

Н. К. БУЛИН

О МОЩНОСТИ ЗЕМНОЙ КОРЫ НА ПАМИРЕ

(Представлено академиком А. В. Пейве 31 III 1971)

Современные представления о толщине коры Памира основаны на данных сейсмологии ((⁵, ⁹⁻¹², ¹⁴⁻¹⁷) и др.), глубинного сейсмического зондирования и гравиметрических исследований ((², ³, ⁸) и др.). При этом наибольшим признанием пользуется точка зрения о том, что толщина коры на Памире аномально велика — до 70—75 км. В последнее время появился достаточно большой экспериментальный материал, ставящий под сомнение правильность подобной трактовки геофизических данных. В 1963—1965 гг. нашим институтом в содружестве с территориальными организациями на территории Памира и Южного Тянь-Шаня (см. рис. 1) были проведены детальные сейсмологические наблюдения вдоль трасс профилей общей длиной свыше 1500 пог. км *. Эти исследования явились частью комплексных геолого-геофизических работ по изучению глубинного строения складчатых областей территории СССР, проводимых в нашем институте под руководством Ю. И. Сытина. При интерпретации наблюдений наших передвижных станций — более чем по 110 пунктам — попутно был проанализирован материал 35 сейсмических станций Института физики Земли АН СССР, Института геологии АН КиргССР и Института геологии и геофизики АН УзССР с целью определения структуры земной коры и верхней мантии по данным обменных проходящих волн типа PS, образующихся на сейсмических границах при далеких и глубокофокусных памиро-гиндукушских землетрясениях ((¹, ⁶) и др.). Результаты этих исследований (рис. 1 и 2) позволяют уточнить представления о строении коры территории Памира и прилегающих областей Южного Тянь-Шаня.

Как видно на схематизированных сейсмических разрезах (рис. 2), кора и верхняя часть мантии до глубины ~100 км обнаруживают блоковое строение. По границам наиболее крупных блоков ориентировочно намечены близвертикальные глубинные зоны, выделенные на основе критериев, описанных в работе (⁷). Маркирующими границами являются горизонт А в «гранитном» слое и поверхность Мохоровичича (М). Сопоставление результатов разных методов по профилю Гарм — Иркештам (см. рис. 2) показывает удовлетворительную сходимость данных обменных волн PS и преломленных волн близких землетрясений (⁵) относительно глубины и рельефа поверхности М. С данными ГСЗ отмечено лишь грубое качественное соответствие, глубины различаются более чем на 20 км. При оценке отмеченных расхождений между данными сейсмологии и ГСЗ по Алайской долине необходимо учитывать, что работы ГСЗ 1955 г. были малодетальными, выполнялись по крайне неполным системам наблюдений из одного пункта взрыва и, что весьма существенно, сами опирались на данные сейсмологии по району Гарма (⁸). По указанным и другим причинам результаты ГСЗ, относящиеся к тому же к локальному участку Памиро-Алайской зоны, не могут рассматриваться в качестве опорных определений толщины коры на Памире.

* В работах принимали участие Н. А. Афанасьева, В. И. Бубнова, В. В. Васильев, Е. А. Проняева, Е. А. Рабинович, Е. И. Эрглис, В. Э. Эрглис и др.

Рассмотрим особенности морфологии поверхности М, выявленные по волнам PS землетрясений (рис. 1), в связи с геологической обстановкой. I. На Памире (включая Памиро-Алайскую зону и северо-восточную часть Таджикской депрессии) и Южном Тянь-Шане значения мощности коры колеблются от 38 до 52 км, при этом преобладают значения 46—48 км. Таким образом, мощность коры в исследованных районах такая же, как осредненное значение для Средней Азии в целом по данным мощных взрывов (50 ± 10 км) и близких землетрясений (45 ± 5 км) (⁴, ¹⁴). II. Макси-

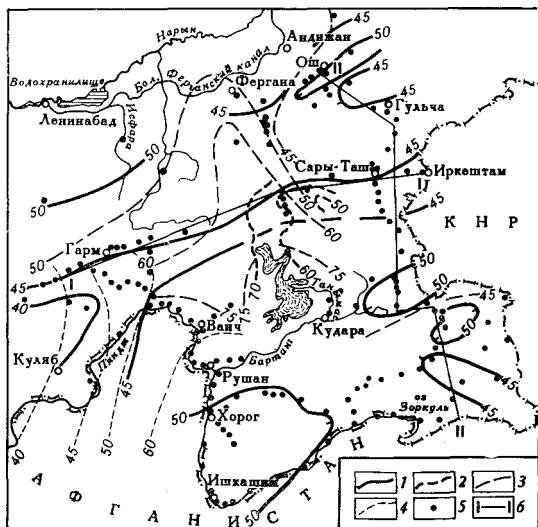


Рис. 1. Схема рельефа поверхности Мохоровичича территории Памира и восточной части Южного Тянь-Шаня. 1 — изоглубины поверхности М по данным обменных волн PS от землетрясений за 1961—1966 гг. (км от земной поверхности); 2 — то же по данным ГСЗ 1955 г. (⁹); 3 — то же по данным преломленных волн близких землетрясений (¹⁶); 4 — то же по данным близких землетрясений (¹¹); 5 — точки определения глубин до поверхности М по обменным волнам PS; 6 — линии глубинных сейсмических профилей, показанных на рис. 2

имальные глубины до поверхности М (50—52 км) установлены на Юго-Западном Памире, в области развития кристаллических пород докембрийского возраста (¹³), а также на локальных участках в восточной части Памира (район пер. Акбайтал и пос. Мургаб) и в Южном Тянь-Шане (район г. Ош и др.). Таким образом, максимальные глубины до границы М присущи не только отдельным зонам Памира, но и некоторым районам Тянь-Шаня, поэтому представления об исключительности в этом смысле территории Памира (напр. (², ³, ⁸) и др.) нуждаются в пересмотре. Участки с минимальными глубинами (40—45 км и менее) отчетливо локализируются в пределах койлогенных областей (Гаджикская депрессия, Алайская долина, Гульчинская впадина и др.). Собственно на Памире глубины 45 км и менее отмечены лишь на одном локальном участке к юго-востоку от пос. Мургаб. Проведенные исследования в целом подтверждают сделанный ранее вывод (¹⁰), что на Памире и Тянь-Шане участки с утоненной корой соответствуют блокам, испытавшим в альпийское время интенсивные психодящие движения. Наши исследования позволяют распространить этот вывод и на район Алайской долины (см. рис. 1 и 2), которая ранее (¹⁰) выпадала из этой закономерности. III. Простирание изоглубин поверхности М в основном совпадает с простиранием региональных складчатых структур палеозойского и более древнего возраста.

Оценки толщины коры на Памире, выполненные по обменным волнам, достаточно близки к таковым, сделанным по сейсмологическим данным рядом других исследователей. Так, согласно А. А. Трескову (¹⁵), глубина до границы М, вычисленная по удаленным землетрясениям разработанным им способом в точке с координатами 36° с. ш. и 70° в. д., равна 50 км, что полностью согласуется с нашими определениями для Юго-Западного Памира. Такое же значение глубины определено для Памира по наблюдениям над близкими глубокими землетрясениями способами, не зависящими от предположения по поводу скоростного строения среды, что повышает

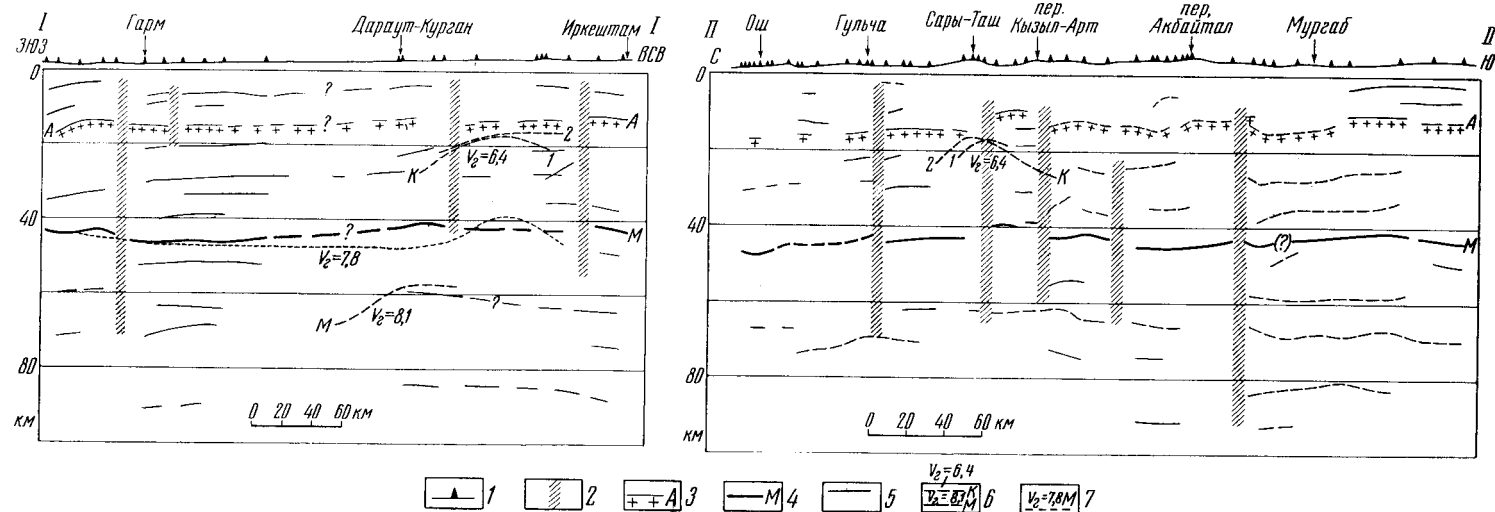


Рис. 2. Глубинные сейсмические разрезы через Памир и Южный Тянь-Шань (упрощено) (см. I—I и II—II на рис. 1). Составлены по наблюдениям обменных волн типа PS от землетрясений за 1961—1966 гг. 1 — пункты наблюдений землетрясений, спроектированные на линию профиля; 2 — близвертикальные зоны по границам разнородных блоков, выделенные по обменным волнам PS (показана часть отчетливо проявленных зон, возможно связанных с глубинными разломами); 3—5 — осредненное положение сейсмических горизонтов (границ обмена): 3 — горизонт A в «гранитном» слое, 4 — поверхность M, 5 — прочие границы обмена в земной коре (K — граница Коппа, 1 и 2 на профилях — варианты построений), 6 — преломляющие границы по данным ГСЗ (M — подошва коры, V_p — граничная скорость продольных волн (км/сек); 7 — поверхность M по сейсмологическим наблюдениям на профиле Гиссарская долина — Алайская долина ⁽⁵⁾)

достоверность сделанной оценки (¹²). Глубины по обменным волнам PS, за исключением участка между Гармом и Рушаном, в пределах погрешности построений совпадают с оценками по преломленным волнам близких землетрясений (⁵, ¹¹). Вместе с тем, местами отмечаются существенные (до 25 км) расхождения наших оценок и данных И. Л. Нерсесова (¹⁰), В. И. Уломова (¹⁶) и М. А. Чоудхури (¹⁷). Необходимо, однако, заметить, что в Юго-Восточном Памире (район пос. Мургаб) расчеты В. И. Уломова по близким землетрясениям и оценки толщины коры по обменным волнам совпали полностью и дали значение 45 км. Детальный анализ расхождений выходит за рамки настоящей статьи. Можно предполагать, что главной их причиной является то, что при определении глубин сейсмических границ при помощи преломленных волн (¹⁰, ¹¹, ¹⁶) или волн, отраженных в области эпицентра (¹⁷), в ряде случаев за поверхность М ошибочно принималась более резкая глубокая сейсмическая граница, например горизонт на глубине 80—85 км, отчетливо фиксируемый по отраженным, головным и обменным PS-волнам (¹²), или четкие границы раздела, выявляемые по волнам PS на 10—20 км глубже поверхности М (см. рис. 2). Поскольку уверенная идентификация горизонтов при очень редкой сети стационарных станций была крайне затруднена, то, по-видимому, при построении схем изоглубин использовались данные, характеризующие не одну, а разные границы раздела, чем и объясняются столь значительные амплитуды рельефа поверхности М (20—30 км) на схемах В. И. Уломова, Т. И. Кухтиковой и др. (см. рис. 1). По данным волн PS рельеф поверхности М сравнительно спокойный, изменение глубин с амплитудой до 3—5 км происходит скачкообразно, обычно в области стыка разнородных геолого-орографических провинций (см. рис. 2).

Описанные выше результаты сейсмологических исследований нашего института, хотя и дают лишь первое приближение к действительности, все же, по сравнению со всеми другими определениями мощности коры на Памире, являются наиболее детальными и благодаря их массовости и охвату всей исследуемой территории, по нашему мнению, могут рассматриваться в качестве опорных для суждения о толщине коры. Для окончательных выводов по этому вопросу необходимо провести работы на одном-двух профилях ГСЗ по полным системам наблюдений с использованием большого числа взрывных пунктов.

Всесоюзный научно-исследовательский
геологический институт
Ленинград

Поступило
2 III 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ С. С. Андреев, Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 1 (1957). ² А. А. Борисов, Сов. геол., № 4 (1964). ³ А. А. Борисов, Н. А. Беляевский, И. С. Вольвовский, Сов. геол., № 11 (1967). ⁴ В. И. Бунэ, Е. М. Бутовская, Тр. Геофиз. инст. АН СССР, 30 (157) (1955). ⁵ В. И. Бунэ и др., Тр. Инст. физ. Земли АН СССР, 9 (176) (1960). ⁶ Н. К. Булин, Ю. И. Сытин, Тр. Всесоюз. п.-п. геол. инст., нов. сер., 42 (1960). ⁷ Н. К. Булин и др., Сов. геол., № 4 (1969). ⁸ Р. М. Деменицкая, Кора и мантия Земли, М., 1967. ⁹ И. П. Косминская и др., Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 10 (1958). ¹⁰ В. Н. Крестников, И. Л. Нерсесов, Сов. геол., № 11 (1962). ¹¹ Т. И. Кухтикова и др., Докл. АН ТаджССР, 10, № 10 (1967). ¹² А. А. Лукк, И. Л. Нерсесов, ДАН, 162, № 3 (1965). ¹³ Д. В. Наливкин и др., Тр. Всесоюз. геол.-разв. объедин., 182 (1932). ¹⁴ Е. А. Розова, Тр. Сейсмол. инст. АН СССР, 72 (1936). ¹⁵ А. А. Тресков, Бюлл. Совета по сейсмологии АН СССР, 6 (1957). ¹⁶ В. И. Уломов, Глубинное строение земной коры Юго-Востока Средней Азии по данным сейсмологии, Ташкент, 1966. ¹⁷ М. А. Чоудхури, В кн.: Строение земной коры по сейсмическим данным, ИЛ, 1959.