "нашлепок". Мощность толщи 1,5 км.

2). Щелочной комплекс гавайского типа, сложенный туфобрекчиями, туфами и лавами щелочных оливковых базальтов, гавайитов и трахитоидов (муджириты, бенморейты, трахиты). Среди этих пород встречаются также субинтрузивные меланократовые сиенит-порфиры. Мощность толщи около 2000 м и условия формирования субаэральные (ст. H4-47, 48, 49, интервал 7000-5400 м).

Туфогенно-осадочная толща, состоящая из двух пачек:

а) туфы основного и среднего состава, "зеленые" алевропсаммитовые и псефитопсаммитовые мелкообломочные; туфопесчаники зеленовато-серые и коричневатые-серые мелкозернистые; алевролиты зеленые туфогенные массивные неслоистые; туффиты кремнистые зеленовато-серые тонкослоистые (ст. H4-50, интервал 5000-4000 м, мощность около 1 км). В этом интервале встречены также обломки пористых и шлаковидных базальтов, иногда с округлым включением желтых известняков с гравием. Они располагаются и под пачкой известняков. Суммарная мощность разреза около 4-5 км.

б) известняки белые массивные органогенные с остатками гастропод, полиципод и кораллов (видимо рифогенных).

Островной склон имеет резко отличное строение. Здесь развиты две толщи (снизу):

1). Пестроцветная карбонатно-кремнистая толща, состоящая в основном из различно окрашенных кремней - белых полупрозрачных, коричневых, желтых, черных, розовых, серых, массивных, реже - полосчатых, с раковистым изломом, с тонкими прослоями и линзами белых, желтых и светло-розовых ксилитоморфных известняков (от 1 мм до 3-5), встречаются также прослои белых карбонатных песчаников от мелко- до грубозернистых с многочисленными листочками хлорита на плос-

костях наслоения, алевроитистых тонкослоистых карбонатных песчаников и опок (ст. H4-57), интервал 8400-8600 м. В интервале 7600-7800 м эти породы передроблены до состояния милонитов, представляющих собой белую, коричневую и желтую тектоническую глину с обломками кремней и известняков размером от 0,1-0,2 мм до 5-10 см. Встречаются глыбы брекчированных кремней и известняков, а также обломки черных плотных сланцеватых глин, видимо, плейстоценового возраста. Мощность карбонатно-кремнистой толщи 2000 м.

2). Алевроитовая толща, состоящая из зеленовато-серых туфогенных алевролитов (ст. H4-56, интервал 6600-6300 м), сходных с алевролитами нижней части туфогенно-осадочной толщи океанического склона. Мощность толщи не установлена.

Дать возрастную характеристику выделяющих толщ и их сопоставление до получения результатов палеонтологических и радиоизотопных анализов невозможно.

6. На хребте Окино-Дайто в Филиппинском море проведены промерные и магнитометрические работы, НСП, драгирование, отбор колонки осадков и подводное фотографирование (полигон H4-VI).

Хребет Окино-Дайто представляет собой крупную подводную возвышенность, напоминающую по морфологии возвышенность Ямато в Японском море. В районе наших работ (полигон H4-VI) возвышенность состоит из двух параллельных хребтов запад-северо-западного простирания, разделенных узкими (5-8 км) трогом и плоским дном (глубина - 4400 м). Крутизна склонов трога до 30-40°. Драгирование проведено в днище трога - ст. H4-65, в его нижней части - ст. H4-66, 69, интервал 3000-2600 м, кроме того, в днище трога взята колонка осадков длиной 4,2 м (ст. H4-), а на южном склоне проведено подводное фотографирование.

Перед началом геологических работ на полигоне проведены промерные и магнитометрические работы и НСП по 6 галсам.

Трог, судя по данным НСП, выполнен осадочной толщей мощностью 750 м (-1с), верхняя часть которой (-100 м) четко отделяется от нижней. По данным опробования она представлена розовато-желтыми илами, нижняя часть сложена толщей пестроцветных (зеленых, красных, бордовых) измененных андезитов и их туфов, прорванных гипабиссальными телами анкармитов, долеритов и мелкопористых габбро, реже диоритовых порфиритов. В ряде случаев породы передроблены. Среди вулканогенных пород встречаются туфалевролиты и туфопесчаники (?). Верхняя часть

склона и вершина хребта сложена, в основном, базальтами и долеритами.

7. При драгировании Центрального (Тайваньского) разлома в Филиппинском море в его юго-восточной части были подняты свежие толеитовые базальты, слагающие, очевидно, верхнюю часть разреза, и неизвестные ранее в этой структуре породы подстилающего офиолитового комплекса. Они представлены метаморфизованными долеритами и габбро, сильно измененными шпинелевыми вермитами, талькитами, горнблендитами, хлорит-тремолитовыми и хлоритовыми апогипербазитовыми метасоматитами. Этот комплекс сходен с офиолитовым комплексом, драгированным в разломе Парасе-Вела (3-й рейс нис "Ак.Ал.Виноградов"), и, видимо, слагает самые верхние части разреза третьего слоя земной коры под Филиппинским морем.

8. В Идзу-Бонинском желобе к востоку от о-вов Бонин на его островном склоне впервые были драгированы ультраосновные породы, а также эффузивы основного состава и метаморфизованные породы.

Среди гипербазитов различаются массивные шпинель-серпентинированные породы, развившиеся, очевидно, по дунитам, и породы, образовавшиеся за счет замещения гарцбургитов. Они отличаются полосчатой и пятнистой структурой с ложены пластинками бастита, мелкочешуйчатым серпентинитом, акцессорными - хромистой шпинелью и магнетитом. Метаморфические породы представлены основными кристаллосланцами преимущественно эпидот-амфиболового состава и одним обломком полосчатого гранат-америбол-эпидотового сланца. Среди эффузивных пород установлены туфы и лава стекловатых базальтов, а также долериты. Все они, судя по очень низкому содержанию литофильных микроэлементов, относятся к океаническим толеитам.

Изученная совокупность пород может быть подразделена на два комплекса. К первому из них следует относить гипербазиты и основные кристаллосланцы, слагающие, вероятно, нижние части разреза третьего слоя коры океанического типа. В Марианском желобе этот комплекс находится в основании островного склона, а в изученном разрезе Идзу-Бонинского желоба он перемещен в виде тектонических блоков в верхнюю часть островного склона. Второй, верхний комплекс слагается туфами, лавами и долеритами толеитов океанского типа, аналогичных толеитам, драгированным в разломах Центральном (Тайваньском) и во

впадине Парасе-Вела, а также на островном склоне Марианского желоба.

Океанический склон Идзу-Бонинского желоба имеет совершенно другое строение. Он сложен подушечными лавами субщелочных базальтов, среди которых в резко подчиненном количестве встречаются тектонические брекчии щелочных оливиновых базальтов, сцементированных мелкокристаллическим апатитом. Вероятно, щелочные оливиновые базальты имеют более поздний возраст по сравнению с подушечными лавами и их брекчии образуются в эффузивных или трещиноватых структурах при участии гидротермальных растворов.

9. Строение основания банки Рамапо (ст. H4-76), а также горы с отметкой 3177 м (ст. H4-89) аналогично строению океанического склона Идзу-Бонинского желоба. Здесь также распространены подушечные лавы субщелочных базальтов. Верхняя часть банки Рамапо (ст. H4-77, 78) сложена щелочными оливиновыми базальтами, подчиненными им по количеству щелочными базальтами типа гавайитов, а также органогенными известняками.

10. Подводная гора Комахаси-Дайни расположена в пределах северной части Кюсю-Палау. Минимальная глубина под уплощенной вершиной горы составляет 290 м, над усредненным профилем гребня хребта она возвышается на 2000 м, а окружающие его в этом районе участки абиссальной равнины дна Филиппинского моря имеют в среднем глубины 4300-4800 м. Нами драгирован южный склон горы Комахаси-Дайни в интервалах 2200-1700 м (ст. H4-91), 1500-1340 м (ст. H4-90) и 520-400 м (ст. H4-92). Поднятый драгами каменный материал указывает на наличие в пределах изученного участка интрузивного массива, сложенного преимущественно гранитоидами и пронизанного дайками диабазов, на размытой поверхности которого залегают валунные конгломераты с известковистым цементом.

Интрузивный комплекс представлен среднезернистыми в основном биотит-роговообманковыми гранодиоритами. Породы обычно диафторированы и бластокатаклазированы. Они иногда содержат гомеогенные включения меланократового состава.

В строении комплекса, по-видимому, принимают участие тоналиты и плагиограниты, известные по результатам драгирования более ранних экспедиций.

Конгломераты включают валуны, гальку, слабоокатанные угловатые и остроугольные обломки преимущественно интрузивных пород, аналогичных описанным выше. Отмечаются также окатанные обломки [сильно измененных] субвулканических пород (диабазов, порфиритов). Они сцементированы пелитоморфной известковой массой, насыщенной многочисленными остатками гастропод, педице-под и кораллов и имеющей, вероятно, рифогенное происхождение.

II. Подводные горы в пределах восточного борта желоба Рюкю-Нансей. Здесь были драгированы две одиночные подводные возвышенности, являющиеся одновременно также и отрогами подводных горных систем Амами и Окино-Дайто.

На первой из них выполнена одна станция драгирования с координатами $29^{\circ}25,4$ с.ш. и $132^{\circ}46,7$ в.д. С юго-западного склона этой горы было драгировано около 2 кг слаболитифицированных осадочных пород. Они представлены желтовато-коричневыми мягкими слабоуплотненными глинами предположительно плиоцен-плейстоценового возраста.

Вторая подводная гора расположена в 90 милях юго-западнее от первой в пределах восточного борта желоба Рюкю-Нансей. Здесь было выполнено две станции (ст. 114-94, 95), но лишь одна из них была результативной (ст. 114-95). Опробованный участок склона в интервале глубин 3240-2600 м сложен вулканогенными породами. Драгой поднято два небольших (до 10 см) остроугольных обломка эффузивов, визуальнo определенных как андезитобазальты, и несколько мелких обломков пемзы. Основной объем драгированного материала на этой станции представлен фрагментами железо-марганцевой корки.

2.4.2. Промерные и геофизические работы

Промерные, гравиметрические и магнитометрические измерения выполнены по 14 региональным профилям общей протяженностью около 10 000 миль.

Получен новый фактический материал о рельефе дна и распределении аномалий магнитного и гравитационного полей для основных морфоструктур северо-западной части Тихого океана, Филиппинского и Южно-Китайского морей.

I. В средней части возвышенности Шатского изучен характер магнитных аномалий, выявлены плотностные неоднородности, дана предварительная оценка мощности земной коры этой структуры

(до 25 км).

2. На двух профилях от о.Хонкайдо и от о.Итуруп до возвышенности Шатского уточнены рельеф дна и гравимагнитная модель системы дуга-желоб и Северо-Западной котловины.

3. Четырьмя субширотными профилями пересечены системы дуга-желоб Идзу-Бонинская и Волкано, по которым получены новые данные о рельефе дна, аномальных магнитном и гравитационном полях.

4. По профилям в Филиппинском море получена информация о спектре аномального магнитного поля (АМП) и поля силы тяжести основных морфоструктур региона: котловин Филиппинской, Западно-Марианской, Нампо, хребта Кюсю-Палау. В структуре АМП котловины Нампо обнаружены признаки симметрии. Простирание оси симметрии, по-видимому, субмеридиональное. Два профиля совпадают с выполненным ранее профилем ГСЗ. Полученные по ним данные позволяют более корректно провести корреляцию соответствующих диапазонов спектров АМП и Δg с намагниченностью и полностью отдельных слоев земной коры указанных выше котловин краевых морей, решить вопрос о наличии в мантии остаточных плотностных неоднородностей.

5. В западной и центральной части Южно-Китайского моря пройдены субмеридиональные профили в дополнение к ранее выполненным здесь геофизическим съемкам по программе "Южно-Китайское море", и один поперечный профиль по выполненному ранее профилю ГСЗ.

2.4.3. Аналитические работы

1. Впервые в практике морских геологических экспедиций выполняемых ДВНЦ АН СССР, организована бортовая судовая лаборатория рентгенорадиометрического анализа и обеспечена надежная работа аппаратного комплекса, включая и аппаратуру для рентгеноструктурного анализа.

2. Опробованы и усовершенствованы разработанные в Институте химии ДВНЦ АН СССР методики многоэлементного рентгено-радиометрического анализа порошковых проб ИМК на марганец, железо, никель, медь, цинк, свинец и молибден и магматических горных пород на рубидий, стронций, иттрий, цирконий, ниобий и барий.

3. За время рейса проведен многоэлементный рентгено-радиометрический анализ 786 проб горных пород (4362 элементо-определения) и выполнено 750 рентгеноструктурных анализов.

4. Железо-марганцевые конкреции изученных полигонов характеризуются Mn/Fe отношением меньше 2 и невысоким содержанием никеля, меди, цинка, свинца и молибдена. Основными марганцевыми минералами ЖМК являются вернадий и бузерит. Рудные корки характеризуются еще меньшей величиной Mn/Fe отношения и представлены исключительно вернадитом.

5. Изучение вторичных минералов магматических пород показало, что они в значительной степени претерпели низкотемпературный гидротермальный метаморфизм, обусловленный взаимодействием пород океанического дна с разогретой морской водой. Наибольшие вторичные изменения претерпели стекловатые разности базальтов, в которых основными вторичными минералами являются смектиты, цеолиты и калиевые полевые шпаты. В щелочных базальтах наряду с указанными минералами появляется апатит.

Гипербазиты Центрального разлома Филиппинского моря и Идзу-Бонинского желоба в значительной степени серпентинизированы и сталькованы.

Таким образом, набор вторичных минералов в той или иной степени наследует состав исходной матрицы породы и отражает физико-химическую обстановку среды их образования.

2.5. Замечания и предложения по улучшению организации экспедиции и оснащению судна

В целом судно вполне пригодно для проведения комплексных геолого-геофизических исследований, однако, на нем имеются существенные недостатки.

1. Глубоководная скоростная траловая лебедка не может быть использована для драгирования, т.к. отсутствует спуско-подъемное устройство, а кормовая рама для этой цели не предназначена. Это — главный конструктивный недостаток, который затрудняет проведение геологических работ.

2. На лебедках для заборных работ необходимо заменить конструкцию датчиков метража и тросовых нагрузок на более совершенную.

3. Вычислительный центр на судне не работает по причине технических неисправностей, в связи с чем обработку материалов пришлось производить вручную.

4. Из-за неправильного выбора места установки вибраторов эхолоты ГЭЛ-3 работают нестабильно. Нужно предусмотреть в ближайшем ремонте установку вибраторов $E_{вн}$ средней части судна.

5. Корпус судна имеет значительную остаточную намагниченность, что существенно затрудняет проведение и снижает качество результатов гидромагнитной съемки. Необходимо в самое ближайшее время произвести размагничивание судна.

6. При организации экспедиций с целью повышения эффективности научных исследований целесообразно планировать работы на участках в пределах одного региона во избежание длительных переходов.

7. Доминирующим должно быть одно научное направление, преследующее решение конкретных задач. Остальные методы должны применяться как вспомогательные.

3. Отчет геологического отряда.

3.1. Основные цели и задачи геологического отряда в течение обоих этапов рейса заключались в получении каменного материала путем драгирования подводных склонов и его первичной документации.

3.2. Состав отряда и распределение обязанностей.

В I этапе рейса геологический отряд включал 5 человек и был сформирован из следующих участников экспедиции:

Горбаренко С.А. (начальник отряда), Гаранько Ю.Л. (ст. инженер), Карпов В.А. (токарь), Попова Л.А. (практикант), Мельник С.Ф. (практикант). Во II этапе выбывших Горбаренко С.А., Карпова В.А., переведенную в отряд обработки Попову Л.А. заменили Коновалов Ю.И. (начальник отряда), Половникова Э.А. (ст. лаборант) и Андреев А.Г. (лаборант).

В течение обоих этапов членами отряда выполнялись следующие работы:

1. Участие в отборе проб коренных пород и рыхлых отложений путем драгирования и с помощью различных пробоотборников, а также в подготовке оборудования для проведения этих работ - Коновалов Ю.И., Горбаренко С.А., Гаранько Ю.Л., Мельник С.Ф., Андреев А.Г., Карпов В.А.
2. Участие в первичной документации каменного материала - Коновалов Ю.И., Попова Л.А., Мельник С.Ф.
3. Изготовление, наладка и техническое обслуживание пробоотборников для коренных и рыхлых пород - Гаранько Ю.Л., Горбаренко С.А., Карпов В.А.
4. Изготовление прозрачных шлифов из твердых и рыхлых пород - Половникова Э.А., ~~Мельник С.Ф.~~
5. Определение CaCO_3 в осадках, выделение фракции более 0,07 из рыхлых отложений и просмотр их под биноклем с целью определения состава - Горбаренко С.А.
6. Микроскопическое описание магматических горных пород - Коновалов Ю.И.

Драгирование являлось в течение всего рейса, в особенности в I этапе, одним из основных видов заборных работ и требовало непрерывной круглосуточной работы на полигонах. В связи с этим, для выполнения чисто технических задач на палубные работы привлекались члены других отрядов:

литологического (Деркачев А.Н., Марков Ю.Д., Мацкевич В.Ф.), стратиграфического (Худик В.Д., Аннин В.К., Пушкарь В.С.), петрологического (Тарарин И.А., Карабцов А.А.; Гарбузов С.П.), петрофизического (Свининников А.И., Иванов Ю.Ю., Райкевич М.И., Печников В.С., Передерин И.И.), гравиметрического (Иванов А.Г.), геотермического (Базаев М.А., Никаноров В.А.), сейсмопрофилрования (Теницкий И.И., Санафеев Ю.Н., Калашников Б.М.).

3.3. Оборудование. Геологические работы проводились с использованием драг и пробоотборников рыхлого грунта и скальных пород. Для драгирования использовались металлические драги, изготовленные из стальных труб диаметром от 50 до 80 см и утяжеленные балластными пластинами до 100-150 кг. Драги были снабжены металлическими сетками. Они опускались на дно на телескопически смонтированном стальном тросе диаметром от 10 до 17,5 мм с помощью судовой гидравлической лебедки грузоподъемностью 6 т, оборудованной датчиками натяжения троса и электронным счетчиком. При драгировании спуск и подъем драги осуществлялся посредством кормовой "П" - рамы, раскрепленной оттяжками.

3.3.1. Пробоотборники рыхлого грунта. Для отбора рыхлых осадков в рейсе использовались гидропоршневой пробоотборник ППП-3 и гидростатический пробоотборник ГСП-2.

3.3.2. Гидропоршневой пробоотборник ППП-3 предназначен для работ на глубине до 10 км. Состоит из цилиндра, поршня, штока, колонковой трубы и груза-стабилизатора. При внедрении часть кинетической энергии цилиндра расходуется на образование под поршнем вакуума, способствующего увеличению длины отбираемой колонки.

Технические данные: глубина бурения - до 10 м; диаметр бурения - 127 мм, диаметр колонки - 100 мм; вес - 700 кг. Наилучшие показатели, достигнутые ранее: колонки длиной 6,9 и 7,8 м, отобранные на глубине ~ 1500 м с применением коромысла - сбрасывателя.

3.3.3. Гидростатический пробоотборник ГСП-2. Предназначен для работ на глубине до 5 км. Состоит из герметичного баллона, кранового устройства, колонковой трубы и груза-стабилизатора. При внедрении крановое устройство сообщает полости баллона и трубы. Последняя внедряется под действием кинети-

ческой энергии падения и неуравновешенного гидростатического давления.

Технические данные: глубина бурения - до 5 м; диаметр бурения - 117 и 80 мм; диаметр колонки - 100 и 50 мм; объем баллона - 20 л; вес - 200 кг. Наилучшие показатели, достигнутые ранее: колонки длиной 3,9 и 4,5 м, диаметром 60 мм на глубине моря 60 м.

3.3.4. Пробоотборники скальных пород. В рейсе продолжались испытания гидропоршневого пробоотборника ПП-3Т и вакуумного пробоотборника ВГТ-1

3.3.5. Гидропоршневой пробоотборник ПП-3Т предназначен для работ на глубине до 10 км. От пробоотборника ПП-3 для рыхлых пород отличается использованием короткой, длиной 2 м, колонковой трубы и вкладыша с пятью рядами (через 200 мм) лепестков для удержания обломков пород.

При ударе о скальный грунт вся кинетическая энергия цилиндра (~ 1000 кгм) мгновенно расходуется на образование вакуума объемом от 1 до 0,1 л на глубине моря от 1 до 10 км соответственно.

3.3.6. Вакуумный пробоотборник ВГТ-1. Принцип работы тот же, что и ПП-3Т. Отличается меньшим объемом цилиндра (1 л), меньшим весом (250 кг) и длиной (1,5 м), а также более надежной вертикальной стабилизацией за счет смещения вниз центра тяжести.

3.4. Методика работы. Драгирование на полигонах проводилось круглосуточно, для чего были сформированы четыре палубные вахты, начальниками которых в I этапе являлись Горбаренко С.А. (нач. геологического отряда), Свининников А.И. (нач. петрофизического отряда), Деркачев А.И. (нач. литологического отряда), Коновалов Ю.И. (м.н.с.). Во II этапе вместо выбывших Горбаренко С.А. и Свининникова А.И. вахтами руководили Аннин В.К. (нач. стратиграфического отряда), Марков Ю.Д. (ст.н.сотр.) и Теницкий И.И. (нач. отряда НСП).

Общее руководство драгированием в обоих этапах осуществлялось нач. экспедиции Б.И.Васильевым, а также зам. нач. экспедиции В.П.Безверхним (II этап). Все работы, связанные с подготовкой материально-технического оборудования, используемого при отборе проб горных пород дна проводились силами палубных бригад под непосредственным руководством зам.

начальника экспедиции Г.А.Крайникова.

Опробование коренных пород, слагающих подводные склоны, с помощью драги проводилось по традиционной методике, применяемой в ТОИ ДВНЦ в течение последних пятнадцати лет. Выбранный для драгирования участок дна пересекался сетью мерных галсов, по которым составлялась крупномасштабная (М 1:250 000 или 1:100 000) батиметрическая схема. Затем, с целью обнаружения обнажений коренных пород наиболее крутые склоны исследовались методом НСП (при наличии на борту действующего комплекса соответствующей аппаратуры), производилось фотографирование дна. После выявления перспективного для драгирования участка склона и определения оптимального курса драгирования (обычно вкрест склону), судно выходило на точку начала драгирования, соответствующую нижнему пределу заданного интервала и удерживалось на ней, пока драга опускалась на дно. Затем судно ложилось на курс драгирования, одновременно с этим начиналось вытравливаться дополнительное количество троса, длина которого обычно была равна примерно $1/3$ от глубины над начальной (нижней) точкой интервала драгирования. После того, как необходимое количество троса вытравлено, судно ложилось в дрейф. В результате трос частично растягивался на дне, что создавало условия для отрыва пород от коренных обнажений при движении драги по дну, которое осуществлялось работой лебедки, если судно неподвижно относительно дна, либо одновременно с работой лебедки судно отработывало^{ло} малым ходом по курсу драгирования, чтобы сохранить свое неподвижное положение относительно дна. По натяжению троса, определяемому динамометром лебедки, фиксируются зацепы драги за скальные выступы, а также отрыв драги от дна, в результате чего определяется интервал эффективного драгирования с учетом длины троса, его наклона относительно воды и крутизны склона.

3.5. Основные результаты работ.

3.5.1. Возвышенность Шатского.

Эта крупная морфоструктура расположена в северо-западной части Тихого океана и давно привлекает внимание геологов СССР, США и Японии. До настоящего времени ими был выполнен значительный объем геофизических исследований, в районе возвышенности было пробурено 8 скважин с американского бурового

судна "Гломар Челленджер", было выполнено 16 станций драгирования. Тем не менее, центральная часть возвышенности осталась практически не изученной, что и обусловило проведение здесь геологических работ в нашем рейсе на двух полигонах (рис. 3.1).

Полигон Н4-1

Он расположен на восточном окончании центральной зоны возвышенности Шатского. Драгированы склоны удлиненной изолированной подводной горы, вытянутой с юго-запада на северо-восток (рис. 3.2). Вершина её находится на глубине 2866 в точке с координатами $37^{\circ}20'$ с.ш. и $165^{\circ}01'$ в.д., а подошва — на глубине 5200–5300 м. Уплощенная вершина горы возвышается, таким образом, над поверхностью дна на 2500 м. На полигоне выполнено 4 результативных драгирования (станции Н4-3, 4, 5, 6). Затраты времени и основные результаты драгирования приведены в отчете петрологического отряда.

Станция Н4-3 → 8

RG = WAT

ST = L

Координаты $37^{\circ}17' 5$ с.ш., $165^{\circ}08' 7$ в.д. Интервал драгирования 3080–3000 м. Поднято около 30 кг каменного материала, представленного в основном железо-марганцевыми конкрециями и обломками пемзы, покрытыми железо-марганцевыми образованиями. Среди них присутствует обломок скальной породы, оторванный, по-видимому, от коренного обнажения.

Обломок коренной породы (обр. Н4-3/1) имеет размеры $7.5 \times 3 \times 3.5$. Верхняя поверхность покрыта коркой Fe-Mn образований толщиной до 1 см, нижняя без корки, но здесь имеет место тонкая пленка окислов железа. Обломок сложен литокристаллическим туфом дацитов темно-серого цвета с псаммопсефитовой структурой.

Железо-марганцевые конкреции (обр. Н4-3/2, 5–13) правильной шаровидной уплощенно-округлой и неправильной формы имеют размеры от 0,5 до 20 см. Подавляющее большинство конкреций не содержит обломков пород, в редких случаях в ядрах обнаруживаются обломки пемзы. Общий вес конкреций 18 кг. Обломки пемзы (обр. Н4-3/4), окатанные и угловатые, размерами от 0,5 до 15 см, покрытые коркой железо-марганцевых образований различной толщины. Общий вес ~ 7 кг

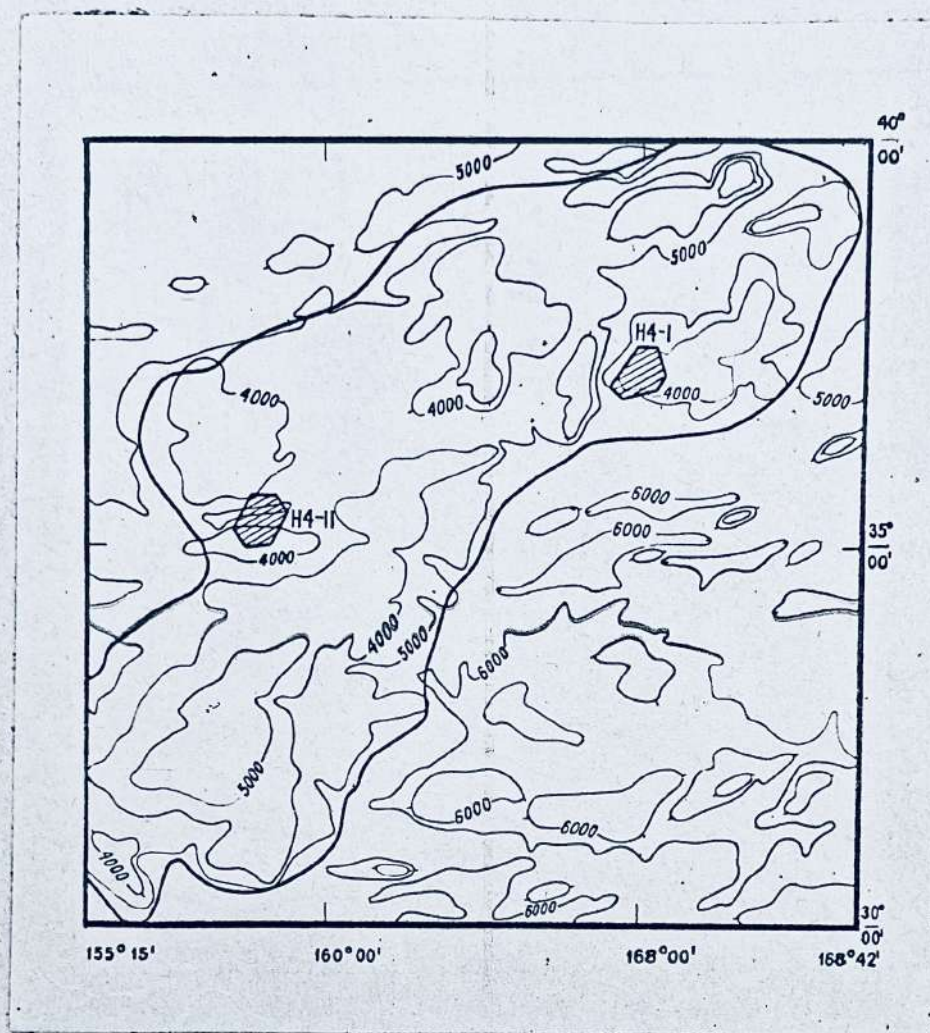


Рис. 3.1. Схема расположения изученных полигонов

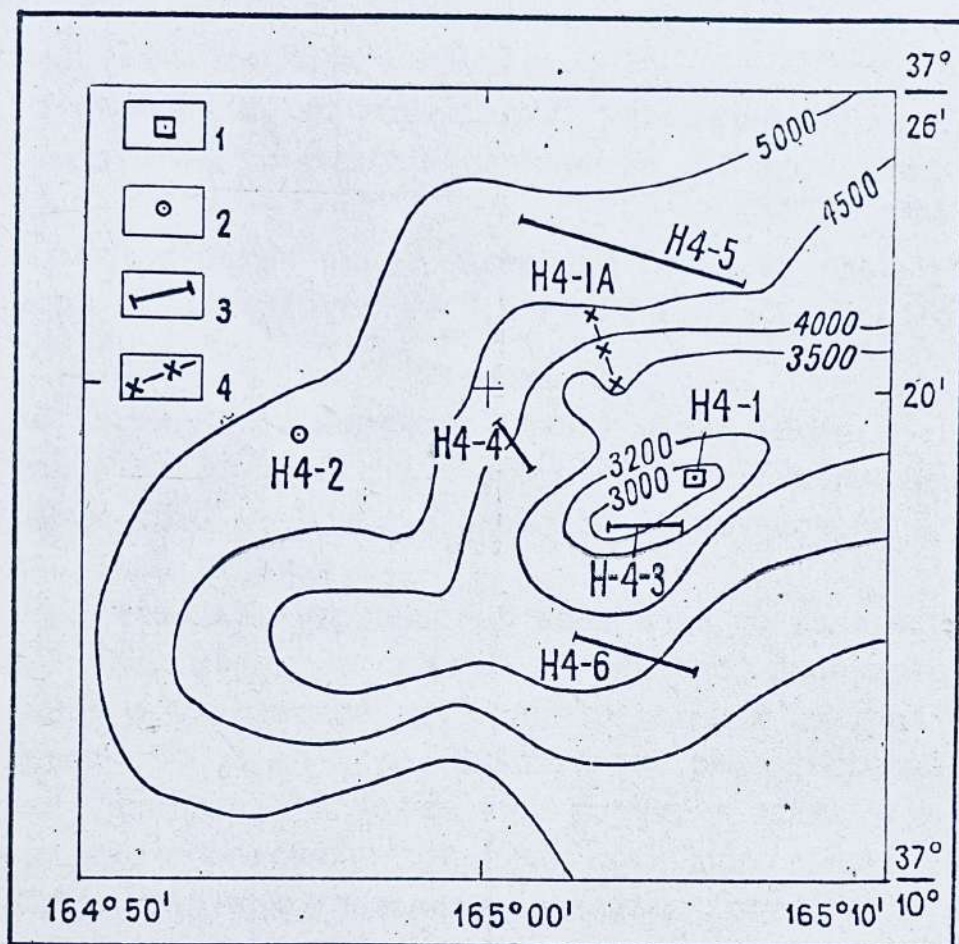


Рис. 3.2. Схема расположения геологических станций на полигоне Н4-І.

І - дночерпатель; 2 - прямоточная трубка;
3 - станции драгирования; 4 - профиль подводного фотографирования; 5 - изобаты.

Станция Н4-4

Возвышенность Шатского, южная часть (полигон № I).
Координаты: $37^{\circ}18'5''$ с.ш., $165^{\circ}01'3''$. Интервал драгирования 3600-3400. Поднято около 30 кг железо-марганцевых конкреций и корок, а также обломков пемзы, покрытых тонкими железо-марганцевыми корками и пленками.

Конкрекции имеют шаровидную, уплощенно-округлую и неправильно-угловатую форму и размеры от 0,5 до 20 см (обр. Н4-4/I-5, 7-II).

Обломки пемзы имеют окатанную форму и угловатые, размеры их изменяются от 0,5 до 20 см (обр. Н4-4/6).

Станция Н4-5

Возвышенность Шатского, южная часть (полигон I).
Координаты: $37^{\circ}23,3$ с.ш., $165^{\circ}01'6$ в.д. Интервал драгирования 4800-4600 м. Поднято около 30 кг железо-марганцевых образований и пемзы.

Среди железо-марганцевых конкреций резко преобладают почковидные формы со сложной сферической поверхностью, образованные в результате срастания отдельных центров роста размером от 0,1 до 5 см. Значительно реже встречаются конкрекции уплощенной и удлиненной формы, а также более крупные шаровидные образования. В ядрах последних обнаружены оливин-клинопироксен-плагиоклазовые базальты (обр. Н4-5/3), оливин-клинопироксеновые базальты (обр. Н4-5/4, 10), оливиновые базальты (обр. Н4-5/9, 11), плагиобазальты (обр. Н4-5/5).

Станция Н4-6

Возвышенность Шатского, южная часть (полигон № I).
Координаты: $37^{\circ}16,2$ с.ш., $165^{\circ}05,7$ в.д. Интервал драгирования 4200-4000 м. Поднято около 30 кг железо-марганцевых конкреций и корок, а также значительное количество пемзы (около 7 кг) и несколько остроугольных обломков размерами до 10-15 см с налетами железо-марганцевого вещества. Среди поднятых пород выделяются следующие разности:

I. Пемза в виде преимущественно уплощенных или окатанных обломков. Отмечаются также и угловатые обломки неправильной формы размерами до 15 см. Все образцы пемзы покрыты тонкими корками и налетом железо-марганцевого вещества (обр. Н4-6/I)

2. Железо-марганцевые конкреции уплощенно-округлой формы с почковидными наростами размерами от 3-8 см до 20 см по длинной оси. Общий вес около 7 кг (обр. Н4-6/2)
3. Железо-марганцевые конкреции с разнообразными неправильными формами и размерами от 3-5 до 10 см, полностью состоящие из железо-марганцевого вещества (обр. Н4-6/5)
4. Железо-марганцевые конкреции с различными размерами (от 5-8 до 20 см по длинной оси) и неправильной формы, имеющие бугорчатую поверхность. Они содержат в ядрах обломки клинопироксеновых базальтов или агрегат обломков этих пород, разделенных железо-марганцевым веществом (обр. Н4-6/3,6). Сходные по составу породы (клинопироксеновые базальты) обнаружены также и в виде остроугольных обломков зеленовато-серого цвета с налетом железо-марганцевого вещества (обр. Н4-6/7,8,9,10)
5. Железо-марганцевые конкреции, содержащие в ядрах агрегат различных образований, сложенный обломками базальтов, пемзы, минералов визуально сходных с интенсивно серпентинизированным оливином (обр. Н4-6/4,6,14,15).
6. Клинопироксеновые базальты зеленокаменно измененные, имеющие зеленовато-серую окраску брекчиевую текстуру и покрытые налетом железо-марганцевого вещества (обр. Н4-6/11,12). Отмечен обломок аналогичной породы, пронизанный тонкими жилками карбоната (?) и других минералов (обр. Н4-6/13).

Выводы. Проведенные геологические исследования на полигоне I позволят составить схематический геологический разрез изученной части возвышенности Шатского . Нижнюю часть разреза в интервале 4800-4600 м составляют серые пористые пиллоу-лавы оливин-клинопироксеновых базальтов, поднятые на станции Н4-5. Выше, в интервале 4200-4000, наряду с отмеченными пиллоу-лавами, в разрезе присутствуют зеленокаменно измененные пироксеновые базальты, встреченные на станции Н4-6. Они перекрываются псаммо-псефитовыми литокристаллокластическими туфами дацитового состава. Они обнаружены в интервале 3080-3000 м на станции Н4-3.

Полигон Н4-2.

Второй полигон, отработанный на возвышенности Шатского, расположен в 300 милях запад-юго-западнее полигона Н4-1 (рис. 3.1). Здесь изучена подводная гора с минимальной отметкой 2640 м и максимальной крутизной склонов до 10° , расположенная в точке с координатами $35^{\circ}14$ с.ш., $159^{\circ}00$ в.д. Гора в плане характеризуется вытянутой в меридиональном направлении формой и имеет три вершины, расположенные на глубинах менее 3000 м (рис. 3.3). Здесь проведено три драгирования на станциях Н4-7,8,9.

Станция Н4-7

Возвышенность Шатского (полигон № 2). Координаты: $35^{\circ}14$ 0 с.ш., $159^{\circ}00$ 0 в.д. Интервал драгирования 3000-2640. Поднято более 50 кг железо-марганцевых конкреций шаровидной и неправильной формы с преобладающими размерами 2-7 см, небольшое количество щебнистого материала и фосфоритов.

1. Щебнистый материал представлен мелкими (2-4 см) остроугольными обломками, покрытыми тонкими корками и налетами железо-марганцевого вещества. Породы светлоокрашенные, с различными оттенками: кремовые, светло-коричневые, зеленовато-серые. Наличие открытых и заполненных округлых пор размером до 3 мм указывает на эффузивный характер этих пород. Общий вес щебня около 2 кг. Детальная диагностика пород не производилась (обр. Н4-7/2).
2. Плаггиобазальты с керсутитом (обр. Н4-7/4,5) отмечены в виде двух остроугольных обломков со свежими сколами размером 3-5 см. Они имеют светло-коричневую окраску и содержат многочисленные поры округлой и удлиненной формы, заполненные железо-марганцевым веществом.
3. Фосфориты подняты в виде мелких (2-3 см) остроугольных обломков зеленовато-серого цвета. Общий вес материала около 0,3 кг (обр. Н4-7/3).
4. Железо-марганцевые конкреции, сложенные исключительно Fe-Mn веществом (без ядра). Они имеют округлую (обр. Н4-7/15), уплощенную (обр. Н4-7/12,13) плитчатую форму (обр. Н4-7/14) и размеры от 6 до 10 см на длинной оси. В ядрах железо-марганцевых конкреций обнаружен комплекс

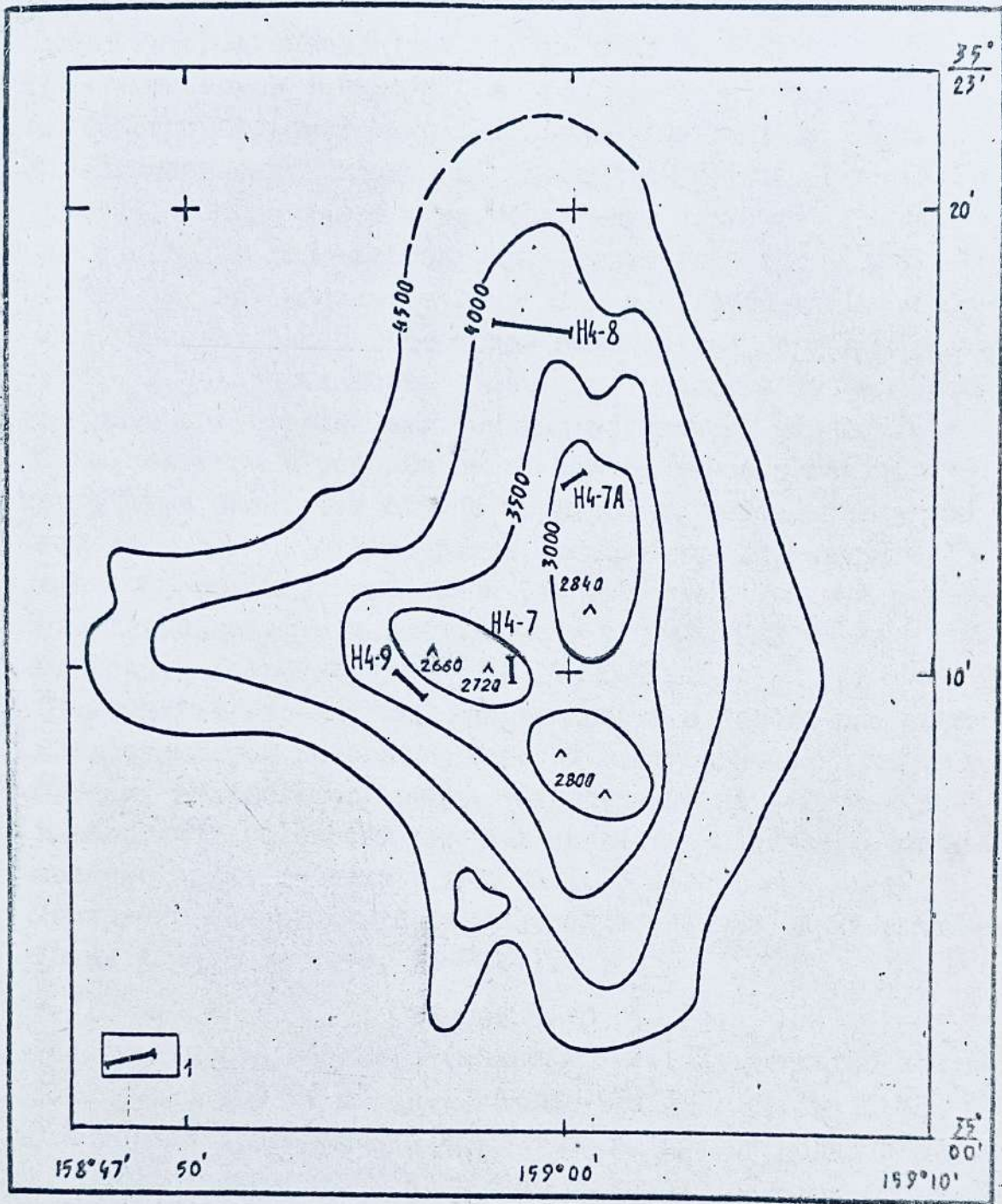


Рис. 3.3. Схема расположения станций драгирования на полигоне Н4-П (условные обозначения см. на рис. 3.2.).

вулканических пород, представленный плагиобазальтами и керсутитовыми базальтами, редко пемзой.

5. Плагиобазальты с керсутитом представлены в ядрах конкреций остроугольными обломками размерами от 5 до 10 см преимущественно уплощенной, плитчатой формы. Порода пористая, обычно имеет миндалекаменную текстуру. Миндалины заполнены либо железо-марганцевым веществом, либо беловатым или розоватым глинистым или карбонатным материалом. В порах отмечаются также зеленоватые агрегаты смектита. В некоторых порах отмечаются гидроокислы железа. Обломки часто рассечены тонкими прожилками мощностью до 3 мм, сложенные розовым барит-апатитовым агрегатом. Структура базальтов обычно порфировая, вкрапленники представлены обычно плагиоклазом, основная масса сложена стеклом, щелочным амфиболом (керсутитом), тонкими лейстами плагиоклаза, клинопироксена и игольчатыми зернами ильменита (обр. Н4-7/6-II, I6, I7, 20-23).
6. Отмечена железо-марганцевая конкреция с ядром, сложенным мелкозернистой розоватой породой с отдельными крупными пятнами зеленоватого цвета. Определение на рентгене показало, что розоватый минерал является апатитом, а зеленоватые пятна сложены смектитами. В апатитовом ядре конкреции обнаружены прожилки, образованные барит-апатитовым агрегатом (обр. Н4-7/24).

Станция Н4-8

Возвышенность Шатского (полигон № 2). Координаты: начало - $35^{\circ}16'9''$ с.ш., $159^{\circ}04'6''$ в.д.; конец - $35^{\circ}17'1''$ с.ш., $158^{\circ}56'6''$ в.д. Интервал драгирования 4280-3920 м. Драгой поднято около 25 кг железо-марганцевых конкреций и корок, а также несколько остроугольных обломков вулканических пород. Последние представлены преимущественно субщелочными оливин-керсутитовыми базальтами, среди которых отмечены также гиалобазальты и обломки вулканического стекла, полностью замещенные вторичными продуктами.

- I. Железо-марганцевые конкреции (обр. Н4-8/I6) обладают преимущественно округлой формой и размерами от 1 до 5 см, отмечены единичные более крупные экземпляры (до 10 см). Большинство конкреций лишены ядер, сложенных инородным

- материалом, отдельные конкреции содержат внутри обломки базальтов, сходных по структуре и составу с базальтами, отмеченными в обломках. Они сильно изменены, пористые, иногда нацело замещенные апатитом (обр. Н4-8/5, II, 13, 15).
2. Оливин-керсутитовые базальты слагают подавляющее большинство поднятых драгой остроугольных обломков (обр. Н4-8/2-4, 6-10). Они обычно сильно пористые, иногда имеют корку закаливания коричневого цвета (обр. Н4-8/3), серые, темно-серые до черного. Пory имеют размеры 1-1,5 мм, иногда 3-4 мм (обр. Н4-8/4). Они обычно на 25-30% заполнены вторичными продуктами (смектитом, гидроокислами железа, реже полностью (обр. Н4-8/14), иногда полые и в этом случае их общее количество относительно невелико (обр. Н4-8/3). Порода сильно измененная, в краевых зонах некоторых образцов она полностью замещена сапонитом (обр. Н4-8/4) или другими вторичными минералами.
3. Вулканическое стекло с полосчатой текстурой, полностью замещенное вторичными слоистыми силикатами (обр. Н4-8/12). Слагает обломок размером 15x12x5 см, покрытый тонкой коркой железо-марганцевого вещества.

Станция Н4-9

Возвышенность Шатского (полигон 2). Координаты: начало станции - $35^{\circ}07'4''$ с.ш., $158^{\circ}56'3''$ в.д., конец - $35^{\circ}08'6''$ с.ш., $158^{\circ}52'9''$ в.д. Интервал драгирования 3200-3120 м. Поднято 50-60 кг глыб и обломков базальтов, среди которых преобладают фрагменты железо-марганцевых образований и пемзы.

I. Базальты керсутитовые, в общем сходные с поднятыми на ст. Н4-8 (обр. Н4-9/1, 2, 4-13, 15-16). Большинство обломков и глыб размерами до 40 см по длинной оси (обр. Н4-9/6, 40x25x15, обр. Н4-9/4, 15x10x5 см) имеют свежие сколы и оторваны от обнажения коренных пород. Об отрыве от коренных пород свидетельствует и режим драгирования, при котором натяжения троса достигало 6,5 т. Базальты темно-серые, почти черные, иногда буровато-серые или серовато-коричневые. Порода обычно мелкопористая, поры имеют размеры 0,1-0,3 их количество невелико, до 10%, они заполнены агрегатом смектита, апатита и гидроокислов железа. Для керсутитовых базальтов типична интерсертальная структура, вкрапленники

практически отсутствуют. Базальты сложены плагиоклазом, образующим решетку, в интерстициях которой расположены кристаллы амфибола (керсутита) с характерным плеохроизмом в красновато-бурых тонах, а также участки стекла, насыщенного рудным минералом в виде игольчатых образований.

2. Обломки, целиком выполненные агрегатами смектитов и покрытые тонкой коркой железо-марганцевого вещества. Текстура обломков полосчатая, полосы толщиной до 2 см желтовато-зеленого цвета, образованные смектитом, чередуются с полосами толщиной до 0,5 см, выполненными желтовато-белым минералом (смектитом) (обр. Н4-9/3, 14).

3. Железо-марганцевые образования (обр. Н4-9/17) в виде корок толщиной до 5 см (6 кг) и в виде округлых конкреций диаметром до 5 см (3 кг).

4. Фосфориты в виде мелких обломков буроватого и желтоватого цвета (обр. Н4-9/18, 0,5 кг).

Выводы. Проведенные на полигоне Н4-2 работы показали, что изученная подводная гора в интервале 2640-3900 м сложена в основном в различной степени измененными подушечными базальтами повышенной щелочности, которые, в отличие от базальтов полигона I, обогащены амфиболом типа керсутита.

В целом следует подчеркнуть, что подводные горы в средней части возвышенности Шатского сложены подушечными лавами, формировавшимися в мелководных условиях. По-видимому, они слагают верхнюю часть вулканической толщи, тогда как нижняя её часть представлена толеитовыми базальтами, подобно тому, как это наблюдается на возвышенности Хесса [1]. Эта вулканическая толща, как показали наши работы на возвышенности Шатского, перекрывается туфами дацитового состава, принадлежащими известково-щелочной серии, характерной для Курило-Камчатской островной дуги и системы окраинно-континентальных вулканических поясов Восточной Азии. Эффузивы и туфы кислого и среднего состава были драгированы ранее и в других районах Тихого океана - с гайотов в южной части Императорских гор, со склонов подводных гор Макарова и Исакова, в Японском и Идзу-Бонинском желобах, с подводных гор Дайни-Касима, Эримо, Такуе-Дайити и других [2, 3, 5, 6, 7 и др.]. Этот факт трудно объяснить с позиций тектоники плит и, скорее всего, сви

детельствует о наличии фрагментов сиалической коры в северо-западной части Тихого океана.

В настоящее время известно, что зона, разделяющая возвышенность Шатского на Северный и Южный массивы, приурочена к системе разломов [1], с которыми, вероятно, связаны интенсивные барито-фосфатные преобразования базальтов, продукты которых в виде фосфоритов неоднократно драгировались нами в 4-м рейсе НИС "Академик Александр Несмеянов". Установленное на возвышенности широкое развитие субщелочных керситовых базальтов позволяет предполагать наличие в Центральной зоне крупных скоплений барит-апатитовых пород и, возможно, высоких содержаний редкоземельных элементов и рудопроявлений некоторых цветных металлов.

3.5.2. Курило-Камчатский желоб.

Наиболее детальные работы были выполнены в средней части желоба, где предварительно были произведены промерные работы, позволившие составить батиметрическую схему в масштабе 1:250 000 и выбрать участки, наиболее удобные для драгирования. Всего в районе желоба было выполнено 23 драгирования, из них 12 на островном склоне и 11 на океаническом (рис. 3 4).

Островной склон Курило-Камчатского желоба. В пределах островного склона желоба выполнено 8 результативных драгирований (станции Н4-10, 11, 21, 25, 27, 28, 40, 42,

Станция Н4-10

RG- ST
ККЖ ККОС

Островной склон Курило-Камчатского желоба (полигон № 3). Координаты станции: начало - $45^{\circ}33'8$ с.ш., $152^{\circ}08'0$ в.д., конец - $45^{\circ}34'9$ с.ш., $152^{\circ}12'8$ в.д. Интервал драгирования 5360-5200 м. Драгой поднята 1 глыба и щебень коренных пород общим весом около 10 кг, обломки осадочных пород с ходами илоедов (около 2 кг), галька (15 шт.).

Среди угловатых обломков выделены следующие разновидности пород:

1. Андезиты (андезито-базальты ?) темно-серого, до черного цвета в виде уплощенного обломка $3 \times 5 \times 6$ см с порфировой и серийно-порфировой структурой (обр. Н4-10/6).

Характерны многочисленные вкрапления, составляющие до 35% объема и представленные преимущественно средним плагио-

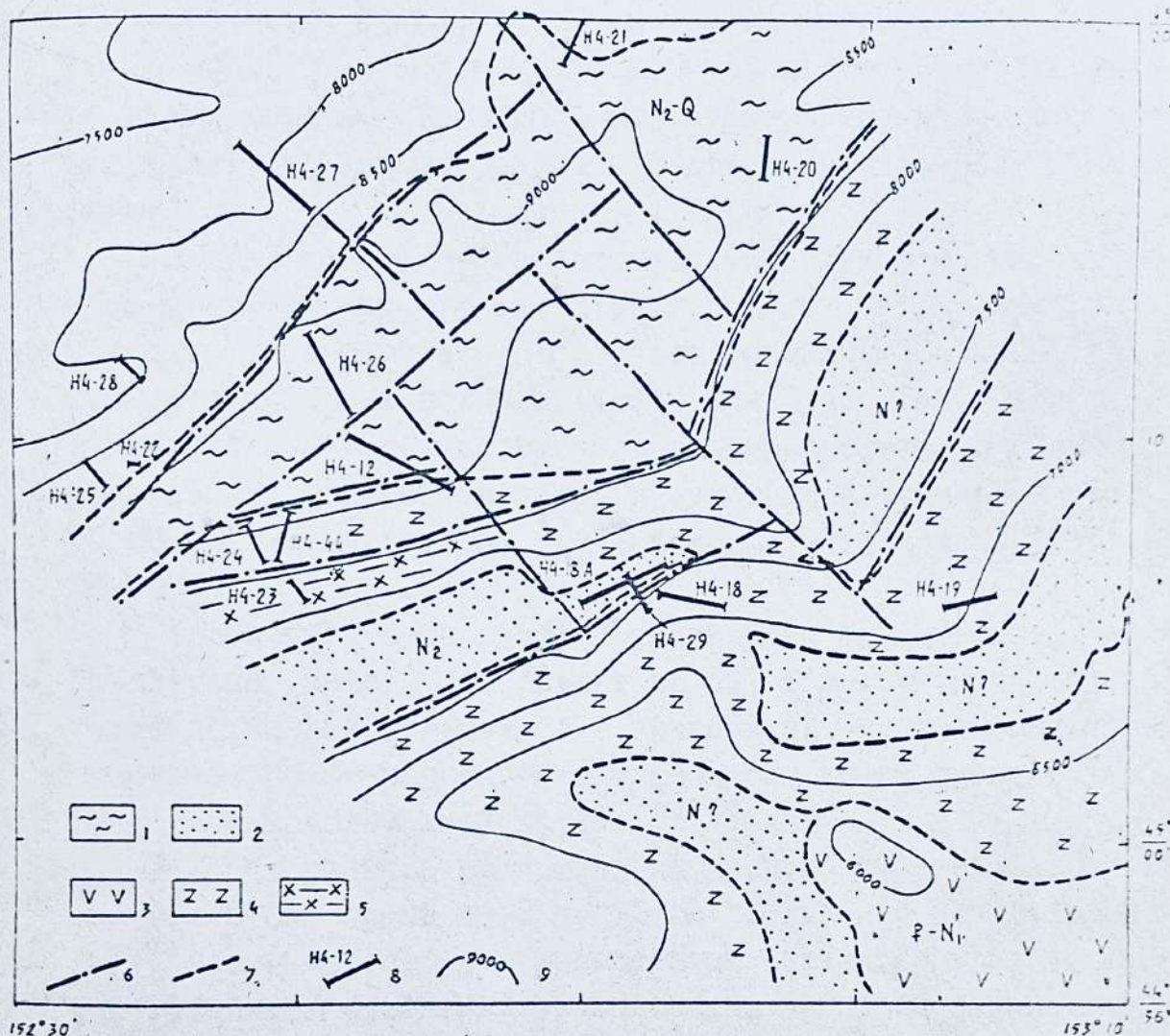


Рис. 3.4. Схематическая геологическая карта центральной части Курило-Камчатского желоба (Полигон H4-III).

1 - плиоцен-плейстоценовые илы; 2 - неогеновые диатомовые илы; 3 - зеленокаменно измененные эффузивы и их туфы среднего и кислого состава; 4 - измененные подушечные базальты; 5 - кристаллические сланцы; 6 - разломы; 7 - геологические границы; 8 - станции драгирований; 9 - изобаты.

клазом с небольшим количеством орто- и клинопироксена. Основная масса сложена стеклом и микролитами, образующими "войлочную" (андезитовую) структуру. Следует отметить сходство по перечисленным структурно-текстурным особенностям с остро-водужными эффузивами среднего состава, в частности, с Курильскими.

2. Туфы андезито-базальтов зеленокаменно измененные слагают наиболее крупную глыбу размером 30x17x12 (обр. Н4-10/1), имеющую следы отрыва от коренного обнажения, а также ряд мелких остроугольных обломков (обр. Н4-10/4). Они имеют темно-серую окраску и псефитовую или псаммо-псефитовую структуру, образованную обломками пород и кристаллов размерами от 1-2 до 20-30 мм. Характерны также полосчатые текстуры (обр. Н4-10/4).

Обломочная часть туфов представлена базальтами, андезито-базальтами (вместе составляют до 30% обломочной части), а также обломками кристаллов - плагиоклаз, клинопироксен, ортопироксен. Базис-наполнитель туфов состоит из смектитизированной мелкообломочной массы.

3. Туфы дацитов представлены несколькими угловатыми обломками с размерами от 3 до 12 см на длинной оси (обр. Н4-10/2, 3, 7). Они имеют серую с зеленоватым оттенком окраску, характер вторичных изменений указывает на процессы зеленокаменного преобразования. Структура туфов псаммитовая и алевропсаммитовая, отмечены ороговикованные разности (обр. Н4-10/7). Обломочная часть представлена андезитами, дацитами (преобладают), кристаллами плагиоклаза, калиевого полевого шпата, хлоритизированных темноцветных минералов (амфиболов и пироксенов). Цементирующая масса образована мелкоалевритовым хлоритизированным и эпидотизированным материалом.

4. Песчаник метаморфизованный (обр. Н4-10/13) слагает обломок размером 3x4x1 см серого цвета со сланцеватой текстурой. Порода состоит из бластированных обломков кварца, полевых шпатов и агрегатов альбита с включениями ильменита, замещенного сфеном. Цемент сложен мелкочешуйчатым агрегатом эпидота, биотита, кварца и альбита.

Кроме угловатых обломков драгой поднято небольшое количество уплощенных галек размерами от 2-3 до 12 см по длинной оси. Среди них установлены следующие породы:

Базальты черного цвета, измененные (обр. Н4-10/11)

Долерито-базальты - обр. Н4-10/12

Туфы андезито-базальтов сургучного цвета с зелеными округлыми включениями (обр. Н4-10/10) и со слоистой текстурой (обр. Н4-10/18)

Андезиты сильно измененные с включениями пирита (обр. Н4-10/8,9).

Туфы кварцевых и кварц-плагиоклазовых порфиров с алевритовой структурой (обр. Н4-10/16,17).

Граниты мелкозернистые биотитовые (обр. Н4-10/14)

Гранодиориты среднезернистые (обр. Н4-10/15)

Станция Н4-II

ККЖ ККОС

Островной склон Курило-Камчатского желоба (полигон № 3).
Координаты станции: начало - $45^{\circ}25'3''$ с.ш., $152^{\circ}16'5''$ в.д.;
конец - $45^{\circ}26'6''$ с.ш., $152^{\circ}14'9''$ в.д. Интервал драгирования
5960 - 5920 м. Поднято около 50 кг материала, включающего
слаболитифицированные диатомовые глины со следами жизне-
деятельности илюедов (около 40 кг), два остроугольных облом-
ка скальных пород, оторванных от коренного обнажения и зна-
чительное количество гальки разнообразной формы с размерами
от 20 до 3-4 см по длинной оси.

Среди коренных пород установлены андезиты и кристалло-
сланцы.

1. Андезит двупироксен-роговообманковый слагает глыбу
размерами $25 \times 10 \times 10$ см со следами отрыва от коренного обнаже-
ния (обр. Н4-II/1). Порода серого цвета, свежая, пористая,
поры большей частью свободны от вторичных продуктов и имеют
размеры 0,05-1 мм. Структура порфировая, порода содержит
вкрапленники в количестве до 20% объема, которые представле-
ны преимущественно плагиоклазом (Ал 50-55), а также клино-
и ортопироксеном, составляющими вместе около 10% всего коли-
чества порфировых выделений. В шлифе отмечен единичный круп-
ный вкрапленник роговой обманки. Основная масса имеет микро-
литовую структуру и сложена раскристаллизованным стеклом
с многочисленными мелкими лейстами плагиоклаза и микроскопи-
ческими зернами рудного минерала.

2. Андезит зеленокаменно измененный (обр. Н4-II/9) в
виде уплощенного обломка размером $3 \times 3 \times 2$ см. В шлифе обна-

руживается порфировая структура. Порода сложена интенсивно измененными вкрапленниками плагиоклаза и темноцветных минералов, погруженных в гиалопилитовую основную массу, сложенную агрегатом вторичных минералов.

3. Кристаллический сланец биотит-роговообманково-олигоклазовый слагает уплощенную глыбу размерами 25x15x10 см (обр. Н4-II/2). Структура породы мелкозернистая, отмечаются скарновые прожилки мощностью до 0,5 см, образованные агрегатом хлоритов, эпидота, кварца, основного плагиоклаза и рудного минерала. В породе хорошо проявляется структура эффузивного характера, которая была свойственна первичному для сланцев материалу, предположительно андезиту. В исходном андезите все первичные минералы были замещены кислым плагиоклазом (олигоклазом), сине-зеленым амфиболом и биотитом.

Среди галечного материала установлены следующие разновидности пород:

1. Базальт клинопироксен-оливиновый (обр. Н4-II/3) слагает уплощенную удлиненную гальку размером 20x10x2 см. Порода порфировая, с многочисленными крупными вкрапленниками клинопироксена и оливина размерами до 2,5 мм, относительно свежими. Также присутствуют вкрапленники сильно измененного плагиоклаза, замещенного калиевым полевым шпатом, и рудного минерала.

2. Базальт оливин-двупироксеновый (обр. Н4-II/12) в виде уплощенной гальки размером 6x5x2,5 см.

3. Андезит сильно измененный (обр. Н4-II/7) и андезитовый порфирит (обр. Н4-II/4), уплощенные гальки размерами до 5 см по длинной оси.

4. Дацит измененный (обр. Н4-II/10) и туфы дацита (обр. Н4-II/5,8).

5. Гранодиорит биотит-роговообманковый (обр. Н4-II/6) и гранит биотитовый (обр. Н4-II/13).

6. Песчаник аркозовый мелкозернистый (обр. Н4-II/11)

Станция Н4-21

Островной склон Курило-Камчатского желоба. Координаты станции: начало - $45^{\circ}18'7$ с.ш., $152^{\circ}49'2$ в.д.; конец - $45^{\circ}21'5$ с.ш., $152^{\circ}50'8$ в.д. Интервал драгирования 8960-8640 м.

Поднято около 20 кг обломков неогеновых и плейстоценовых слаболитифицированных пород, заключенных в глубоководный ил, и небольшой остроугольный обломок размером 5х3х1,5 см треугольной формы. Микроскопическое изучение, проведенное И.А.Тарариным, показало, что этот обломок сложен кварц-биотит-актинолит-альбитовым кристаллическим сланцем по туфу андезито-дацита (обр. Н4-21/1).

Осадочные породы представлены двумя типами. К первому относятся желтые некрепкие диатомовые аргиллиты, массивные ожелезненные по трещинам отдельности. Они наполовину состоят из разложенного глинистого вещества, в котором наблюдается ориентация за счет субпараллельного расположения чешуйчатых частиц. Встречаются также единичные мелкие обломки туфоалевролитов. Вторая половина породы состоит из обломков диатомей, по заключению В.С.Пушкаря, характерных для среднемиоценовой зоны (*Actinocyclus ingens*).

Второй тип представлен желтыми и серыми плотными глинистыми диатомитами и диатомовыми глинами, состоящими из остатков диатомей (40-60%), радиолярий (до 10%) и анизотропного глинистого вещества. Встречаются единичные мелкоалевритовые зерна кварца и обломки вулканического стекла. По определению В.С.Пушкаря, комплекс диатомей характерен для плиоценовых зон (*Denticulopsis Kamtschatica*, *D. seminae* var. *fossilis*).

Станция Н4-25

Островной склон Курило-Камчатского желоба. Координаты станции: начало - 45°08'7 с.ш., 152°33'36 в.д., конец - 45°09'6 с.ш., 152°32'5 в.д. Интервал драгирования 8900-8240 м.

Драгой поднято небольшое количество глубоководного ила и несколько мелких (до 1 см) полуокатанных обломков базальтов с подушечной отдельностью (обр. Н4-25/1).

Станция Н4-27

Островной склон Курило-Камчатского желоба. Координаты станции: начало - 45°16'2 с.ш., 152°39'3 в.д., конец - 45°17'2 с.ш., 152°37'7 в.д. Интервал драгирования 8480-9000 м.

Поднято около 1 кг слабоуплотненной синей глубоководной глины, галька базальта (около 1,5 см) и один обломок пемзы (обр. Н4-27/1).

Станция Н4-28

Островной склон Курило-Камчатского желоба. Координаты станции: начало - $45^{\circ}12'0$ с.ш., $152^{\circ}35'2$ в.д., конец - $45^{\circ}12'8$ с.ш., $152^{\circ}34'7$ в.д. Интервал драгирования 7950-8050 м.

Драгой поднято около 1,5 кг уплотненной глубоководной глины, включающей мелкие обломки и гальку пемзы кислого состава (обр. Н4-28/3), мелкие гальки базальтоидов и габброидов (обр. Н4-28/2) и три мелких (до 4 см) уплощенных обломка эффузивов, среди которых под микроскопом установлен клинопироксеновый андезит (шл. Н4-29/1) с пилотакситовой флюидальной основной массой. Порода свежая.

Станция Н4-40 *N = 8100 - 7840*

Островной склон Курило-Камчатского желоба на траверзе о.Шикотан (полигон 3). Координаты станции: начало - $42^{\circ}52'2$ с.ш., $148^{\circ}12'7$ в.д., конец - $42^{\circ}52'8$ с.ш., $148^{\circ}12'2$ в.д.

Поднят небольшой (2х1х1 см) остроугольный обломок темно-серой зеленокаменно измененной породы - андезитового порффирита с микролитовой основной массой и миндалинами, выполненными хлоритом и кварцем (обр. Н4-40/1), а также мелкая (< 2 см) галька черного базальта (обр. Н4-40/3) и небольшие кусочки плотной глубоководной плейстоценовой глины (обр. Н4-40/2).

Станция Н4-42

Островной склон Курило-Камчатского глубоководного желоба (полигон 3). Координаты станции: начало - $43^{\circ}52'5$ с.ш., $149^{\circ}32'3$ в.д., конец - $43^{\circ}53'5$ с.ш., $149^{\circ}31'2$ в.д. Интервал драгирования 6800-6500 м. Поднято небольшое количество (~ 1 кг) мелкой щебенки, галечного материала (обр. Н4-42/13), синей и серовато-желтой глины (обр. Н4-42/12) и пемзы (обр. Н4-42/14).

Остроугольный материал представлен базальтами, дацитами, их туфами, гранитом.

1. Базальт слагает угловатый обломок размером около 2 см по длинной оси (обр. Н4-42/2). Порода свежая, черного цвета с мелкозернистой структурой.

2. Даци́т (обр. Н4-42/5) обнаружен в виде уплощенного обломка серого цвета размером $1 \times 2 \times 0,3$ см.

3. Туфы дацитов (обр. Н4-42/3,4) алевропсаммитовые, витрокластические, слагают мелкие (< 3 см по длинной оси) уплощенные обломки серого и черного цвета, иногда с биотитом.

4. Гранит лейкократовый (обр. Н4-42/8) поднят в виде уплощенного обломка размером $3 \times 2 \times 0,7$ мм.

Среди окатанного и слабоокатанного материала установлены в виде мелких (размерами до 4 см) обломков дацитовые порфиры (обр. Н4-42/1,10) и свежий базальт (обр. Н4-42/7). Неразобраный слабо окатанный материал объединен в обр. Н4-42/11.

Выводы. Полученные данные драгирования позволяют составить геологический разрез островного склона Курило-Камчатского желоба.

В строении средней части островного склона (интервал 6000-5200) принимают участие зеленокаменно измененные андезиты, дациты, их туфы, а также неогеновые осадочные и туфогенные породы - слаболитифицированные глинистые диатомиты, диатомовые туффиты, туфы и пемзовые туфобрекчии.

В приосевой части желоба выполнено 8 драгирований, однако уверенные данные о коренных породах получены не были. По имеющимся данным, представленным окатым материалом, можно предполагать, что в низах желоба залегают зеленокаменно измененные до уровня эпидот-амфиболовой фации туфы дацитов и андезитов с прослоями метаморфизованных алевролитов, прорванные гранитоидами.

Океанический склон Курило-Камчатского желоба

В пределах океанического склона было выполнено 9 результативных станций драгирования.

Станция Н4-12

RG = KKKX

ST = KKOK

Драгирование проводилось на океаническом склоне Курило-Камчатского желоба (полигон 3). Координаты станции: начало - $45^{\circ}07'5$ с.ш., $152^{\circ}37'9$ в.д., конец - $45^{\circ}08'2$ с.ш., $152^{\circ}46'2$ в.д. Поднято небольшое количество окатанных обломков пемзы

(обр. Н4-12/5), I обломок эффузива основного состава, несколько хорошо окатанных галек и крупный фрагмент слабоуплотненных диатомовых илов размером (обр. Н4-12/I) насыщенные мелкими остроугольными обломками туфов и эффузивов.

Среди обломков и галек выделены:

1. Андезит пироксеновый сильно измененный (обр. Н4-12/2) слагает мелкий (2,5х2х1 см) остроугольный обломок уплощенной формы. Порода порфировая, состоит из крупных замещенных вторичными минералами вкрапленников плагиоклаза и темноцветных, погруженных в хлоритизированную основную массу с микролитовой структурой.

2. Туфы среднего-кислого состава (дацитов, обр. Н4-12/I, наиболее крупный из обломков, насыщающих поднятые илы). Обломочная часть и наполнитель туфов содержат кристаллы плагиоклаза, кварца, а также обломки эффузивов среднего состава.

3. Гранодиорит-порфир биотит-роговообманковый, слагает хорошо окатанную гальку 3,5х3х2 см. Порода мелкозернистая, образована кристаллами кварца и полевых шпатов с редкими игольчатыми и пластинчатыми зернами роговой обманки, биотита и рудного минерала. На фоне мелкозернистой основной массы отмечаются крупные псевдопорфировые выделения тех же минералов размером 1-3 мм.

4. Долерит сильно измененный (обр. Н4-12/4). Порода полнокристаллическая, образована плагиоклазом с небольшим количеством темноцветных, интенсивно хлоритизирована, амфиболитизирована, эпидотизирована. Слагает гальку размерами 1,5х1х0,7 см.

Станция Н4-13

Драгированием опробован участок океанического склона Курило-Камчатского желоба (полигон 3). Координаты станции: начало - 44°56'8 с.ш., 153°10'8 в.д., конец - 44°59'2 с.ш., 153°11'9 в.д. Интервал драгирования 6080-5960 м. Поднято небольшое количество (около 10) мелких (2-3 см по длинной оси) остроугольных обломков туфов и измененных эффузивов, а также около 1,5 кг мелких (2-3 см) галек (обр. Н4-13/II). Среди остроугольных обломков отмечены следующие разности пород:

1. Базальты двупироксеновые свежие (обр. Н4-13/6, 8-10) и интенсивно измененные (обр. Н4-13/4), иногда с заметным количеством вкрапленников оливина (обр. Н4-13/2). Породы имеют преимущественно светло-серую, реже темно-серую и черную окраску, измененные разности приобретают зеленоватые оттенки. Породы обычно пористые, поры имеют размеры не более 0,1 мм и, как правило, незаполненные. Вкрапленники в базальтах представлены плагиоклазом, орто- и клинопироксенами, с преобладанием первого. Основная масса стекловатая, иногда гипокристаллическая, имеет лейкократовый характер (практически отсутствует темно-цветная составляющая) и сложена преимущественно свежим светло-желтым или бурым слабо девитрифицированным стеклом с микролитами полевых шпатов, редкими включениями рудного минерала и смектитов.

2. Туфы дацитов (обр. Н4-13/1,3) и андезитов-дацитов (обр. Н4-13/5). Обнаружены в виде остроугольных обломков, а также слагают гальки (обр. Н4-13/7). Структура туфов от псаммитовой (обр. Н4-13/1) до пелитовой (обр. Н4-13/3,5). Породы пепельно-серого цвета, иногда полосчатые, сложены тонкозернистой основной массой, состоящей из мелких зерен рудного, кварца, полевых шпатов и включающей редкие псаммитовые и алевритовые обломки кристаллов и пород среднего-кислого состава.

Станция Н4-17

Драгирование проведено на океаническом склоне Курило-Камчатского желоба. Координаты станции: начало - 44°50'4 с.ш., 153°00'5 в.д.; конец - 44°54'0 с.ш., 152°59'3 в.д. Интервал драгирования 5840-5800 м. Поднято около 20 кг коренных пород, слабоокатанных обломков и гальки.

Среди угловатых обломков и глыб коренных пород выделены следующие разновидности:

1. Туфы андезитов литокристаллокластические зеленокаменно измененные. Они слагают глыбу размером 15 x 15 x 4 см (обр. Н4-17/1). Породы зеленовато-серого цвета, местами на этом фоне выделяются обломки более светлой окраски. Порода в целом сложена обломками эффузивов среднего состава и кристаллокластами плагиоклаза, калиевого полевого шпата (?), интенсивно замещаемых хлоритом и эпидотом. Связывающая масса тонкозер-

нистая, замещена агрегатом хлоритов, альбита, пумпелиита и кварца. Аналогичные сильно измененные туфы андезитов отмечены и среди галечного материала (обр. Н4-17/21,25).

2. Троктолит (обр. Н4-17/2) в виде остроугольного обломка размером 15 x 10 x 6 см. Порода очень свежая, сложена крупными таблитчатыми кристаллами лабрадора и оливина и представляет собой, по-видимому, включение в эффузивах. В его центральных частях отмечаются участки вулканического материала (стекло, очень свежее).

3. Кристаллический сланец биотит-мусковит-эпидот-амфибол-кварц-плагиоклазовый мелкозернистый (обр. Н4-17/5) с размерами зерен 0,1-0,5 мм. Слагает уплощенный остроугольный обломок размером 4 x 5 x 1 см темносерого цвета со слабо выраженной полосчатой текстурой.

4. Кристаллический сланец кварц-биотит-амфибол-плагиоклазовый (обр. Н4-17/12). Слагает мелкий угловатый обломок 3 x 3 x 2 см. Содержит маломощные прожилки пренита и карбоната. В шлифе хорошо видна реликтовая структура первичной вулканической породы (андезита?).

5. Туф дацита алевропсаммитовый литокристаллокластический, сильно измененный. Слагает обломок размером 2 x 2 x 1 см (обр. Н4-17/8). Обломки представлены преимущественно эффузивами среднего состава, а также плагиоклазами и, очень редко, темноцветными минералами, замещенными хлоритом и эпидотом. Размеры обломков от 0,08 до 0,5 мм. Туфы дацитов псефитовые, отмечены также и в виде галек (обр. Н4-17/10).

6. Яшма сургучного цвета (обр. Н4-17/27) слагает уплощенный угловатый обломок размерами 4 x 3 x 1,5 см с пустотами выщелачивания.

Среди слабоокатанного и галечного материала установлены следующие разности пород:

1. Базальт клинопироксен-керсутитовый (обр. Н4-17/7) и двупироксеновый (обр. Н4-17/13) в виде галек размером от 5 до 15 см. Отмечена галька пористого базальта черного цвета (обр. Н4-17/19).

2. Туфы базальтов (обр. Н4-17/16,24) зеленокаменно-измененные.

3. Андезито-базальт клинопироксеновый (обр. Н4-17/9) интенсивно измененный, зеленовато-серого цвета, слагает слабоокатанный обломок размером около 2 см.

4. Андезит зеленовато-серый в виде гальки размером около 4 см (обр. Н4-17/17,18) и туфы андезитов (обр. Н4-17/21,25).

5. Дациты, слагающие слабоокатанные обломки и уплощенные гальки размерами до 12 см по длинной оси (обр. Н4-17/14, 22). Породы светло-серого цвета иногда гематитизированы (обр. Н4-17/14).

6. Туфы дацитов (обр. Н4-17/10).

7. Габбро (обр. Н4-17/15) и габбро-диориты (Н4-17/26).

8. Гранодиорит (обр. Н4-17/20).

9. Алевролит граувакковый (обр. Н4-17/3).

10. Кристаллические сланцы: кварц-биотит-амфибол-олигоклазовый по андезито-дациту (обр. Н4-17/4); актинолит-плагисклазовый (обр. Н4-17/6; биотит-мусковит-хлорит-кварц-альбитовый по терригенной породе (обр. Н4-17/23).

Станция Н4-18А

Драгой опробован океанический склон Курило-Камчатского желоба. Координаты станции: $45^{\circ}06'4''$ с.ш., $152^{\circ}47'7''$ в.д. Интервал драгирования 7900-7600 м. Поднято 5 мелких (< 1 см) образцов, 4 из которых сложены слабо литифицированными глубоководными осадками (обр. Н4-18А/1). Единственная галька образована туфом дацита мелкозернистым кристаллокластическим (обр. Н4-18А/2).

Станция Н4-18

Курило-Камчатский желоб, океанический склон. Координаты станции: начало - $45^{\circ}06'7''$ с.ш., $152^{\circ}56'6''$ в.д.; конец - $45^{\circ}04'5''$ с.ш., $152^{\circ}59'7''$ в.д. Интервал драгирования 7400-7200 м. Поднято около 70 кг обломочного остроугольного (коренного) и галечного материала, среди которых резко преобладают угловатые обломки эффузивов основного состава (рис. 3.5).

Среди коренных пород выделены следующие разности.

1. Базальт оливковый (обр. Н4-18/5), слагает глыбу размером около 20 см по длинной оси, с поверхности покрытую тонкой коркой железо-марганцевого вещества толщиной до 1 см. Порода трещиноватая, сильно измененная. Темноцветные минера-

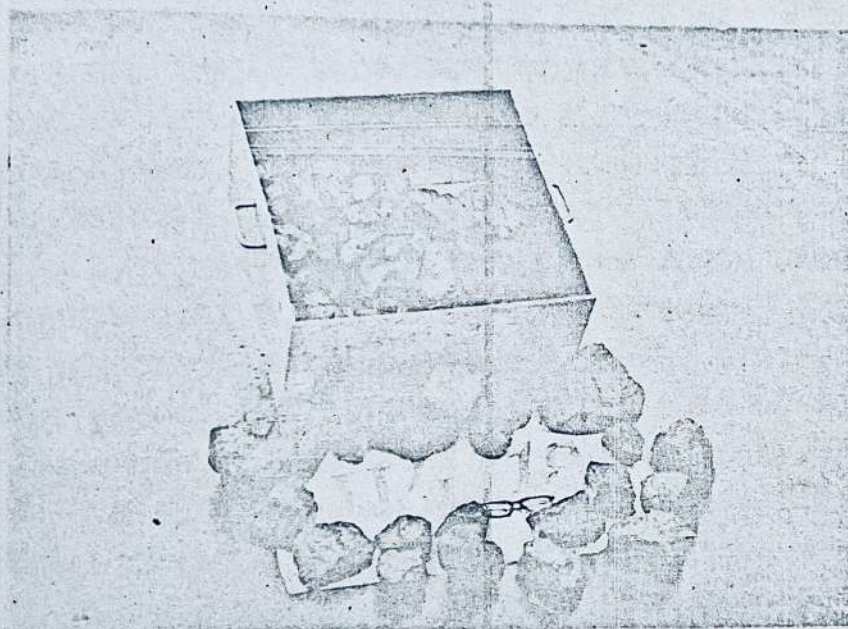


Рис. 3.5.

лы и стекло основной массы замещены смектитами. Небольшое количество (1-2% объема) мелких пор выполнено вторичными минералами.

2. Базальт оливин-клинопироксеновый (обр. Н4-18/3,4,7) слагает глыбы размерами 25 x 20 x 15 и 20 x 15 x 10 см, покрытые сверху очень тонкой коркой железо-марганцевого вещества. По характеру вторичных изменений и структурно-текстурным особенностям сходны с вышеописанной разновидностью.

3. Базальт пироксен-роговообманковый (обр. Н4-18/2) образует обломок размером 15 x 10 x 7 см. Порода светлая, порфировой структуры. В отличие от вышеописанных базальтов характерно наличие вкрапленников амфибола, а также ромбического пироксена.

4. Базальт (андезито-базальты ?) афировый сильно измененный (обр. Н4-18/6,8-11). Слагает глыбы размером 20-25 см по длинной оси. С поверхности глыбы покрыты железо-марганцевым веществом и коркой выветривания, в центральных частях базальт относительно свежий. Порода зеленовато-серая пористая, поры обычно заполнены вторичными продуктами.

5. Туф андезито-базальтов литокристаллокластический псаммитовый (обр. Н4-18/15). Поднят в виде мелкого обломка размером 2 x 3 x 1,5 см. Порода претерпела интенсивное зеленокаменное изменение хлорит, эпидот смектит по обломкам кристаллов и цементирующей массе.

Среди галечного и слабоокатанного материала отмечены:

1. Пироксеновые базальты (обр. Н4-18/1) и оливин-двупироксеновые базальты и долерито базальты (обр. Н4-18/12-14).

2. Агрегат зеленовато-серого цвета, сложенный апатитом и вторичными минералами группы смектитов (обр. Н4-18/16).

Среди поднятого материала отмечено небольшое количество железо-марганцевых образований и осадочных пород:

1. Крупная ЖМК размерами 20 x 20 x 12 см, содержащая в ядре небольшие рассеянные обломочки базальтов (обр. Н4-18/17)

2. Фрагменты мощной корки железо-марганцевого вещества размером 20 x 12 x 6 см (обр. Н4-18/18).

3. ЖМК небольших размеров (до 4 см) с почковидными наростами (обр. Н4-18/19).

4. Слаболитифицированная глинистая порода, небольшой изометричный обломок (обр. Н4-18/20).

Станция Н4-19

RG = KKKK
ST KKKK

Океанический склон Курило-Камчатского желоба (полигон № 3). Координаты станции: начало - $45^{\circ}05',9$ с.ш., $153^{\circ}02',2$ в.д.; конец - $45^{\circ}06',2$ с.ш., $153^{\circ}04',2$ в.д. Интервал драгирования 7040-6950 м. Поднято около 200 кг глыбово-щебеночного материала, среди которого преобладают обломки базальтов с подушечной отдельностью. Некоторые образцы сильно перемяты и содержат тектоническую глину. Большинство глыб имеют свежие поверхности скола, что свидетельствует об отрыве от коренных обнажений. Базальты характеризуются подушечной отдельностью и наличием стекловатой корки закаливания желтовато-оранжевого цвета. На станции поднято также несколько железо-марганцевых конкреций и небольшое количество галечного материала (рис. 3.6.).

Среди базальтов можно выделить следующие разности, характеризующиеся особенностями структуры и текстуры, выявленными визуально и по предварительным результатам изучения небольшого количества шлифов.

1. Базальты коричневатых оттенков сильно измененные, ожелезненные. Слагают глыбы размером до 25 см и щебеночные обломки, покрытые с поверхности очень тонкой коркой железо-марганцевых образований (обр. Н4-19/1-5,25). Некоторые обломки слабо трещиноватые, железо-марганцевое вещество пропитывает эти образцы по тонким трещинам (обр. Н4-19/6). Отмечены глыбы с примазками тектонической глины, содержащей мелкие обломки аналогичных базальтов (обр. Н4-19/7). Структура пород афировая или редкопорфировая (шл. Н4-19/6).

2. Базальты слабо измененные и менее ожелезненные относительно вышеописанных. Породы имеют обычно темно-серую окраску, иногда до черного (обр. Н4-19/8), структура интерсертальная, долеритовая (обр. Н4-19/9, 12-15). Некоторые образцы сильно изменены, ожелезнены с поверхности, но в центральных частях имеют свежий облик (обр. Н4-19/45).

3. Базальты с подушечной (шаровой) отдельностью широко развиты среди пород поднятых на станции Н4-19 (обр. Н4-19/11, 19-19, 21, 23, 24, 34). Размеры обломков подушечной лавы варьируют от 15-20 см до первых см. Подушечная отдельность подчеркивается концентрическими трещинами (обр. Н4-19/16, 17).



Рис. 3.6.

Шаровые поверхности покрыты бурой тонко-зернистой стекловатой коркой закаливания. Под микроскопом отмечается афировая структура (шл. Н4-19/16 IIa,б). Породы обычно сильно ожелезнены. Внешние части шаров изменены обычно сильнее, чем внутренние.

4. Базальты тектонически брекчированные, раздробленные, ожелезнены, преобразованные вторичными процессами по тектоническим трещинам (обр. Н4-19/10,20,22,28,29,32). В центральных частях, не затронутых брекчированием, базальты сохраняют черты структуры и текстуры, характерные для вышеописанных групп. Часть образцов представляет собой брекчии, сложенные обломками базальтов размером до 2 см, сцементированных черно-бурым цементом (обр. Н4-19,29,32) или зеленовато-черной тектонической глиной. Обломки базальтов с гиалиновой структурой часто почти нацело замещаются смектитами (обр. Н4-19/28).

5. Туф дацитов псаммит-алевритовый литокристаллокластический (обр. Н4-19/26). Слагает обломок 15 x 15 x 12 см, сильно измененный, покрытый коркой железо-марганцевого вещества. Обломочная часть включает, помимо обломков кислых пород, кварца, амфиболов, полевых шпатов, также фрагменты андезитов размерами до 1 мм.

6. Железо-марганцевые конкреции неправильной, слегка удлинённой формы, содержат в центральных частях мелкие разложившиеся обломочки базальтов (обр. Н4-19/27).

7. Гальки (2) размерами менее 5 см, сложенные свежим черным тонкозернистым базальтом (обр. Н4-19/30), изометричные и уплощенные, образованные зеленовато-серым роговообманковым гранодиоритом (обр. Н4-19/31).

8. Неразобраный материал, образованный преимущественно базальтом с подушечной отдельностью (обр. Н4-0,33).

Станция Н4-23

Океанический склон Курило-Камчатского желоба (полигон № 3). Координаты станции: начало - 45°06'0 с.ш., 152°40'2 в.д.; конец - 45°06'5 с.ш., 152°39'8 в.д. Интервал драгирования 8400-8000 м. Поднят щебеночный и в подчиненном количестве слабоокатанный и галечный материал, несколько крупных железо-марганцевых конкреций, глинистые слаболитифицированные породы и пемза.

Среди неокатанного материала отмечены эффузивные образования (базальты, андезито-базальты), пирокластические (туфы анде-

зитов, дацитов), интрузивные (пироксениты, габбро, граниты) и метаморфические (кристаллосланцы).

1. Базальт плагиоклазовый (обр. Н4-23/18) сильно измененный (амфиболитизированный, тремолит?), слагает угловатый неокатанный обломок размером 2,5 x 2 x 1,5 см. Игольчатые вкрапления плагиоклаза интенсивно замещаются калиевым полевым шпатом и образуют петельчатую структуру, свидетельствующую об условиях быстрого охлаждения.

2. Андезито-базальт двупироксеновый (обр. Н4-23/23) встречен в виде небольшого (2,5 x 2 x 1,5 см) угловатого обломка с поверхности покрытого железо-марганцевым веществом. Порода свежая, порфировой структуры, вкрапленники образованы преимущественно плагиоклазом с небольшим количеством гиперстена и ^{Основная} клинопироксена. масса гиалопилитовая

3. Туф андезита (обр. Н4-23/17) псаммитовый литокристаллокластический слагает уплощенный обломок размером 5 x 4 x 0,6 см. Обломочная часть включает фрагменты андезитов очень редко базальтов и кристаллов плагиоклаза размерами до 3 мм. Они сцементированы микрозернистым смектитизированным материалом.

4. Туфы дацита (обр. Н4-23/8, 16) псаммитовые литокристаллокластические и кристаллокластические слагают обломки зеленовато-серого цвета, размерами до 3 см интенсивно зеленокаменно измененные, покрытые корками железо-марганцевого вещества. На станции подняты также и слабоокатанные обломки в общем аналогичных туфов дацитов, отличающихся присутствием в кристаллокластической части туфов роговой обманки, замещающейся хлоритом и эпидотом (обр. Н4-23/16, 27).

5. Андезито-дациты, их туфы, пемза среднего-кислого состава в виде мелкого щебня - обр. Н4-23/31, 32).

6. Пироксенит (обр. Н4-23/6) крупнокристаллический, свежий, зеленого цвета поднят в виде угловатого обломка размером 4 x 3 x 2,5 см, покрытого с поверхности светло-серым слабо-литифицированным пескаником. Порода сложена преимущественно крупными кристаллами клинопироксена размерами до 3,5 мм. Иногда по трещинкам спайности в них развит мелкочешуйчатый биотит. Одна из плоских поверхностей обломка покрыта буровато-желтой коркой вторичных минералов.

7. Габбро (обр. Н4-23/22) биотит-роговообманковое среднезернистое зеленовато-серого цвета слагает угловатый обломок размером 1,5 x 10 x 0,8 см. Порода обладает габбровой структурой, образована кристаллами плагиоклаза (андезин), буровато-зеленого амфибола, биотита и рудного минерала с размерами до 1,5 мм.

8. Гранит мелкозернистый лейкократовый (обр. Н4-23/21) поднят в виде угловатого слегка удлиненного обломка размером 4 x 1,5 x 1 см. Отмечена также галька среднезернистого биотит-роговообманкового гранита размером 3,5 x 2,5 x 3 см (обр. Н4-23/3).

9. Кристаллические сланцы встречены в виде небольших (до 6 см по длинной оси) уплощенных угловатых (обр. Н4-23/1, 19, 24), реже полуокатанных (обр. Н4-23/4) обломков. Среди них выделены следующие разновидности: а) гранат-биотит-мусковит-плагиоклазовые сланцы (обр. Н4-23/1), полосчатые, с зернами граната размерами до 0,1 мм, приуроченными к существенно пелитовым прослоям; б) хлорит-мусковит-биотитовые сланцы с хорошо сохранившейся обломочной структурой первичной осадочной породы (алеврит, обр. Н4-23/19); в) эпидот-хлорит-амфибол-альбитовые сланцы (обр. Н4-23/24) мелкозернистые по роговообманковому габбро; г) кварц-биотит-роговообманково-плагиоклазовые сланцы (обр. Н4-23/4) с хорошо проявляющейся структурой первичной эффузивной породы - андезита.

Среди окатанных и полуокатанных обломков, помимо описанных выше туфов дацитов, гранитов и кристаллосланцев отмечены также долерит, андезиты, андезито-дациты, дациты, песчаники.

1. Долерит оливин-клинопироксеновый (обр. Н4-23/25) слагает уплощенный слабо окатанный обломок размером около 3 см по длинной оси. Порода свежая, обладает долеритовой структурой, образованной кристаллами оливина, клинопироксена и рудного минерала размерами до 1 мм.

2. Андезиты двупироксеновые (обр. Н4-23/20) и клинопироксен-роговообманковый (обр. Н4-23/29) встречены в виде мелких (~ 2 см) слабо окатанных обломков изометричной формы. Породы свежие, с порфировой структурой.

3. Андезито-дацит (обр. Н4-23/28) слагает мелкий слабо окатанный обломок черного цвета.

4. Даци́т (обр. Н4-23/7) встречен в виде небольшого (около 2 см) слабо окатанного обломка серого цвета с вкрапленностью пирита.

5. Галька различных пород (обр. Н4-23/34) с преобладающими размерами 1-2 см, до 5 см. Детально не изучалась.

6. Галька свежего черного базальта (обр. Н4-23/35) размером 6 x 4 x 5 см.

Кроме описанных пород было поднято небольшое количество железо-марганцевых конкреций с обломками эффузивных пород в ядрах с размерами 2-5 см (обр. Н4-23/10-15) и более мелкие (обр. Н4-23/30).

Станция Н4-24

Океанический склон Курило-Камчатского желоба (полигон № 3). Координаты станции: начало - $45^{\circ}05',7$ с.ш., $152^{\circ}37',9$ в.д.; конец - $45^{\circ}06',21$ с.ш., $152^{\circ}38',8$ в.д. Интервал драгирования 9200-8600 м. Поднято около 350 кг глыб, крупных обломков и щебня, оторванных от коренных обнажений. Наибольшие из них с размерами до 35 см по длинной оси имеют свежие сколы и вес до 40 кг. Эти глыбы в момент подъема находились в верхней части драги, что говорит об их захвате при драгировании на минимальной глубине. Они сложены преимущественно габброидами и долеритами, которые в количественном (весовом) отношении резко преобладают в драгированном материале. Следующей по распространенности разностью являются обломки подушечных (шаровых) лав базальтов. На поверхности многих из них отмечаются красновато-коричневые, иногда оранжевые корки закаленного стекла. По всей видимости, шаровые пиллоу-лавы представляют собой субстрат, в который внедрились габброиды и долериты. Драгой подняты также несколько мелких галек и железо-марганцевых конкреций размерами до 3 см.

1. Пиллоу-лавы базальтов представлены двумя разновидностями: оливиновые и оливин-клинопироксеновые базальты. Оливиновые базальты (обр. Н4-24/1,18,19,8) слагают угловатые обломки до 10 см по длинной оси. Для них характерна подушечная отдельность и стекловатые корки закаливания красновато-бурого или оранжевого оттенков. Внутренние части обломков сложены темно-серой с различными оттенками (зеленоватый, бурый, черный) редкопорфировой породой с вкрапленни-

ками оливина, нацело замещенного боулингитом и основного плагиоклаза с размерами до 2 мм.

Оливин-клинопироксеновые базальты с подушечной отдельностью (обр. Н4-24/14-17) практически неотличимы по структуре и текстуре от оливиновой разновидности. Характерна еще большая степень измененности.

Отмечена глыба тектонической брекчии (обр. Н4-24/20), включающей обломки подушечных базальтов и фрагменты стекловатой корки, аналогичных описанным пиллоу-лавам.

2. Базальты без видимых признаков подушечной отдельности, интенсивно измененные (обр. Н4-24/3, 4, 7, 31-33, 35, 37, 40-42) трещиноватые (обр. Н4-24/2, 5), преимущественно темно-серой с различными оттенками окраски иногда черные (обр. Н4-24/9), буровато-серые (обр. Н4-24/11-13). Они слагают остроугольные обломки и глыбы, покрытые с поверхности и по трещинам железомарганцевым веществом и гидроокислами железа размерами до 25 см. Породы редкопорфировые, вкрапленники представлены оливином и клинопироксеном, а также плагиоклазом, сильно изменены, стекло в основной массе и темноклетчатые вкрапленники замещены смектитом.

3. Долериты и долерито-базальты (обр. Н4-24/6, 27, 28, 36, 38, 39) образуют глыбы и крупные обломки размерами до 15 см по длинной оси. Порода темно-серая, мелкозернистая с долеритовой структурой, местами пойкилоофитовой, состоит из интерсертальной решетки плагиоклаза и заключенных в промежутках мелких зерен розоватого клинопироксена, а также участков смектитов, которые замещают стекло и, возможно, оливин.

4. Габбро (обр. Н4-24/10, 34) и габбро-долериты (обр. Н4-24/21-26). Они резко преобладают среди пород, поднятых на этой станции и слагают наиболее крупные глыбы и обломки со следами отрыва от коренных обнажений. Породы темно-серые, крупнокристаллические, с размерами слагающих их кристаллов до 3-5 мм. Структура пород габбровая и долеритовая, образована длиннопризматическими кристаллами плагиоклаза (лабрадор) и розоватым клинопироксеном (титанавгит?). Оливин в породе присутствует в виде мелких изометричных зерен, нацело замещенных смектитом.

5. Диабазовые порфириты (обр. Н4-24/43,44) подняты в виде крупных глыб размером ~ 25 см. Порода темно-серого цвета, редкопорфировая, с вкрапленниками оливина и ярко-зеленого клинопироксена, вероятно, амфиболитизированного.

Станция Н4-44

Океанический склон Курило-Камчатского глубоководного желоба (полигон 3). Координаты станции: начало - $45^{\circ}07',3$ с.ш., $152^{\circ}38',3$ в.д.; конец - $45^{\circ}07',3$ с.ш., $152^{\circ}39',6$ в.д. Интервал драгирования 9260-8500 м.

Поднято около 1000 кг крупноглыбового (размеры глыб до $0,5 \times 0,5 \times 0,6$ м, максимальный вес до 100 кг отдельных глыб), глыбового и щебеночного материала, небольшое количество гальки и железо-марганцевых образований. Глыбы имеют многочисленные свежие следы отрыва от коренных обнажений. Среди поднятого материала резко преобладают эффузивные и гипабиссальные породы с прекрасно выраженными стекловатыми корками закаливания бурого цвета, который свидетельствует о закалке в условиях высокого давления кислорода, по-видимому, наземных и близповерхностных. Это базальты (клинопироксеновые и оливин-клинопироксеновые), долерито-базальты и долериты с резко подчиненным количеством автомагматических и тектонических(?) брекчий базальтовых лав и туфов аналогичного состава. Менее чем базальты развиты диабазы и диабазовые порфириты. На станции поднято также небольшое количество осадочных пород (аргиллиты).

1. Базальты подушечных лав клинопироксеновые (обр. Н4-44/2, 3, 7, 16, 19, 28) представлены серыми редкопорфировыми относительно свежими породами. Отмечаются редкие мелкие поры, обычно заполненные вторичными минералами - смектитам (обр. Н4-44/2, 3). Некоторые образцы базальтов сильно ожелезнены. Вкрапленники в породе образованы титан-авгитом и плагиоклазом.

2. Базальты подушечных лав оливин-клинопироксеновые (обр. Н4-44/8-II, 14, 17, 20-26) макроскопически сходны с клинопироксеновыми. Это также серые, иногда с коричневатым оттенком (обр. Н4-44/26) породы с характерной бурой и красно-бурой коркой закаливания. Степень изменения сильно варьирует - от почти свежих, незначительно измененных и слабо ожелезненных (обр. Н4-44/8-10) до сильно измененных (обр. Н4-44/17, 21). Отмечен

образец с гломеропорфировидными сростками крупных вкрапленников оливина, клинопироксена и плагиоклаза, близкими по структуре и составу к габбро и троктолитам (обр. Н4-44/8).

На станции встречены также брекчированные разности (автомагматические брекчии) подушечных лав (обр. Н4-44/32, 35, 44), а также тектонические брекчии (обр. Н4-44/41).

Отмечено также несколько мелких угловатых образцов (обр. Н4-44/6, 43) и одна галька (обр. Н4-44/34) зеленокаменно измененных туфов основного состава.

3. Долерито-базальты (обр. Н4-44/12, 13, 15) и долериты (обр. Н4-44/1, 4, 5, 27, 46) встречены на станции в существенном количестве и также входят в состав комплекса подушечных лав, слагая, вероятно, внутренние части лавовых потоков. Породы серого цвета, иногда буровато-серые (обр. Н4-44/27), относительно свежие, иногда довольно сильно измененные (обр. Н4-44/27). Отмечаются редкие порфировые выделения плагиоклаза размерами до 1,5 мм. Немногочисленные мелкие поры размерами до 0,4 мм иногда заполнены железо-марганцевым веществом (обр. Н4-44/46).

4. Диабазы довольно широко развиты среди образцов, поднятых на станции (обр. Н4-44/29-31, 33, 36-40, 47, 48). Это серые, зеленовато-серые, иногда голубовато-серые, обычно сильно измененные полнокристаллические породы с редкими порфировыми выделениями, количество которых иногда возрастает до существенного (обр. Н4-44/48). Некоторые образцы пересечены маломощными прожилками вторичных минералов (обр. Н4-44/45).

5. Аргиллиты черного цвета обнаружены в виде мелких окатанных и угловатых обломков размерами до 3 см (обр. Н4-44/42).

Выводы. Полученные данные драгирования океанического склона желоба позволили выделить четыре комплекса пород, слагающих эту структуру в интервале 9600-5800 м (рис. 3.7).

Нижний интервал разреза слагают, по-видимому, метаморфические породы (кристаллические сланцы) и ассоциирующие с ними пироксениты. Здесь присутствуют также филлиты, зеленокаменно измененные андезиты, дациты, их туфы. Кристаллические сланцы представлены гранат-биотит-мусковитовой разновидностью и слагают фундамент, соответствующий "третьему" слою океанической коры.

Второй комплекс образован преимущественно подушечными базальтоидами (пиллоу-лавами), имеющими широкое развитие в пределах изученных участков дна. Они обычно сильно изменены вторичными низкотемпературными процессами, местами передроблены, иногда превращены в тектонические брекции. В основании океанического склона они имеют более свежий облик и прорываются долеритами и габбро-долеритами, образующими, по-видимому, субвулканические гипабиссальные тела. Мощность толщи оценивается примерно в 2-3 км.

Третий комплекс драгирован в интервале 6100-5800 м и представлен зеленокаменно измененными туфами дацитов, андезитодацитов и андезито-базальтов. Вероятно присутствие в этой вулканогенной толще линзы и прослой граувакковых пород. В лавах отмечены гомогенные включения троктолитов. Этот комплекс сходен по набору пород с олигоцен-раннемиоценовым комплексом "зеленых туфов" Большой Курильской гряды и, по всей вероятности, имеет тот же возраст.

Четвертый комплекс сложен кайнозойскими осадочными отложениями, перекрывающими вулканогенные образования, иногда с несогласием. Они представлены уплотненными диатомовыми алевритами и алевропелитами, среди которых по данным диатомового анализа выделяются верхнемиоцен-нижнеплиоценовые (ст. H4-I9,23) и плейстоценовые (ст. H4-I3) отложения. Мощность этих отложений не более 10 м (они не выделяются на лентах НСП).

3.5.3. Вал Зенкевича

RG = 3 ЗЕНК

Эта морфоструктура протягивается вдоль Курило-Камчатского желоба от стыка его с Японским желобом на юго-западе до 40° с.ш. на северо-востоке. На его сводовой поверхности местами возвышаются отдельные горы высотой от 400 до 3400 м (гора Рёфу-Дайн) и многочисленные холмы высотой до 500 м. В ряде мест центральная часть вала осложнена грабенами шириной от 5 до 20 км и глубиной 150-300 м. На северо-западном склоне имеются ступени шириной 0,5-2 км, разделенные уступами высотой в первые десятки метров.

По имеющимся в настоящее время данным сейсмоакустический фундамент в средней части вала Зенкевича сложен сильно измененными подушечными лавами базальтов и трахибазальтов,

среди которых преобладают плагиоклазовые и пироксен-плагиоклазовые разности (Васильев и др., 1979). Максимальные калий-аргоновые датировки для базальтов составляют 83–87 млн. лет. Кроме базальтов, в строении фундамента принимают участие также осадочные кремнисто-глинистые и песчаные породы, гипабиссальные интрузивные породы основного состава, метаморфизованные осадочные и вулканогенные породы, граниты и гранодиориты с возрастом 103 млн. лет и кайнотипные пористые базальты (Васильев и др., 1982, отчет 15 рейс "Каллисто"). По результатам 15-го рейса установлено, что под слоем осадочных пород и пиллоу-лава имеется складчатый фундамент геосинклинального типа и вулканогенно-осадочный орогенный комплекс, причем первый по составу аналогичен фундаменту Курильской дуги мезозойского (доверхнемелового) возраста.

В 4-м рейсе нис "Академик Александр Несмеянов" нами была изучена подводная возвышенность в средней части вала Зенкевича. Она возвышается над поверхностью вала на 700 м и представляет собой горст северо-западного простирания шириной (по изобате 5000 м) около 25 км и длиной 65 км (рис. 3.8). Минимальная глубина над вершиной составляет 4700 м. На северо-восточном склоне возвышенности в интервале глубин 5400–5200 м. имеется крутой уступ, на котором было проведено одно драгирование (ст. Н4–16), а другие две станции расположены гипсометрически выше, ближе к вершине в интервале 5200–4800 м (ст. Н4–15, 30, табл. 3).

Станция Н4–15

RG: ЗЕНК

Драгированием опробован склон вала Зенкевича. Координаты станции: начало – $44^{\circ}21.6$ с.ш., $153^{\circ}18.4$ в.д.; конец – $44^{\circ}22.3$ с.ш., $153^{\circ}17.3$ в.д. Интервал драгирования 4880–5600 м. Поднято 30–40 кг глубоководной глины синевато-зеленого цвета.

Станция Н4–16

Драгирование проведено на склоне вала Зенкевича. Координаты станции: начало – $44^{\circ}29.7$ с.ш., $153^{\circ}24.0$ в.д.; конец – $44^{\circ}27.5$ с.ш., $153^{\circ}26.0$ в.д. Интервал драгирования 5460–5200 м. Поднято два остроугольных обломка и десять небольших галек размером до 2 см.

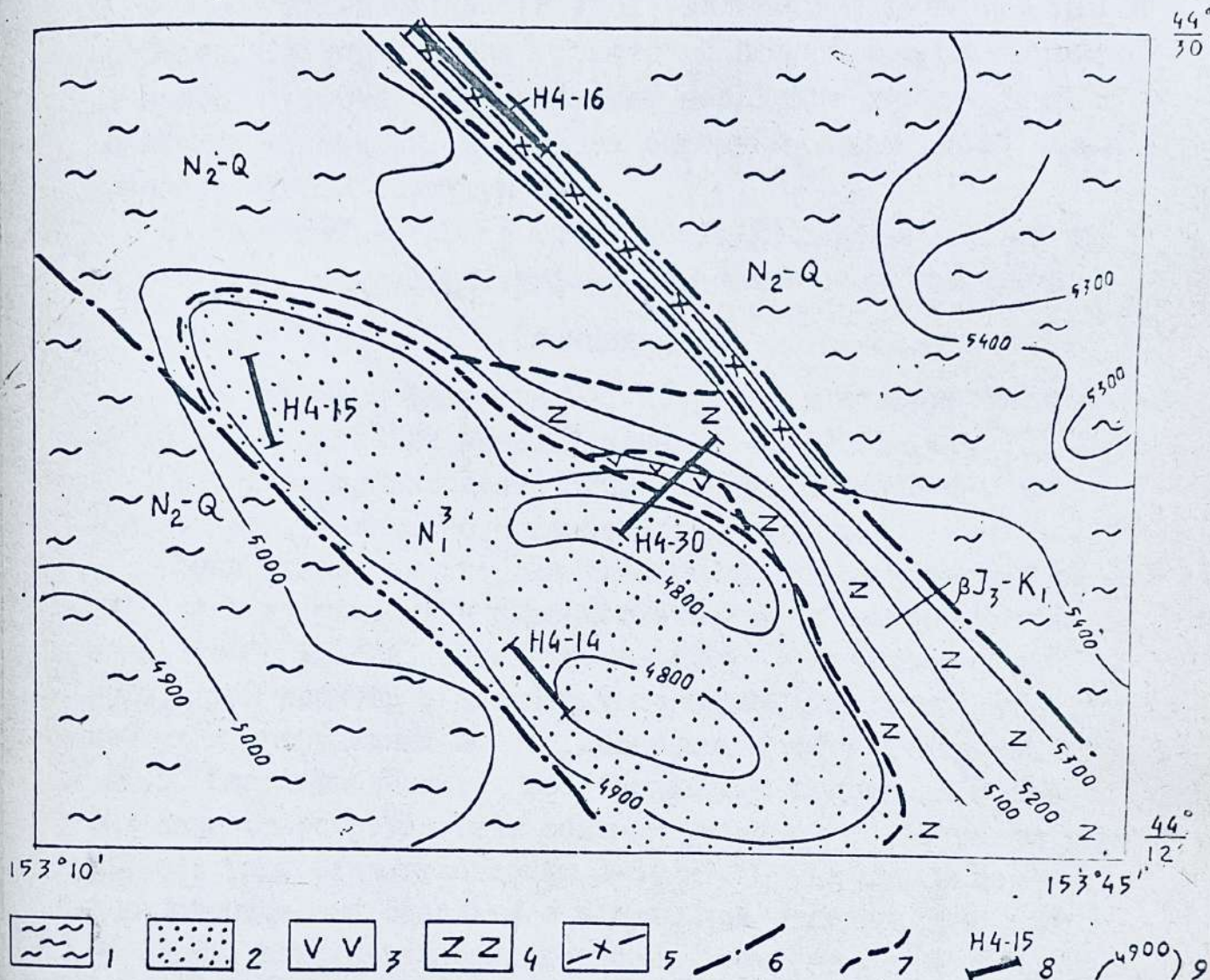


Рис. 3.8. Схематическая геологическая карта района подводной возвышенности в средней части вала Зенкевича. Составил Б.И.Васильев.

1 - плейстоценовые илы; 2 - неогеновые осадочные отложения; 3 - верхнемеловые эффузивы и туфы среднего и кислого состава; 4 - верхнеюрские-нижнемеловые подушечные базальтоиды; 5 - доверхнеюрские кристаллические сланцы; 6 - разломы; 7 - геологические границы (условные); 8 - изобаты; 9 - геологические станции.

1. Угловатые обломки (обр. Н4-16/1) сложены гранат-мусковит-биотит-кварцевыми кристаллическими сланцами. Порода сложена тонкозернистым (сотые доли мм) агрегатом биотита, мусковита, плагиоклаза и кварца, включающим изометричные и неправильной формы зерна граната. В породе в целом преобладает кварц, который часто образует небольшие линзовидные обособления, выделяющиеся на фоне основной массы своей более крупнозернистой структурой.

2. Галечный материал (обр. Н4-16/2) сложен пемзой среднего и кислого состава, туфами базальтов и кислых пород.

Станция Н4-30

Вал Зенкевича (полигон 4). Координаты станции: начало - $44^{\circ}18,9$ с.ш., $153^{\circ}27,4$ в.д.; конец - $44^{\circ}19,7$ с.ш., $153^{\circ}25,3$ в.д. Интервал драгирования 5200-4800 м. Поднято 4-5 кг обломочного, галечного и пемзового материала.

Среди угловатых (коренных) обломков установлен ряд разновидностей эффузивных и пирокластических (базальты, туфы андезито-базальтов, андезиты, их туфы, андезито-дациты, их туфы, туфы дацитов и кварцевых порфиров), а также субвулканических и интрузивных пород (долериты, габбро-долериты, граниты).

1. Базальты являются преобладающими в дражной пробе. Они слагают остроугольные обломки размером до 10 см по длинной оси (преобладают обломки 3-5 см). Среди них выделены: клинопироксеновые базальты с подушечной отдельностью (обр. Н4-30/2); оливин-клинопироксеновые пористые серые и буровато-серые базальты (обр. Н4-30/3,20); амфибол-двупироксеновые свежие базальты (обр. Н4-30/4); оливин-двупироксеновые черные пористые шлаковые базальты (обр. Н4-30/9,17,32); неразобраный щебнистый материал эффузивов основного-среднего состава (обр. Н4-30/30)

2. Туфы андезито-базальтов (обр. Н4-30/26) подняты в виде нескольких мелких угловатых и слабоокатанных обломков размерами первые см. Они сложены обломками стекловатых базальтов, обломками кристаллов плагиоклаза, амфибола, клинопироксена, погруженными в пепловую сильно измененную связывающую массу.

3. Андезит оливин-клинопироксеновый (обр. Н4-30/10). Слагает угловатый обломок размером 3 x 2 x 1 см черного цвета. Минералы вкрапленников (оливин и клинопироксен) замещены смектитом и альбитом (плагиоклаз).

Некоторые образцы сильно изменены (обр. Н4-30/21). Неразобранный щебнистый материал эффузивов среднего состава, включен в обр. Н4-30/33.

4. Туф андезитов кристаллокластический (обр. Н4-30/14) поднят в виде угловатого обломка черного цвета размером 4 см по длинной оси. Отмечен также обломок андезитового туфа с полосчатой текстурой (обр. Н4-30/21).

5. Андезито-дацит (обр. Н4-30/19) обнаружен в виде небольшого обломка, сложенного темно-серой породой свежего облика с порфировой структурой.

6. Туф андезито-дацита встречен в виде обломка размером 2 см (обр. Н4-30/7).

7. Туфы дацитов с примесью частиц алевролитов (обр. Н4-30/13). Порода состоит из флюидальной массы со следами спекания, включающей неокатанные терригенные обломочные зерна, захваченные и испытавшие дробление в период эксплозии. Отмечены интенсивно измененные разности туфов дацита (обр. Н4-30/23).

8. Туф кварцевых порфиров слагает небольшой остроугольный обломок (3-4 см по длинной оси). Образован обломками кристаллов плагиоклаза, кварца, ортоклаза, биотита, амфибола размерами 0,8-0,2 мм и тонкозернистым цементом аналогичного состава (обр. Н4-30/12).

9. Долерит (обр. Н4-30/11) в виде темного цвета небольшого угловатого обломка (< 3 см). Порода свежая порфировидная, с редкими крупными порфировыми выделениями плагиоклаза на фоне долеритовой основной массы.

10. Габбро-долериты обнаружены в виде мелких угловатых уплощенных обломков размерами в первые см (обр. Н4-30/27). Породы свежие состоят из плагиоклаза (лабрадор), клинопироксена и рудного с ^еочень малым количеством стекла, расположенным в промежутках интерсертальной решетки.

Гранит биотитовый порфировидный (обр. Н4-30/28) образует мелкий (< 2 см) остроугольный обломок. Содержит порфировидные вкрапленники плагиоклаза размером до 25 мм,

кварца до 3 мм, биотита до 1 мм. Основная масса имеет гранобластовую структуру и сложена теми же минералами.

12. Слабоокатанный, полуокатанный и галечный материал содержит базальты оливин-клинопироксеновые (обр. Н4-30/15), кристаллический сланец тонкозернистый кварц-эпидот-амфибол-плагиоклазовый (обр. Н4-30/22), гранит амфибол-биотитовый письменный (обр. Н4-30/5), а также неразобранные мелкие гальки размером 1-2 см и общим весом около 2 кг (обр. Н4-34).

13. Неразобранные обломки пемзы общим весом около 2 кг (обр. Н4-35).

14. Конгломерат в виде небольшого фрагмента размером около 4 см, содержащий мелкие гальки размерами менее 1 см, сцементированные псаммитовым (обр. Н4-30/24) материалом. Гальки сложены преимущественно вулканитами основного и среднего состава.

15. Корки железо-марганцевого вещества мощностью до 0,6 см (обр. Н4-30/16, 18).

Выводы. Результаты драгирования позволили выделить три комплекса пород, принимающих участие в строении вала Зенкевича.

Первый из них слагает низы разреза и представлен метаморфическими породами - апопелитовыми гранат-биотит-мусковит-олигоклазовыми и эпидот-амфибол-плагиоклазовыми кристаллическими сланцами.

Второй комплекс образован типичными для вала Зенкевича подушечными лавами субщелочных базальтов, слагающими среднюю часть геологического разреза. Среди них отмечаются оливин-клинопироксеновые, клинопироксен-плагиоклазовые и клинопироксеновые разности, в различной степени измененные вторичными низкотемпературными процессами. Базальты являются покровными подводными образованиями, на что указывают подушечная текстура, наличие корок закаливания, вариации структур в пределах одного шлифа и сильные низкотемпературные изменения.

Третий комплекс сложен измененными эффузивами среднего и кислого состава, их туфами и туфопесчаниками. Преобладают туфы андезитов и дацитов, подвергшиеся интенсивной мусковитизации, хлоритизации, альбитизации, иногда карбонатизации.

К этому же комплексу, возможно, относятся пегматоидные и порфировидные амфибол-биотитовые граниты.

Четвертый комплекс сложен свежими базальтами, андезитами, долеритами и габбро-долеритами.

Завершает разрез комплекс слаболитифицированных туфогенно-осадочных пород — туфопесчаники, туфоалевролиты, туфогравелиты, туфоконгломераты и туфы, содержащие в пссамитовой фракции обломки всех описанных выше пород, включая кайнотипные базальтоиды.

Полученные данные подтверждают и дополняют имевшиеся сведения о геологическом строении вала Зенкевича. Очень важным является обнаружение метаморфических пород, обломки которых ранее были драгированы в южной части вала Зенкевича [] а в нашем рейсе — в нижней части океанического склона Курило-Камчатского желоба. Присутствие метаморфических пород на изученном нами участке вала Зенкевича подтверждается наличием в вышележащих осадочных породах характерной минеральной ассоциации, включающей гранат, актинолит, эпидот и хлорит (определения А.Н.Деркачева).

Комплексы субщелочных базальтов с подушечной отдельностью вала Зенкевича и Курило-Камчатского желоба имеют сходные петрологические характеристики. Подобные породы вскрыты также некоторыми скважинами в Северо-Западной котловине [], на океаническом склоне Японского желоба [], на возвышенности Обручева [] и драгированы с возвышенностей Шатского и Хесса [], что указывает на его чрезвычайно широкое площадное распространение. Установлено, что в ряде мест базальты перекрываются осадочными отложениями раннего мела, что позволяет считать возраст комплекса подушечных базальтов позднеюрским — раннемеловым. Имеющиеся данные определений абсолютного возраста калий-аргоновым методом принимать во внимание не следует, в связи с очень сильной измененностью базальтов [].

Комплекс измененных эффузивов и туфов среднего-кислого состава также был драгирован нами ранее в южной части вала Зенкевича, а в данном рейсе — в средней части разреза океанического склона Курило-Камчатского желоба. В отличие от комплекса пиллоу-базальтов, он имеет локальное распространение и тяготеет к возвышенностям, которые, по-видимому, представляют собой специфические нелинейные тектоновулканические

структуры. Очевидно, к ним приурочены интрузии гранитоидов, возраст которых в южной части вала Зенкевича по данным калий-аргоновых датировок соответствует интервалу конца раннего мела - поздний мел (103-77 млн. лет). По всей вероятности, близкий возраст имеет и вмещающая граниты толща эффузивов и туфов. Перекрывающий их комплекс свежих пористых базальтов, прорванный гипабиссальными телами долеритов и габбро-долеритов, имеет скорее всего, кайнозойский (до-позднемиоценовый) возраст. Этот комплекс также известен в южной части вала Зенкевича, где он венчает вулканические горы.

Новыми фактами явились находки мелководных грубообломочных верхнемиоцен-нижнеплиоценовых отложений, залегающих на сглаженной поверхности обследованных участков возвышенности. Они свидетельствуют об опускании изученного района в позднем кайнозое на 4500-4800 метров.

3.5.4. Желоб Волкано

Глубоководный желоб Волкано, входящий в систему желобов, окаймляющих Филиппинское море со стороны Тихого океана, ранее не изучался геологическими методами. Проведенное в 4-м рейсе нис "Академик Александр Несмеянов" драгирование представило первые сведения о геологическом строении океанического и, в меньшей мере, островного склонов этой интереснейшей структуры дна (рис. 3.9., 3.10.).

Океанический склон желоба Волкано.

В пределах океанического склона было выполнено 9 станций драгирования (Н4-45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 55), охарактеризовавших интервал с глубинами от 4000 до 8550 м. (табл. 4).

RG = B.J

Станция Н4-45

ST = B.AOK

Океанический склон желоба Волкано. Координаты станции: начало $24^{\circ}19'2$ с.ш., $143^{\circ}38'6$ в.д.; конец - $24^{\circ}19'6$ с.ш., $143^{\circ}39'4$ в.д. Интервал драгирования 7800-7600 м.

Поднято около 200 кг крупноглыбового, глыбового и щебеночного материала, оторванного от коренных обнажений (рис. 3.11). Он представлен в основном базальтами пиллоу-лав, в единичных обломках отмечены нацело измененные обломки вулканического стекла, агрегаты апатита, железо-марганцевые конкреции,

Схематическая
геологическая карта
средней части желоба Вулкано
масштаб 1:250 000

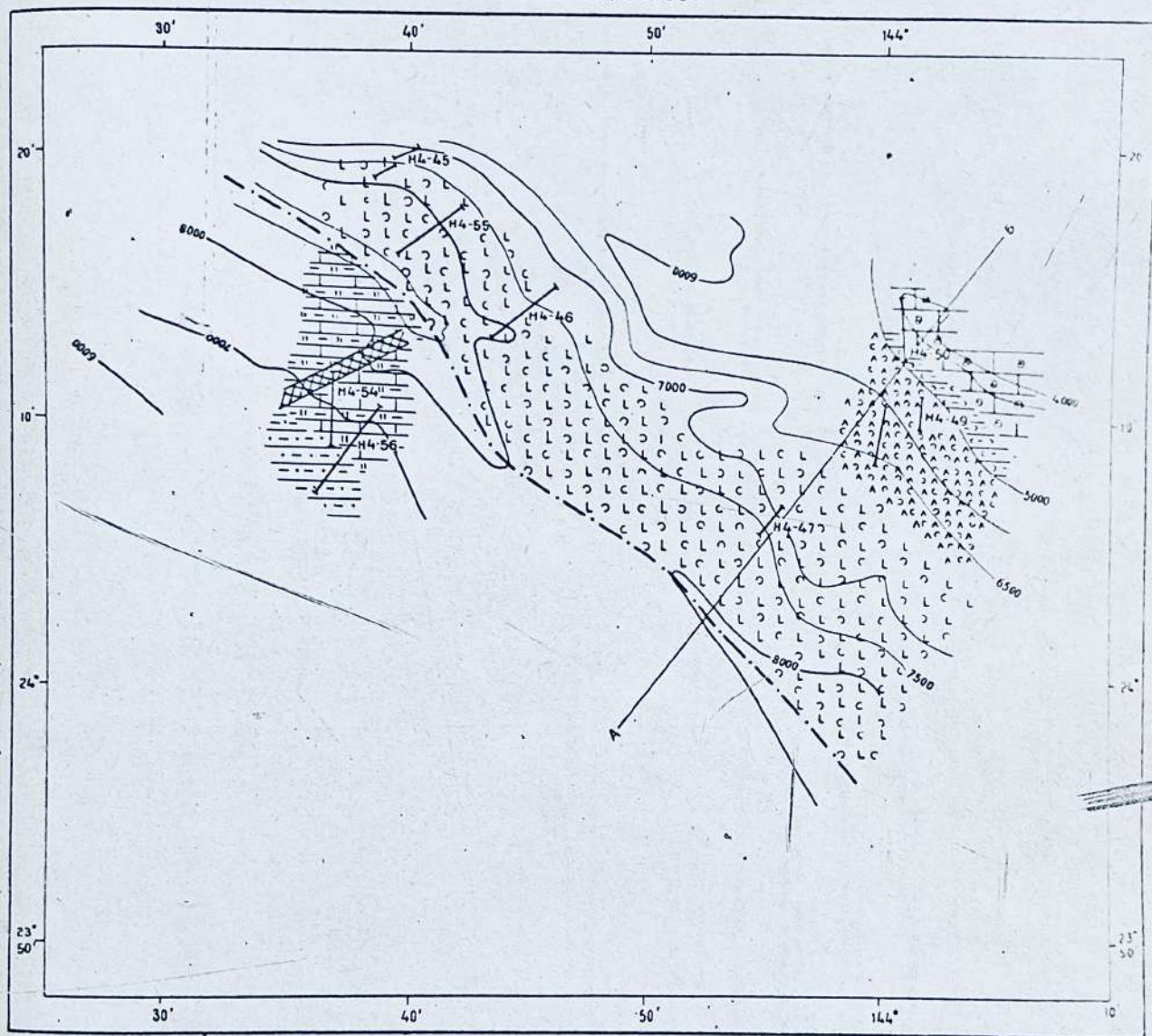
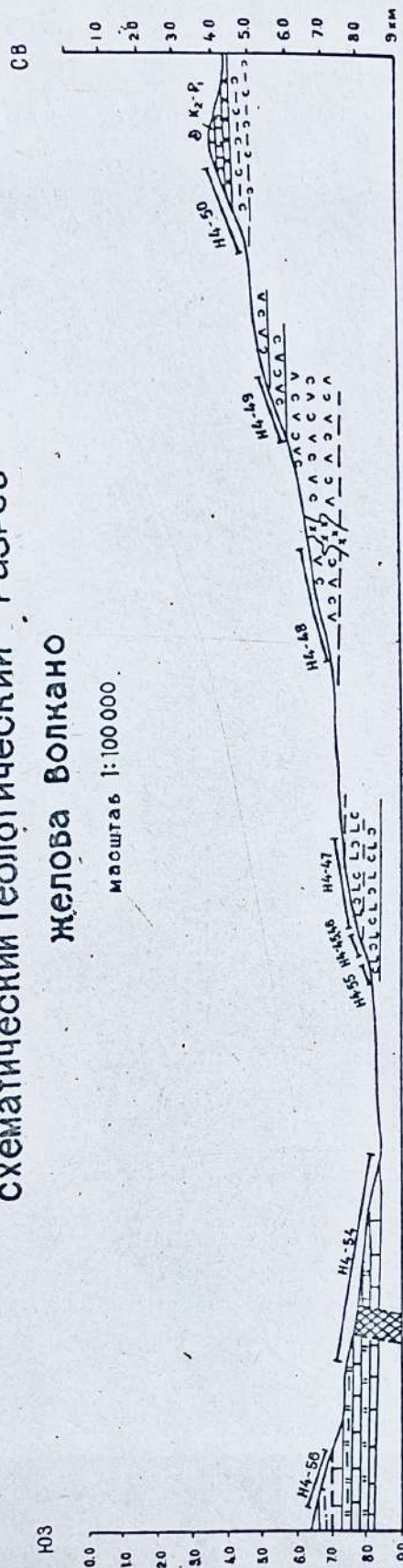


Рис. 3.9.

схематический геологический разрез желоба Волкано

масштаб 1:100 000



Условные обозначения

Океанический склон

Островной склон

Г	А	С
С	Г	А

Рифогенные известняки (K₂-P) ≈ 500 м

Туфы толентовых базальтов, реже андезитов, туфогенные алевролиты, песчанники и туфы-фиты ≈ 300 м

Туфы и лавы трайтоидов и щелочных базальтов ≈ 2500 м

Подушечные лавы, субщелочных базальтов (или толентов галайского типа) ≈ 1000 м

Синит-порфириты и габбро-синит-порфириты



Туфогенные алевролиты > 1000 м



Кремнисто-кварцеватые отложения > 1500 м



Зоны разломов



Интервалы драгирований

Рис. 3.10.



Рис. 3.11.

туфит (?) и осадочные слабоуплотненные породы (около 80 кг).

1. Базальты пиллоу-лав (обр. Н4-45/0, I, 3, 4-I4, I7-30) слагают фрагменты подушечных лав размерами от 5 до 20 см по длинной оси: 20 x 12 x 10 см - 30 кг; 15 x 8 x 7 см - 50 кг; 7 x 5 x 4 см - 30 кг; более мелкие - 20 кг с хорошо выраженными зонами закалки. Породы пористые, крупные поры (1-20 мм) обычно не заполнены вторичными продуктами. Они, как правило, ориентированы перпендикулярно к корке закаливания и представляют собой пути прохода вулканических газов, более мелкие поры (до 1 мм) выполнены смектитами и гидроокислами железа. Пористость в некоторых образцах менее выражена (обр. Н4-45/2, I5, I6), иногда на обломках наблюдаются корки апатита (обр. Н4-45/31).

2. Вулканическое стекло встречено в виде небольших обломков, нацело замещенных глиной коричневого цвета (обр. Н4-45/32). В краевой части образца отмечаются лейстовидные реликты кристаллов плагиоклаза. Встречен также полосчатый обломок вулканического стекла, замещенный зеленовато-желтым агрегатом смектитов (обр. Н4-45/36).

3. Агрегаты мелкокристаллического апатита встречены в виде небольших обломков остроугольной формы (обр. Н4-45, 33, 34).

4. Железо-марганцевые конкреции (обр. Н4-45/35) округлой и удлиненной формы, содержат в ядрах пиллоу-базальты, аналогичные вышеописанным образцам.

5. Туфит (?) обнаружен в виде небольшого обломка с полосчатой текстурой (обр. Н4-45/37).

6. Осадочные породы подняты в виде омытых обломков размерами от 12 x 16 x 8 см до 5 см на длинной оси (общий вес 50 кг), а также в виде плитчатых фрагментов размерами 20 x 16 x 5 см и менее - 30 кг. Они сложены розовато-желтыми некрепкими туфоалевролитами. Отмечены также плитчатые обломки полосчатых туфов, полностью замещенных смектитами; алевролиты тонкоплитчатые и тонкослоистые с тонким слюдистым песчаным материалом на плоскостях наслаивания, с поверхности покрытые железо-марганцевой корочкой толщиной 2-3 мм, пронизанные тонкими (1-5 мм) ходами камнеточцев (обломки размерами 13 x 10 x 4, 16 x 11 x 5 и менее).

Отмечена крупная глыба (40 x 40 x 45 см) плотного красновато-желтого песчанистого алевроита "с карманами", заполненными плотным зеленовато-серым линзовидно-слоистым песком (рис. 3.11.). Алевроит включает мелкие зерна кварца и листочки слюды.

Станция Н4-46

Океанический склон желоба Волкано. Координаты станции: начало - $24^{\circ}13'6$ с.ш., $143^{\circ}44'2$ в.д.; конец - $24^{\circ}14'6$ с.ш., $143^{\circ}35'5$ в.д. Интервал драгирования 7900-7600 м. Поднято около 5 кг материала, представленного резко преобладающими измененными базальтами пиллоу-лав в виде угловатых обломков, смектитом и осадочными слабоуплотненными породами, а также пемзой.

1. Базальты пиллоу-лав (обр. Н4-46/0, I-9) в целом аналогичны поднятым на ст. Н4-45. Обломки имеют размеры от 3-4 до 10-15 см по длинной оси, как правило, характеризуются бурыми стекловатыми корками закаливания. Внутренние части глыб сложены породой преимущественно серого цвета. Структура афировая, породы пористые, иногда с крупными порами, служившими в период консолидации породы газопроводящими каналами (обр. Н4-46/3). Мелкие поры обычно заполнены вторичными породами - смектитами, иногда с апатитом (обр. Н4-46/1) и гидроокислами железа (обр. Н4-46/7). В некоторых образцах отмечено возрастание количества пор от центральных частей обломков к зоне закаливания (обр. Н4-46/7).

2. Смектиты, мелкозернистые агрегаты слагают мелкие (до 2 см) обломки, угловатые, неправильной и близкой к изометричной формы (обр. Н4-46/10).

3. Кислый эффузив (?) поднят в виде мелкого (4 x 3 x 1 см) обломка розоватого цвета (обр. Н4-46/11).

Станция Н4-47

Океанический склон желоба Волкано. Координаты станции: начало - $24^{\circ}05'8$ с.ш., $143^{\circ}55'1$ в.д.; конец - $24^{\circ}06'7$ с.ш., $143^{\circ}56'2$ в.д. Интервал драгирования 7720-7200 м. Поднято 2 обломка черного базальтового шлака размером до 3 см (обр. Н4-47/1). Во время драгирования были сильные зацепы, зафиксированные динамометром (до 5,5 т). На драге

и тросе обнаружены свежие следы трения о твердый грунт. По-видимому, на участке драгирования развиты более крепкие скальные породы.

Станция Н4-48

Океанический склон желоба Волкано. Координаты станции: начало: $24^{\circ}08'3$ с.ш., $143^{\circ}59'5$ в.д.: конец - $24^{\circ}12'0$ с.ш., $144^{\circ}00'5$ в.д. Интервал драгирования 7000-6800 м. Поднято около 150 кг глыбового и щебеночного материала размерами до 30 см по длинной оси, сложенного щелочными базальтами, их туфами, гавайитами, бенморейтами, трахитами, их туфами (рис 312)

1. Щелочные базальты слагают наибольшее количество образцов - глыб и щебня (образцы Н4-48/5а,б,в,г,д,е,ж,к; Н4-48/6г,7; Н4-48/8а,б,в,г,д,ж; Н4-48/9,II,13,20-22). Это крупнопорфировые зеленовато-^{серо-бл.}черные иногда темно-серые (обр. Н4-48/6г,д, 9, 8д) породы с вкрапленниками размерами 0,5-0,7 мм. Отмечаются слабопористые разности серой окраски (обр. Н4-48/8а). Поры в них незаполненные или частично выполнены гидроокислами железа или вторичным минералом белого цвета (обр. Н4-48/8д). В обр. Н4-48/9 отмечен ксенолит размером около 6 см зеленовато-серого андезито-базальта. Среди базальтов встречены офировая разность с коричневатой окраской (обр. Н4-48/II).

2. Туфы базальтов (обр. Н4-48/4а,4б,5и, 23; Н4-48/12а, 12б, 12г, 12д) литокристаллокластические, сложены обломками пород различного состава размерами 2-3 см, сцементированными темно-серым базальтовым материалом.

Гавайиты (обр. Н4-48/10а, 10б, 16-19) макроскопически сходны с щелочными базальтами. Это порфировые пористые породы, иногда с признаками шаровой отдельности (обр. Н4-48/10а). Поры частично заполнены вторичными минералами. Некоторые образцы имеют шлаковидный облик (обр. Н4-48/17,18).

4. Бенморейт (обр. Н4-48/8е) встречен в виде единичного обломка, сложенного офировой пористой породой с незаполненными порами.

5. Трахиты широко развиты среди пород, поднятых со станции (обр. Н4-48/1,2,6а,6б,6в,14,15). Они слагают как крупные глыбы (обр. Н4-48/1,2 размерами до 30 см по длинной оси, так и более мелкие обломки (обр. Н4-48/0). Наиболее



Рис. 3.12.

крупная глыба (30 x 30 x 25 см, обр. Н4-48/1) сложена розовато-кремовой породой с градационной полосчатостью. Полосчатость образца обусловлена чередованием афировых и порфировых прослоев. Верхняя и внутренняя части образца (обр. Н4-48/1) содержат меньше вкрапленников, чем средняя. Под микроскопом наблюдается порфировидная структура, в связи с чем порода, слагающая эту глыбу, определена как сиенит-порфир меланократовый.

6. Туфы трахитов (обр. Н4-48/3,4) литокристаллокластические псефитовые и псаммитовые, сложены обломками трахитов округлой и угловатой формы размерами от 1 до 8 см, обломками кристаллов минералов (до 0,8 мм). Цемент выполнения темно-серого цвета, нередко нацело замещен карбонатным материалом.

7. Обломок нацело смектитизированной породы (обр. Н4-48/24).

8. Неразобраный глыбовый, щебеночный и дресвяный материал типичных для станции пород, представленный базальтами и трахитами (обр. Н4-48/0).

Станция Н4-49

Океанический склон желоба Волкано. Координаты станции: начало - $24^{\circ}10'2''$ с.ш., $144^{\circ}02'6''$ в.д.; конец - $24^{\circ}12'5''$ с.ш., $144^{\circ}03'0''$ в.д. Интервал драгирования 6000-5400 м.

Поднято около 1000 кг крупноглыбового, глыбового и щебеночного материала, оторванного от коренных обнажений. По крупности обломков драгированные образцы можно разделить на 3 группы: 1) наиболее крупные глыбы в количестве около 10 штук имеющие размеры в пределах 50 x 30 x 25 см общим весом около 100 кг; 2) глыбы размерами от 15 x 15 x 10 см до 10 x 10 x 5 см общим весом около 30 кг; 3) мелкие обломки и щебеночный материал размерами менее 10 см по длинной оси общим весом около 800 кг (рис. 3.13).

Среди крупнообломочного материала (глыбы и обломки с размерами по длинной оси превышающими 10-12 см) преобладают туфы и туфобрекчии базальтов, затем по распространенности следуют туфы щелочных эффузивов (трахитов), комплекс разнообразных базальтоидов и комплекс кремовых трахитов.



Рис. 3.13.

1. Туфы базальтов (обр. Н4-49/1) псефитовые, сильно выветрелые с обильными вторичными продуктами. Они слагают наиболее крупную глыбу (60 x 30 x 25 см) и многочисленны более мелкие обломки. Туфы образованы обломками крупнопорфировых базальтов щелочного ряда размерами 0,5-4 см.

2. Туфы псефитовые щелочных эффузивов, в обломочной части которых преобладают трахиты (обр. Н4-49/4,5). Цемент выполнения зеленоватого цвета интенсивно замещен минералами белого цвета.

3. Базальты слагают большое количество образцов (обр. ^{19/2} Н4-49/29-48), различающихся по степени измененности, окраске, пористости и другим макро- и микроскопическим характеристикам. Большинство указанных образцов относится к порфиритовому типу и имеет черную (обр. Н4-49/37-39,44), темно-серую (обр. Н4-49/27-34), серую (обр. Н4-49/36,40-43) или зеленовато-серую окраску (обр. Н4-49/46-48). Это обычно пористые породы, с порами до 0,5 см, заполненными вторичными продуктами. Иногда поры свободны от вторичных минералов (обр. Н4-49/30,39,44). Для некоторых образцов характерны заполненные поры в центральных частях обломков и свободные в краевых (обр. Н4-49/30,40). Многие глыбы рассечены прожилками, выполненными карбонатным материалом (обр. Н4-49/33). Отмечаются шлаковидные образцы базальтов (обр. Н4-49/45).

4. Трахиты (обр. Н4-49/6,7,II,15-26) представляют собой преимущественно массивные, реже пористые (обр. Н4-49/16,17,23,25), обычно редкопорфировые, реже афировые (обр. Н4-49/7,II,15) породы кремового цвета с различными оттенками. Отмечаются полосчатые разности (обр. Н4-49/6,17), содержащие включения муджиритов размерами до 7 см (обр. Н4-49/15). Поры обычно частично заполнены гидроокислами железа. Некоторые образцы содержат повышенное количество вкрапленников (обр. Н4-49/25), размеры которых достигают 5-8 мм.

5. Бенморейты (обр. Н4-49/8-10,12-14) макроскопически сходны с трахитами и представляют собой афировые или редковкрапленные породы, иногда пористые, с порами, заполненными гидроокислами железа (обр. Н4-49/12,13). Отмечается слабо выраженная полосчатость (обр. Н4-49/13,14).

Среди мелкообломочного материала выделены разновидности, в целом аналогичные породам, слагающих крупные глыбы и обломки. Это комплексы базальтов, трахибазальтов, муджиериты, трахиты и туфы трахитов.

1. Базальты различаются по окраске. Преобладают черные (обр. Н4-49/50-52, 56, 57) разности, среди которых отмечен шлаковидный образец (обр. Н4-49/50). Это обычно пористые породы, поры в центральных частях заполнены вторичным минералом белого цвета. Структура пород афировая. Отмечены также темно-серые (обр. Н4-49/55) и зеленовато-серые базальты (обр. Н4-49/54).

2. Трахибазальты обнаружены в виде обломков серого (обр. Н4-49/72-73), зеленовато-серого (обр. Н4-49/74-84) и светло-зеленого цвета (обр. Н4-49/92, 93). Среди них отмечаются как афировые, так и порфировые разности.

3. Трахиты представляют собой обычно редкопорфировые (обр. Н4-49/86, 88-94), реже афировые (обр. Н4-49/87) породы светло-серого с зеленоватым оттенком, реже белесые (обр. Н4-49/94). Иногда они обладают полосчатой текстурой (обр. Н4-49/87).

4. Туфы трахитов псефитовые (обр. Н4-49/95) встречены в виде мелких сильно измененных обломков.

Станция Н4-50

Океанический склон желоба Волкана. Координаты станции: начало - $24^{\circ}12'9$ с.ш., $144^{\circ}00'8$ в.д.; конец - $24^{\circ}14'8$ с.ш., $144^{\circ}01'1$ в.д. Интервал драгирования 5000-4000 м.

Поднято около 1000 кг глыб, обломков и щебня коренных пород, среди которых наиболее крупные глыбы (до 60 см по длинной оси) сложены органогенными известняками, далее следуют в виде глыб и мелких обломков разнообразные туфы (преобладают пирокластические разности основных эффузивов основного состава - туфы базальтов, андезито-базальтов, в меньшей мере туфы андезитов и андезито-дацитов) и эффузивы основного состава (базальты, долериты). В последних поры и прожилки выполнены органогенным кальцитом. По-видимому, на них несогласно залегают органогенные известняки. В этих базальтах содержатся кальцит-аметистовые и карбонатно-кремнистые



Рис. 3.14. Ст. Н4-50.

жилы. Отмечена также железо-марганцевая конкреция с обломком органогенного известняка в центральной части.

1. Туфы базальтоидов (толеитовых базальтов, известково-щелочных базальтов и андезито-базальтов) псефитовые (обр. Н4-50/1-20, 23, 29), литокристаллокластические зеленого (обр. Н4-50/1-8, 10, 15, 18), буровато-зеленого (обр. Н4-50/9, 12, 14, 16, 17, 29) до бурого (обр. Н4-50/11, 13) цвета. Отмечен образец туфа черной окраски (обр. Н4-50/20). Обломочная часть туфов представлена обломками размерами до 0,5 и более см. Кроме базальтовых пород среди них встречены также андезито-дациты (обр. Н4-50/6) и трахиты (обр. Н4-50/29). Отмечаются полосчатые разности (обр. Н4-50/1, 23), где полосы зеленого туфа чередуются с полосками бурой окраски. Полосчатость подчеркивается вторичными изменениями (обр. Н4-50/23). В некоторых обломках отмечается замещение цементирующей массы туфов ярко-зеленым глауконитом (шл. Н4-50/17г).

2. Туфы базальтов и андезито-базальтов псаммитовые (обр. Н4-50/21, 22, 30, 34, 40, 42-44, 54) имеют преимущественно зеленую и серую окраску с различными оттенками. Отмечены полосчатые разности (обр. Н4-50/42-44).

3. Туфы андезито-дацитов псефитовые (обр. Н4-50/24-28, 53) окрашены в буроватые и желтоватые тона. Они сложены обломками размерами 2-5 см эффузивов среднего состава, среди которых иногда отмечаются также и обломки серых афировых базальтоидов известково-щелочного типа (обр. Н4-50/24б, 26, 27). В туфах наблюдаются маломощные (до 0,5 см) прожилки карбоната.

4. Базальты (обр. Н4-50/31-38, 41, 45-47, 49-50) темно-серые, иногда черные (обр. Н4-50/36-38), коричневые и серо-коричневые (обр. Н4-50/31 32), редко с сиреневым оттенком (щелочные ?, обр. Н4-50/46, 47). Обычно афировые, (реже порфировые), пористые и полосчатые (обр. Н4-50/41, 45, 36, 37, 49). Полосчатость обусловлена чередованием афировых и порфировых прослоев (обр. Н4-50/37) или послойными скоплениями темного минералов (обр. Н4-50/41, 34). Пory обычно выполнены карбонатом, иногда с кварцем (обр. Н4-50/33). В базальтах нередко прожилки и жилы (обр. Н4-50/33) аметистовидного кварца, на кристаллах которого видны наросты кальцита. Шлаковые сильно пористые образцы коричневого и серо-коричневого цвета также содержат карбонатные прожилки, а поры

в них заполнены на 60% органогенным карбонатным материалом (обр. Н4-50/31,32).

5. Долерит (долерито-базальт) тонкозернистый темно-серый (обр. Н4-50/48) представляет собой, по-видимому, фрагмент внутренних частей лавового потока, более раскристаллизованных

6. Карбонатно-кремнистые породы (обр. Н4-55-57) присутствуют в виде небольших обломков полосчатой текстуры и представляют собой, по-видимому, обособившиеся в процессе выветривания (или по другим причинам) фрагменты жил и прожилков в эффузивных породах. Они имеют различную окраску от белых розоватых до коричневых тонов и сложены карбонатом и кварцем.

7. Железо-марганцевая конкреция размером около 10 см (обр. Н4-50/60), содержит внутри обломок органогенного известняка.

8. Известняки органогенные с обильными остатками морских организмов - глыбы, крупные обломки, щебень. размерами до 60 x 45 x 30 см. Общим весом более 120 кг.

Станция Н4-55

Океанический склон желоба Волкана. Координаты станции: начало - $24^{\circ}18'0$ с.ш., $143^{\circ}39'5$ в.д.; конец - $24^{\circ}19'7$ в.д., $143^{\circ}42'2$ в.д. Интервал драгирования 8400-7820 м. Поднято около 0,6 кг мелких (до 5 см) остроугольных обломков, представленных преимущественно базальтами разной степени изменения (вплоть до полностью замещенных смектитом) и туфов (рис. 3.15.).

1. Базальты (обр. Н4-55/1-7) представлены порфировыми и редкопорфировыми (обр. Н4-55/1). Породы пористые, поры размерами до 2 мм обычно не заполнены, иногда в них отмечаются различные вторичные минералы (обр. Н4-55/2). Породы окрашены в серые тона, иногда с буроватым (обр. Н4-55/2) или коричневым оттенком (обр. Н4-55/1). С поверхности наблюдается тонкий налет железо-марганцевого вещества, иногда отмечается тонкая железо-марганцевая корка (обр. Н4-55/5). Вкрапленники образованы плагиоклазом и клинопироксеном, сильно измененным (смектитизированным).

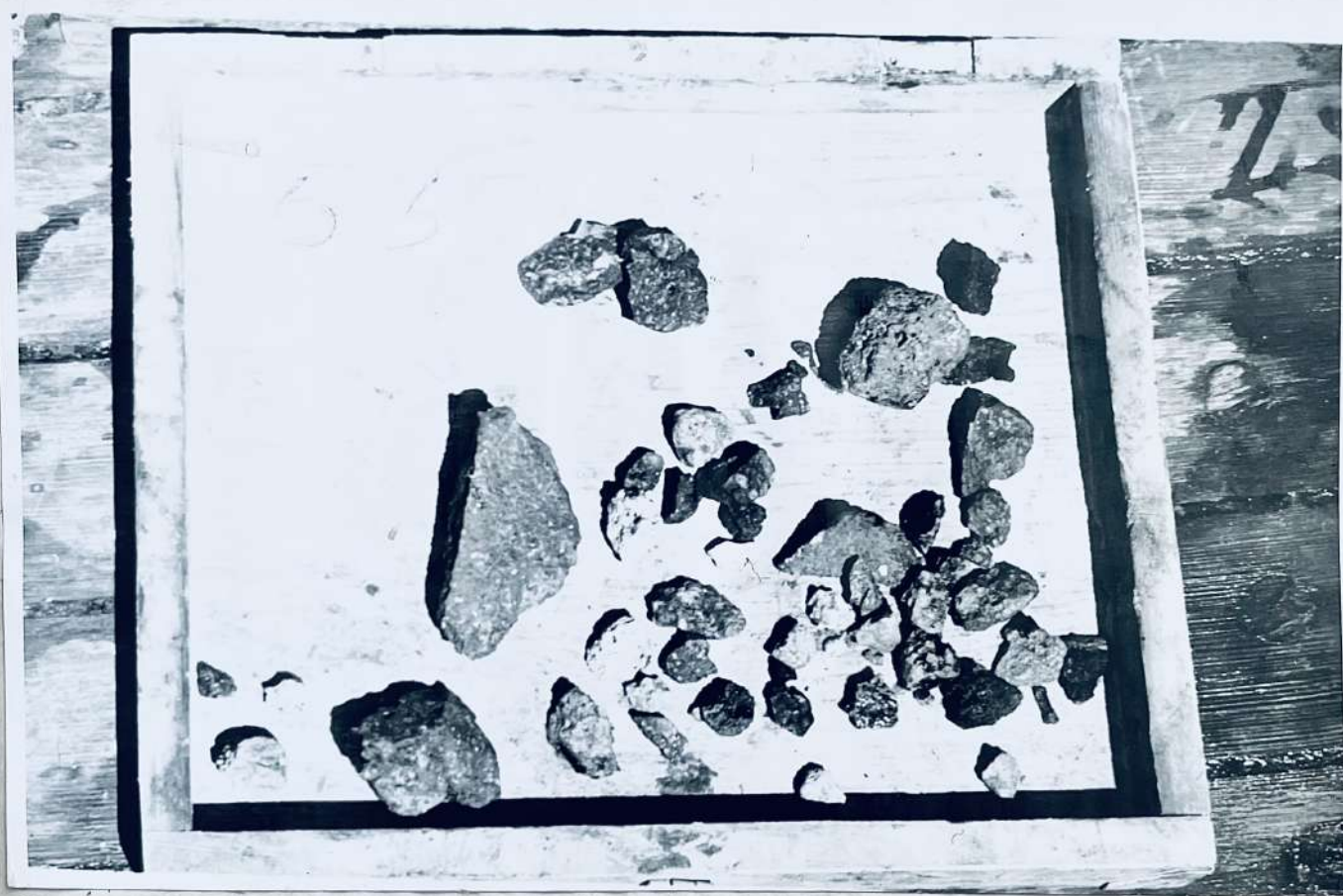


Рис. 3.15.

2. Сметитовые агрегаты (обр. Н4-55/8) в виде мелких (до 2 см) обломков. Они представляют собой, вероятно, конечный продукт изменения базальтов.

3. Туфы (трахитовые ?) подняты в виде мелких обломков (1-5 см) в количестве 15 штук. Это мелкообломочные породы зеленовато-желтого цвета, сильно измененные.

Выводы. Полученные данные позволяют составить геологический разрез океанического склона желоба Волкано, сложенный из трех комплексов: нижний, средний и верхний. (рис. 3.10).

Нижний комплекс слагает интервал склона 7000-8400 м и образован подушечными лавами базальтов повышенной щелочности, относящихся (по заключению И.Н.Говорова) к субщелочному или толеитовому гавайскому типам. В интервале 8400-7800 м он представлен коричневато-серыми и серыми мелкопористыми порфировыми базальтоидами с вкрапленниками плагиоклаза, чередующимися с мелкообломочными измененными псефитовыми туфами. Выше по склону, в интервале 7800-7000 м (ст. Н4-45, 46) они сменяются буровато-серыми пористыми афировыми базальтами с афанитовой основной массой, чередующимися с полосчатыми туфами и туфоалевролитами, замещенными минералами группы смектитов.

Породы нижнего комплекса формировались, по-видимому, в мелководно-морских и субаэральных условиях, на что указывает присутствие в его составе туфов и туфобрекчий. Неясное положение занимают осадочные породы, поднятые вместе с эффузивами - некрепкие алевролиты, пески и алевриты со структурами размыва (ст. Н4-45). Вероятнее всего, это позднекайнозойские отложения, залегающие на эффузивах в виде маломощных "нашлепок". Мощность нижнего комплекса более 1,5 км.

Средний комплекс залегает на глубинах от 7000 до 5400 м (ст. Н4-48, 49) и имеет сложное строение. Низы комплекса сложены преимущественно эффузивами и туфами кислого состава щелочного ряда - трахитами, чередующимися с псефито-псаммитовыми туфобрекчиями, кварцевыми трахитами и их туфолавами, подчиненным количеством меланократовых щелочных базальтов и их туфами. Среди этих пород встречаются также и долериты (вероятно, жильные) и кристаллические сланцы, которые,

скорее всего, представляют собой ксенолиты, вынесенные лавами из фундамента, подстилающего вулканогенную толщу. В верхней части среднего комплекса (ст. Н4-49) преобладают туфы щелочных базальтов, в меньшей мере развиты лавы базальтов. Мощность средней толщи около 2000 м, условия образования её пород близки к субаэральным.

Верхний комплекс сложен туфогенно-осадочными образованиями, перекрытыми пачкой органогенных известняков. Туфогенно-осадочные образования представлены псефито-псаммитовыми и алевро-псаммитовыми туфами толеитовых базальтов, реже андезитов-дацитов, а также подчиненными туфами и лавами эффузивов известково-щелочной серии. С ними ассоциируют мелкозернистые зеленовато-серые и коричневатые-серые туфопесчаники, зеленые туфогенные алевролиты, зеленовато-серые тонкослоистые кремнистые туфиты. Пачка органогенных пород сложена белыми массивными рифогенными известняками с остатками гастропод, пелеципод и кораллов. Совместно с ними встречены пористые шлаковидные базальты с округлыми включениями желтых известняков.

Островной склон желоба Волкано.

На островном склоне желоба было выполнено две станции драгирования (Н4-54, 56).

RG - B.1

Станция Н4-54

ST - B.10C

островной склон желоба Волкано

Координаты станции: начало - $24^{\circ}08'8''$ с.ш., $143^{\circ}33'0''$ в.д.; конец - $24^{\circ}11'8''$ с.ш., $143^{\circ}38'8''$ в.д. Интервал драгирования 8400-7450 м.

Поднято около 1 т материала, представленного преимущественно глиной (вероятно, тектонической), включающей глыбы и щебень полосчатых кремнистых пород (милониты).

Глина белая, вязкая, с мелким щебнем кремнистых пород (обр. Н4-54/1-1). Она включает гнезда размерами 5-25 см коричневой вязкой глины без щебня (обр. Н4-П-2). Отмечаются также гнезда темно-коричневой, почти черной глины и гнезда темно-зеленого вивонита.

Глыбы и щебень сложены тектоническими брекчиями и кремнистыми породами разнообразной окраски.

1. Тектоническая брекчия (обр. Н4-54-П-1) состоит из остроугольных обломков светло-серых кремнистых пород размером 0,5-5 см, составляющих 70-80% общего объема брекчий, которые цементируются кремнистым милонитом. Породы некрепкие, рассыпаются от слабого удара молотка. Брекчий слагают глыбы размером до 30 см общим весом около 15 кг. Н4-54/П-2

2. Кремнистые породы светло-серые (обр. Н4-П-2) полупрозрачные и белые, непрозрачные, линзовидно-полосчатые, мощность прослоев от 1 мм до 2-3 см. Слагают глыбы размером до 20 см. Н4-54/П-3

3. Кремнистые породы темно-коричневые (обр. Н4-П-3), с раковистым изломом, с прослоями белого и светло-розового пелитоморфного известняка. Мощность кремнистых прослоев 1-10 см, известняков 1-5 см.

Эти породы слагают глыбы размером до 15 см, общий вес около 10 кг.

4. Кремнистые породы серые и темно-серые, полосчатые (обр. Н4-54/П-4), с раковистым изломом. Мощность прослоев 1-10 см. Темные прослои содержат очень мелкие округлые включения размером 0,5-1 мм, представленные, возможно, остатками микрофауны. На поверхности отдельных глыб отмечаются карбонатные корочки толщиной 0,5-1 мм и тонкие примазки мелкообломочной тектонической брекчий.

5. Кремнистые породы темно-серые и черные (обр. Н4-54/П-5), с раковистым изломом, переслаивающиеся с белыми тонкослоистыми пелитоморфными известняками. Мощность прослоев кремней 3-5 см, известняков - 0,2-2 см. Породы слагают обломки размером до 10 см общим весом около 5 кг.

6. Кремнистые породы желтые и розовато-желтые (обр. Н4-54/П-6), полосчатые и линзовидно-слоистые, с прослоями светло-розовых пелитоморфных известняков мощностью 1-3 см. Слагают обломки размером 10-15 см общим весом около 20 кг.

7. Кремнистые породы, красноватые, розовые и розовато-серые (обр. Н4-54/П-7), линзовидно-полосчатые, мощность прослоев 0,5-3 см. Содержат прослои розовых и белых известняков. Породы слагают обломки размером до 10 см общим весом около 20 кг.

8. Кремнистые породы черные, темно-серые и серые, брекчированные (обр. Н4-54/П-7), слагают глыбы размером до 25 см.

9. Кремни серые и темно-серые, массивные, с раковистым изломом, слагают покрытые карбонатными корками обломки размером до 10 см общим весом около 5 кг.

Среди одиночных мелких обломков отмечены следующие разновидности пород.

1. Кремень серый плитчатый с карбонатными корочками по плоскостям отдельности (обр. Н4-54/Ш-1)..

2. Известняк светлый зеленовато-серый микрослоистый. Отмечен в виде прослоя мощностью 4,5 см в контакте с темно-коричневой кремнистой породой (обр. Н4-54/Ш-2)

3. Кремень темно-коричневый линзовидно-слоистый, переслаивающийся с желтым кремнистым известняком (обр. Н4-54/Ш-3)

4. Образец слоистой известково-кремнистой породы (обр. Н4-54/Ш-5..

5. Песчаник карбонатный грубозернистый неяснослоистый с мелкими (0,5-2 мм) листочками хлорита, ориентированными по слоистости (обр. Н4-54/Ш-5).

6. Известняки белые и светло-желтые неясно тонкослоистые (обр. Н4-54/Ш-6).

7. Песчаник белый карбонатный мелкозернистый с мелкими листочками хлорита (обр. Н4-54/Ш-7)

8. Песчаник светло-серый мелкозернистый карбонатный (обр. Н4-54/Ш-8).

9. Известняк песчанистый светло-серый микрослоистый (обр. Н4-54/Ш-8).

10. Известняк белый пелитоморфный плитчатый (обр. Н4-54/Ш-10).

11. Известняк светло-серый окремненный плитчатый (обр. Н4-54/Ш-11).

12. Известняки белые и светло-серые пелитоморфные (обр. Н4-54/Ш-12).

13. Известняки светло-серые кремнистые, иногда тонкослоистые, полосчатые (обр. Н4-54/Ш-13).

14. Известняки белые и светло-серые, местами окремненные, пелитоморфные (обр. Н4-54/Ш-14).

15. Известняки светло-серые, массивные, слабо окремненные (обр. Н4-54/Ш-15)..

16. Известняки песчанистые серые тонкополосчатые (обр. Н4-54/Ш-16).

17. Известняки зеленовато-серые, пелитоморфные, плитчатые (обр. Н4-54/Ш-17).
18. Известняки песчанистые, светло-серые, тонкоплитчатые (обр. Н4-54/Ш-18).
19. Песчаники известковистые, грубозернистые, с хлоритом (обр. Н4-54/Ш-19).
20. Известняки белые, пелитоморфные, с тонкими линзовидными прослоями черных и серых кремней (обр. Н4-54/Ш-20).
21. Известняки белые и светло-серые, с мелкими остроугольчатыми обломками серых кремней (обр. Н4-54/Ш-21).
22. Песчаник алевритистый, тонкозернистый, пятнистый, серый, массивный, некрепкий (обр. Н4-54/Ш-22).
23. Песчаник тонкозернистый, некрепкий (обр. Н4-54/Ш-23).
24. Песчаник карбонатный, тонкозернистый, тонкоплитчатый, с тонкими прожилками кальцита мощностью до 0,5 мм (обр. Н4-54/Ш-24).
25. Опока белая, массивная (обр. Н4-54/Ш-25).
26. Известняк белый, пелитоморфный, катаклазированный (обр. Н4-54/Ш-26).
27. Глина темно-коричневая, почти черная, плотная, сланцеватая, с зеркалами скольжения (обр. Н4-54/Ш-27).

Станция Н4-56

Островной склон желоба Волкано. Координаты станции: начало: $24^{\circ}11'8$ с.ш., $143^{\circ}36'7$ в.д.; конец: $24^{\circ}03'0$ с.ш., $143^{\circ}36'6$ в.д. Интервал драгирования 7400-6200 м.

Поднято около 0,5 кг обломков (16 шт.) коренных пород размером 1-6 см, сложенных алевролитами, известняками, кремнями, туфами и пемзой.

1. Алевролиты (обр. Н4-56/1-3, 6, 7, 14-16): зеленовато-серые, некрепкие, массивные, неслоистые (обр. Н4-56/1, 2); серый, пятнистый (обр. Н4-56/3); известковистый светло-серый (обр. Н4-56/6, 7); зеленовато-серые (обр. Н4-56/14-16).
2. Известняки белые пелитоморфные (обр. Н4-56/4, 5).
3. Кремни (обр. Н4-56/9-12), аналогичные описанным на станции Н4-55.
4. Туф желтый (обр. Н4-56/8) кислого состава.
5. Пемза зеленовато-серая (обр. Н4-56-13).

Участок склона, драгированный на станции Н4-56, сложен, по всей видимости, осадочными породами, перекрывающими кремнисто-карбонатную толщу, опробованную на ст. Н4-55.

Таким образом, в разрезе островного склона желоба выявлено две толщи: карбонатно-кремнистая и ^{алевролитовая} ~~офиолитовая~~ (рис. 3.10). Первая снизу сложена пестроцветными карбонатно-кремнистыми породами, состоящими из различно окрашенных кремней (белых, желтых, коричневых, черных, розовых) массивных, реже полосчатых с раковистым изломом, с тонкими прослоями и линзами белых, желтых и светло-розовых пелитоморфных известняков. Встречаются также прослои белых карбонатных песчаников с многочисленными листочками хлорита на плоскостях отдельности, алевритистых тонкослоистых карбонатных песчаников и опок. В интервале 7800-7600 м эти породы передроблены (милонитизированы), превращены в белую, коричневую и желтую тектоническую глину с обломками кремней и известняков (милонит). Отмечены глыбы брекчированных кремней и известняков. Мощность карбонатно-кремнистой толщи, по-видимому, более 2000 м.

Алевролитовая толща, перекрывающая карбонатную и кремнистую, состоит из зеленовато-серых туфогенных алевролитов, сходных с алевролитами туфогенно-осадочной толщи океанического склона. Мощность алевролитовой толщи не установлена.

Возрастные характеристики выделенных толщ и их сопоставление станет возможным лишь после получения результатов палеонтологических и радиоизотопных анализов.

3.5.5. Подводный хребет Оки-Дайто

Подводная структура Оки-Дайто расположена в северо-западной части Филиппинского моря, где она вместе с близлежащим Дайто образует систему подводной возвышенности Бородино.

В зоне ~~хребта~~ ^{возвышенности} Оки-Дайто в разные годы советскими и японскими экспедициями проводились геологические исследования, в результате которых в настоящее время здесь известно четыре комплекса пород, сложенные различными породами, включающими метаморфические, магматические и осадочные образования.

Первый комплекс включает метаморфические породы.

Они представлены эпидот-амфиболовыми сланцами и серпентинитами (Mizuno e.a., 1975). Предполагается, что этот комплекс имеет мезозойский (докайнозойский) возраст (Евланов и др., 1979; Сики и др., 1976; Аоки и др., 1976).

Второй комплекс в системе хребтов Дайто и Оки-Дайто сложен породами вулканоплутонической ассоциации, сложенной вулканитами преимущественно основного состава (базальтами, их туфами, более кислыми дифференциатами основной магмы - Васильев, 1974; Shiki e.a., 1974) и интрузивными образованиями, из которых наиболее характерными являются клинопироксеновые габбро, биотит-роговообманковые тоналиты и биотит-роговообманковые гранодиориты (Сики и др., 1976; Аоки и др., 1976). Калий-аргоновый анализ, давший значение 75 млн. лет для тоналитов, указывает на позднемеловой-раннепалеогеновый возраст второго комплекса.

Третий комплекс состоит преимущественно из карбонатных пород. Это белые некрепкие грубообломочные органогенные известняки, состоящие из обломков кораллов, раковин моллюсков и кумулитов, поднятые в I4 рейсе "Первенца" с интервала 2500-2700 м южнее о. Минамиогари (Васильев, 1974). По определению Б.Т.Голева, они содержат верхнеэоценовую фауну. Выше, в интервале 2300-2500 м, вместе с описанными известняками залегают белые тонкозернистые сахаровидные и коралловые известняки без определенных органических остатков (Васильев, 1974). В состав комплекса входят, по-видимому, также и мелководные осадки с плиоцен-эоценовыми нумулитами, обнаруженные в пределах хребта Оки-Дайто японскими геологами (Mizuno e.a., 1975; Сики и др., 1976). Наконец, органогенно-обломочные карбонатные породы были драгированы со склонов хребта Оки-Дайто в 4 рейсе "Каллисто", в которых О.А.Ткалич определила нижнемиоценовую фауну (Евланов и др., 1979). Учитывая приведенные данные, комплекс карбонатных пород хребта Оки-Дайто можно датировать как эоцен-миоценовый.

Четвертый комплекс установлен в 4-м рейсе "Каллисто" (Евланов, 1979) и представлен фораминиферовыми неогеновыми отложениями, заполняющими пустоты в коралловых известняках третьего комплекса или образующие самостоятельные рыхлые или слабосцементированные органогенные глинисто-

известковые породы. По комплексу остатков фораминифер, определенных О.А.Ткалич, и комплексу кокколитов, изученных М.Г.Бирюлиной, эта толща предположительно отнесена к плиоцен-плейстоценовым отложениям.

В 4-м рейсе нис "Академик Александр Несмеянов" проведено несколько результативных драгирований в южной части подводного хребта Оки-Дайто. В районе работ, на полигоне Н4-У1, возвышенность разделена узким трогом шириной 5-8 км с плоским дном с глубинами до 4400 м на две субпараллельных хребта запад-северо-западного простирания. Крутизна склонов трогов достигает 30-40°.

Перед началом драгирования на полигоне были проведены промерные и магнитометрические работы, а также НСП. Драгированием опробованы дно трогов и его юго-западный склон в интервале 4100-2600 м. Из дна трогов была взята колонка осадков длиной 4.2 м, а на юго-западном склоне проведено подводное фотографирование (рис. 3.16.)

Результаты драгирования по станциям приведены ниже.

Станция Н4-63 (прямоточная трубка)

Хребет Оки-Дайто. Координаты станции: 23°30'5 с.ш., 133°04'5 в.д. Глубина 3280 м. Среди глубоководных глин поднятой колонки осадков обнаружено три мелких остроугольных обломка скальных пород, представленных изверженными породами основного состава.

I: Долерит (обр. Н4-63/1) поднят в виде остроугольного уплощенного обломка темно-серого цвета микрозернистой афировой структуры, участками сильно ожеженного.

RG = ФЛПН

ST = ОКЗА

TS = ПБ

Станция Н4-65

Дно трогов в пределах хребта Оки-Дайто. Координаты станции: начало - 23°31'5 с.ш., 133°00'1 в.д.; конец - 23°30'5 с.ш.; 132°59'7 в.д. Интервал драгирования 4400-4360 м. Драгой поднято около тонны глубоководных глин, содержащих небольшое количество пемзы (обр. Н4-65/1) светло-серого и черного цвета.

СХЕМАТИЧЕСКАЯ
ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ПОЛИГОНА Н4-VI.
(ХРЕБЕТ ОКИНОДАЙТО)
масштаб 1:250 000

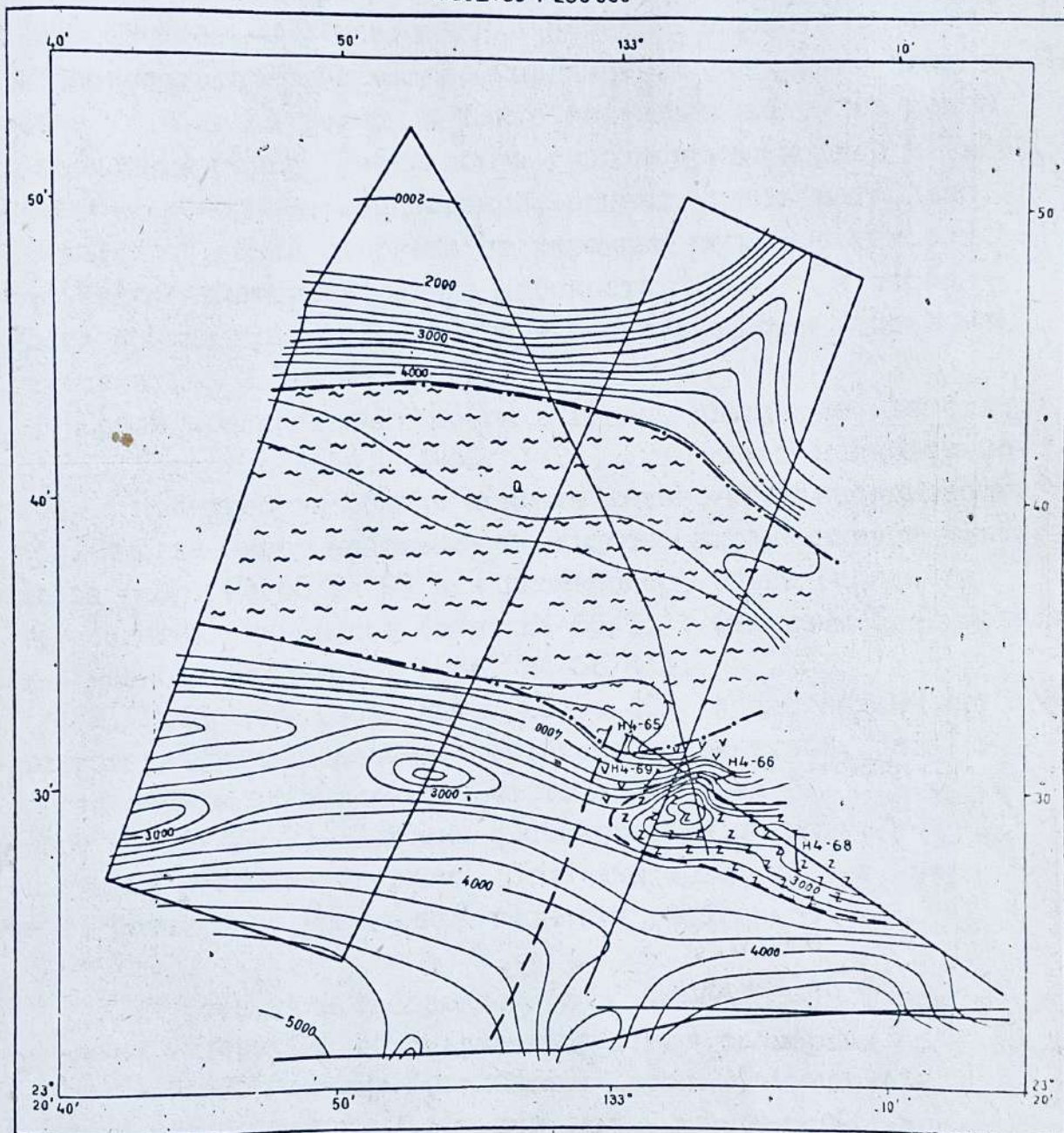


Рис. 3.16.
Условные обозначения см. на рис. 3.20

Станция Н4-66

Драгировано основание южного участка хребта Оки-Дайто. Координаты станции: $23^{\circ}30'7''$ с.ш., $133^{\circ}04'4''$ в.д. Интервал драгирования 4100-4060 м. Поднято 50-60 кг глыбо-вого, обломочного и щебеночного материала, отобранного из коренного обнажения и близ лежащих осыпей. Среди поднятых на станции пород преобладают долериты, затем габброиды, да-лее брекчированные изверженные породы основного состава, небольшое количество железо-марганцевых конкреций изометрич-ной и удлиненной формы, а также несколько обломков пемзы и осадочных пород. Поверхности глыб покрыты коркой и налетами железо-марганцевых образований, однако, часть материала, по-видимому, была оторвана от коренных пород, о чем свиде-тельствуют имеющиеся свежие плоскости отрыва и особен-ности режима драгирования, характеризовавшегося сильными зацепами (до 4.5-5 т) (рис. 3.17).

Среди драгированных пород выделены следующие разности:

1. Долериты (обр. Н4-66/ I-24). Это серые мелкозернист-ые, с поверхности обычно покрыты железо-марганцевым веществ-вом. Иногда имеют небольшое количество вкрапленников плагио-клаза (обр. Н4-66/2, I9) или гломеропорфировые скопления темноцветных минералов (обр. Н4-66/II). Отмечены брекчирован-ные разности долеритов (обр. Н4-66/4I).

2. Габброиды (обр. Н4-66/25-34, 40) представлены серыми мелкозернистыми породами с габбровой структурой, сложенные пироксеном и плагиоклазом, часто с оливинами (^{ТРОКТЕЛИТЫ}, обр. Н4-66/25-27). Обломки с поверхности покрыты Fe-Mn пленками и тонкими корками. Отмечены трещиноватые, переме-тые, интенсивно измененные разности габброидов (обр. Н4-66/29).

3. Туфобрекчии габброидов (обр. Н4-66/35-38). Породы сложены угловатыми обломками габброидов размерами до 4 см, а также более мелкими фрагментами бурых трахитов (?). Цемент мелкообломочный, псаммитовый, туфогенный, зеленовато-серый, содержит мелкие обломки трахитов.

4. Железо-марганцевые конкреции округлой и удлиненной формы размерами до 4 см. В ядрах содержат обломки пемзы (обр. Н4-66/39).

- 24 -



Рис. 3.17а,б

Станция Н-68

Драгированием опробованы привершинная часть хребта Оки-Дайто. Координаты: начало - $23^{\circ}28'7''$ с.ш., $133^{\circ}06'8''$ в.д.; конец - $23^{\circ}27'0''$ с.ш., $133^{\circ}06'8''$ в.д. Интервал драгирования 3000-2600 м. Поднято 34 железо-марганцевые конкреции диаметром 3-10 см и 2 глыбы коренных пород размером до 30 см по длинной оси. Выделены следующие разности пород (рис. 3.18)

1. Долериты мелкозернистые, серые. Они слагают обе поднятые глыбы уплощенной формы, покрытые корой железо-марганцевых образований мощностью от 2 до 15 см.

(обр. Н4-68/1). Подобные же породы (долериты) были обнаружены и в ядрах железо-марганцевых конкреций (обр. Н4-68/2).

2. Железо-марганцевые конкреции шаровидной формы (обр. Н4-68/3), однородные по форме (приближающейся к правильному шару) и размерами от 3 до 10 см. Судя по распиленным образцам, конкреции содержат в ядрах серые мелкозернистые долериты, аналогичные долеритам, слагающим вышеописанные глыбы коренных пород.

Станция Н4-69

Драгированием опробован участок подводного склона хр. Оки-Дайто. Координаты: начало - $23^{\circ}30'7''$ с.ш., $133^{\circ}04'4''$ в.д.; конец - $23^{\circ}30'7''$ с.ш., $133^{\circ}04'1''$ в.д. Интервал драгирования 4100-4060 м. Поднято 200-300 кг крупных (до 0,5 м) глыб, обломков и щебня скальных пород с большим количеством розовато-желтого ила. Среди скальных пород выделены следующие разности (рис. 3.19)

1. Габбро-микрокристаллическое, темно-зеленого цвета. Слагает одну из наиболее крупных глыб размером 45 x 30 x 20 см (обр. Н4-69/ и обр. Н4-69/1), ряд более мелких глыб и обломков (обр. Н4-69/2, II). Глыбы и обломки с поверхности покрыты корочкой железо-марганцевых образований толщиной $\sim 0,5$ мм. Породы в целом свежие, обладают массивной и микротрещиноватой текстурой. Текстура полнокристаллическая, микрозернистая. Порода сложена преимущественно лабрадором и клинопироксеном (шлиф Н4-69/1) примерно в равных количествах. Клинопироксен представлен титан авгитом,



Рис. 3.18. Ст. H4-68.

-77-



44-69



судя по характерному плеохроизму в голубовато-розовато-светлокориичневых оттенках и погасанию типа "песочных часов". На фоне основной мелкокристаллической массы из кристаллов клинопироксена и плагиоклаза размерами 0,2-0,8 мм выделяются более крупные псевдопорфировые выделения тех же минералов размерами до 3-4 мм. В основной массе отмечено редкие мелкие (0,2-0,3 мм) кристаллы биотит, более крупные (до 0,5 мм) выделения рудного (МТ ?). В обр. Н4-69/2 отмечается существенное преобладание полевошпатовой составляющей и интенсивное замещение темноцветных минералов агрегатом смектита и гидроокислов железа. Особенности состава габброидов указывают на их подщелочной характер.

2. Долериты мелкозернистые серые и желтовато-серые с массивной текстурой. Слагают глыбы и обломки размерами до 20 см по длинной оси (обр. Н4-69/4, 7, 12-19, 22). Отмечены трещиноватые разности (обр. Н4-69/8), трещины заполнены вторичными продуктами (хлорит, актинолит, кварц). Структура породы интерсертальная, долеритовая. Она образована решеткой плагиоклазов, в интерстициях которой расположены зерна измененных и свежих пироксенов, а также участки смектитизированного стекла.

3. Базальты клинопироксеновые редкопорфировые черного цвета, реже афировые. Породы массивные и пористые. Отмечаются также сильно трещиноватые разности (обр. Н4-69/9) с прожилками мощностью до 1,5 см, выполненными агрегатами лейкократовых минералов. Слагают глыбы и обломки размером до 10-15 см по длинной оси. Структура пород преимущественно гиалопилитовая. Порода сложена стеклом с редкими, мелкими (0,1-0,4 мм) вкрапленниками плагиоклаза и титанавгита. Стекло в шлифе бесцветное, насыщено выделениями рудного вещества, расположенными в основной массе в виде пятнообразных скоплений. Вкрапленники обычно замещены вторичными минералами.

4. Туфопесчаник известковистый зеленовато-серый (обр. Н4-69/10), массивный, с небольшими (до 0,8 см) изометричными включениями черных базальтоидов, слагает глыбу размером 25 x 15 x 10 и более мелкие обломки до 15 см

по длинной оси. Поверхность обломков покрыты тонкой пленкой или корками железо-марганцевых образований.

5. Пемза светло-серого цвета, пористая - 2 глыбы размером до 30 см по длинной оси и масса мелких обломков 1-5 см.

Среди мелких обломков и щебня присутствуют породы, аналогичные уже описанным в п. 1-5, кроме того, установлены также следующие разности.

1. Базальты оливин-клинопироксеновые (обр. Н4-69/70, 71-73, 74) с порфировой структурой. Вкрапленники ^{образованы} плагиоклазом, а также оливином, клинопироксеном, замещенными агрегатами боулингита и гидроокислов железа. Структура основной массы гиалопилитовая или интерсертальная.

2. Базальты (андезито-базальты ?) темно-серые, пористые (обр. Н4-69/47). Порода подвергнута интенсивному зеленокаменному изменению с замещением вкрапленников и основной массы карбонатом, амфиболом, хлоритом, кварцем.

3. Эффузивные породы серого, темно-серого до черного цвета (андезито-базальты ?), массивные и мелкопористые, редкопорфировые или вообще лишенные вкрапленников, интенсивно измененные (обр. Н4-69/86-88). Иногда они пронизываются прожилками коричневатого минерала (обр. Н4-69/79).

4. Андезитовые порфириты (обр. Н4-69/24-27, 30, 46, 56) и андезиты (Н4-69/50-53) зеленокаменно измененные.

Вкрапленники представлены преимущественно плагиоклазом в виде идиоморфных кристаллов. Темноцветных вкрапленников было мало, они нацело замещены вторичными продуктами. Для основной массы характерно широкое развитие минералов группы хлорита, замещающих стекло и микролиты темноцветных минералов.

5. Пирокластические породы (туфы) различного состава и степени измененности. Они резко преобладают среди мелкообломочного материала. Наиболее развиты зеленокаменно-измененные литокристаллокластические туфы андезитов (обр. Н4-69/28, 29, 31-37, 41-45, 48, 49, 54, 55, 59, 60). В обломочной части псаммо-алевритовой размерности этих туфов преобладают кристаллы полевых шпатов. Связывающая масса мелкообломочная и пепловая, интенсивно замещена хлоритом.

Среди ^{песч.}пироксенитов выделены также туфы андезитов-дацитов (обр. 69/38-40), сложенные преимущественно обломками плагиоклазов и дацитов, размерами 0,3-1,2 мм, связанные алевропелитовой сильно измененной основной массой. Присутствуют также обломки туфов среднего состава сургучного цвета с массивной (обр. Н4-69/61-64, 83-85) и пористой пелитовой структурой (обр. Н4-69/66-68, 82); псаммитовые туфы среднего состава, коричневатого, иногда серого и темно-серого цвета (обр. Н4-69/69, 75-77, 89, 95, 96); псефитовые туфы (обр. 69/78, 80, 81, 94, 98); обломки коричневого вулканического стекла (обр. Н4-69/97)

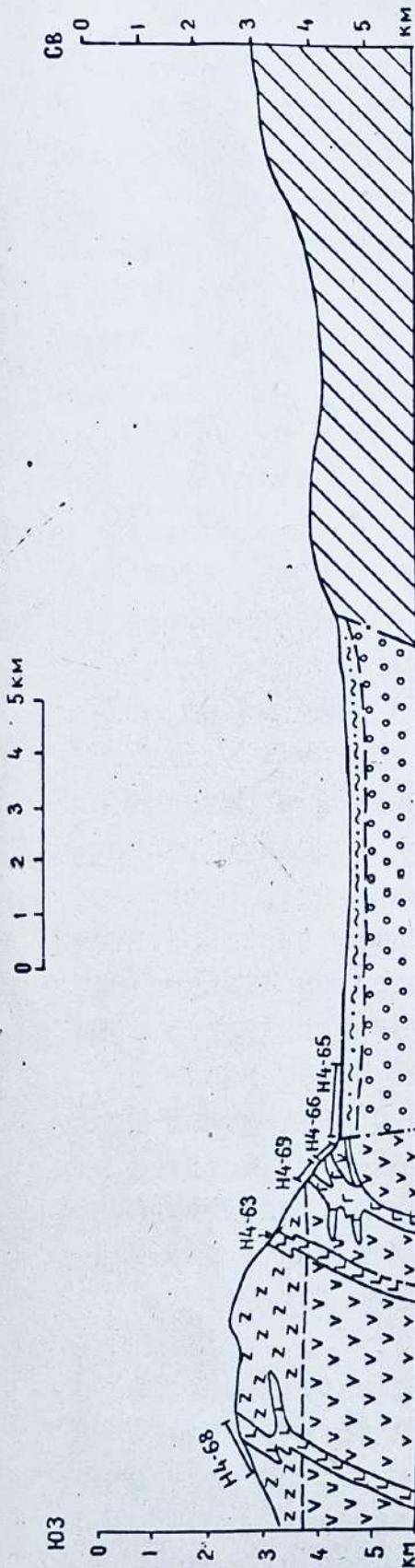
Кроме коренных пород в драге обнаружены следующие образования:

- а) железо-марганцевые корки общим весом > 5 кг
- б) песчаники (?) зеленовато-серые тонкозернистые, крепкие, плитчатые
- в) фосфориты в очень небольшом количестве (несколько мелких обломочков)
- г) глины плотные коричневато-желтые с железо-марганцевыми корками.

Выводы. Данные драгирования позволяют выделить в пределах изученной части хребта два комплекса пород — нижний и верхний (рис. 3.20).

Нижний комплекс представляет собой пестроцветную толщу сложенную зеленокаменно измененными субщелочными андезитами и их туфами. Эта толща, по-видимому, прорывается гипабиссальными телами (дайками и, возможно, штоками зеленокаменно-измененных долеритов и субщелочных габброидов, реже диоритовых порфиритов. Среди вулканогенных пород встречены туфоалевролиты и туфопесчаники. Возраст комплекса предположительно оценивается как позднемеловой-палеогеновый.

Верхний комплекс сложен, в основном, вулканогенными образованиями, включающими (по определению И.Н.Говорова) анкарамиты (или пикрито-базальты), субщелочные базальты и долериты.



Условные обозначения

	Плейстоценовые илы		Зеленокаменно измененные субщелочные андезиты, реже- дациты и их туфы
	Кайнозойские осадочные отложения (по данным НСП)		Зеленокаменно измененные долериты и щелочные габброиды
	Анкармиты, субщелочные и щелоч- ные базальтоиды, <u>телеитовые</u> базальты		Интервалы драгирований
	Долериты		Разломы (по данным НСП)
			Сейсмоакустический фундамент

Рис. 3.20. Схематический геологический разрез хр. Окинодайто (полигон Н4-У1).

3.5.6. Центральный разлом в Филиппинском море

В Филиппинской котловине, охватывающей западную котловину одноименного окраинного моря, с Центральным разломом связывается зона интенсивно расчлененного рельефа, рассекающая Филиппинскую котловину (западная часть Филиппинского моря) с северо-запада на юго-восток. Эта зона характеризуется четко выраженной депрессией в осевой части, которая сопровождается многочисленными грядами и ложбинами. Она, по-видимому, служит поверхностным выражением глубинного разлома, активного в прошлом (Пущаровский, Удинцев, 1971; Родников, 1976), а ныне не имеющего признаков сейсмической активности (Murauski e.a., 1968; *Initia. Rep. DSDP*, 1975, и 31).

Разлом начинается в 550 км к юго-востоку от о. Тайвань и заканчивается у западного подножия хребта Кюсю-Палау. По другую сторону хребта, в молодой структуре Паресе-Вела, разлом не выражен (Геол. дна Фил. моря, 1980).

Разлом изучался в 3-м рейсе нис "Академик Александр Виноградов" в 1984 г., в котором было проведено драгирование крупного вулканоплутонического сооружения в пределах юго-восточного окончания Центрального разлома. Здесь был обнаружен комплекс толеитовых базальтов и петрохимического родственных им долеритов (Новые данные по геологии ..., 1984, отчет по рейсу).

В нашем рейсе было продолжено изучение юго-восточной части Центрального разлома вблизи его сочленения с подводным хребтом Кюсю-Палау (рис. 3.21). Было проведено три результативных драгирования северо-восточного борта осевой депрессии в интервале глубин 5640-4480 м (ст. Н4-71, 72, 73).

Станция Н4-71

ST = ЦФРА
RG = ФЛПН
TS = РА

Зона Центрального разлома в Филиппинском море (полигон 7). Координаты станции: начало - $14^{\circ}59'0''$ с.ш., $132^{\circ}11'1''$ в.д.; конец - $15^{\circ}00'2''$ с.ш., $132^{\circ}12'1''$ в.д. Интервал драгирования 5640-5400 м. Поднято около 50 кг железо-марганцевых корок и конкреций и небольшое количество мелких обломков эффузивов и туфов (рис. 3.22.).

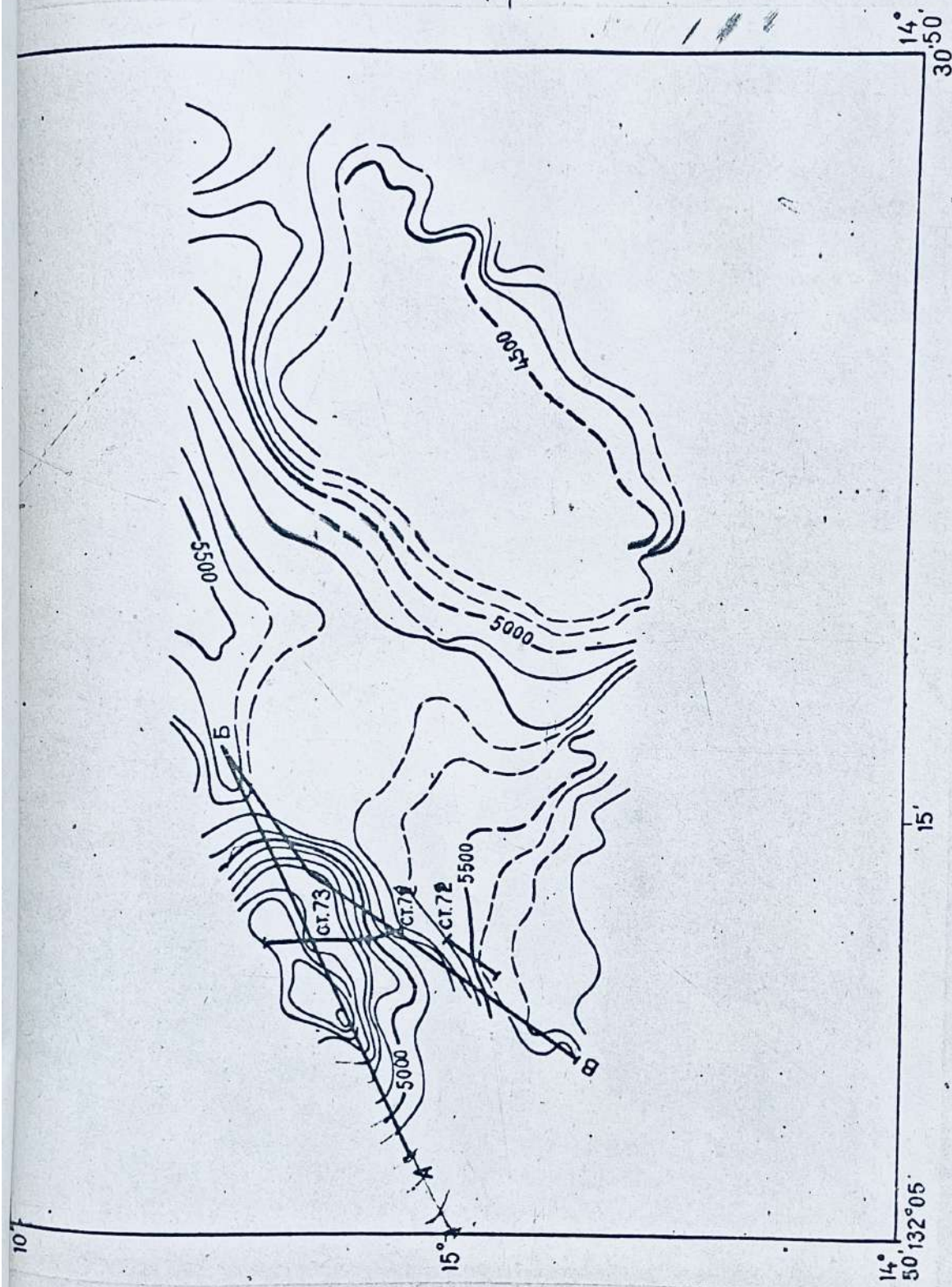


Рис. 3.21. Схема промерных галсов и станций драгирования в зоне Центрального разлома (полигон Н4-УП).



Рис. 3.22. Ст. Н4-71.

1. Железо-марганцевые конкреции составляют около 90% поднятого материала. Форма преимущественно неправильно-округлая, размеры 0,5-10 см, преобладают конкреции с размерами 2-5 см. Для них характерно скорлуповатое, концентрическое строение и шероховатая поверхность. В ядрах обычно наблюдаются включения желтой плотной глины (обр. Н4-71/0,1).

2. Железо-марганцевые корки имеют неправильную форму, обычно уплощенную с почковидными наростами. Толщина корок 1-5 см, размеры фрагментов от 5 до 15 см по длинной оси (обр. Н4-71/П).

3. Обломки скальных пород имеют обычно уплощенную форму и покрыты сверху железо-марганцевой коркой толщиной 1-3 мм. Они представлены преимущественно туфами, среди которых отмечен обломок эффузива.

- а) туфы желтые, разложенные, некрепкие, режутся ножом (обр. Н4-71/III,2)
- б) туфы коричневые шлакоподобные с включениями белого цвета (обр. Н4-71/IV,2)
- в) трахит желтый в виде остроугольного обломка размером 1 x 2 см, крепкий (обр. Н4-71/V)
- г) базальтоид серый, слагает остроугольный обломок размером 1,5 x 1 см (обр. Н4-71/1)
- д) слепки внутренних частей раковин гастропод (обр. Н4-71/УП)
- е) сросток кристаллов кварца (обр. Н4-71/У1)

Станция Н4-72

Зона Центрального разлома в Филиппинском море (полигон 7). Координаты станции: начало - $15^{\circ}01'2$ с.ш., $132^{\circ}12'3$ в.д.; конец - $15^{\circ}01'8$ с.ш., $132^{\circ}11'9$ в.д. Интервал драгирования 5160-4940 м.

Поднято около 70 кг материала, включающие железо-марганцевые конкреции и корки, остроугольные обломки скальных пород и обломки туфогенно-осадочных пород.

Скальные породы представлены различной степени изменности эффузивами (базальтами), пирокластическими породами (туфы базальтов и пород среднего состава), долеритобазальтами и долеритами, габброидами, гипербазитами и хлоритовыми сланцами.

1. Базальты (трахибазальты ?) серые, тонкозернистые преимущественно афировые, интенсивно измененные (обр. Н4-72/1-3, 5, 7, 11, 17-19). Они слагают два наиболее крупных обломка размерами 8 x 6 x 4 (обр. Н4-72/1) и 9 x 6 x 4 см (обр. Н4-72/2) покрытых с поверхности тонкой коркой железо-марганцевого вещества, а также ряд более мелких. Обр. Н4-71/2,3,5 имеет сферолитовое строение и является, вероятно, фрагментами пиллоу-лавы. Нередко породы имеют кремовые оттенки (обр. Н4-72/3,5), иногда трещиноватые (обр. Н4-72/11), брекчированные (Н4-72/19) и рассеченные прожилками, выполненными светлоокрашенным материалом (обр. Н4-72/17).

2. Туфы базальтов (обр. Н4-72/8,9) серого цвета, покрытые коркой железо-марганцевого вещества. Отмечен обломок туфов среднего состава (обр. Н4-72/26) зеленого цвета с прожилками кварца. Присутствуют также несколько мелких обломков брекчий, сложенных, по-видимому, эффузивными породами (обр. Н4-72/6, 23-25, 27).

3. Долерито-базальты (обр. Н4-72/12) и долериты метаморфизованные (обр. Н4-72/7, 10, 13). Они слагают мелкие обломки серого или зеленовато-серого цвета и обладают микрозернистой структурой с размерами зерен 0,2-10 мм. Порода состоит из плагиоклаза (лабрадор), клинопироксена, замещенного хлоритом, амфиболом, биотитом, рудным минералом и небольшого количества хлоритизированного стекла.

4. Габбро метаморфизованное (обр. Н4-72/15,16,22) отмечено в виде мелких (2-4 см) брекчированных обломков темно-серого цвета и зеленовато-серого цвета. Структура среднезернистая, габбровая, породы нередко бластокатаклазированы, интенсивно замещаются эпидотом, хлоритом, мусковитом.

5. Гипербазиты измененные (обр. Н4-72/20, 21, 28). В наименее измененных обломках определен верлит (обр. Н4-72, 21), сложенный короткопризматическим клинопироксеном размерами до 0,6 мм, небольшими зернами бурой шпинели (до 0,2 мм) и магнетита, погруженных в тремолит-серпентин-тальковый агрегат. Верлиты содержат флогопит в виде крупных кристаллов и скоплений размерами до нескольких миллиметров.

6. Сланцы хлоритовые, черные (обр. Н4-72/29, 31, 32), встречены в виде очень мелких обломков.

7. Вулканическое стекло (обр. Н4-72/30) в виде двух скорлуповатых обломков размерами около 3 см.

8. Железо-марганцевые конкреции и корки (обр. Н4-72/0, 3А, 4) составляют подавляющую часть поднятого на станции материала. Конкреции имеют размеры от 0,5 до 8 см, преобладают размеры 1-3 см, форма их преимущественно округлая. Характерны скорлуповатая отдельность, сажисто-черная окраска и шероховатая поверхность. Одна из наиболее крупных конкреций (обр. Н4-72/3А) изометричной формы содержит ядро, сложенное агрегатом низкотемпературных вторичных минералов серовато-голубовато-зеленого цвета (сметиты, глауконит), замещаемым, вероятно, первичную эффузивную породу основного состава. Железо-марганцевые корки подняты в виде уплощенных обломков толщиной 2-5 см с почковидными наростами на поверхности.

Станция Н4-73

Зона Центрального разлома в Филиппинском море. Координаты станции: начало - $15^{\circ}01'8$ с.ш., $132^{\circ}11'9$ в.д.; конец - $15^{\circ}04'1$ с.ш., $132^{\circ}12'1$ в.д. Интервал драгирования 4890-4480 м. Поднято около 70 кг железо-марганцевых образований, осадочные слабоуплотненные породы и один мелкий остроугольный обломок скальной породы.

1. Железо-марганцевые конкреции и корки (обр. Н4-73/0) составляют подавляющую часть материала. Преобладающий размер конкреций 1-3 см, значительную часть составляют маломощные корки с фрагментами некрепких туфов, оторванных совместно с ними от коренных обнажений (обр. Н4-73/1, П).

2. Осадочные породы представлены некрепкими, слабо-цементированными желтыми туфами, пропитанными железомарганцевым веществом (обр. Н4-73/Ш).

3. Базальтоид (обр. Н4-73/1) обнаружен в виде остроугольного обломка размером 3 x 3 x 2 см кремово-серого цвета со сферолитовой структурой.

Выводы. Подавляющая часть драгированного с борта осевой депрессии Центрального разлома материала представлена железомарганцевыми образованиями, что свидетельствует об интенсивной гидротермальной деятельности в этой области Филиппинского моря. Коренные скальные породы подняты в подчиненном количестве в виде остроугольных обломков размером до 9 см, покрытых тонкими железомарганцевыми корками. По составу они разделяются на два комплекса, различающихся, по-видимому, и по возрасту (рис. 3.23).

Первый комплекс, более древний, характеризует офиолитовые породы фундамента. Он сложен метаморфизованными базальтами, долеритами, габброидами, сильно измененными шпинелевыми гипербазитами (горнблендитами, аповерлитами, талькитами), хлорит-тремолитовыми и хлоритовыми апогипербазитовыми метасоматитами. По всей вероятности, эти породы характеризуют 3-й слой океанической коры.

Второй комплекс сложен относительно более молодыми, слабо измененными толеитовыми базальтами, отобранными, по всей видимости, из 2-го слоя океанической коры.

RG = ИДЗБ

3.5.7. Идзу-Бонинский желоб

Структура глубоководного Идзу-Бонинского желоба подверглась изучению геологическими методами в 4-м рейсе нис "Академик Александр Несмеянов" впервые. Нами опробованы океанический и островной склоны желоба (рис. 3.24, 25).

Островной склон Идзу-Бонинского желоба

Островной склон изучался на полигоне, расположенном к юго-востоку от о. Хаха. Здесь было выполнено три результативные станции, охарактеризовавшие строение склона в интервале глубин 5640-2480 м (станции Н4-83, 84, 85).

Станция Н4-83

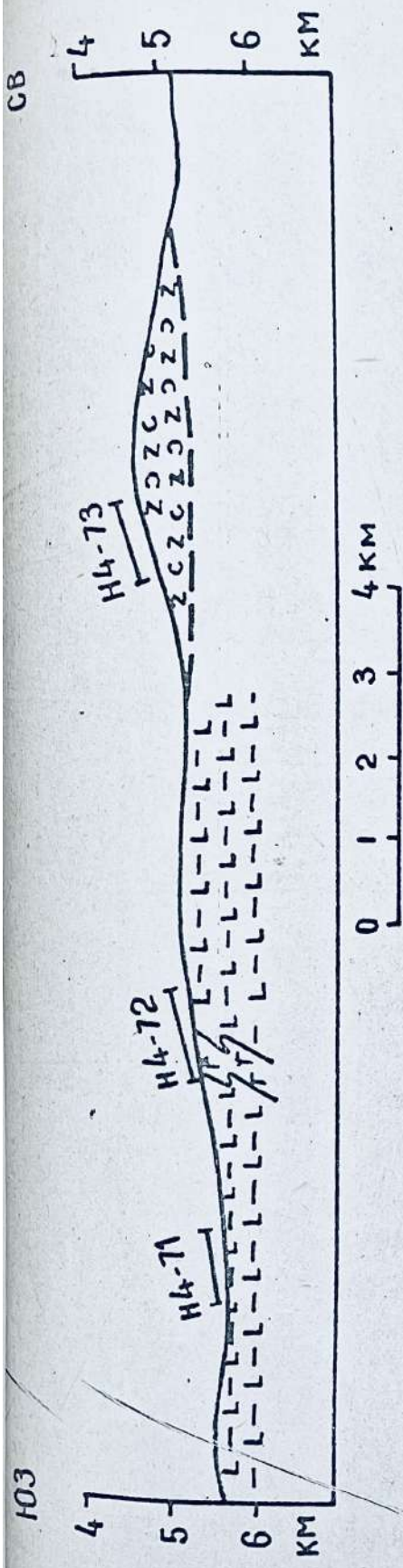
RG = ИДЗБ

ST = ИБОС

TS = ГЖОС

Островной склон Идзу-Бонинского желоба к юго-востоку от о. Хаха. Координаты станции: начало - $26^{\circ}39'0''$ с.ш., $142^{\circ}47'7''$ в.д.; конец - $26^{\circ}42'3''$ с.ш., $142^{\circ}46'8''$ в.д. Интервал драгирования 2800-2480 м.

Поднято 0,5 кг обломков пемзы и вулканического шлака (обр. Н4-83/0), несколько мелких кусочков коричневых слабо-



Условные обозначения

- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| z | z | z | c | z | z | z |
|---|---|---|---|---|---|---|

Толентовые базальты и их туфы
- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| L | - | L | - | L | - | L |
|---|---|---|---|---|---|---|

Сильно измененные верлиты, талькиты, горблендиты и апогипербазитовые метасоматиты
- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Г | Г | Г | Г | Г | Г | Г |
|---|---|---|---|---|---|---|

Метаморфизованные Долериты и габбро
- | | | | | | | |
|-------|--|--|--|--|--|--|
| H4-11 | | | | | | |
|-------|--|--|--|--|--|--|

Интервалы Драгирований

Рис. 3.23. Схематический геологический разрез зоны Центрального (Тайваньского) разлома

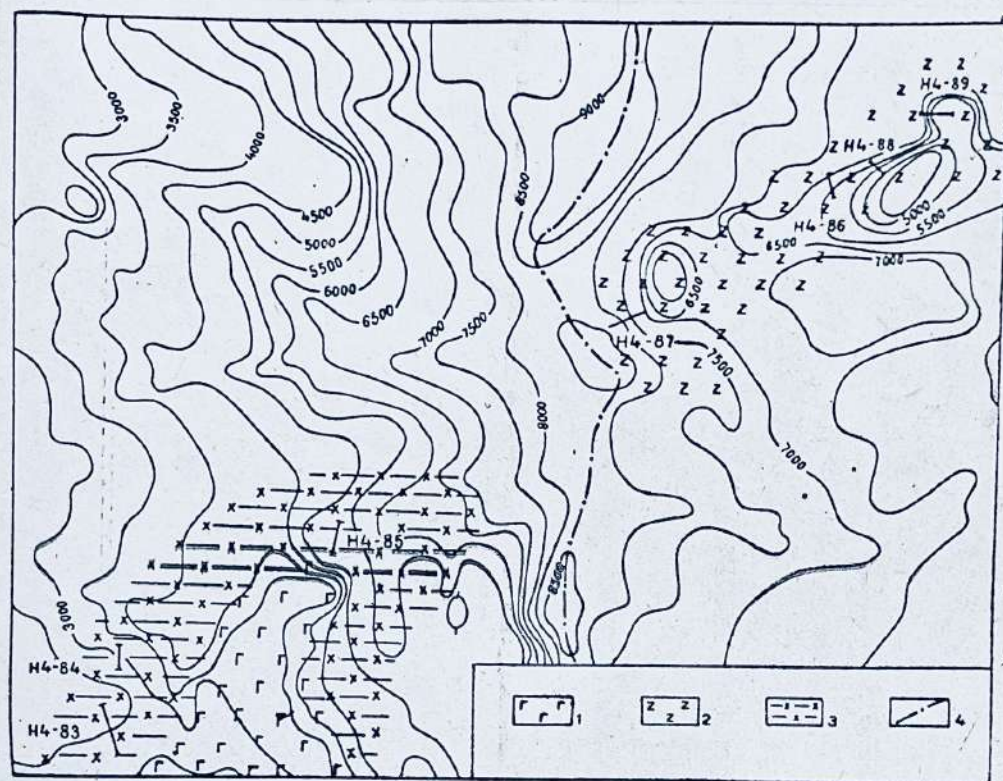


Рис. 3.24. Схематическая геологическая карта обследованного участка Идзу-Бонинского желоба (полигон H4-IX).

1 - бониниты, толеитовые базальты и пикриты;
 2 - подушечные лавы субщелочных и щелочных базальтов; 3 - сновные кристаллосланцы и гипербазиты; 4 - ось желоба.

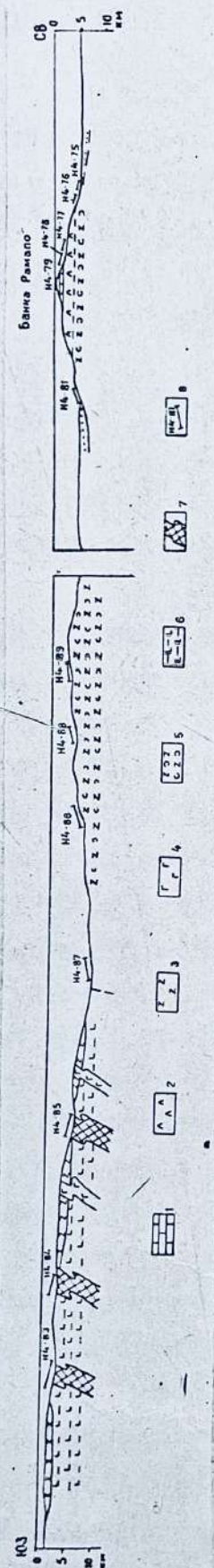


Рис. 3.25. Схематический геологический разрез Идзу-Бонинского желоба и банки Рамано.

1 - органогенные известняки (K_2 -); 2 - Щелочные оливковые и амфиболовые базальты и габброиты; 3 - подушечные лавы и туфы бонинитов, толеитовых базальтов и пикритов; 4 - долериты; 5 - подушечные лавы субщелочных и щелочных базальтов; 6 - основные кристаллосланцы (амфиболиты, гранатовые кварциты); 7 - метаморфизованные гипербазиты (дуниты и гарцбургиты); 8 - интервалы драгирований.

литифицированных осадочных пород и два мелких обломка брекчированных перидотитов размерами 2,5 x 2 x 1,2 см и 2 x 2 x 1 см, покрытых коркой железо-марганцевого вещества.

Станция Н4-84

Островной склон Идзу-Бонинского желоба к юго-востоку от о.Хаха. Координаты станции: начало - 26°46' I с.ш., 142°49' 4 в.д.; конец - 26°46' 8 с.ш., 142°49' I в.д. Интервал драгирования 2600-3000 м.

Поднято около 10 кг мелких обломков (до 10 см по длинной оси) коренных пород, 1 глыба размером 30 x 20 x 15 см слаболитифицированной осадочной породы. Среди коренных пород отмечены сильно измененные гипербазиты (серпентиниты по дунитам, перидотитам, гарцбургитам), продукты их изменения (карбонат-серпентинитовые агрегаты, глины), базальт и долерит.

1. Гипербазиты измененные (обр. Н4-84/2 II, 23, 25) встречаются в виде мелких (размерами до 10 см), преимущественно уплощенных, иногда тетраэдрической (обр. Н4-84/I, 3, 4) или округлой (обр. Н4-84/7,8) формы с многочисленными зеркалами скольжения. Породы окрашены обычно в зеленовато-черные тона, реже они осветлены до светло-зеленой окраски. В шлифах определены шпинелевые серпентиниты по дуниту (шл. Н4-84/I), состоящие из петельчатого серпентина с крупными выделениями хромистой шпинели и значительным количеством мельчайших зерен рудного минерала. В целом практически все образцы полностью замещены вторичными продуктами (карбонаты, серпентин). В некоторых обломках отмечается большое количество рудного в виде прожилков (обр. Н4-84/4). Встречены сильно трещиноватые разности (обр. Н4-84/4,6,9), а также брекчии гипербазитов (обр. Н4-84/22).

2. Гипербазит относительно свежий черного цвета (обр. Н4-84/I3) с обильным флогопитом встречен в виде угловатого обломка размером 4 x 2 x 3 см.

3. Небольшие обломки голубоватого серпентина (обр. Н4-84/I2, 20) и агрегатов серпентина и карбонатных минералов (арогонита, обр. Н4-84/I5; кальцита, обр. Н4-84/I4). Отмечен также округлый кусочек голубой глины с обломками

гипербазитов (обр. Н4-84/18).

4. Базальт зеленовато-серый пористый с незаполненными порами (Н4-84/16) в виде окатанного обломка размером около 5 см. Поры в базальте незаполненные.

5. Долерит клинопироксеновый микрозернистый (обр. Н4-84/17) серого цвета, угловатый обломок размером 2 x 3 x 2,5 см.

Станция Н4-85

Островной склон Идзу-Бонинского желоба к юго-востоку от о. Хаха. Координаты станции: начало - $26^{\circ}53'9$ с.ш., $143^{\circ}03'5$ в.д.; конец - $26^{\circ}54'8$ с.ш., $143^{\circ}02'5$ в.д. Интервал драгирования 5420-5640 м. (рис. 3.26).

Подняты глыбы, обломки и щебень коренных пород общим весом около 40 кг, представленные гиперба^{ами}зитами, базальтами, туфами базальтов, долерит^{ами}, амфиболит^{ами}, кварц^{итами}, сланца^{ми}, яшма^{ми} (рис. 3.2

1. Гипербазиты (обр. Н4-85/4-19, 23, 24, 61) представлены интенсивно измененными разностями, вплоть до нацело серпентинизированных (обр. Н4-85/2, 3, 8). Отмечены относительно свежие образцы, среди которых выделены шпинелевые гарцбургиты (обр. Н4-85/11, 12). Они отмечены в виде остроугольных обломков различной формы размерами от 3 до 20 см по длинной оси (преобладает щебеночный материал с размерами до 6-8 см). В центральных частях крупных обломков отмечаются ядра слабо измененных гарцбургитов (обр. Н4-85/2).

Некоторые образцы представляют собой тектоническую брекчию (обр. Н4-85/5, 23). В некоторых брекчированных обломках отмечены карбонатные прожилки и зеркала скольжения (обр. Н4-85/61). Иногда гиперба^{ами}зиты содержат ксенолиты серых пористых эффузивов (обр. Н4-85/24). Большинство изученных обломков размерами 3-9 см сильно изменены и практически полностью превращены в агрегат глинистых минералов (обр. Н4-85/4, 6-10, 14-17, 19). Менее измененные разности иногда имеют пятнистую текстуру (обр. Н4-85/11), или содержат прожилки, выполненные тальком, асбестом (Н4-85/12) или амфиболом (Н4-85/18).

2. Неразобранный щебень гиперба^{ами}зитов размерами 3-4 см (обр. Н4-85/20) и менее (обр. Н4-85/21, 39).

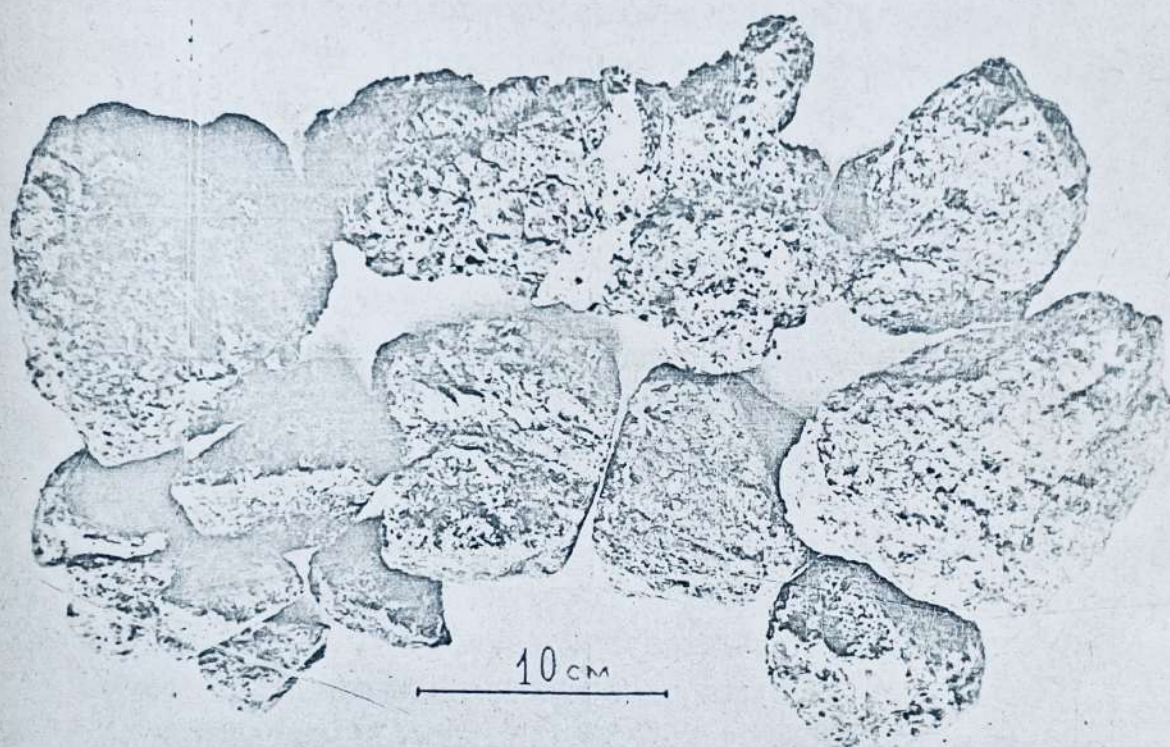


Рис. 3.26. Ст. Н4-85.

3. Базальты афировые пористые пепельно-серые (обр. Н4-85/27,28) и черные (обр. Н4-85/30), иногда с коричневым оттенком (обр. Н4-85/26). Они подняты в виде остроугольных обломков размерами 2-8 см. Под микроскопом некоторые сходные с ними макроскопические разности определены как пикриты (обр. Н4-85/29). Пory размером 3-4 мм, обычно незаполненные, иногда они более крупные, до 2 см и содержат вторичные минералы (обр. Н4-85/30). Отмечены шлаки базальтов (обр. Н4-85/40) и щелочные базальты сургучного цвета (Н"-85/32).

4. Долерит мелкозернистый серого цвета (обр. Н4-85/31).

5. Туфы базальтов литокластические (обр. Н4-85/1,25, 34-38) псефитовые серые или коричневато-серые литокластические. Туфы слагают крупный (16 см по длинной оси) и ряд мелких (2-8 см) обломков остроугольной формы. Они образованы обломками базальтов угловатой и округлой формы, представленными афировыми базальтами пепельно-серого цвета. Среди них отмечены очень мелкие обломки гипербазитов (обр. Н4-85/25). Неразобранные обломки туфов размерами < 1 см объединены в обр. Н4-85/22.

6. Амфиболиты (обр. Н4-85/41,43,44,46,47-55,59) подняты в виде мелких угловатых и уплощенных обломков размерами до 2,5 см. Они обычно полосчатые, содержат обособления эпидота. Отмечаются диафторизированные (обр. Н4-85/54) и брекчированные (обр. Н4-85/42) разности. Среди них под микроскопом ^{И.А.Тарариным} определены альбит-фуксит-эпидотовые разности амфиболитов (обр. Н4-85/41), ильменит-кварц-альбит-эпидот-амфиболовые (обр. Н4-85/43), биотит-эпидотовые (обр. Н4-85/50), кварц-ильменит-биотит-хлорит-актинолит-эпидотовые (обр. Н4-85/52), альбит-хлоритовые (обр. Н4-85/56), хлоритовые (обр. Н4-85/57) и хлорит-актинолитовые (обр. Н4-85/58), а также полосчатые гранат-актинолит-эпидот-кварцевые (обр. Н4-85/45) кристаллические сланцы.

7. Обломок яшмы сургучного цвета (обр. Н4-85/33).

Выводы. Изученный интервал островного склона Идзу-Бонинского желоба слагается, в общем, двумя комплексами пород.

Первый комплекс слагает нижние интервалы и представлен измененными гипербазитами, долеритами и кристаллослан-

цами. Подобная ассоциация пород отмечена также и в Марианском желобе (Геол. дис. ... 1980), но там этот комплекс находится в основании островного склона. В Идзу-Бонинском желобе офиолитовый комплекс встречен на более высоком гипсометрическом уровне, что, вероятно, следует связывать с тектоническим перемещением блока 3-го слоя коры.

Верхний комплекс слагает верхи исследованного интервала и образован лавами и туфами толеитовых базальтов, сходных с эффузивами Центрального разлома.

Океанический склон Идзу-Бонинского желоба и банка Рамапо

Непосредственно океанический склон желоба изучался на двух станциях (Н4-86, 88), опробовавших интервал от 4800 до 5800 м. Кроме этого, на семи станциях были опробованы банка Рамапо (станции Н4-75, 76, 77, 78, 79, 81), расположенная в 60 милях от оси глубоководного желоба и возвышенность с отметкой 3177, непосредственно примыкающая к желобу со стороны океана (станция Н4-89).

RG ИДЗБ
ST ИБОК
TS ГЖОК

Станция Н4-86

Океанический склон Идзу-Бонинского желоба. Координаты станции: начало - $27^{\circ}14'2''$ с.ш., $143^{\circ}37'1''$ в.д.; конец - $27^{\circ}15'9''$ с.ш., $143^{\circ}36'7''$ в.д. Интервал драгирования 5800-5500 м. (рис. 3.27.)

Поднято около 300 кг материала, включающего слабо-литифицированные осадочные породы (150-180 кг) со следами жизнедеятельности илоедов (некоторые глыбы этих пород покрыты мощными корками железо-марганцевого вещества), небольшое количество железо-марганцевых конкреций и около 120 кг эффузивных пород. Последние представлены резко преобладающими базальтами пиллоу-лав, щелочными базальтами и брекчиями базальтов и очень мелких железо-марганцевых микроконкреций.

1. Базальты пиллоу-лав слагают обломки секториальной формы - фрагменты подушечных лав. Обломки достигают размеров в 15 см по длинной оси. Породы массивные, темно-серые с бурым оттенком, афировые, с умеренным количеством мелких



Рис. 3.27.

пор, заполненных минералом белого цвета (апатит ?). Для большинства образцов характерна тонкая стекловатая корка закаливания (обр. Н4-86/1-14), присутствуют обломки с более мощной, до нескольких сантиметров коркой закаливания (обр. Н4-86/15-19). Отмечены округлые обломки буровато-серого пиллоу-базальта размером около 4 см, покрытые тонкой пленкой железо-марганцевого вещества (обр. Н4-85/21).

2. Щелочные базальты (обр. Н4-86/20,22) отмечены в виде небольших изометричных обломков красновато-бурого цвета с небольшим количеством мелких пор.

3. Брекчии щелочных базальтов и микроконкреций железо-марганцевого вещества, сцементированных бледно-розовым скрытокристаллическим агрегатом апатита. Они обнаружены в виде очень тяжелых остроугольных обломков неправильной формы (обр. Н4-86/23-32).

4. Железо-марганцевые конкреции с максимальным размером 10 см в диаметре (обр. Н4-86/34).

5. Слаболитифицированные осадочные породы в виде глыб и обломков размерами до 40 см (около 180 кг).

Станция Н4-88

Океанический склон Идзу-Бонинского желоба. Координаты станции: начало - $27^{\circ}16'2$ с.ш., $143^{\circ}35'0$ в.д.; конец - $27^{\circ}16'9$ с.ш., $143^{\circ}35'6$ в.д. Интервал драгирования 4800-4900 м.

Поднято около 60 кг вулканических пород (базальты пиллоу-лав, брекчии, туфы) в виде небольших глыб, обломков и щебня, а также небольшое количество железо-марганцевых корок.

I. Базальты представлены фрагментами пиллоу-лав с бурыми стекловатыми корками закаливания мощностью до 2 см. Размеры обломков составляют до 20 см по длинной оси обломков (обр. Н4-88/1-11). Породы преимущественно афировые, реже редкопорфировые (обр. Н4-88/2), с крупными выделениями (до 4 мм) плагиоклаза. Корка закаливания стекловатая, с очень редкими лейстами плагиоклаза. Породы пористые, поры обычно заполнены гидроокислами железа. Отмечаются трубчатые газопроводящие поры-каналы, расположенные перпендикулярно зоне закалки (обр. Н4-88/1). На некоторых образцах отмечаются оторочки толщиной 0,5 см, выполненные агрегатом смектитов и апатита.

(обр. Н4-88/3,4,5).

2. Брекчий базальтов (обр. Н4-88/12-15), состоящие из обломков базальтов размерами 1-2 см, сцементированных агрегатом смектитов и апатита розового цвета. С поверхности образцы брекчий покрыты тонкой коркой железо-марганцевого вещества.

3. Туфы базальтов псефито-псаммитовые литокластические (обр. Н4-88/16,17).

4. Глыба железо-марганцевых образований в виде крупного (35 x 25 x 15 см) фрагмента мощной корки. Содержит мелкие обломки ожелезненных красновато-серых афировых пористых базальтов.

Станция Н4-89

ИБОК

ИД1Б

ПГ

Возвышенность с отметкой 3177 м в 60 милях к западу от б. Рамапо, прилегающая к Океаническому борту Идзу-Бонинского желоба. Координаты станции: начало - $27^{\circ}16'1''$ с.ш., $144^{\circ}08'2''$ в.д.; конец - $27^{\circ}17'0''$ с.ш., $144^{\circ}11'1''$ в.д. $H = 4100 - 3200$

Поднято около 1,5 кг образцов горных пород, из которых 1,5 кг представлено эффузивами основного состава и продуктами их гидротермальной переработки, и 0,2 кг - слабоуплотненными осадочными образованиями.

Среди эффузивных пород определены базальты пористые афировые. Они слагают остроугольные обломки размерами 2-8 см (наиболее крупные имеют размеры 8 x 8 x 6 см (обр. Н4-89/1), 4 x 3 x 2 см (обр. Н4-89/2) и 3 x 2 x 1,5 см (обр. Н4-89/3)). Обломки базальтов покрыты тонкой коркой железо-марганцевого вещества. Отмечены образцы с характерной для пиллоу-лав бурой стекловатой корочкой закаливания толщиной 3 мм (обр. Н4-89/2). Пory заполнены белым минералом или гидроокислами железа.

Продукты гидротермальной переработки базальтов представлены агрегатами смектитов в виде мелких (до 2,5 см) угловатых обломков угловатой и округлой формы.

RG

ИД3Б

ST

РАМ

TS

ГА

Станция Н4-75

Восточный склон банки Рамапо (к востоку от Идзу-Бонинского желоба, полигон 8). Координаты станции: начало $27^{\circ}18'6''$ с.ш., $145^{\circ}27'4''$ в.д.; конец - $27^{\circ}21'2''$ с.ш., $145^{\circ}27'8''$ в.д. Интервал драгирования 4860-4720 м.

Поднято пять мелких (3-5 см) обломков пемзы (обр. Н4-75/1) и несколько мелких (до 5 см) обломков слаболитифицированных глинистых пород, покрытых тончайшими налетами железо-марганцевого вещества (обр. Н4-75/2).

Станция Н4-76

Восточный склон банки Рамапо (к востоку от Идзу-Бонинского желоба, полигон 8). Координаты станции: начало - $27^{\circ}18'3''$ с.ш., $145^{\circ}25'6''$ в.д.; конец - $27^{\circ}18'1''$ с.ш., $145^{\circ}23'7''$ в.д. *Итерия Дрейкленд 4320-3680*

Поднято около 70 кг осадочных пород, включающих обломки пемзы, железо-марганцевые образования (корки, конкреции) и остроугольные обломки эффузивов (базальты афировые, базальты оливин-клинопироксеновые, оливиновые и клинопироксеновые).

1. Осадочные и туфогенноосадочные слаболитифицированные породы (обр. Н4-76/0), включающие обломки пемзы и железо-марганцевые образования, резко преобладают среди поднятого материала.

2. Железо-марганцевые конкреции характеризуются вытянутой и округлой формой. Они имеют размеры до 4,5 см по длинной оси. В ядре одной из них обнаружен обломок белого полосчатого минерала - апатита (обр. Н4-76/17).

3. Железо-марганцевые корки имеют толщину до 4 см и отмечены в виде фрагментов размерами до 6 x 5 x 4 см (обр. Н4-76/18).

4. Базальты афировые (обр. Н4-76/1, 3, 7-9, 11, 13, 15, 16) подняты в виде угловатых обломков размерами до 12 см по длинной оси (преобладают обломки размером менее 6 см). Породы пористые, поры размерами до 2 мм частично заполнены белыми вторичными минералами или гидроокислами железа. Отмечаются ожелезненные разности. Цвет черный (обр. Н4-76/3), иногда коричневато-серый (обр. Н4-76/9) или коричневый (обр. Н4-76/11).

5. Базальты порфировые, среди которых по составу вкрапленников выделяются оливин-клинопироксеновые (обр. Н4-76/2, 5, 6, 14), оливиновые (обр. Н4-76/4, 10) и клинопироксеновые (обр. Н4-76/12) разности. Оливин-клинопироксеновые базальты имеют преимущественно темную (черную, темно-серую) окраску. Они пористые, вкрапленники достигают размеров 0,5 см. Оливиновые и клинопироксеновые базальты также черные и темно-

серые с крупными порфировыми выделениями соответственно оливина и клинопироксена.

Станция Н4-77

Восточный склон банки Рамапо (восточнее Идзу-Бонинского желоба, полигон 8). Координаты станции: начало - $27^{\circ}18'0$ с.ш., $145^{\circ}19'3$ в.д.; конец - $27^{\circ}18'1$ с.ш., $145^{\circ}19'7$ в.д. Интервал драгирования 2200-2160 м.

Поднято около 15 кг глыб и обломков коренных пород, включающие две крупные глыбы (25 x 15 x 12 см и 20 x 10 x 10 см) редкопорфировых базальтов и большое количество более мелких (5-7 см) обломков, среди которых отмечаются также и афировые разности базальтов.

1. Базальты редкопорфировые, серые, покрытые тонкой корочкой железо-марганцевого вещества (обр. Н4-77/2,3,6,8,9,12,14), слагают две наиболее крупные глыбы, слабо брекчированные (обр. Н4-77/2,3), и более мелкие обломки. По трещинам глыбы отмечаются вторичные минералы (сметиты, кварц), иногда образующие прожилки в сильно измененных разностях (обр. Н4-77/14).

2. Базальты афировые, серые, также покрыты коркой железо-марганцевых образований (обр. Н4-77/4,5), слагают мелкие обломки размером до 7 см, иногда тектонически брекчированы (обр. Н4-77/10,11), нередко сильно выветрелые (обр. Н4-77/13,15,17). Отмечены нацело смектитизированные образцы, исходным материалом для которых послужили, вероятно, породы базальтового состава (обр. Н4-77/18,19).

3. Туф базальтов слагает удлинённый обломок (обр. Н4-77/16), состоящий из обломков серых базальтов размером до 1 см. Туф участками сильно изменен.

4. Фосфорит розового цвета (обр. Н4-77/20) в виде мелкого обломка неправильной формы, покрытого тонкой корочкой железо-марганцевого вещества.

5. Корки железо-марганцевых образований (обр. Н4-77/1)

Станция Н4-78

Восточный склон банки Рамапо (к востоку от Идзу-Бонинского желоба). Координаты станции: начало - $27^{\circ}18'2$ с.ш., $145^{\circ}18'9$ в.д.; конец - $27^{\circ}18'2$ с.ш., $145^{\circ}18'3$ в.д. Интервал драгирования 1850-1200 м.

Поднято около 7 кг обломков органогенных известняков, включающих уплощенную глыбу размером 20 x 30 x 10 см с раковинами моллюсков. Органические остатки позволяют предполагать позднемеловой возраст известняков.

На станции поднято также небольшое количество железомарганцевых корок.

Станция Н4-79

Вершина банки Рамапо. Координаты станции: начало - $27^{\circ}18'5$ с.ш., $145^{\circ}11'3$ в.д.; конец - $27^{\circ}18'0$ с.ш., $145^{\circ}14'1$ в.д. *Интервал драгирования 250-120*

Поднято около 30 кг обломков органогенных известняков, предполагаемый возраст (по планктонным фораминиферам) поздний миоцен - ранний плиоцен.

Станция Н4-81

Основание западного склона банки Рамапо. Координаты станции: начало - $27^{\circ}19'1$ с.ш., $144^{\circ}57'9$ в.д.; конец - $27^{\circ}19'7$ с.ш., $144^{\circ}59'6$ в.д. Интервал драгирования 4800-44 00 м.

Поднято около 0,5 кг пемзы и железомарганцевых корок.

Выводы. Полученные данные показывают, что океанический склон желоба резко отличается по строению от островного. В пределах изученного интервала склона, а также в основании банки Рамапо и безымянной возвышенности 3177 м залегают подушечные лавы субщелочных базальтов. В разрезе банки Рамапо они перекрыты щелочными базальтами, а наиболее верхние, включая вершинные участки, сложены органогенными известняками.

3.5.8. Подводная гора Комахаси-Дайни

Эта структура расположена в пределах северной части хребта Кюсю-Палау. Минимальная глубина над уплощенной вершиной горы составляет 289 м, над усредненным профилем гребня хребта Кюсю-Палау она возвышается на 2200 м, а окружающую её в этом районе участки абиссальной равнины дна Филиппинского моря имеют в среднем глубины от 4000 до 4500 м.

Во втором этапе 4-го рейса был драгирован южный склон горы Комахаси-Дайни в интервалах 2200-1700, 1500-1340 и

520-400 м (ст. Н4-90-92, 93).

Станция Н4-90

Южный склон подводной горы Комахаси-Дайни в северной части хребта Кюсю-Палау (Филиппинское море). Координаты станции: начало - $29^{\circ}49'6''$ с.ш., $133^{\circ}20'6''$ в.д.; конец $29^{\circ}49'7''$ с.ш., $133^{\circ}20'6''$ в.д. Интервал драгирования 1500-1340 м.

Поднято 120-150 кг остроугольных глыб, обломков, щебня, крупных валунов, представленных преимущественно гранодиоритами, а также небольшое количество корок железо-марганцевого вещества и несколько галек (рис. 3.28).

I. Гранодиориты биотит-роговообманковые среднезернистые, диафторизованные (обр. Н4-90/1-9), слагают подавляющее количество глыб, обломков и валунов, поднятых на станции. Они обычно покрыты с поверхности корками и пленками железо-марганцевого вещества. Отмечены гомеогенные включения сравнительно более меланократовых кварцевых диоритов (обр. Н4-90/6, 10). Некоторые образцы бластокатаклазированы и рассланцованы (обр. Н4-90/9), иногда претерпевшие гидротермальное изменение. Две крупные глыбы (30 x 20 x 15 см) сложены интенсивно измененными гранодиоритами, с поверхности сильно выветрелыми. Одна из крупных глыб (24 x 18 x 6 см) сложена относительно свежим гранодиоритом. Крупнейший из поднятых на станции валун гранодиорита размером 40 x 30 x 10 см имеет на поверхности фрагмент конгломерата с известковым цементом и размерами 10 x 10 x 5 см. Обломки в этом конгломерате имеют размеры 3-5 см и представлены гранодиоритами. По-видимому, и весь этот валун представляет собой фрагмент глыбового конгломерата. С поверхности валун покрыт пленкой и корками железо-марганцевого вещества, что свидетельствует о его обособлении из слоя (линзы) конгломератов задолго до момента драгирования.

ST = KQMD

Станция Н4-91

PG = ФЛПН

TS = ПГ

Южный склон подводной горы Комахаси-Дайни в северной части хребта Кюсю-Палау (Филиппинское море). Координаты станции: начало - $29^{\circ}50'2''$ с.ш., $133^{\circ}21'5''$ в.д.; конец - $29^{\circ}51'1''$ с.ш., $133^{\circ}21'6''$ в.д. Интервал драгирования 2200-1700 м.



Рис. 3.28.

Поднято около 300 кг остроугольных глыб и обломков, валунов, щебня коренных пород. Предварительный просмотр каменного материала позволил разделить его на следующие группы: конгломераты в виде цельных фрагментов, дезинтегрированный обломочный материал конгломератов, обломки без примазок известкового цемента и железо-марганцевые корки (рис. 3.29).

I. Конгломераты подняты в виде фрагментов различных размеров — от первых сантиметров до полуметра, среди которых преобладают целики уплощенной формы. Общий вес целиков конгломератов около 100 кг. В обломочной части конгломератов присутствуют: а) гальки и полуокатанные обломки размерами 10 x 20 см, представленные среднезернистыми гранодиоритами, состоящими из кварца, плагиоклаза и подчиненного количества роговой обманки и биотита. Гранодиориты резко преобладают в обломочной части конгломератов. б) окатанные и остроугольные обломки сильно измененных субвулканических пород (диабазов) с размерами до 10 см, присутствующие в резко подчиненном количестве относительно гранодиоритов; в) мелкий щебень размером до 5 см гранодиоритов, аналогичных слагающим вышеописанные гальки; г) гравий гранодиоритов и диабазов с размерами обломков до 1 см. Цементирующая масса конгломератов белого цвета, пелитоморфная, известковистая. Цемент имеет органическое происхождение, поскольку включает многочисленные остатки раковин и фрагменты кораллов. Местами он имеет светло-серую окраску за счет примеси песчаного терригенного материала.

2. Дезинтегрированный обломочный материал вышеописанных конгломератов общим весом около 80 кг представлен гальками разных размеров — от 5-10 см до 20 см, в целом более крупными, чем отмеченные в целиках конгломератов. Отмечен крупный валун правильной эллипсоидной формы размером около 35 см по длинной оси. Весь материал этой группы представлен гранитоидами, аналогичными описанным в I-й группе. Большинство галек имеют примазки известкового материала, иногда на их поверхности отмечаются довольно крупные фрагменты известковистых конгломератов гравийной и мелкогалечной размерности, что доказывает их принадлежность к конгломератам, нарушенную, возможно, в процессе драгирования.



Рис. 3.29.

3. Обломки остроугольные и полуокатанные без примазок известковистого материала имеют общий вес около 80 кг и размеры от 10 до 65 см. Эти обломки, по-видимому, не имеют отношения к конгломератам. Все они с поверхности покрыты пленкой гидроокислов железа или коркой железо-марганцевых образований. Обломки сложены сильно измененными вулканическими и субвулканическими породами — диабазами, порфиритами.

4. Фрагменты железо-марганцевых корок подняты в виде нескольких крупных обломков размерами 20-25 см общим весом 2-3 кг. Сюда же относятся и более мелкие (3-5 см) обломки железо-марганцевых образований общим весом около 3 кг.

Станция Н4-92

Там же, что и станции Н4-91,90. Координаты станции: начало — $29^{\circ}50'6$ с.ш.; $133^{\circ}19'8$ в.д.; конец — $29^{\circ}51'79$ с.ш., $133^{\circ}19'9$ в.д. Интервал драгирования 520-400 м.

Коренных пород на станции поднято не было. В драге обнаружен фрагмент современных дендровидных кораллов размером около 0,5 м.

Выводы. Поднятый драгами каменный материал позволяет предполагать в пределах изученного участка дна наличие интрузивного массива, сложенного преимущественно гранодиоритами и пронизанного дайками диабазов, на размытой поверхности которого залегает пачка конгломератов с известковистым цементом.

I. Интрузивный комплекс сложен среднезернистыми биотит-роговообманковыми гранодиоритами. Породы обычно диафторизованы, бластокатаклазированы, иногда содержат гомеогенные включения более меланократового состава (ст. Н4-90,91). Они подняты в виде крупных глыб, обломков, остроугольных и полуокатанных, а также в виде валунов и гальки.

В строении комплекса принимают участие, по-видимому, также плагиограниты и тоналиты, известные по результатам драгирования более ранних экспедиций — нис "Пегас" в 1971 г (Остапенко, Нарыжный, 1976), в II-м рейсе по проекту "GDP" в 1974 г. (Mizuno e.a., 1975), нис "Каллисто" в 1975 г. (Евланов и др., 1979). Возраст этих пород определен радиологическим методом и по взаимоотношениям с перекрывающими их известняками как палеогеновый. По данным, полученным в перечисленных экспедициях, интрузивные породы развиты в интервале

глубин от 900 до 1200 м. Наши исследования в 4-м рейсе нис "Академик Александр Несмеянов" показывают, что гранодиориты слагают и более глубокие участки склона - до 1700 м. Весьма вероятно, что выше по разрезу интрузива они имеют тенденцию к осветлению и замещению плагиогранитами.

2. Конгломераты с органогенным известковистым цементом подняты на ст. Н4-90,91. В качестве обломочного материала они включают гальку, окатанные угловатые и остроугольные обломки преимущественно интрузивных пород, аналогичных вышеописанным гранодиоритам. В конгломератах отмечаются также окатанные и остроугольные обломки сильно измененных субвулканических пород (диабазов, порфиритов). Все они сцементированы пелитоморфной известковистой массой белого цвета, насыщенной многочисленными органическими остатками гастропод, пелеципод, кораллов и имеющей, вероятно, рифогенное происхождение.

Подобные рифогенные известняки с раковинами гастропод, моллюсков, обломками кораллов были обнаружены также и в предыдущих экспедициях, упомянутых выше. Однако, конгломераты, в которых цемент имеет рифогенное происхождение, а обломочная составляющая представлена исключительно гранодиоритами, были подняты в пределах горы впервые. Эти конгломераты, по-видимому, занимают промежуточное положение в разрезе между интрузивными породами, выходящими в свое время на дневную поверхность и претерпевшими интенсивную эрозию, и рифогенными отложениями, длительное время накапливающимися в пределах изученного района в условиях устойчивого погружения под уровень моря. Если исходить из позднемиоценового возраста рифогенных известняков, определенного Т.Г.Катишевич для образцов, поднятых в 4-м рейсе "Каллисто" (Евланов и др., 1979), то время формирования поднятых нами конгломератов можно оценить как ранне-среднемиоценовое.

3.5.9. Подводные горы в пределах восточного борта желоба Рюкю-Нансей

Здесь были драгированы две одиночные подводные возвышенности. На первой из них выполнена одна станция с координатами $29^{\circ}25'4$ с.ш. и $132^{\circ}46'7$ в.д. С юго-западного склона этой

Ст. Н4-93

горы было поднято около 2 кг слаболитифицированных осадочных пород. Они представлены желтовато-коричневыми мягкими слабоуплотненными глинами предположительно плиоцен-плейстоценового возраста.

Вторая подводная гора расположена в 30 милях юго-восточнее от первой также в пределах восточного борта желоба Рюкю-Нансей. Здесь выполнено две станции (ст. Н4-94, 95), но лишь одна из них была результативной (ст. Н4-95). Судя по предварительным результатам изучения полученного каменного материала, опробованные склоны в интервале глубин 3240-2600 м сложены вулканогенными породами. Драгой поднято два небольших (до 10 см) остроугольных обломка эффузивов, визуально определенных как андезито-базальты и несколько обломков пемзы, размеры которых не превышают 7-10 см. Основной объем драгированного материала представлен фрагментами железо-марганцевой корки различных размеров (до 50 см), мощность корки достигает 15 см. Общий вес поднятых железо-марганцевых образований составляет около 50 кг.

RG = P10

ST P10 OM

TC = 17X1

НСГ 28°

131°28'

кону

28°36.8'

131°28.4'

(Минимум)

из турции

Засея

деву

по жем

и дрессу

9. ОТЧЕТ ГРАВИМЕТРИЧЕСКОГО ОТРЯДА

Состав отряда:

1. Цыкора Всеволод Николаевич - начальник отряда
2. Соловьев Валерий Дмитриевич - м.н.с., к.г.-м.н.
3. Яковенко Владимир Николаевич - инженер-приборист

После первого этапа рейса ушел Соловьев В.Д., а отряд попол-
нился следующими сотрудниками:

4. Новожилова Татьяна Васильевна - ст. инженер
5. Иванов Александр Реевич - лаборант.

9.1. Цель и основные задачи.

Организация работ и распределение обязанностей.

Северо-западная часть Тихого океана и окраинные моря его запад-
ной части представляют большой интерес с точки зрения изучения строе-
ния, динамики и эволюции, активной тектонической системы "дуга-желоб".
Поэтому в регионе за последние 10 лет выполнен значительный объем гео-
лого-геофизических исследований, позволяющий более уверенно проводить
комплексную интерпретацию данных. Важное место при интерпретации при-
надлежит построению плотностных моделей литосферы океана. Современная
методика построения таких разрезов позволяет не только уточнить строение
основных горизонтов океанической коры и выделить области развития круп-
ных мантийных неоднородностей, но и оценить мощность коры и литосферы
основных структур океанического дна.

Цель гравиметрических исследований в 4-м рейсе НИС "Академик Алек-
сандр Несмелов" - изучение характера распределения аномалий поля силы
тяжести как по обе стороны границы "океан-континент", так и над круп-
ными структурами океанического дна и некоторых океанических морей.

Создание современных моделей глубинного строения крупных струк-
тур северо-западной части Тихого океана - возвышенности Матского, Япон-
ского и Курило-Камчатского желобов, Филиппинского и Ижно-Китайского.

окраинных морей по материалам гравиметровой съемки является конечной целью гравиметрических исследований в рейсе.

Таким образом, по результатам четвертого рейса будет сделан определенный вклад в фундаментальные исследования развития океанов новой гипотезы тектоники плит и их спрединга. С другой стороны гравиметрические исследования по системе профилей в районе пельфа и морского склона Вьетнама позволяет получить новые данные о структурно-геологических особенностях этого важного по перспективности на месторождения горючих газов и нефти региона. Необходимо отметить, что построение моделей возможно лишь с применением мощных ЭВМ. Поэтому заключительный этап интерпретации гравиметрических данных будет выполнен после рейса на базе ЭВМ М-40-30 в Институте геофизики им. С.И.Субботина АН УССР, г.Киев.

Конкретными задачами гравиметрической съемки являются:

1. Получение качественных материалов изменения силы тяжести по запроектированным профилям.
2. Выполнение опорных и контрольных гравиметрических измерений.
3. Сбор и подготовка сопутствующих данных по координированию судна и рельефу дна.
4. Первичная обработка полученного материала.

Построение и предварительная интерпретация графиков силы тяжести наиболее интересных участков маршрутной съемки.

Организационно работы гравиметрического отряда распределялись следующим образом:

- оперативно-методическое и научное руководство - Цыкора В.Н.
- научное руководство - Соловьев В.Д. /1-й этап/
- работа гравиметрических комплексов, их текущий и планово-профилактический ремонт - Яковенко В.Н.

- вахты при профильных гравиметрических измерениях и работе на корабельных опорных гравиметрических пунктах /ОГП/

1,4 /0,00-4,00; 12,00-16,00/ - Яковенко В.Н.

2,5/4,00-8,00; 16,00-20,00/ - Соловьев В.Д. /1-й этап/

- Иванов А.Р. /2-й этап/

3,6 /8,00-12,00; 20,00-24,00/ - Цыкора В.Н.

- эталенировка и проверка аппаратуры до и после рейса в условиях базовой лаборатории в Институте геофизики АН УССР, г.Киев - Соловьев В.Д., Яковенко В.Н.

- установка и пуск в эксплуатацию гравиметрических комплексов на НИС "Академик Александр Несмеянов" - первоначальный состав отряда

- опорные гравиметрические наблюдения в порту Владивосток, бухте Малокурильская /О.Шикотан/ и порту Сингапур - первоначальный состав отряда.

- первичная обработка лент - Иванов А.Р., Цыкора В.Н., Яковенко В.Н.

- обработка опорных гравиметрических наблюдений - Яковенко В.Н.; Соловьев В.Д., Цыкора В.Н.

- полевая обработка материалов /подготовка исходных данных для счета на ЭВМ/ - Соловьев В.Д., Новожилова Т.В.

- ведение журнала координат - Новожилова Т.В.

- ведение журнала рельефа дна - Новожилова Т.В.

- построение графиков ¹⁹ по некоторым профилям съемки - Соловьев В.Д., Цыкора В.Н., Яковенко В.Н.

- предварительная интерпретация материалов съемки - Соловьев В.Д., Цыкора В.Н.

- подготовка, написание и оформление отчета - весь состав

В обеспечении получения данных, сопутствующим гравиметрическим исследованиям, принимали участие следующие группы, отряды и на-

учные сотрудники:

- координирование судна обеспечивала группа судовождения /капитан Наделяев В.П./
- съемку рельефа дна, графические материалы по профилям дна и прокладки курсов обеспечивал геоморфологический отряд /начальники отряда Казанский Б.А. - 1-й этап и Мельниченко В.И. - 2-й этап/
- постоянное содействие в выполнении научной программы исследований и консультации отряд получал от начальника экспедиции доктора геолого-минералогических наук Васильева Б.И. и его заместителей по научной части кандидатов г.-м.наук Шевалдина В.В. и Безверхнего В.Л.

Всем указанным товарищам гравиметрический отряд выражает глубокую благодарность.

9.1.1. Приборы и оборудование, их техническая характеристика.

Методика работ

Гравиметрическая съемка проводилась на борту НИС "Академик Александр Несмелнов". Водоизмещение судна 6350 т, длина 111 м, ширина 16,6 м, средняя осадка 5,7 м.

Для измерения гравитационного поля использовались два морских гравиметрических комплекса ГИГКА-1 изготовления "Амморгеология" ИГ СССР /г.Геленджик/, модернизированные силами лаборатории морской геофизики ИГ им.С.И.Субботина АН УССР. Они предназначены для непрерывного измерения приращения силы тяжести по маршруту следования судна.

В состав гравиметрического комплекса ГИГКА-1 входят:

- ги-ростабилизированная платформа /ГСП/;
- преобразователь напряжения /х120В, 500 Гц;
- пульт управления ГСП;
- пульт управления морскими гравиметрами;
- многоканальный регистратор;

- два морских гравиметра.

В 4-ом рейсе НИС "Академик Александр Несмеянов" гравиметрические комплексы были укомплектованы следующим оборудованием и приборами:

1. ГСП "Север" - №60, вып. 1973г. и № 013, вып. 1977 г.

Обеспечивают стабилизацию установленных на них гравиметров относительно вертикали с точностью $\pm 3-5$ угл. мин. при возмущающих ускорениях до 70 гал с периодом 5-10 сек. Предельный угол наклона, отрабатываемый ГСП, составляет 30° . Электропитание 3х120 В, 500 Гц; потребляемая мощность 400 ВА. Габариты 860х600х480 см.

Система коррекции ГСП модернизирована. Она снабжена специальным разгрузочным усилителем /каждая ось стабилизации в отдельности/. Она обеспечивает более высокую чувствительность системы /в несколько раз/, благодаря чему увеличивается в свою очередь надежность и точность работы системы коррекции ГСП.

2. Преобразователи напряжения АМГ-202Б. Служат для электро-снабжения ГСП-3х120В, 500 Гц. Электропитание 3х220В, 50 Гц; потребляемая мощность 750 ВА. Габариты 500х350х280 мм.

3. Пульты управления ГСП - № 06; № 013. Служат для коммутации электроузлов ГСП, контроля и управления работой ГСП. Габариты 70х40х25 см.

4. Пульты управления гравиметров - № 7 и № 9; № 28 и № 29. Служат для коммутации и питания цепей гравиметров, схем контроля и управления. Содержат:

- блок питания и управления термостата,
- стабилизатор тока накала лампочки осветителя,
- активный фильтр выходного сигнала фотоэлектрического преобразователя. Электропитание 220 В, 50 Гц; потребляемая мощность 250 ВА. Габариты 12х48х38 см. Принципиальные схемы блоков пульта

управления модернизированы в лаборатории морской геофизики ИГ им. С.И.Субботина АН УССР.

Стабилизатор накала лампочки осветителя выполнен на интегральной микросхеме и имеет коэффициент стабилизации порядка 1000. Усилитель выходного сигнала, выполненный по схеме активного фильтра с применением интегральных микросхем, эффективно выделяет низкочастотную составляющую, которая соответствует изменению гравитационного поля, и подавляет высокочастотную составляющую, связанную с воздействием возмущающих ускорений.

5. Многоканальные аналоговые регистраторы КСП 4. Служат для записи показаний гравиметров. Основные технические данные: предел измерения ± 5 мВ; Класс точности 0,25; ширина рабочей части диаграммной ленты 250 мм; скорость протяжки ленты - 60; 180; 600; 1800, 2400 и 7200 мм/час; период опроса каналов - 4 и 12 сек; количество каналов - 12 шт; электропитание 220 В, 50 Гц; потребляемая мощность 150 ВА.

6. Гравиметры морские ГАМ-ЖЗ- №7 и 9, вып.1973 г., №38 и 29, вып.1977г. Служат для непрерывного измерения приращения гравитационного поля на борту экспедиционного судна.

Тип гравиметров - астазировавшие кварцевые с жидкостным заполнением, что обеспечивает критическое демпфирование маятника чувствительной системы. Последняя выполнена в виде статических пружинных весов по принципу маятника Голицина и работает по схеме неполной компенсации гравитационных и инерциальных ускорений.

Ось вращения маятника является горизонтально натянутая кварцевая нить. Сам маятник уравнивают три кварцевые пружины. Постоянный упругий момент главной пружины компенсирует более 99% ускорения силы тяжести. Регулируемые моменты диапазонной и измерительной пружин компенсирует основную часть планетарного изменения гравитационного поля, а остаточное влияние аномального поля и инерциальных уско-

корений регистрируется по углу отклонения маятника чувствительной системы от горизонта.

Непрерывная регистрация положения маятника осуществляется при помощи оптико-электрической преобразовательной системы.

Термостаты гравиметров - двухступенчатые электрические с порогом термостатирования $\pm 0,1^{\circ}$.

Технические данные гравиметров ГАК-ЖЗ

Наименование параметров	№ 7	№ 9	№ 28	№ 29
1	2	3	4	5
Инструментальная точность		от 2 до 3 мгл		
Отсчетная точность		от 0,3 до 0,5 мгл		
Ток накала лампочки /мА/	340	380	330	330
Цена деления шкалы регистратора		не более 5,0 мгл/деление		
Цена оборота микровинта /мг/				
диапазонный	1416	700	486	978
измерительный	101,5	127,5	116,0	106,3
Возможное кол-во оборотов		от 1 до 14		
Постоянная времени в минутах				
без фильтра	10,2	8,1	8,3	9,8
с фильтром	12,1	11,7	13,2	10,0
Угловая чувствительность				
/угл.сек/мг/	2,12	1,22	3,17	1,38
Рабочая температура термостатирования $^{\circ}\text{C}$ /	43,6	44,5	38,5	41,5
Время вхождения термостата в режим		от 2 до 3 суток		

Наименование параметров	№7	№9	№28	№ 29
Цена деления контрольного термометра /°С/	0,2	0,2	0,2	0,2
Коэффициент смещения нуля/пункта /мг/сутки/	от 0,3 до 1,5			
Цена деления жидкостных уровней	30"	15"	30"	30"

Как следует из анализа приведенных данных, и использовавшиеся приборы ГАР-МЗ по своим параметрам соответствуют требованиям, предъявляемым к морским гравиметрам для проведения съемки в открытом море.

7. Часы электронные индикаторно-сигнальные, с кварцевой стабилизацией созданы в лаборатории морской геофизики ИГ им.С.И.Субботина АН УССР. Использовались для автоматического нанесения меток времени с интервалом пять минут на ленты-гравитограммы регистраторов КСП4.

Для координирования и производства промера глубин в целях обеспечения гравиметрической съемки использовались следующие штатные судовые средства:

- спутниковый навигационный комплекс "Цикада", индикатор "Жуна" Точность координирования судна не хуже 0,5 угл. минут /0,5 мили/.

- во втором этапе рейса введена в эксплуатацию навигационная спутниковая система JL E-3200 /Япония/, точностью координирования судна не хуже 0,1 угл. минут /0,1 мили/, средняя частота координирования судна 2-3 часа.

- эхолоты ГЭЛ-2 - 2 компл. Определение глубины до 10 км, точность не хуже 0,15%.

- гироскопы "Вега" ВГ-1А - 2 компл.

- лаг ИЛ-2.

Гравиметрические комплексы ГНГКА-1 были установлены в помещении 726а, расположенном на 7-й палубе /помещение гиросплатформ/,

Диаметральная плоскость судна проходит практически по середине помещения, а его центр находится на расстоянии 6,6 м от миделя /73 и шпигот/ к носу. Палуба помещения ниже конструктивной ватерлинии судна на 1,2 м.

ГСП М60 и М013 установлены так, что их продольные оси ориентированы в направлении нос-корма, параллельно диаметральной плоскости.

На каждой ГСП было установлено по два гравиметра. Их маятники ориентированы вдоль продольной оси платформы и навстречу друг другу. Преобразователи АМГ-202Б были установлены в помещении гироскопов /помещение 726/.

В лаборатории были - часы судовые, телефон, громкоговорящее переговорное устройство с ходовой рубкой.

Отсутствовали - репитер гироскопа, репитер лага, курсограф, кренометр, дифференциметр, барометр-анероид, психрометр, термометр, индивидуальный кондиционер, судовая радиотрансляционная сеть.

Сигналы точного времени передавались по переговорному устройству с ходового мостика.

При подготовке к экспедиционным работам на лис "Академик Александр Несмеянов" приборы ГАИ-ЖЗ и ГСП "Север", предназначенные для производства гравиметрической съемки, были подвергнуты калибровке, поверочным испытаниям и эталонировке согласно требованиям ИГ-78 /§ 25/ и соответствующих инструкций и наставлений по эксплуатации / 3 -5/.

Эти работы были проведены в апреле - мае 1984 г. в лаборатории морской геофизики ИГ им.С.И.Субботина АН УССР.

ГСП "Север" после профилактического ремонта и наладки проверялись на стенде-иммитаторе килевой и бортовой качки судна, созданном в лаборатории морской геофизики ИГ АН УССР. Стендовые испытания

показали, что ГСП № 06 и № 013 способны обрабатывать наклоны до 20° при стабилизации относительно плоскости горизонта установленных приборов с паспортной точностью $\pm 5''$.

Подготовка гравиметров объединяла:

- поверку положения оси чувствительности приборов ~~Автомат~~ поверка положения нульпунктов уровней/,
- поверку цены оборота измерительного микровинта,
- поверку устойчивости работы термостатов,
- определение периода стабилизации хода смещения нульпункта.

Поверка положения уровней гравиметров, как и цена оборота микровинтов, производилась методом наклона с использованием УЭГП-2, № 18, вып. 1974г.

Методика юстировки положения уровня нити базировались на свойстве симметричности зависимости показаний гравиметра от наклонов нити чувствительной системы относительно горизонтального положения. То есть, когда установка прибора по уровню с пузырьком по середине действительно соответствует положению нити чувствительной системы в плоскости горизонта, тогда одно и то же показание гравиметра будет наблюдаться при одинаковых углах наклона нити и выше и ниже горизонта.

Юстировка положения уровней маятника чувствительных систем гравиметров выполнялась по обычной методике путем определения положения минимума чувствительности к наклону.

Поверка показала, что уровни обеспечивают положение чувствительных систем гравиметров в горизонтальной плоскости с достаточной точностью /не хуже $30''$ /.

Поверки цены оборота микровинтов выполнялась также методом наклона в соответствии с инструкцией по стендовой эталонировке [3].

Полученные осредненные данные по трем-пяти наклонам для каждого прибора не превышают отсчетной точности приборов $/0,3 - 0,5 \text{ мгал}/$ по сравнению с паспортными определениями цены оборота микроинта гравиметров.

Работа термостатов гравиметров проверялась несколько раз в сутки на протяжении всего периода испытаний /апрель - май/. Практически стабильность термостатирования чувствительных систем гравиметров составляла $0,1 - 0,2^\circ \text{C}$. Для более устойчивого режима термостатирования необходимо, чтобы колебания температуры воздуха в помещении не превышали $2-3^\circ \text{C}$.

Ход нульпунктов гравиметров стабилизируется на 6-7 сутки после прогрева приборов до постоянной температуры термостатирования и, как правило, составляет порядка $1 \text{ мгал}/\text{сутки}$ и со временем имеет тенденцию к уменьшению.

Спорные гравиметрические наблюдения в порту Владивосток /причал 44 "В" ДВНЦ/ выполнялись по методике, рекомендованной инструкцией по гравиметрической съемке с использованием гравиметров ГАК-83 [4]. Аналогичным образом выполнялись работы на корабельных ОГП в бухтах при стоянке на якорях. Серия наблюдений состояла, как правило, не менее чем из трех-четырех отсчетов, при различных значениях микроинта, при этом выполнялось несколько серий наблюдений. По полученным записям определялась цена деления шкалы регистратора: $C_L = \Delta M \cdot C_M / \Delta L$, где ΔM - приращение отсчета микроинта /в оборотах/, C_M - цена оборота микроинта /мгал/оборот/, ΔL - приращение отсчета по шкале регистратора /в делениях шкалы/, а также реальные постоянные времени гравиметров в комплексе с теми активными фильтрами и регистраторами, которые использовались в процессе съемки.

$$\bar{T} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\Delta T_i / \epsilon_n \frac{\Delta i}{\Delta i+1} \right)$$

ΔT_i - интервал времени,

равный 5 мин; A_i, A_{i+1} - амплитуды экспоненты /в делениях шкалы/ в начале и конце соответствующего интервала ΔT ; n - количество интервалов ΔT /обычно не менее трех/.

Смещение нуля гравиметров определялось как по наблюдениям в порту Владивосток и корабельных ОГП, так и на ходу в процессе повторных наблюдений в пунктах пересечения профилей и прохождения по тем же профилям. В первом случае коэффициент смещения нуля гравиметра $S_{\Delta g}$ /мГал/сутки/ вычислялся по формуле $S_{\Delta g_{\text{нп}}} = \Delta g_{\text{нп}} / \Delta t$, где $\Delta g_{\text{нп}} = \Delta g - \Delta G$, в формулах: ΔG - истинное приращение силы тяжести между ОГП, Δg - приращения по отсчетам гравиметра на тех же ОГП, Δt - количество прошедших суток между наблюдениями на ОГП. Во втором случае коэффициент определялся по формуле: $S_{\Delta g_{\text{нп}}} = [\Delta g_1 - \Delta g_2] / \Delta t$, где Δg_1 и Δg_2 - приращение силы тяжести, исправленное за эффект Этвеша при первом и втором прохождении данной точки. Так как наблюдения во втором случае выполнялись в полях с малым градиентом силы тяжести, другие поправки не вводились.

Приращения гравитационного поля вдоль профилей маршрутной съемки изменялось непрерывно. Регистрация показаний гравиметров осуществлялась в аналоговой форме на диаграммной ленте шириной 250 мм при скорости протяжки 180 мм/час. Для этого использовались два самописца КСП-4. Каждый служил для записи показаний двух гравиметров. В соответствии с детальностью съемки отметки времени на гравитограммах наносились автоматически через каждые пять минут. Для этого использовались специальные электронные часы, регулярно поверявшиеся по сигналам точного времени. Такой интервал часовых отметок обеспечивал и любую другую дискретность определения рядовых гравиметрических пунктов кратную пяти минутам, в том числе и плановую - вдоль маршрутных галсов через 10 минут, что соответствовало дискретности определения глубин при маршрутном промере. В процессе съемки на гра-

итограмме указывался ее номер и наименование профиля. Подписывалась каждая часовая отметка. Одновременно в вахтенном журнале фиксировались отсчеты микровинтов, рабочая температура термостатирования гравиметров, токи накала ламп осветителей, температура в помещении, а также курс, скорость судна и волнение моря. Регламентные записи в журналах производились еже часно, нерегламентные - при координировании судна по спутникам, изменения параметров движения судна, режима и условий работы гравиметров. Регистрация приращения поля силы тяжести вдоль профилей выполнялась синхронно с промером глубины дна по судовому времени, как и координирование судна. Дискретность определения рядовых гравиметрических пунктов на профилях, как и представления рельефа дна /снятия глубин с эхограмм/, составляла десять минут, что при ходе судна 13 узлов соответствует четырем километрам.

Материалы гравиметровой съемки в процессе первичной обработки подвергались предварительному сглаживанию кривых, наблюдаемых в неблагоприятных условиях съемки. Выполнялась отбраковка данных, полученных при нестабильных параметрах движения судна и т.д. Значения кривой, снятые с дискретностью 10 минут, выписывались в журнал и служили основой для получения аномальных значений силы тяжести в виде каталога пунктов съемки. Для создания каталога используются программы Э.А.Боярского /ИФЭ, г.Москва/ "Архив" и "Гравик" переделанные автором для ЭВМ М40-30..

В каталог заносятся измерения значения силы тяжести:

$$g_{\text{изм.}} = g_0 + \Delta g + \delta_{\text{см.}} + \delta_{\text{зап.}} + \delta_{\text{в.}}, \text{ где}$$

g_0 - сила тяжести на опорном пункте,

Δg - приращение силы тяжести относительно опорного пункта,

$\delta_{\text{смс.}}$ - поправка за смещение нульпункта,

$\delta_{\text{зап.}}$ - поправка за запаздывание,

$\delta_{\text{в.}}$ - поправка Этвеша

$$\Delta g = G/M_i - M_0/(C L/L_i - L_0), \text{ где}$$

C_M - цена оборота микровинта,

M_i, M_o - показания микровинта на пункте съемки и опорном пункте,

C_L - цена деления самописца,

L_i, L_o - отсчеты по самописцу в пункте съемки и на опорном пункте

$$\delta_{\text{см.}} = 12g - \Delta G / \Delta t, \text{ где}$$

ΔG - приращение силы тяжести, определенное на ОГП,

$12g$ - рабочее приращение силы тяжести в тех же пунктах,

Δt - количество прошедших суток между наблюдениями на ОГП

$$\delta_{\text{зап.}} = \frac{g(t_i) - g(t_i + \Delta t)}{\Delta t} \cdot T, \text{ где}$$

$g(t_i), g(t_i + \Delta t)$ - значения приращения силы тяжести, измеренные во время t_i и $t_i + \Delta t$

$\Delta t = 300$ сек,

T - постоянная времени гравиметров, определяемая по результатам измерений на ОГП,

$$\delta_3 = 7,5 V_c \cdot \sin A \cdot \cos \varphi, \text{ где}$$

V_c - скорость судна в узлах,

A - курс судна

φ - широта пункта наблюдения

Дальнейшая обработка выполняется по формулам:

$$\Delta g_{\phi} = g_{\text{изм.}} - \gamma_o, \Delta g_{\phi} = \Delta g_{\phi} + 0,068 h_v, \text{ где}$$

γ_o - теоретическое значение поля, вычисленное по приведенной нормальной формуле Гельмерта,

Δg_{ϕ} - значение аномалии Фая,

Δg_{ϕ} - значение аномалии Буге,

h_v - глубина моря

При вычислении аномалий Фая и Буге возникают дополнительные ошибки, связанные с неточным определением местонахождения судна и глубины моря. На широте 45° ошибка в определении координат в $1'$ да-

ет ошибку в вычислении поправки за нормальное поле 1,5 мгл. Для вычисления Δg_B с точностью 1 мгл необходимо знать глубину моря с точностью ≤ 15 м.

Таким образом, учитывая погрешности определения поправки Эвенса /1,5-2,0 мгл/, следует принять, что средняя погрешность за счет неточного координирования и определения параметров движения судна достигает 4-5 мгл при съемке высоко~~к~~точной аппаратурой со стабильными характеристиками.

Такая точность съемки дает возможность получать достаточно кондиционный материал для последующей его геологической интерпретации.

9.1.2. Результаты исследований и обсуждение

Профильная гравиметрическая съемка, включая опорные наблюдения, выполнялась с 22.06.84 г. по 23.10.84 г. в соответствии с программой экспедиции. Схема маршрутов гравиметрических измерений приведена на рис. 1.

Сроки и объемы гравиметрических работ распределялись следующим образом:

1. Опорные наблюдения в порту Владивосток 22-23.06.84г.; бухте Малокурильская /о.Шикотан/ 31.07.-01.08.84г.; повторные наблюдения в порту Владивосток 10-12.08.84 г; в порту Сингапур 18-20.09.84 г.; заключительные наблюдения в порту Владивосток 21-23.10.84г.

2. Маршрутные гравиметрические измерения табл. 1 .

~~На корабельных ОРП в порту Владивосток, бухте Малокурильская /о.Шикотан/ и порту Сингапур определялась цена деления самописцев и постоянные времени гравиметров. Данные приведены в таблицах:~~

Таблица № 1

Профили	Начало и конец	Координаты широта сев. долгота вост.	Длина профиля км /миль/
1	2	3	4
Н4-1 Сангарский пролив возвышен. Шатского	02.07.84	41°38'5 141°39'0	1465
	04.07.84	34°07'7 155°13'4	/792/
Н4-П Возв. Шатского с ВЗЗ на СВВ	04.07.84	34°04'6 155°21'2	932
	06.07.84	37°48'8 164°34'4	/504/
Н4-ПА Возв. Шатского с СВВ на ВЗЗ	10.07.84	37°16'9 165°09'7	581
	11.07.84	35°14'8 158°55'2	/314/
Н4-Ш Возв. Шатского ВЗ оконечность о. Уруп	13.07.84	35°04'2 158°54'0	1382
	15.07.84	45°21'3 149°50'3	/747/
Н4-ПА /контрольный/ Пересечение профиля Н4-Ш	29.07.84	Координаты пересечения Н4-Ш 44°03'3 151°54'5	74 /40/
Н4-1У По Курило-Камчатскому желобу на СВ	03.08.84	42°56'2 148°16'3	418
	05.08.84	45°01'4 152°28'7	/226/
Н4-У Островной склон ККЖ к Сангарскому проливу	06.08.84	45°30'1 152°07'7	932
	07.08.84	41°28'0 141°57'3	/504/

1	2	3	4
Н4-У1			
Филиппинское море с	27.08.84	29° 53' 1	1487
СЗ на ЮВ		131° 27' 6	/804/
	29.08.84	24° 12' 7	
		144° 07' 8	
Н4-УП			
Филиппинское море с	05.09.84	23° 29' 9	2020
В на З		146° 46' 9	
	11.09.84	23° 19' 0	/1092/
		125° 36' 0	
Н4-УПА			
Филиппинское - Южно-	11.09.84	23° 19' 0	1754
Китайское море с ССВ		128° 56' 0	/948/
на ЮЗЗ	14.09.84	17° 16' 2	
		113° 24' 8	
Н4-УП			
Южно-Китайское море	14.09.84	17° 16' 2	1293
с ССВ на ЮЗЗ		113° 24' 8	/699/
	16.09.84	6° 14' 5	
		108° 45' 7	
Н4-УПА			
Продолжение Н4-УП на	16.09.84	6° 14' 5	255
ЮЗ		108° 45' 7	/1138/
	17.09.84	5° 02' 2	
		106° 42' 2	
Н4-1Х			
Южно-Китайское море	22.09.84	5° 06' 0	1188
с ЮЗЗ на ССВ		106° 18' 0	/642/
	24.09.84	14° 30' 0	
		110° 58' 4	
Н4-Х			
Продолжение Н4-1Х на	24.09.84	14° 30' 0	833
ЮВВ		110° 56' 4	/450/
	26.09.84	11° 46' 5	
		117° 54' 5	

1	2	3	4
Н4-Х1 От о.Самор на СВВ /Филиппинское море/	29.09.84	13°04'9 126°12'7	1743 /942/
	04.10.84	18°10'0 141°00'0	
Н4-ХП Продолжение Н4-Х1 на С	04.10.84	18°10'0 141°00'0	1055 /570/
	05.10.84	27°19'7 140°00'2	
Н4-ХП Продолжение Н4-ХП на В	05.10.84	27°19'7 140°00'2	597 /322/
	07.10.84	27°16'8 145°33'6	
Общий объем профильной гравиметрической съемки			18009 /9734/

На корабельных ОГП в порту Владивосток, бухте Малокурильская /о.Ликотан/ и порту Сингапур определялась цена деления самописцев и постоянные времени гравиметров. Данные приведены в таблицах:

Порт Владивосток 22-23.06.84г.

	Гравиметры			
	№7	№9	№28	№29
число определений С _{ср} (мгал/грл.)	18 2,16	16 3,64	15 2,72	16 3,54
число определений Т _{ср} (мин.)	19 12,1	18 11,7	7 13,2	8 10,0

6. Малокурильская /о. Шикотан/ 31.07-01.08.84г.

	Гравиметры			
	№7	№9	№28	№29
число определений $\bar{t}_{\text{ср}}$ /мин./	10 12,3	10 11,5	- -	- -
число определений $\bar{C}_{\text{ср}}$ /мГал/дел	2 2,08	2 3,63	- -	- -

У гравиметров №28 и №29 в бухте Малокурильской был исчерпан диапазон измерений.

Порт Владивосток 19-21.08.84г.

	Гравиметры			
	№7	№9	№28	№29
число определений $\bar{C}_{\text{ср}}$ /мГал/дел	7 2,23	8 3,60	7 2,72	6 3,68
число определений $\bar{t}_{\text{ср}}$ /мин./	18 12,0	18 11,5	20 12,9	16 10,0

Порт Сингапур 18-20.09.84г.

	Гравиметры			
	№7	№9	№28	№29
число определений $\bar{C}_{\text{ср}}$ /мГал/дел	6 2,37	6 3,55	5 2,86	4 3,78
число определений $\bar{t}_{\text{ср}}$ /мин./	22 11,6	16 11,45	17 13,1	18 9,6

Для контроля работы гравиметров и качественной предварительной оценки наиболее интересных участков исследований в рейсе были получены рабочие значения поля силы тяжести для отдельных профилей съёмки /Н4-1, Н4-П, Н4-Ш, Н4-УП, Н4-УПА, Н4-Х/. С этой целью из наблюденных значений вычитались значения нормального поля, рассчитанные по формуле Гельмерта. Часть поправок, необходимых для получения окончательных значений аномалий в редукции Фая, не вводились из-за громоздкости их определения при ручной счете, либо из-за отсутствия необходимых данных повторных наблюдений на ОГП. Таким образом, представленные графики поля силы тяжести следует рассматривать как предварительный результат, нуждающийся в окончательной доработке. Окончательные результаты счета будут в последствии представлены в виде каталогов пунктов значений поля силы тяжести вдоль всех протяженных маршрутов съёмки в 4-ом рейсе нис "Академик Александр Несмеянов".

Гравиметрические исследования, выполненные вдоль отдельных протяженных профилей /рис. 2, 3, 4, 5, 6, 7/ дали возможность оценить аномальность поля крупных структур дна северо-западной части Тихого океана, Филиппинского и Южно-Китайского морей. В поле силы тяжести достаточно отчетливо выделяются аномалии глубоководных котловин, крупных поднятий и океанических валов, подводных гор и глубоководных желобов. Эти структуры дна традиционно выделяются по целому ряду геофизических и геологических характеристик. Результаты измерений поля Δg показывают, что в поле силы тяжести можно дополнительно выделить "переглубленные" котловины, в которых глубина дна значительно превышает среднюю глубину котловины океана /5,2-5,4 км/. Для котловин такого типа аномалии Δg ср. составляют 20-40 мГал, что обусловлено относительно выдержанной мощностью слоев океанической коры. Сейсмическими исследованиями выявлена аномальная структура океанической коры этих котловин. Основные ее отличия сводятся к на-

личию в низах коры пород с относительно пониженной скоростью в составе 3-его слоя. /до 3,5 км/сек/ и общей повышенной мощностью коры до 8-10 км [7]. Все это дает основание выделить "переуглубленные" котловины в разряд структур, имеющих самостоятельное значение крупных тектонических формирований океанического дна северо-западной части Тихого океана.

Рассмотрим основные особенности распределения гравитационных аномалий на профилях съемки.

Северо-Западная котловина Тихого океана пересечена профилями съемки в ее северо-западной части, которая характеризуется, в основном, слабо дифференцированным полем. На этом фоне отчетливо выделяются аномалии области развития приконтинентальной глубоководных желобов вдоль северной и северо-западной окраин этой котловины, а также аномалии Императорских гор, окаймляющих котловину на северо-востоке. Следует подчеркнуть, что внутренняя структура этой части котловины имеет ряд существенных отличий и особенностей, что позволяет говорить о тектонической ее самостоятельности в виде крупного геоблока [7]. "Переуглубленные" участки котловины выступают здесь в качестве подчиненных структур более низкого порядка. На юге этой части котловины отчетливыми положительными аномалиями выделяются возвышенность Шатского.

На фоне спокойного поля Северо-Западной котловины отчетливо выделяются дифференцированные аномалии отдельных подводных гор и вулканов океанического ложа, а также положительные аномалии океанических валов, являющихся частью системы дуга-желоб-океан. Океанические валы имеют протяженность в несколько сотен километров, а превышение над дном океана — лишь первые сотни метров. Предполагается, что они представляют собой структуры сжатия в океанической коре, возникающие вблизи желобов [8]. Определенный интерес пред-

ставляет вопрос о плотностной характеристике таких океанических поднятий, поскольку положительные аномалии над ними в отдельных случаях достигают 50 мГал. Можно предполагать, что внутренняя структура валов может существенно различаться или терять пространственную однородность.

Наиболее интенсивные аномалии приурочены к глубоководным желобам Японскому и Курило-Камчатскому. Наиболее крупная аномалия зафиксирована над самой глубоководной частью Курило-Камчатского желоба, где ее интенсивность достигает 250 мГал. Над Японским желобом аномалия существенно ~~существенно~~ меньше. Следует отметить, что морфология поля ^{аг} для этих двух желобов приконтинентального типа существенно различна, хотя генеральная структура аномального гравитационного поля сходна для всей области развития глубоководных желобов, окаймляющих Северо-Западную котловину Тихого океана.

Филиппинскому морю присущи, пожалуй, все особенности гравитационного поля северо-западной части Тихого океана, вплоть до "переуглубленных" котловин в его западной и восточной частях.

Проблемы нефтегазоносности и рудообразования в Южно-Китайском море требуют детализации поля силы тяжести и новые профильные съемки, особенно в пределах шельфа и морского склона Вьетнама помогут разобраться в вопросах строения земной коры и новейших осадков этого весьма сложного по своему происхождению и геологическому развитию окраинного моря.

Рассмотрим несколько детальнее участки, охваченные гравиметрической профильной съемкой.

Возвышенность Шатского.

Возвышенность Шатского имеет размеры порядка 1200 км. ^{х 300 км} Эта структура блокового строения, разделенная крупными разломами на 3 массива. Данные последних экспедиций нис "Дмитрий Менделеев" под-

твердили океаническую природу возвышенности Шатского, хотя толщина коры, по сейсмическим данным, превышает 20 км /до 23-26 км/. Увеличенная мощность коры в центральной части возвышенности объясняется возрастанием толщины 2-го и 3-го слоев, а также появлением в разрезе пород со скоростью 7,3-7,8 км/с [7]. Профили съемки Н4-П и Н4-Ш /рис.3,4/ пересекали центральную часть возвышенности, осложненную многочисленными подводными горами и рядом тектонических нарушений.

В поле силы тяжести возвышенность характеризуется положительной аномалией Δg порядка /30+40/ мГал. Относительно небольшая величина этой аномалии объясняется, как указывалось, наличием утолщенной океанической коры значительной мощности.

Аномалии Буге в пределах возвышенности Шатского характеризуются значениями порядка 200 мГал, т.е. значительным понижением их уровня по сравнению с глубоководной котловиной региона /350-400 мГал/. Известно, что аномалии в редукции Буге Δg_B дают представление об особенностях распределения глубинных плотностных неоднородностей и изменении мощности коры H_K /литосферы. Воспользуемся определенной зависимостью $\Delta g_B = f(H_K)$, полученной для структур северо-западной части Тихого океана [7].

$$H = 33 - 0.06 \Delta g_B = 21 \text{ км}$$

Расчеты показывают, что для поднятия Шатского мощность коры, оцененная по гравиметрическим данным, превышает 20 км. Полученная величина близка к значениям по сейсмическим данным. Если определение мощности коры по аномалии Буге дает достаточно уверенные результаты, то использование этих аномалий для оценки мощности литосферы и возраста структуры дает значительно менее надежные результаты. Такие приближенные оценки выполнены для поднятия Шатского различными авторами, и их средние величины составляют 85-90 км и 120-150 млн лет соответственно [9]. Дополнительные погрешности в эти

определения вносятся за счет неучтенного влияния аномальной мощности коры возвышенности, что делает задачу определения этих параметров еще менее корректной. В последнее время показано, что мощность литосферы в пределах возвышенности Шатского составляет не 85 км, а лишь 35 км [10].

Вероятно, дальнейшие исследования позволят более определенно решить вопрос об определении глубинных плотностных границ в структурах, возраст которых превышает 100 млн лет.

Японский желоб.

Профиль Н4-1 /рис.2/ пересекает северную часть желоба, расположенную вблизи его стыка с Курило-Камчатским желобом. Максимальная глубина желоба достигает 7200 м. Геолого-геофизические исследования, проведенные здесь в последние годы, показали наличие целой серии тектонических нарушений /сбросы, надвиги/, указывающих на разрывную природу глубоководных желобов и сложную геодинамическую обстановку в этой структуре [6]. В зоне силы тяжести наиболее глубокой части желоба соответствует интенсивная отрицательная аномалия /до 170 мГал/. Обычно наблюдаемое смещение минимума поля силы тяжести в сторону островного склона здесь не превышает 10 км. К континентальному /островному склону Японского желоба приурочен относительный максимум /до +90 мГал/ поля, отражающей влияние рельефа и плотностных неоднородностей, сформировавшихся здесь в результате коренной перестройки глубинного разреза. Сложное взаимодействие различных факторов, влияющих на распределение плотностных неоднородностей, требует их количественного расчета и построения плотностной модели. Это позволит составить плотностный разрез с учетом новых сейсмических материалов и оценить степень неоднородности пород верхней мантии на основе привязки модельных аномалий как к океанической, так и к континентальной коре.

Курило-Камчатский желоб.

Профиль Н4-III /рис. 4 / пересек Курило-Камчатский желоб вблизи о. Уруп по линии, совпадающей с положением профиля 6, отработанного ранее методом ГСЗ.

Основные особенности рельефа на данном профиле сводятся к наличию отчетливо выраженного комплекса структур в системе дуга-желоб -океан: океанического вала /вала Зенкевича/, глубоководного желоба /максимальная глубина 9800 м/, континентального склона, осложненного рядом глубоководных ступеней, наиболее, протяженная из которых приурочена к глубине 7,5 км.

В поле силы тяжести вал Зенкевича проявляется небольшой положительной аномалией, которая сменяется глубоким отрицательным минимумом вблизи желоба. В пределах профиля аномалия Δg достигает 250 мГал в приосевой части желоба, причем минимум смещен от оси желоба в сторону континента на расстояние порядка 25-30 км. К островной части желоба приурочены интенсивные положительные аномалии до 200 мГал. Известные данные ГСЗ позволяют построить плотностную модель области перехода океан-континент в районе Курильского желоба и сравнить полученные данные с результатами моделирования глубинного разреза Японского желоба и прилегающих структур.

Филиппинское море.

Значительный объем гравиметрической профильной съемки приходится на Филиппинское море /рис. 1/, земная кора которого, среди окраинных морей, является типичным представителем коры океанического типа. В качестве примера, по упрощенной методике, рассчитаны аномалии силы тяжести в редукции Δg и Буге для профиля Н4-УШ, пересекающий море с востока на запад /рис. 5/. Кроме того на рисунке представлен геологический разрез по сейсмическим данным с использованием материалов Г.С. Гнибиденко и С. Мурау⁴ [11]. Рель-

еф дна приведен по результатам промера дна профиля И4-УП, который не вполне соответствует рельефу дна данного разреза, хотя местоположение профилей /гравиметрического и сейсмического/ практически совпадает.

Поле силы тяжести хорошо согласуется с геоморфологическими структурами дна, однако границы структур, взятые согласно сейсмическому разрезу совпадают далеко не всегда.

Используя применявшие ранее соотношение $H_{\text{коры}} = 33 - 0,06 \Delta g_b$ [7], была вычислена мощность земной коры под основными структурами профиля. Данные сведены в таблицу:

Геологические структуры	Мощность земной коры Разница		
	По аномалиям Буге /в км/	По сейсмическим данным /км/	/в км/
Северо-Западная плита Тихого океана	7,5	7,4	0,1
Желоб Волкана	19,2	7,9	11,3
Поднятие Идзу-Бонин	22,2	14,5	7,7
Плита Сикоку	12,0	5,8	6,2
Поднятие Кисю-Палау	14,4	6,6	7,8
Поднятие Окино-Дайто	16,8	12,0	4,8
Плита Филиппинская восточная часть	15,0	7,0	8,0
восточная часть западная часть	9,9	6,6	3,3

Приведенные цифры показывают, что расчетные данные и данные по сейсмическому разрезу прекрасно совпадают только для Северо-Западной плиты Тихого океана. Под структурами Филиппинского моря все рассчитанные мощности оказались регулярно завышенными. Это говорит о том, что данное эмпирическое соотношение не применимо к Филиппин-

скому морю, но имеется достаточно данных /геологические разрезы по данным сейсмометрии из литературы/ и гравиметрические профили данного реса, по которым можно вывести формулу на базе квадратного двучлена: $H_{\text{коры}} = A \Delta g^2 + B \cdot \Delta g + C$, где А, В и С постоянные коэффициенты, полученные на основе осреднения фактических данных $H_{\text{коры}} = f(\Delta g)$. Некоторые, самые значительные, несовпадения в таблице вполне объяснимы. Так гравитационные аномалии /как Буге, так и Фая/ хорошо отражают границы раздела второго и третьего слоя /второй слой имеет вздуття/ сейсмического разреза в районе восточного склона поднятия Идзу-Бонин и желоба Волкано, но под самим желобом мощность коры по сейсмическим данным представляется заниженной. Под поднятием Окинавы наблюдается сдвиг экстремумов аномалий силы тяжести к востоку, по отношению к максимальной мощности коры разреза. По-видимому, это несоответствие можно объяснить увеличением мощности верхней части второго слоя. Кроме того, здесь наблюдается значительный скачок скорости продольных волн /с 4,6 до 6,1 км/с/, что, скорее всего, обуславливает и скачок плотности.

В целом, поле силы тяжести хорошо отражает не только мощность, но и структуру земной коры в крупных деталях и дальнейший анализ полученных материалов позволит, при комплексном подходе к решению вопроса, существенно пополнить сведения о геологическом строении региона Филиппинского моря.

Профиль Н4-УНА /рис.6/ является связующим между -Западно-Филиппинской котловиной через горную систему Филиппинского хребта между островами Тайвань и Лусон и выходит на северную окраину котловины Южно-Китайского моря. Поле силы тяжести подчеркивает разницу в строении коры плиты Филиппинской и северной окраины котловины Южно-Китайского моря и соответственно мощность земной коры, су-

дя по уровням аномалий Буге, в первом случае меньше, чем во втором. Интересны аномалии силы тяжести в районе Филиппинского хребта, который в пересечении профилем имеет сложное двухгребневое строение. Мощность коры под этими хребтами по-видимому увеличивается с востока к западу, а сложные соотношения аномалий Фая и Буге могут свидетельствовать в пользу того, что по долине между хребтами проходит глубинный разлом.

Южно-Китайское море

Из системы гравиметрических профилей в Южно-Китайском море /рис.1/ для качественной оценки поля силы тяжести представлен профиль И4-х пересекающий море с северо-запад-запада на юго-восток-восток /рис.7/. Профиль начинается при глубинах моря 1200 м континентального склона Вьетнама, пересекает Юго-Западную котловину моря, по-видимому северные отроги плато Рид и заканчивается у подножия континентального склона Тайвань-Филиппино-Малиманганской горной системы. В соответствии с геоморфологией профиля, поле силы тяжести можно представить тремя различными участками. Первый характеризуется знакопеременными аномалиями Фая интенсивностью 15-25 мГал соответствующим нерегулярному рельефу континентального склона Вьетнама. В аномалиях Буге наблюдается резкое убывание силы тяжести /порядка 200 мГал/ от подножия континентального склона к Азиатскому континенту. Это свидетельствует о значительном увеличении мощности земной коры к континенту от 8-10 км до 25-30 км. Второй участок фиксирует поле силы тяжести котловины, где аномалии в редукции Фая более плавные, а их интенсивность достигает 30 мГал. Как правило, эти аномалии не соответствуют рельефу котловины /отдельные вулканы и вулканические постройки/, а связаны скорее с изменениями плотности в общей толще коры и приближением в районах

положительных аномалий вещества верхней мантии т.е. незначительное локальное утонение коры. В редукции Буге в центральной части котловины наблюдается четкий симметричный минимум /на рисунке показан пунктиром/, который, скорее всего, отражает вздутие второго океанического слоя на 10-13 км, что в морфологии проявляется в виде горных вулканических построек, а снизу вздутие увеличивает мощность коры до 16-20 км. Примерно такие же соотношения фиксируются сейсмическими данными [11]. Третий участок профиля характеризуется общим понижением кривой силы тяжести фая и резким - Буге, что указывает на увеличение мощности земной коры под горными сооружениями плато Рид и началом склона Тайвань-Филиппинско-Калимантанской горной системы.

В заключении следует подчеркнуть, что плотностное моделирование в области перехода океан-континент и океан-о^икра^ин^ическое море - континент может быть выполнено с применением абсолютного уровня привязки модельного поля. Такая методика моделирования океанических структур в гравитационном поле разработана в последние годы в Институте геофизики им.С.И.Субботина АН УССР.

На разобранных примерах видно, что материалы гравиметровой съемки, полученные в 4-ом рейсе нис "Академик Александр Несмеянов", является надежной фактической основой для создания плотностных разрезов глубинного строения основных структур северо-западной акватории Тихого океана.

В процессе гравиметрических исследований в рейсе и последующей первичной камеральной обработке получены и подготовлены для машинного счета и окончательной обработки следующие материалы:

1. Вахтенные журналы гравиметровой съемки - 2 шт.

2. Ленты /гравитограммы/ - 20 шт.
3. Журнал координат - 1 шт.
4. Журнал рельефа дна - 1 шт.
5. Журнал обработки гравиметровых наблюдений - 2 шт.
6. Прокладки по профилям - комплект.
7. Журнал опорных наблюдений - 1 шт.

9.1.2.1. Научная новизна полученных результатов. Основные выводы.

Гравиметрические исследования в 4-м рейсе нис "Академик Александр Несмеянов" выполнялись для получения нового ^икондиционного фактического материала и последующей его интерпретации с целью построения плотностных моделей глубинного строения основных структур северо-западной части Тихого океана и его окраинных морей. Изменения поля силы тяжести проведены вдоль серии профилей, пересекающих Японский и Курило-Камчатский желоба, поднятие Шатского, Северо-Западную котловину в ее северо-западной части, ряд поднятий и подводных гор океанического ложа, пересечены профилями Филиппинское и Южно-Китайское море.

Измерения выполнены двумя гравиметрическими ^{комплексами}/четырьмя гравиметрами/ при волнении моря не более 5 баллов, что позволило получить исходный фактический материал с высокой точностью. Для построения глубинных плотностных моделей литосферы региона и выявления плотностных неоднородностей в системе дуга-желоб-океан будут использованы материалы, полученные методом ГСЗ для Курило-Камчатского желоба в районе о.Уруп и другие, а также литературные данные по ГСЗ, МПВ, МОВ и ИСП Филиппинского и Южно-Китайского морей. Для абсолютной привязки модельных аномалий будет использована методи-

ка моделирования океанических и континентальных структур в гравитационном поле, разработанная в Институте геофизики им. С.И. Субботина АН УССР.

Основные результаты работ сводятся к следующему:

1. Получен новый кондиционный фактический материал о распределении аномалий гравитационного поля для крупных тектонических структур северо-западной части Тихого океана, Филиппинского и Южно-Китайского морей.
2. В поле силы тяжести выделены аномалии глубоководных котловин крупных поднятий и океанических валов, подводных гор и желобов.
3. Показано, что "переуглубленные" котловины выделяются в раздел самостоятельных структур океанического ложа.
4. Выявлена плотностная неоднородность поднятия Шатского, дана предварительная оценка мощности коры этой структуры.
5. Проведена гравиметрическая съемка вдоль профилей, ориентированных по простиранию оси Курило-Камчатского желоба, а также глубоководного уступа его островного склона.
6. Получены новые материалы по системе гравиметрических профилей в Филиппинском и Южно-Китайском морях, позволяющих качественно оценить особенности строения основных структур и земной коры в целом этих окраинных морей.

9.1.3. Предложения по улучшению работы

Предложения отряда гравиметрии по улучшению работы можно подразделить на два самостоятельных раздела - предложения по улучшению лабораторных условий выполнения работ и предложений по улучшению качества полученного материала.

1. Предложения по улучшению условий выполнения работ.

При проведении гравиметрической съемки отряд испытывал серьезные трудности из-за установки аппаратуры в недостаточно оборудованном помещении гиперплатформ /M726A/. Для получения значений поля силы тяжести с суммарной погрешностью не более 4-5 мГал необходимым условием является стабильная /с колебаниями не более 2-3°С/ температура в месте размещения гравиметров. Ввиду отсутствия кондиционированного воздуха в процессе съемки, температура в лаборатории изменялась от 21° до 33°С, т.е. на 12°, что является грубым нарушением инструкций по выполнению морских гравиметрических работ. Во втором этапе рейса работал кондиционер и положение нормализовалось, однако общая система кондиционирования не справлялась с поддержанием температуры в заданных пределах, поэтому необходим индивидуальный лабораторный кондиционер.

В лаборатории отсутствовал репитер лага, что мешало возможности оперативного контроля за процессом съемки.

Другое недостающее оборудование было перечислено в разделе "аппаратура и оборудование".

II. Предложения по улучшению качества получаемого материала.

Серьезным препятствием для выполнения точной гравиметровой съемки была невозможность надежного учета измерения таких характеристик аппаратуры, как сползание нуля пункта приборов и цена деления шкалы самописцев. Без знания точных абсолютных значений поля силы тяжести на временных и корабельных пунктах, полученных не реже, чем один раз в 2-3 недели, нельзя иметь материалы с повышенной точностью /2-3 мГал/. При региональных гравиметрических работах в северо-западной части Тихого океана необходимо опираться на сеть пунктов, в которых абсолютные значения силы тяжести были бы определены с точностью не хуже 1 мГал. Поэтому необходимо предусматри-

вать порты захода для выполнения опорных гравиметрических наблюдений в районе $20-30^{\circ}$ северной широты.

Как указывалось ранее, для соблюдения оптимальных условий проведения съемки необходимо знать с достаточной точностью местоположение судна в каждый момент съемки /погрешность определения

1,0 мили/ и скорость его движения /0,1-0,2 узла/. Спутниковая навигация обеспечивала работы необходимыми данными неравномерно, что в отдельных случаях приводило к появлению крупных невязок. В этой ситуации частичным выходом из положения является координирование судна по астрономическим данным, которые в рейсе использовались мало. Во втором этапе рейса с вводом в эксплуатацию НСС JL E-3200, положение улучшилось.

Особенно существенно учитывать эти факторы при площадных полигонных съемках, где требуется увязка всех характеристик рельефа и геофизических полей.

Литература

1. Инструкция по морской гравиметрической съемке /ИГ-78/, изд. ГУН и О МО СССР, 1979г.
2. Инструкция по гравиметрической разведке. ИГ СССР, изд. "Недра", М., 1975 г.
3. Инструкция по стендовой эталонировке и паспортизации набортных гравиметров ГАК-ЖЗ, НИИМоргеофизика НПО "Океморео" ИГ СССР, Геленджик, 1976г.
4. Инструкция по набортно-гравиметрической съемке с применением гиростабилизированного набортно-гравиметрического комплекса аппаратуры ГИГКА - 1. НИИМоргеофизика НПО "Океморео" ИГ СССР, Геленджик, 1976г.
5. Техническое описание и инструкция по эксплуатации гиростабилизированной платформы "Север", ТПИ, Тула, 1976г.
6. Пущаровский Ю.М., Меланхолика Е.Н. Тектоника северо-запада Тихого океана. Геотектоника, 1981, №1, с.5-18.
7. Гнибиденко Г.С. и др. Тектоника северо-западной части Тихого океана, М., Наука, 1983, 120с.
8. Гнибиденко Г.С. и др. Тектоника Курило-Камчатского глубоководного желоба. М., Наука, 1980, 179с.
9. Городинский А.М. Связь аномалий Буге с мощностью океанической литосферы. Тихоокеанская геология, 1983, №5, с.13-19.
10. Косыгин В.Ю., Исаев В.И. Оптимальная плотность структур верхней мантии вдоль геотраверза Япония - возвышенность Шатского - Императорские горы. Тихоокеанская геология, 1983, №5, с.27-38.
11. Гнибиденко Г.С. Тектоника дна окраинных морей Дальнего Востока. М., Наука, 1979, 164с.