

На правах рукописи



ГИЛЬМАНОВА Гульшат Забировна

**ПЛОТНОСТНЫЕ И ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЛИТОСФЕРЫ
В ЗОНЕ СОЧЛЕНЕНИЯ ПЛИТЫ ФИЛИППИНСКОГО МОРЯ
И АЗИАТСКОГО КОНТИНЕНТА В РАЙОНЕ о-ва ТАЙВАНЬ**

Специальность 25.00.28 - океанология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Владивосток - 2004

Работа выполнена в Тихоокеанском океанологическом институте им. В.И. Ильичева
и Вычислительном Центре ДВОРАН

Научные руководители:

доктор геолого-минералогических наук Р.Г. Кулинич.

(гравитационное моделирование)

доктор геолого-минералогических наук, профессор Л.А. Маслов

(геодинамическое моделирование)

Официальные оппоненты:

доктор геолого-минералогических наук, профессор Ю.Ф. Малышев

кандидат геолого-минералогических наук В.М. Никифоров

Ведущая организация: кафедра геофизики и геоэкологии Института инженерной и
социальной экологии ДВГТУ

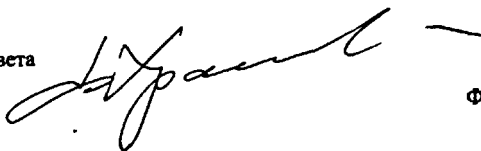
Защита диссертации состоится "24 " декабря 2004 г. на заседании диссертационного совета
Д 005.017.02 при Тихоокеанском океанологическом институте им. В.И. Ильичева
ДВО РАН.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ТОИ ДВО РАН

Отзывы в двух экземплярах, заверенные подписями и печатью учреждения, просим
направлять по адресу: 690041, г. Владивосток, ул. Балтийская, 43, ТОИ ДВО РАН,
ученому секретарю диссертационного совета.

Автореферат разослан "19 "ноября 2004 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
к.г.н.



Ф.Ф. Храпченков

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Крайние моря и островные дуги составляют главные элементы переходной зоны от Тихого океана к континентальному обрамлению и характеризуются активным геодинамическим режимом. Изучение причин и механизмов активного взаимодействия океанической и континентальной тектоносфер имеет длительную историю, но до сих пор остается одной из ключевых проблем в геолого-геофизических и геодинамических исследованиях. В рамках этой проблемы зона сочленения северо-западного угла плиты Филиппинского моря с континентальной окраиной Азии в районе о-ва Тайвань, где сходятся островодужные системы Рюкю и Лусон, является одним из наиболее сложных звеньев всей Западно-Тихоокеанской переходной зоны. Здесь активизирована тектоническая и магматогенная деятельность, носящая порой экстремальный характер. В силу этого указанный район является одним из важных и привлекательных объектов для изучения процессов конвергентного сочленения океанической и континентальной тектоносфер. Его исследованию посвящено большое количество работ, однако многие аспекты его глубинного строения и природы геодинамических событий еще во многом не ясны (рис 1).

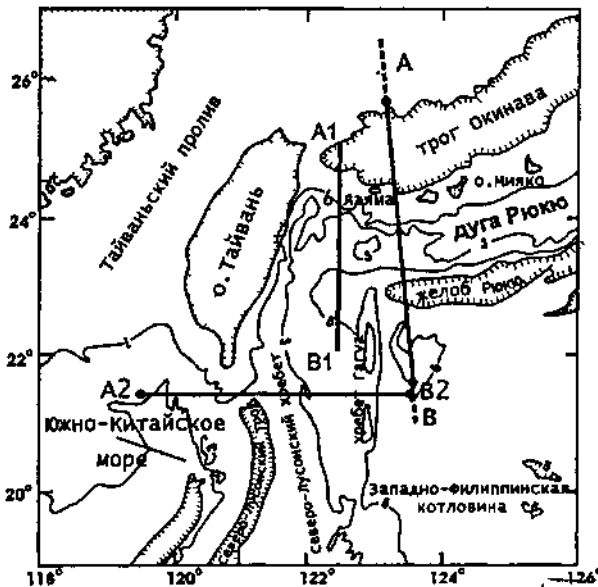


Рис. 1. Схема расположения района исследования. Линии АВ, А1В1, А2В2 - профили структурно-плотностного и геодинамического моделирования

Анализ предшествующих геолого-геофизических исследований, показал, что в них недостаточно реализованы принципиальные возможности гравиметрии. В частности, гравитационное моделирование, выявление плотностных неоднородностей литосферы и на этой основе - расчет ее напряженно-деформированного состояния могут внести заметный вклад в познание рассматриваемого района. Этот фактор определил актуальность предпринятых исследований.

Цель исследований. Изучение глубинной структуры коры и подкоровой литосферы, выявление особенностей и закономерностей плотностной дифференциации указанной среды, оценка вклада в современное геодинамическое состояние района выделенных плотностных неоднородностей литосферы.

Задачи исследований. Для реализации поставленной цели сформулированы следующие задачи:

1. Построение структурно-плотностных моделей земной коры и подкоровой литосферы, на основе гравитационного моделирования, по профилям, пересекающим зону сочленения Филиппинской плиты с окраиной континента в области островодужных систем Рюкю и Лусон; исследование особенностей структурно-плотностной дифференциации изучаемой зоны.

2. Расчет полей напряжений и оценка вклада в современное геодинамическое состояние района плотностных неоднородностей, выделенных по результатам структурно-плотностного моделирования.

3. Выявление основных закономерностей распределения структурно-плотностных неоднородностей и напряжений в литосфере изучаемой зоны, интерпретация полученных результатов.

Защищаемые положения:

1. Установлена структурно-плотностная дифференциация литосферы в притайваньской зоне сочленения плиты Филиппинского моря с окраиной Азиатского континента. По различию средних плотностей и особенностям латерального распределения плотностных неоднородностей в коре и мантии выделены три типа литосферных блоков: океанический, островодужный и окраинно-континентальный.

2. По геодинамическим параметрам также выявлено деление литосферы изучаемой зоны на океанический, островодужный и окраинно-континентальный блоки. На этой основе показано, что структурно-плотностные неоднородности литосферы являются одним из источников геодинамических напряжений, деформаций и перемещения масс в указанной среде.

3. Область окраинно-континентального блока, прилегающая к островодужной системе, характеризуется разуплотнением литосферы на всю ее мощность. Существование такой зоны связывается с деструктивным характером процессов, протекающих в тылу островной дуги.

4. По результатам гравитационного и геодинамического моделирования Рюкю-Тайваньская зона сочленения Филиппинской плиты с окраиной континента, к западу и востоку от подводного хребта Гагуа, имеет различные структурно-плотностные и геодинамические характеристики. Предполагается, что хребет Гагуа является звеном трансструктурного тектоно-магматического линеамента, протягивающегося вдоль 123° в.д., сыгравшего существенную роль в развитии местных геодинамических процессов и формировании структурного плана изучаемого района.

Научная новизна полученных результатов состоит в следующем:

1. Впервые построены детальные структурно-плотностные модели литосферы по серии профилей, пересекающих зону сочленения плиты Филиппинского моря с окраиной континента в пределах островодужных систем Рюкю и Лусон-Тайвань, которые являются основой для различных геологических, геодинамических и тектонических построений.

2. Установлена плотностная латеральная дифференциация литосферы. По различию структурно-плотностных и геодинамических характеристик выделены три типа литосферных блоков: океанический, островодужный и окраинно-континентальный.

3. Область окраинно-континентального блока, прилегающая к островодужной системе, характеризуется разуплотнением литосферы на всю ее мощность. Это может свидетельствовать о деструктивном характере протекающих здесь процессов и отсутствии прямой передачи сдвливающих динамических усилий со стороны океанической плиты Филиппинского моря.

4. По результатам гравитационного и геодинамического моделирования Рюкю-Тайваньская зона сочленения Филиппинской плиты с окраиной континента, к западу и востоку от подводного хребта Гагуа, имеет различные структурно-плотностные и геодинамические характеристики. Предполагается, что хребет Гагуа является звеном трансструктурного тектоно-магматического линеамента, протягивающегося вдоль 123° в.д., сыгравшего существенную роль в развитии местных геодинамических процессов и формировании структурного плана изучаемого района.

5. Выполнены расчеты внутренних напряжений и движений вещества литосферы, обусловленных установленными плотностными неоднородностями. Показано, что объемные силы, создаваемые собственными плотностными неоднородностями литосферы, вносят значимый вклад в ее современное геодинамическое состояние.

5. Выполнены расчеты внутренних напряжений и движений вещества литосферы, обусловленных установленными плотностными неоднородностями. Показано, что объемные силы, создаваемые собственными плотностными неоднородностями литосферы, вносят значимый вклад в ее современное геодинамическое состояние.

Практическая значимость работы. Результаты выполненных исследований могут иметь не только фундаментальное, но и прикладное значение. Реализованная в работе методика структурно-плотностного моделирования в совокупности с оценкой плотностной дифференциации литосферы как одного из источников ее геодинамического состояния может быть использована при изучении глубинного строения рудных и нефтегазовых месторождений, исследовании сейсмоактивных районов и других задач, связанных с прогнозом геодинамических событий и минерально-сырьевой базы различных регионов. Вблизи выделенных по результатам плотностного моделирования сквозных зон пониженной плотности в пределах окраинно-континентального блока располагаются известные месторождения нефти и газа.

Исходные материалы и личный вклад автора. В работе использованы геофизические данные, полученные ТОИ ДВО РАН в притайваньском районе Филиппинского, Восточно - Китайского и Южно-Китайского морей в экспедициях на НИС «Академик А. Несмеянов» (1989 г.) и «Профессор Гагаринский» (1993-1994 г.г.). Комплекс исследований включил непрерывное сейсмическое профилирование (НСП), гравиметрию и магнитометрию. Автор настоящей работы принимала участие в измерениях, а также в обработке и интерпретации полученных гравиметрических и магнитометрических данных. В работе использованы многочисленные опубликованные данные российских и зарубежных авторов, в частности, результаты сейсмических работ, представленных в работе (Wang K.T. et al., 2001). Обработка, анализ и интерпретация результатов моделирования выполнены автором самостоятельно. Структурно-плотностное моделирование коры и подкоровой литосферы выполнено с использованием программ, разработанных в лаборатории гравиметрии ТОИ ДВО РАН (Т.Н. Колпашикова) и лаборатории региональной геологии и геофизики ИТиГ ДВО РАН (к.г.-м.н. В.Я. Подгорный). Расчет напряженно-деформированного состояния коры и верхней мантии выполнен д. г.-м.н. Л.А. Масловым (ВЦ ДВО РАН) в системе MAPLE по программам, разработанным им лично и Д.А. Сырниковым.

Апробация работы и публикации. Результаты выполненной работы докладывались на двух международных конференциях: "New Concepts in Global Tectonics", Otero Junior College, La Junta, Colorado, May 5-11, 2002, США и IUGG-2003 (International Union of Geodesy and Geophysics), Саппоро, Япония; на IV Косыгинских чтениях: "Тектоника,

ВЦ ДВО РАН г. Хабаровск, на заседании ученого совета ИТИГ ДВО РАН г. Хабаровск и отдела геологии и геофизики ТОИ ДВО РАН.

По теме исследований опубликовано 12 работ.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из Введения, трех глав и Заключения, содержит 107 страниц текста, 38 рисунков, список литературы из 182 наименований. Работа выполнена в лаборатории гравиметрии ТОИ ДВО РАН под руководством д.г.-м.н. Кулинича Р.Г. и лаборатории математического моделирования в геологии и геофизике ВЦ ДВО РАН под руководством д.г.-м.н. Маслова Л.А. Автор благодарен сотрудникам лаборатории гравиметрии, магнитометрии и сейсмометрии ТОИ ДВО РАН: Т.Н. Колпашниковой, С.М. Николаеву, Б.Я. Карпу, М. Валитову, П. Зимину, вместе с которыми прошла школу морской геофизики, и которые оказывали большую помощь в процессе сбора, обработки и интерпретации геолого-геофизической информации. Положительному завершению работы автор обязана творческим и деловым контактам и просто дружескому отношению большого числа геофизиков, геологов и других специалистов. Большую поддержку оказал чл.-корр. С.И. Смагин. Выражаю искреннюю благодарность к. г.-м. н. В. Я. Подгорному, оказавшему существенную помощь в процессе плотностного моделирования и анализа полученных результатов. Большой вклад в осознание геологических и тектонических проблем исследуемого региона, а также истолкование полученных результатов внес д.г.-м. н. В.Г. Варнавский.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1 носит обзорный характер, в ней приводится краткий обзор истории геолого-геофизических исследований Филиппинского моря и общая геолого - геофизическая характеристика района исследований. Основной вклад в развитие теоретических моделей формирования и эволюции Филиппинского моря внесли Д. Кариг, С. Уеда, Ц. Бен-Аврахам, К. Мрозовский, Д. Хейес, Т. Хилде, Т.Сено и С. Маруяма, Х. Токуяма, А.Г. Родников, Е.А. Константиновская и многие другие. Регулярные геолого-геофизические исследования Филиппинского моря до конца 90-х годов прошлого столетия проводились и учеными Дальневосточного Отделения АН СССР (в настоящее время ДВО РАН): Васильевым Б.И., Кулиничем Р.Г., Пушиным И.К., Евлановым Ю.Б., Карпом Б.Я., Леликовым Е.П., Точиловой СВ., Съединым В.Т., Маляренко А.Н., Щека С.А., Сваричевским А.С., Мельниченко Ю. И., (ТОИ). Исследуемый район в целом рассматривается как область конвергентного сочленения океанической и континентальной литосферных плит и характеризуется сложной тектонической и

геодинамической обстановкой, высокой сейсмичностью и тепловым потоком, контрастным гравитационным полем, отражающим основные морфотектонические структуры. Предшествующие исследования показали также, что вдоль меридиана 123° в.д. проходит некий тектонический барьер, по разные стороны от которого меняются многие морфоструктурные и геофизические характеристики исследуемого района. Частным проявлением такой барьерной структуры является подводный хребет Гагуа.

Глава 2 посвящена описанию гравитационного (структурно-плотностного) моделирования земной коры и подкоровой литосферы. Реализация этой задачи была выполнена вдоль трех профилей, два из которых пересекают островодужную систему Рюкю, а третий - островную дугу Лусон (см. рис. 1, профили АВ, А1В1 и А2В2). В тексте диссертации указанные профили получили наименования: АВ - Субмеридиональный, - А1В1 - Меридиональный и А2В2 - Субширотный.

В начале главы подробно рассматривается состояние проблемы гравитационного моделирования, приводится обзор предшествующих работ. Отмечено, что большой вклад в развитие теории и практики гравитационного моделирования внесли такие ученые как М.А. Алексидзе, М.Е. Артемьев, Е.В. Артюшков, С.С. Красовский, В.Н. Страхов и многие другие. На российском Востоке известны работы по гравитационному и плотностному моделированию В.А. Абрамова, Л.И. Брянского, В.И. Исаева, А.М. Петрищевского и др. В главе также подробно описаны основные принципы и методики структурно-плотностного моделирования, разработанные в Тихоокеанском океанологическом институте и Институте тектоники и геофизики ДВО РАН, которые были использованы автором в своей работе.

Моделирование было выполнено в четырех структурных вариантах: а) литосфера, как однослойная толща; б) литосфера, разделенная на земную кору и подкоровую часть; в) литосфера с земной корой, разделенной на консолидированную ее часть и осадочно-вулканогенную толщу; г) литосфера с земной корой, расчлененной на сейсмические слои. Значения плотности вычислялись по известным зависимостям скорости упругих продольных волн от плотности среды их прохождения (Nafe J. E. & Drake C. C., 1963 и др.). Далее в главе приводится подробное описание и анализ результатов структурно-плотностного моделирования, выполненного по каждому профилю.

Структурно-плотностная модель Субмеридионального профиля (АВ). Начинаясь в Восточно-Китайском море (**$26^{\circ}35'$ с.ш., $123^{\circ}10'$ в.д.**), профиль пересекает трог Окинава, островную дугу Рюкю, впадину Нанао и хребет Яэяма, расположенные на южном склоне островной дуги, желоб Рюкю и выходит в Западно-Филиппинскую котловину (**$21^{\circ}10'$ с.ш., $123^{\circ}40'$ в.д.**) (см. рис. 1). Крайняя северная часть профиля,

расположенная в пределах Восточно-Китайского моря, проходит над Синци-Тайваньским складчатым поясом. Профиль проходит в той части островодужной системы Рюкю, где ее простираение начинает меняться с юго-западного на широтное. Это происходит в зоне меридиана 123° в.д. Разрез вдоль профиля охватывает литосферу и верхнюю часть астеносферного слоя (рис.2). Выявлен ряд структурно-плотностных особенностей, имеющих как общий, так и локальный характер. Среди них наиболее существенными являются следующие:

1. По осредненным плотностным характеристикам и особенностям их латерального распределения в *литосфере* выявлено деление исследуемого профиля на три блока, каждый из которых соответствует трем крупным морфоструктурам изучаемого района: Западно-Филиппинской котловине (Западно-Филиппинский блок), островодужной системе Рюкю (Островодужный блок) и континентальной окраине, подстилающей Восточно-Китайское море (Восточно-Китайский блок). Блоковая дифференциация литосферы с достаточно большими скачками плотности на их границах фиксирует радикальное структурно-плотностное различие трех указанных выше геотектонических объектов.

2. Распределение плотности литосферы и астеносферы, в каждом блоке также имеет свои особенности. Под *Восточно-Китайским блоком* выявлена субвертикальная зона разуплотнения мантийных и коровьи масс, восстающая из астеносферы и достигающая верхних горизонтов коры в области Синци-Тайваньского складчатого пояса, граничащего по системе разломов с северным бортом трога Окинава. Предполагается, что указанная зона фиксирует результат деструктивных процессов на стыке разнородных сред в условиях активной геодинамики с возникновением сквозной тектонически ослабленной зоны. Последняя в настоящее время, по-видимому, играет роль энергетического канала, обеспечивающего тепломассоперенос из активной области мантии в район формирования трога Окинава.

В мантийном основании *Островодужного блока*, выявлена зона уплотнения, охватывающая, главным образом, астеносферу и подкоровую часть литосферы. В совокупности с коромантийным разуплотнением под Восточно-Китайским блоком она образует единую систему глубинных субвертикальных плотностных неоднородностей с погружением в сторону Западно-Филиппинской плиты и, соответственно, налеганием Островодужного блока на Восточно-Китайский блок. Подошва коры островной дуги является границей, выше которой указанное уплотнение в целом не распространяется. Кора Островодужного блока в целом представляет собой сложное переплетение тел с

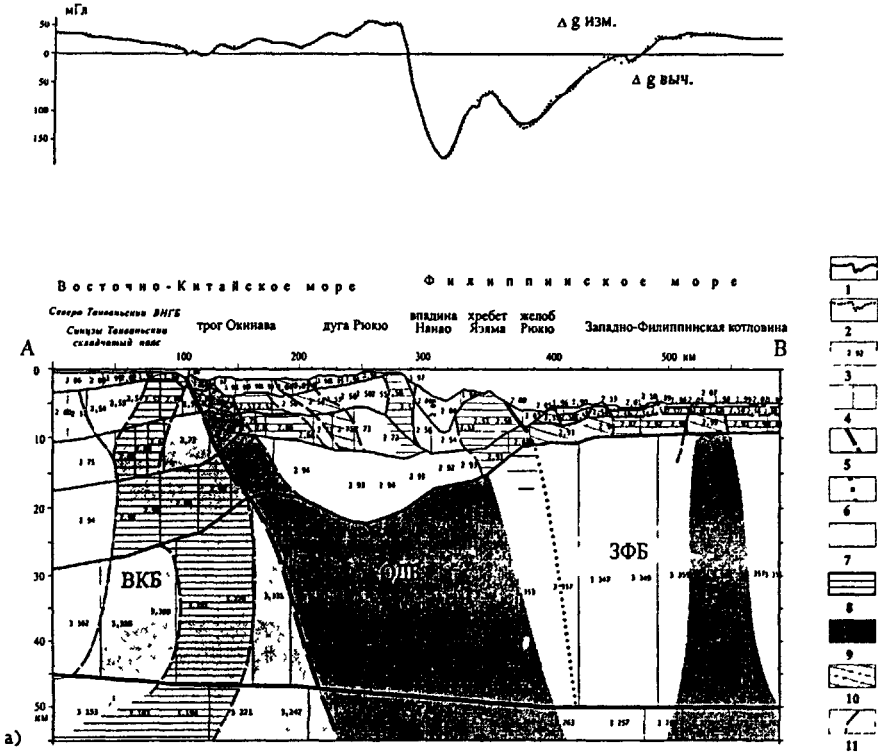


Рис.2 Плотностная модель литосферы по Субмеридиональному профилю АВ с элементами интерпретации.

Условные обозначения: 1-гравитационная аномалия от вычисленного распределения плотности; 2- измеренные аномалии в свободном воздухе; 3- значения вычисленной плотности; 4-границы вычисленных плотностных неоднородностей; 5- 11 - элементы интерпретации: 5-границы между выделенными блоками литосферы: ВКБ-Восточно-Китайским, ОДБ - Островодужным, ЗФБ - Западно-Филиппинским; 6- то же, выделенные неуверенно; 7- неоднородности пониженной плотности первого порядка; 8- неоднородности пониженной плотности второго порядка; 9-неоднородности повышенной плотности первого порядка; 10- неоднородности повышенной плотности второго порядка; 11- границы выделенных неоднородностей повышенной и пониженной плотности.

существенно различной плотностью, но имеющих один общий признак - налегание на структуры соседнего Восточно-Китайского блока. Фундамент трога Окинава по плотности сильно дифференцирован, что свидетельствует о его гетерогенной природе. В целом, он должен представлять собой систему структур дробления коры континентальной окраины и северной части островной дуги, инъецированных коромантийными магматитами в процессе рифтогенеза. Участки коры с высокой плотностью, скорее всего, представляют собой магматогенные массивы среднего-основного состава, чему не противоречат соответствующие возмущения магнитного поля, зафиксированные здесь.

Подкорвая литосфера и астеносфера *Западно-Филиппинского блока* в основном высокоплотная и достаточно однородная. На этом фоне в центральной части блока выделяется вертикальная зона с еще более высокой плотностью, проникающая в кору. Кора этого блока насыщена локальными плотностными неоднородностями, что позволяет предполагать ее гетерогенность.

Структурно-плотностная модель Меридионального профиля (A1B1). Северный конец профиля располагается в районе северного борта трога Окинава (**25° 5' с.ш., 122° 30' в.д.**). Пересекая указанный трог, дугу Рюкю, впадину Нанао, хребет Яэяма и желоб Ркжю (см. рис. 1), он заканчивается в пределах котловины Гагуа (**22° 10' с.ш. и 122° 30' в.д.**). Профиль располагается западнее уже упоминавшегося меридиана **123° в.д.**, в существенно иной, более активной структурно - и сейсмодетектонической обстановке.

На уровне литосферных и коровых масс здесь удалось выделить ряд существенных особенностей плотностной дифференциации (рис.3).

1. По средним значениям и характеру латерального распределения плотности литосфера разделена на два блока - *Западно-Филиппинский* и *Островодужный*. Ранее выделенный Восточно-Китайский блок здесь отсутствует из-за недостаточной протяженности на север рассматриваемого профиля. *Западно-Филиппинский блок* включает в себя котловину Гагуа, *Островодужный* - трог Окинава, дугу Рюкю, бассейн Нанао и хребет Яэяма. Четкой границы между выделенными блоками не существует. Переход от Островодужного блока к *Западно-Филиппинскому* происходит в широкой зоне, включающей бассейн Нанао и хребет Яэяма. Латеральное изменение плотности литосферы здесь повторяет тренд, зафиксированный в пределах Субмеридионального профиля: ее понижение от Западно-Филиппинского блока в сторону континентальной окраины.

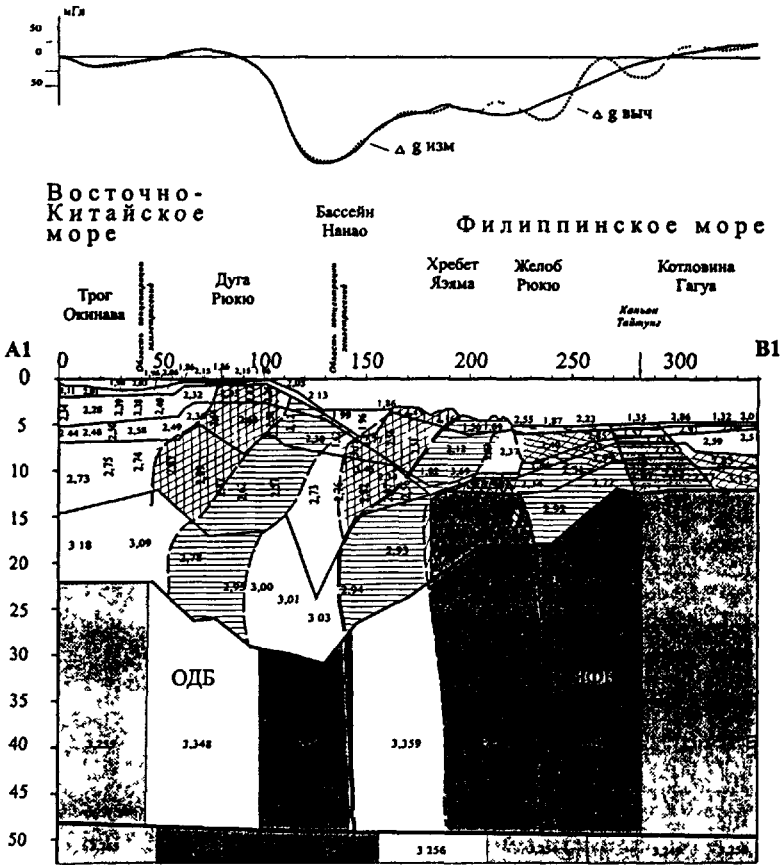


Рис.3 Плотная модель литосферы по Меридиональному профилю А1В1 с элементами интерпретации.

Условные обозначения 1-гравитационная аномалия от вычисленного распределения плотности, 2- измеренные аномалии в свободном воздухе, 3- значения вычисленной плотности, 4- границы вычисленных плотностных неоднородностей, 5- 11 - элементы интерпретации 5-границы между выделенными блоками литосферы ОДБ - Островодужным, ЗФБ - Западно-Филиппинским, 6 - неоднородности пониженной плотности первого порядка, 7- неоднородности пониженной плотности второго порядка, 8-неоднородности повышенной плотности первого порядка, 9- неоднородности повышенной плотности второго порядка 10- границы выделенных неоднородностей повышенной и пониженной плотности

2. Существенное различие блоков проявляется в характере внутреннего распределения коромантийных масс с различной плотностью. Наиболее сложной структурно-плотностной дифференциацией глубинных и коровых масс характеризуется *Островодужный блок*. Подкорвая литосфера этого блока неоднородна. Под трогом Окинава зафиксирован обширный участок разуплотнения. Предполагается, что здесь зафиксирован фрагмент той же обширной области разуплотнения глубинного субстрата, что и в пределах Субмеридионального профиля.

В пределах коры выделяется ряд зон с переменной плотностью, имеющих один общий признак: их общее погружение в северном направлении. В результате создается впечатление о поддвигании структур плиты Филиппинского моря под островодужную систему и континентальную окраину. По этому признаку коровый разрез данного профиля кардинально отличается от разреза предшествующего профиля, где выявлено налегание островодужных структур на окраину континента. Этот фактор рассматривается в качестве одного из признаков существенного различия структурно-тектонического и динамического состояния участков, располагающихся под Меридиональным и Субмеридиональным профилями. Граница между этими разнородными участками проходит примерно вдоль 123° в.д. В зоне этого меридиана протягивается и подводный хребет Гагуа. Помимо этого здесь же обнаружена пространственная корреляция зон высокой концентрации землетрясений с высокоградиентными зонами латерального изменения плотности и мощности структур в коре и мантии.

Мантийное основание *Западно-Филиппинского блока* неоднородно. Этот блок подстилается астеносферой с минимальной для всего профиля плотностью. Под котловиной Гагуа из астеносферы в литосферу восстает вертикальная зона разуплотнения вещества, имеющая свое продолжение и в коре этого бассейна. Над ее выходом к поверхности морского дна зафиксирована локальная положительная аномалия магнитного поля. На стыке котловины Гагуа и желоба Рюкю, там, где основание океанической коры погружается под островодужную систему, в ее консолидированной части хорошо выделилась субвертикальная зона разуплотнения, уходящая своими «корнями» в мантию. Вероятно, эта аномальная зона маркирует участок начальной фазы разрушения сплошности литосферы на стыке Филиппинской плиты с окраиной континента. Наличие здесь активного разломообразования неоднократно предполагалось многими предшественниками (Wu, 1970, 1978; Shu-Kun Hsu, 2001 и др.).

Структурно-плотностная модель Субширотного профиля (A2B2). Профиль располагается в южной части исследуемого района и протягивается практически в широтном направлении от Западно-Филиппинской котловины (21° 26' с.ш., 123° 31' в.д.)

через Лусон-Тайваньскую островодужную систему до северо-восточной окраины Южно-Китайского моря ($21^{\circ} 15' \text{ с.ш.}, 119^{\circ} 53' \text{ в.д.}$). Профилем пересекаются: подводный хребет Гагуа, котловина Гагуа, Северо-Лусонский хребет, Северо-Лусонский трог, хребет Хенчун и северное окончание Манильского желоба (см. рис. 1).

Результаты гравитационного моделирования вдоль профиля показаны на рис.4. Анализ полученных данных позволил выделить в литосфере и ее коровой части ряд существенных структурно-плотностных особенностей.

1. По средним значениям и характеру распределения плотности *литосфера* профиля делится на три блока - *Южно-Китайский (Приконтинентальный), Островодужный и Западно-Филиппинский*. По среднему уровню плотностей Островодужный и Южно-Китайский блоки различаются незначительно. Их большее различие проявляется в характере внутреннего распределения этого параметра.

2. Внутренние структурно-плотностные характеристики выделенных блоков имеют индивидуальные особенности. В мантии и коре *Южно-Китайского блока* на стыке с островодужной Лусон-Тайваньской системой фиксируется сквозная субвертикальная зона разуплотнения, уходящая «корнями» в астеносферу. Она представляется своеобразным апофизом более обширной области понижения плотности подкоровой части литосферы *Островодужного*. Это свидетельствует о преимущественно деструктивном характере тектонических процессов, формировавших это звено изучаемой конвергентной зоны.

Внутренняя структурно-плотностная характеристика Островодужного блока сложна и имеет свои существенные особенности. Хребет Хенчун и его основание во всех вариантах моделирования хорошо выделяются пониженной плотностью слагающих их масс. Максимальным снижением этого параметра характеризуется не только осадочный комплекс, но и подстилающий его фундамент. Полученные данные хорошо согласуются с представлением о хребте, как о сжатой и приподнятой части огромной аккреционной призмы, протягивающейся от южной точки о-ва Лусон до складчато-надвигового пояса западной части о-ва Тайвань (Константиновская, 2002). Материал, слагающий хребет Хенчун, рассматривается как результат скучивания в обстановке тектонического сжатия.

Северо-Лусонский хребет на всех видах плотностных разрезов коры и подкоровой литосферы также выделяется как объект, сложенный массами с относительно пониженной плотностью. Плотность раннемиоценовых - плейстоценовых вулканогенных пород (Huang S. Y., et al., 1992), слагающих его вершинную часть, находится в полном соответствии с расчетными данными. Несмотря на указанную плотностную характеристику и достаточно большую мощность земной коры (около 19 км) этот хребет

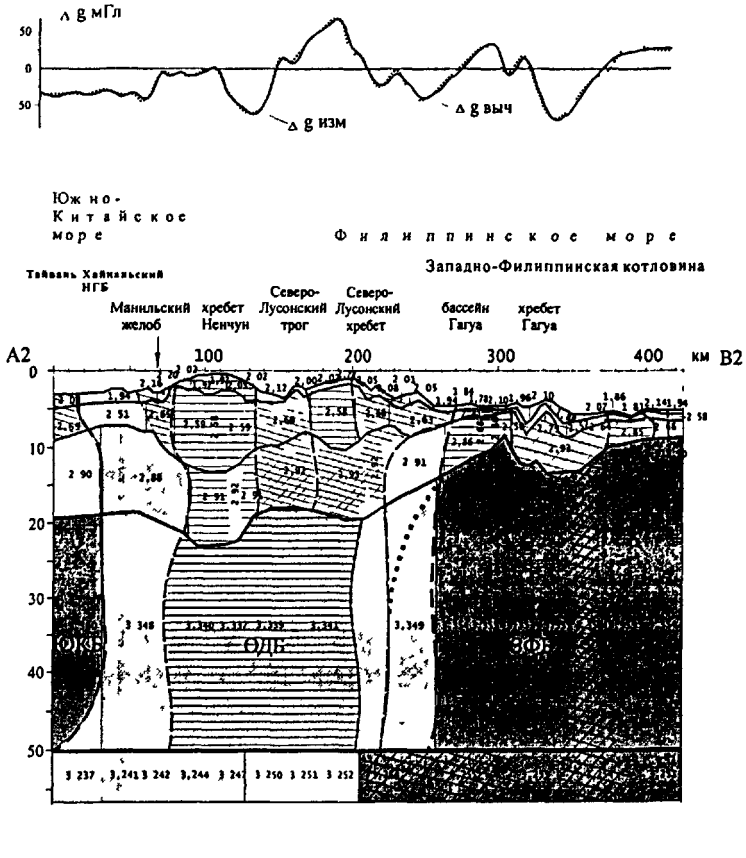


Рис 4 Плотностная модель литосферы по Субширотному профилю A2B2 с элементами интерпретации.

Условные обозначения 1-гравитационная аномалия от вычисленного распределения плотности, 2- измеренные аномалии в свободном воздухе, 3- значения вычисленной плотности, 4-границы вычисленных плотностных неоднородностей, 5- 11 - элементы интерпретации 5-границы между выделенными блоками литосферы ЮКБ-Южно-Китайским, ОДБ - Островодужным, ЗФБ - Западно-Филиппинским, 6- то же, выделенные неуверенно, 7- неоднородности пониженной плотности первого порядка, 8- неоднородности пониженной плотности второго порядка, 9-неоднородности повышенной плотности первого порядка, 10- неоднородности повышенной плотности второго порядка 11- границы выделенных неоднородностей повышенной и пониженной плотности

вызывает значительные по амплитуде возмущения в аномальном гравитационном поле (около 120 мГал). Это дает основание предполагать его изостатическую неуравновешенность. Ранее А. Уоттс (Watts et al., 1980), а затем Р.Г. Кулинич (Karp et al., 1997) уже указывали, что этот хребет является структурой, некомпенсированной изостатически, а его топографические массы поддерживаются внешними сжимающими усилиями. Результаты выполненного моделирования подтверждают данное заключение.

Между двумя описанными хребтами располагается Северо-Лусонский трог, хорошо выраженный в разрезах земной коры, как зона сосредоточения масс повышенной плотности. Для нее характерно и уменьшение мощности коры. Указанные особенности трога могут быть следствием его насыщенности базитовым материалом, поступившим сюда в период формирования этой структуры. В целом островодужная система Лусон - Тайвань по своим структурно-плотностным характеристикам, представляет собой коллаж деформированных фрагментов двух разнородных литосфер: континентальной окраины и океанической плиты Филиппинского моря.

Подводный хребет Гауга является одной из самых примечательных структур *Западно-Филиппинского блока*. Мощность консолидированной коры под ним составляет около 10 км, что сопоставимо с мощностью коры северо-западной части Тихого океана (Karp et al., 1997). С другой стороны, указанная величина существенно отличает хребет Гауга от других асейсмичных океанических хребтов, где мощность коры значительно превышает указанную. Кора конформно деформирована в виде двух асимметричных, падающих на запад складок. Это сопровождается локальным подъемом границы Мохо под западным склоном хребта до глубин 7-8 км от уровня моря. В целом внутренняя структура этого сооружения значительно шире ее морфологического проявления на поверхности. В вещественном составе коры хребта Гауга преобладают мафиты, основную часть ее объема составляет третий океанический слой, мощность которого здесь больше, чем в пределах Западно-Филиппинской котловины. Ранее перечисленные структурно-вещественные особенности хребта послужили основой для заключения о том, что эта структура сформирована поднятием мафических и ультрамафических масс низов коры и верхней мантии в результате тектонического скупивания (Karp et al., 1997). Кроме того, хребет Гауга является границей между районом Западно-Филиппинской котловины с тонкой корой на востоке и котловиной Гауга с более мощной и деформированной корой на западе. Помимо этого, на северном продолжении хребта, примерно вдоль меридиана 123° в.д., проходит граница между участками с существенно различной сейсмичностью в притайваньском районе конвергентной зоны. Обнаруженная под хребтом сквозная зона уплотнения вещества коры и мантии свидетельствует, что хребет Гауга есть внешнее

проявление глубинной тектономагматической структуры, уходящей корнями в низы тектоносферы. Полученные данные, на наш взгляд, укрепляют ранее высказанное мнение о том, что хребет Гауга является звеном граничного линеймента, маркирующего с востока район активных деформаций при подходе к Рюкю-Тайваньскому звену конвергентной зоны.

Глава» 3 содержит описание процедур геодинамического моделирования, выполненного на основе вышеописанных структурно-плотностных моделей, и анализ полученных результатов.

В начале главы рассматривается состояние проблемы геодинамического моделирования, дается обзор современных методов расчетов напряжений в земной коре и литосфере, рассматриваются работы российских и зарубежных предшественников в области геодинамического моделирования. Большой вклад в этом направлении внесли С.К. Ранкорн, И.К. Туезов, В.П. Болдырев, А.В. Ефимов, Л.И. Лобковский, W.M. Elsasser, D.L. Turcotte, J.M. Vanpe и др.

В представленной работе применялся подход, при котором на основе известного распределения плотностных неоднородностей в геологической среде рассчитывается напряженно-деформированное состояние недр, вызванное объемными силами, возникающими в процессе релаксации указанной плотностной дифференциации. При постановке и решении задач принимались следующие допущения: а) среда - несжимаемая Ньютонова жидкость; б) движения и напряжения вызываются объемными силами, создаваемыми плотностными неоднородностями; в) исследуется мгновенное состояние. В основу использованной методики, положено применение аналитических решений задач теории упругости и гидродинамики.

Результаты выполненных расчетов представлены полями распределения векторов скорости смещения и изолиниями касательных деформаций в среде гравитирующих масс по каждому из профилей. Для Субширотного профиля были рассчитаны также горизонтальные напряжения в коромантийной среде.

Геодинамическая модель Субмеридионального профиля (AB). Модель представлена векторным полем скоростей смещения вещества и изолиниями касательных деформаций в коре и подкорковой мантии (рис. 5а). По характеру распределения рассчитанных параметров профиль делится на три блока, аналогичных тем, что были выделены в результате структурно-плотностного моделирования: *Западно-Филиппинский, Островодужный и Восточно-Китайский.* Основной геодинамической характеристикой *Западно-Филиппинского блока* является незначительный подъем коровых масс и опускание всего мантийного субстрата, скорость которого с глубиной увеличивается.

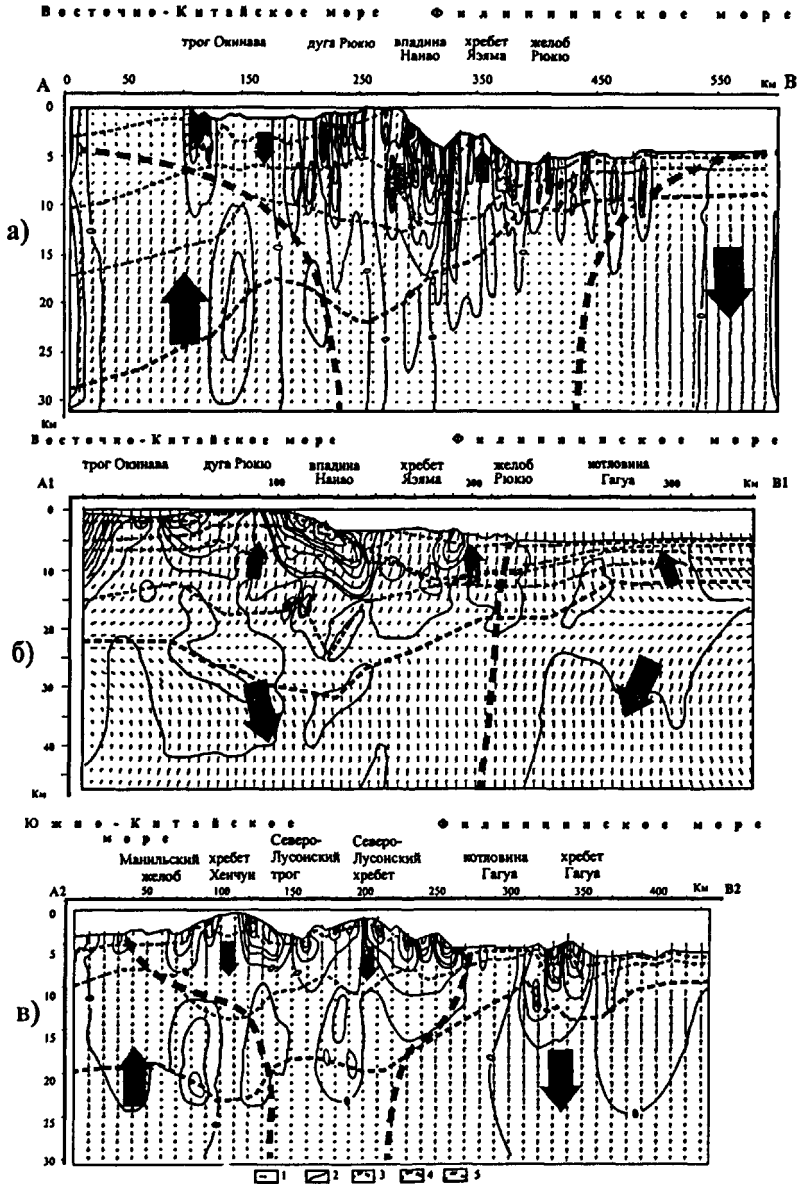


Рис.5 Векторные поля скоростей смещений и изолинии касательных деформаций рассчитанных по плотностным моделям по профилям АВ, А1В1, А2В2.

1 - вектор смещений; 2 - изолинии касательных деформаций;
 3 - плотностные границы разреза; 4 - граница Мохо; 5 - условные границы блоков литосферы с различным характером движения вещества. Большими стрелками показаны преобладающие направления движения вещества.

Западная граница этого режима образует наклонную криволинейную поверхность, погружающуюся от верхних горизонтов коры Западно-Филиппинской котловины вблизи желоба Рюкю под островодужную мантию. Вероятно, указанный нисходящий процесс связан с релаксацией мантийного выступа под Западно-Филиппинской котловиной и латеральным перетеканием глубинного вещества. Касательные деформации в этом блоке фиксируются в зоне контакта плиты Филиппинского моря с желобом Рюкю и, видимо, маркируют восточную границу зоны ее конвергенции с окраиной континента. Геодинамический режим *Восточно-Китайского блока* прямо противоположен предшествующему. Здесь верхняя часть коры (до глубин 6-7 км), находится в режиме опускания. При этом горизонтальная составляющая векторов скорости смещений направлена в сторону трога Окинава. Большая часть нижележащей коры и мантия находятся в режиме подъема. Максимальные скорости этого процесса наблюдаются севернее трога Окинава. В целом режим подъема коромантийных масс прекращается на границе с островным хребтом Рюкю, уступая место режиму погружения. Верхняя граница области восходящих движений погружается под указанную островодужную систему. Пространство, занимаемое этой областью, включает в себя зону разуплотнения, вещества коры и мантии выявленной по результатам структурно-плотностного моделирования на стыке Островодужного и Восточно-Китайского блоков. В пределах выделенного блока участки максимальных касательных деформаций зафиксированы в зоне разломов Тунгхай ограничивающих с севера трог Окинава. *Островодужная система (блок)*, располагающаяся между вышеописанными блоками, резко отличается от них, прежде всего, наличием плотной сети касательных напряжений и отсутствием единого режима скоростей и направлений смещения вещества коры и мантии. Верхняя часть коры (до глубин 6-7 км), подстилающая трог Окинава и его непосредственное обрамление, находится в режиме опускания, при этом максимальные скорости погружения приурочены к его центральной части, где располагаются наиболее молодые структуры растяжения - грабены. Касательные напряжения сосредоточены вдоль обоих бортов указанного трога и совпадают не только с известными системами разломов, ограничивающих эту морфоструктуру, но и с зонами высоких градиентов мощности коры, определяя тем самым области наиболее вероятного разломообразования. Все это, помимо других известных геолого-геофизических данных, свидетельствует о существовании здесь активных деструктивных процессов и продолжающемся формировании трога Окинава. Островной хребет Рюкю находится в режиме опускания, а хребет Яэяма и внутридуговая впадина Нанао - в режиме подъема. При этом указанный хребет подвергнут более активному процессу указанного направления. Коровые массы

желоба Рюкю также находятся в режиме незначительного подъема. Подкоровые массы островодужной системы находятся преимущественно в нейтральном состоянии, без каких-либо существенных смещений. Максимальные концентрации касательных напряжений сосредоточены главным образом во фронтальной зоне островной дуги и приурочены преимущественно к впадине Нанао и хребту Яэяма, обозначая, активную фронтальную зону современных тектонических процессов в коровом пространстве рассматриваемой конвергентной зоны.

Результаты выполненных расчетов в пределах данного профиля показали, что собственные плотностные неоднородности коры и мантии, их релаксация могут создавать напряжения до 10^{10} Па (при ее вязкости 10^{20} Па·с). Как известно, этого достаточно, для образования вертикально ориентированных разломов или ослабленных зон. На этой основе делается вывод, что рассмотренные плотностные неоднородности вносят значимый вклад в геодинамику района и могут быть одним из структурообразующих факторов. Распределение областей максимальных касательных напряжений подчиняется схеме, соответствующей теоретическим расчетам, а именно - максимальные касательные напряжения концентрируются в областях максимального градиента мощности слоя.

Геодинамическая модель Меридионального профиля (A1B1). Данный профиль значительно короче предыдущего, в силу этого результаты расчетов, выполненных здесь, не могут быть в полной мере сопоставимы с результатами геодинамического моделирования вдоль предшествующего профиля. Тем не менее, полученная информация заслуживает внимания (см. рис. 56).

Общий характер движения вещества коры и мантии под Меридиональным и Субмеридиональным профилями существенно различны. Выделяются две сквозные субгоризонтальные зоны с различным направлением перемещения коромантийных масс: восходящим и нисходящим. Граница между ними располагается примерно на глубине 20 км от уровня моря. На северном окончании профиля, под трогом Окинава, это соответствует основанию коры, а на юге, в пределах котловины Гауга, эта граница располагается в пределах мантии. Восходящим движением характеризуется коромантийное пространство, расположенное выше указанной границы. Ниже ее, главным образом в мантии, движение вещества нисходящее.

Преимущественно по характеру распределения поля касательных напряжений на профиле здесь выделяется лишь *Западно-Филиппинский и Островодужный блоки*. При этом касательные напряжения концентрируются в основном в коре и хорошо согласуются с основными разломными структурами исследуемого района. Зона концентрации таких

напряжений у северного и южного бортов трога Окинава совпадает с известными системами разломов Тунгхай и Рюкю соответственно. Максимальные касательные напряжения во впадине Нанао совпадают с самой активной в пределах профиля зоной сейсмичности. В целом, генеральная картина распределения касательных напряжений по Меридиональному профилю аналогична таковой в пределах Субмеридионального профиля и подчиняется схеме, соответствующей теоретическим расчетам, в соответствии с которыми максимальные касательные напряжения должны концентрироваться в зонах максимального градиента мощности гравитирующих слоев. По характеру перемещения корового вещества блоки практически не различаются между собой. Вещество мантии блоков характеризуется встречным направлением нисходящего движения в сторону фронтальной зоны конвергенции, включающую впадину Нанао, хребет Яэяма и желоб Рюкю.

В целом, результаты расчетов выявили как черты сходства, так и существенное различие между геодинамическим состоянием коромантийных масс Меридионального и Субмеридионального профилей. Ранее было показано столь же существенное различие этих профилей по структурно-плотностным характеристикам. Можно полагать, что получен еще один пример влияния структурно-плотностных коромантийных неоднородностей на формирование местного геодинамического режима.

Геодинамическая модель Субширотного профиля (A2B2). Помимовекторного поля скоростей смещения вещества и изолинии касательных деформаций (см. рис. 5в), также были рассчитаны и горизонтальные напряжения, представленные соответствующими изолиниями.

По характеру пространственного распределения указанных характеристик в пределах профиля выделяются три блока, аналогичные вышеописанным: Западно-Филиппинский, Островодужный и Южно-Китайский (аналог Восточно-Китайского). *Западно-Филиппинский блок* выделяется по общему погружению мантийного субстрата и незначительному подъему коровых масс. Границей между этими режимами служит поверхность Мохо. Указанное геодинамическое состояние наблюдается под всей глубоководной частью рассматриваемого района. Западная граница данного блока имеет сложный характер. В коровой части она проходит вдоль зоны сочленения котловины Гагуа с Северо-Лусонским хребтом, а затем, погружаясь, уходит с переменным углом наклона под указанный хребет. Внутреннее геодинамическое состояние разных участков рассматриваемого блока неоднородно. Хребет Гагуа, как и остальная часть коры котловины, находится в режиме подъема. Здесь наблюдается высокая концентрация касательных напряжений, свидетельствующих о существовании в

пределах данной морфоструктуры сколовых деформаций и соответствующих разломов. В поле изолиний горизонтальных напряжений хребет Гауга проявляется как структура сжатия, что соответствует предшествующим косвенным оценкам. Наконец, по разные стороны от указанного хребта скорости подъема коровых, а частично и подкоровых масс, различны: к востоку от него этот режим проявлен более интенсивно, чем западнее. Таким образом, обнаруживается еще один признак барьерной роли хребта Гауга в геодинамике и тектонике изучаемого района. *Южно-Китайский блок* выделяется, прежде всего, по режиму восходящих движений вещества в мантии и коре. Его условную границу с островодужной системой можно провести от западной периферии Манильского желоба в пределах верхней части коры вниз под хребет Хенчун. Геодинамический режим внутри блока однороден. При общем режиме подъема коромантийных масс здесь можно отметить лишь интенсификацию этого процесса в направлении от глубинных мантийных горизонтов в верхние слои коры под Южно-Китайским морем. В пределах блока отсутствуют также участки значительных касательных и горизонтальных напряжений и деформаций. Лишь в мантии под западным склоном хр. Хенчун и соответствующим бортом Манильского желоба фиксируется локальный участок касательных напряжений, возникновение которых вполне объяснимо на границе указанных радикально разнородных морфоструктур и соответствует теоретическим расчетам (Маслов, 1997). Между выделенными Западно-Филиппинским и Южно-Китайским блоками располагается *Островодужный блок*. Основной отличительной особенностью его геодинамического режима являются: интенсивные нисходящие движения в верхней части коры и практически статичное состояние подстилающей мантии и низов коры. Блок характеризуется широким развитием касательных и горизонтальных напряжений, сосредоточенных в коре на стыке разнородных морфоструктур. На этом фоне наиболее интенсивными нисходящими движениями коровых масс характеризуются хребты Северо-Лусонский и Хенчун. Разделяющий их Северо-Лусонский трог характеризуется менее интенсивными нисходящими движениями. Это «отставание», на наш взгляд, может быть одной из причин возникновения касательных напряжений в зонах соприкосновения указанного трога с пограничными хребтами. Вдоль западного и восточного бортов Северо-Лусонского хребта фиксируются зоны геодинамического сжатия, за счет которых, возможно, этот хребет удерживается в неуравновешенном состоянии. Однако этих сил, видимо, недостаточно для сохранения такого состояния и указанный хребет, опускаясь, постепенно приближается к своему изостатическому равновесию. Наибольшая концентрация сжимающих усилий приходится на Северо-Лусонский трог. Причиной этого, видимо, является боковое давление со стороны смежных хребтов. Численные

значения возникающих здесь напряжений также достигают $10^9 - 10^{10}$ Па, что достаточно для формирования разломных или ослабленных зон.

Сопоставление результатов геодинамического моделирования по двум наиболее представительным профилям - Субмеридиональному и Субширотному - дает возможность сделать некоторые выводы, касающиеся как общих черт, так и различий в геодинамике разных звеньев зоны сочленения плиты Филиппинского моря с окраиной смежного континента.

1. Выделенные первоначально по признакам структурно-плотностной дифференциации три литосферных блока: Западно-Филиппинский, Островодужный и Окраинно-континентальный (на профиле АВ - Восточно-Китайский, на профиле А2В2 - Южно-Китайский) выделены также и по различию геодинамического режима. Из этого следует важное заключение: коромантийные неоднородности являются одним из источников геодинамических напряжений, деформаций и перемещения масс в указанной среде.

2. На обоих профилях мантия Западно-Филиппинского блока находится в режиме нисходящего движения, напротив, окраинно-континентальная литосфера испытывает подъем. Располагающиеся между ними островодужные системы Рюкю и Лусон-Тайвань отличаются, прежде всего, высокой концентрацией касательных напряжений и деформаций, фиксирующихся, главным образом, на стыках разнородных морфоструктур и определяющих зоны развития основных дизъюнктивных дислокаций в изучаемом районе. Основной причиной этого, на наш взгляд, является пограничное расположение островодужных систем между литосферными плитами с разнонаправленным движением слагающих их масс. Основной объем мантийных масс под островодужными системами в обоих случаях находится в нейтральном состоянии, без значимых перемещений.

3. Конфигурация глубинных границ литосферных блоков, выделенных на обоих профилях, свидетельствует о некотором поддвижении мантийного субстрата Западно-Филиппинского блока под островные дуги Рюкю и Лусон-Тайвань.

4. К существенным различиям рассматриваемых профилей можно отнести неодинаковый объем глубинных «геодинамических корней» островодужных систем. В частности, область островодужных геодинамических характеристик (концентрация касательных напряжений и минимум смещений мантийных масс) под дугой Рюкю гораздо больше, чем под дугой Лусон-Тайвань. Кроме этого, максимальной концентрацией касательных напряжений также характеризуется островодужная система Рюкю. Из этого следует, что активность геодинамических процессов в пределах этой системы существенно выше, нежели в зоне дуги Лусон-Тайвань.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненных исследований построены структурно-плотностные и геодинамические модели литосферы по трем профилям, пересекающим зону сочленения плиты Филиппинского моря и Азиатского континента в районе острова Тайвань. Основные результаты исследований сводятся к следующему:

1. Установлена структурно-плотностная дифференциация литосферы. По различию средних плотностей и особенностям латерального распределения плотностных неоднородностей в коре и мантии выделены три типа литосферных блоков: океанический, островодужный и окраинно-континентальный.

2. Область окраинно-континентального блока, прилегающая к островодужной системе, характеризуется разуплотнением литосферы на всю ее мощность. Можно полагать, что возникновение такой зоны связано с деструктивным характером процессов, протекающих в тылу островной дуги и отсутствии прямой передачи сюда сдавливающих динамических усилий со стороны океанической плиты Филиппинского моря. Трог Окинава формируется над указанной зоной. Последняя, по-видимому, играет роль энергетического канала, обеспечивающего тепломассоперенос из активной области мантии в район формирования этого трога. Вблизи указанных зон располагаются известные месторождения нефти и газа.

3. Получены дополнительные данные о существенном структурно-плотностном и геодинамическом различии литосферы по разные стороны от подводного хребта Гагуа. В совокупности с другими, ранее обнаруженными, геолого-геофизическими признаками это дает основание говорить о существовании здесь некоего тектонического барьера, сыгравшего значимую роль в развитии местных тектонических процессов и формировании структурного плана изучаемого района. С этой позиции хребет Гагуа является одним из внешних проявлений указанного тектонического линеамента, протягивающегося примерно вдоль меридиана 123° . Последний, по мнению автора, маркирует с востока область активных коромантийных деформаций при подходе к Рюкю-Тайваньскому звену конвергентной зоны.

4. Показано, что выделенные первоначально по признакам структурно-плотностной дифференциации три литосферных блока выделяются также и по различию геодинамического режима. Численные значения напряжений, возникающих в литосфере под воздействием ее плотностной дифференциации, достаточны для формирования разломных или тектонически ослабленных зон ($10^9 - 10^{10}$ Па). На этой основе сделано заключение, что, коромантийные плотностные неоднородности являются одним из

источников геодинамических напряжений, деформаций и перемещения масс в указанной среде.

5. На всех профилях зафиксирован режим нисходящего движения мантии Западно-Филиппинского блока; напротив, окраинно-континентальная литосфера испытывает подъем. Островодужные системы Рюкю и Лусон-Тайвань различаются высокой концентрацией касательных напряжений и деформаций на стыках разнородных морфоструктур. Основной причиной этого, на наш взгляд, является пограничное расположение островодужных систем между литосферными плитами с разнонаправленным движением слагающих их масс. Основной объем мантийного вещества под островодужными системами во всех случаях находится в нейтральном состоянии, без значимых перемещений.

6. Конфигурация глубинных структурно-плотностных и «геодинамических» границ литосферных блоков свидетельствует о некотором поддвигании мантийного субстрата Западно-Филиппинского блока под островные дуги Рюкю и Лусон-Тайвань.

7. По характеру пространственного распределения геодинамических параметров и занимаемому объему коромантийной среды сделан вывод, что активность геодинамических процессов в пределах островодужной системы Рюкю существенно выше, нежели в зоне дуги Лусон-Тайвань.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Кулинич Р.Г., Маслов Л.А., Гильманова Г.З., Комова О.С. Плотностная модель и напряжения в земной коре северной части Японского моря // Тихоокеанская геология. - 1998. - Том 17, № 2. С. 108-114 (*обработка материала, моделирование, участие в интерпретации результатов*).
2. Гильманова Г.З., Маслов Л.А., Кулинич Р.Г., Комова О.С. Геодинамика земной коры зоны коллизии Тайваня // Тихоокеанская геология. - 2002. - Том 21, № 3. С. 40-49 (*обработка материала, моделирование, участие в интерпретации результатов*.)
3. Гильманова Г.З., Подгорный В.Я. Плотностная модель литосферы зоны перехода от Филиппинской плиты к Азиатской, на примере островной дуги Рюкю // IV Косыгинские чтения: Сб. докладов. - Хабаровск, 2003. С. 238-258 (*обработка материала, построение разрезов, интерпретация результатов, доклад*).
4. Подгорный В.Я., Гильманова Г.З. Плотностная модель литосферы зоны перехода от Филиппинской плиты к Азиатской на примере островной дуги Рюкю // Материалы 30-ой сессии Международного семинара им. Д.Г.Успенского под редакцией академика

В.Н.Страхова: Тез. докл. - Москва: ОИФЗ РАН, 2003. С. 95-96 (*обработка материала, построение разрезов, интерпретация результатов*).

5. Gilmanova G., Maslov L., Kulinich R. Density model and crustal stresses in the Collision zone of Taiwan // New concepts in global tectonics: Proceedings book, 2002. P. 213-224 (*обработка материала, моделирование, участие в интерпретации результатов*).

6. Karp B., Gilmanova G., Kulinich R. Complexities in the tectonic evolution of the eastern Taiwan offshore area // 30th International Geological Congress: Abstract - Vol. 2. Beijing, China, 1996. P.224 (*обработка материала, построение разрезов, интерпретация результатов*).

7. Gilmanova G., V. Podgorny. Results of density modeling of the lithosphere in the Philippine - to Asian plate transition zone, as exemplified from the Ryukyu Island arc. // Proc. of IUGG. Vol. 2. - Japan, 2003. P. ВЗО (*обработка материала, построение разрезов, интерпретация результатов, доклад*).

8. Gilmanova G., R. Kulinich, L. Maslov. Structure and geodynamics of the Earth's crust and upper mantle of Japan and Philippine marginal seas according to the complex of geological and geophysical data // Proc. of IUGG. Vol. 2. - Japan, 2003. ВЗО (*обработка материала, построение разрезов, интерпретация, доклад*).

9. Podgorny V., Gilmanova G., Gravitational model of the structure of the lithosphere in the zone of the Asian and Philippine plates interaction, as exemplified from the Luzon island arc // Proc. of 32nd International Geological Congress IGC. - Florence - Italy, 2004. Abstracts (part 1). P. 607 (*обработка материала, построение разрезов, интерпретация результатов*).

10. Gilmanova G., Maslov L., Podgorny V. Geodynamic and density modeling of the lithosphere of the collision zone of Taiwan // Proc. of 32nd International Geological Congress IGC. - Florence - Italy, 2004. Abstracts (part 2). P. 1461. (*обработка материала, построение разрезов, интерпретация результатов*).

11. Maslov L., Gilmanova G. Mechanical Stresses in the Lithosphere of the Pacific Tectonic Belt // Proc. of Western Pacific Geophysics Meeting. - Honolulu, 2004. P. 194. (*обработка материала, интерпретация результатов*).

12. Maslov L.A., Gilmanova G.Z., Simekov D.A., The stress field and structure-forming processes caused by density and topography variation in the Pacific continent-ocean transition zone // Proc. of AGU Fall Meeting. - San Francisco, 2004. T43C-1343 1340h. (*обработка материала, интерпретация результатов*)

ГИЛЬМАНОВА Гульшат Забировна

**ПЛОТНОСТНЫЕ И ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЛИТОСФЕРЫ В ЗОНЕ
СОЧЛЕНЕНИЯ ПЛИТЫ ФИЛИППИНСКОГО МОРЯ И АЗИАТСКОГО КОНТИНЕНТА
В РАЙОНЕ о-ва ТАЙВАНЬ**

(специальность 25.00.28 - океанология)

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук

Подписано к печати 29.10.04 г. Формат 60x84/16
Печать офсетная. Усл. изд. л. 0,8. Тираж 100 экз. Заказ № 46.

Отпечатано в ОНТИ ТОИ ДВО РАН.
690041, Владивосток, Балтийская, 43

24300

3

942