

УДК 550.834:551.46 (267)

ГЕОЛОГИЯ

Н. А. БЕЛЯЕВСКИЙ, И. С. ВОЛЬВОВСКИЙ, М. И. РАЗИНКОВА,
В. З. РЯБОЙ

СРЕДНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИЕ СКОРОСТИ ПРОДОЛЬНЫХ ВОЛН В ЗЕМНОЙ КОРЕ ТЕРРИТОРИИ СССР

(Представлено академиком А. Л. Яншиным 15 IV 1970)

Суммарный эффект влияния сейсмических неоднородностей в земной коре может быть выражен в виде определяемого экспериментально параметра средней скорости распространения продольных сейсмических волн ($\bar{V}$). Этот параметр, как известно, наиболее точно и надежно устанавливается при глубинном сейсмическом зондировании (ГСЗ). Абсолютная ошибка определения обычно оценивается в 0,1—0,2 км/сек.

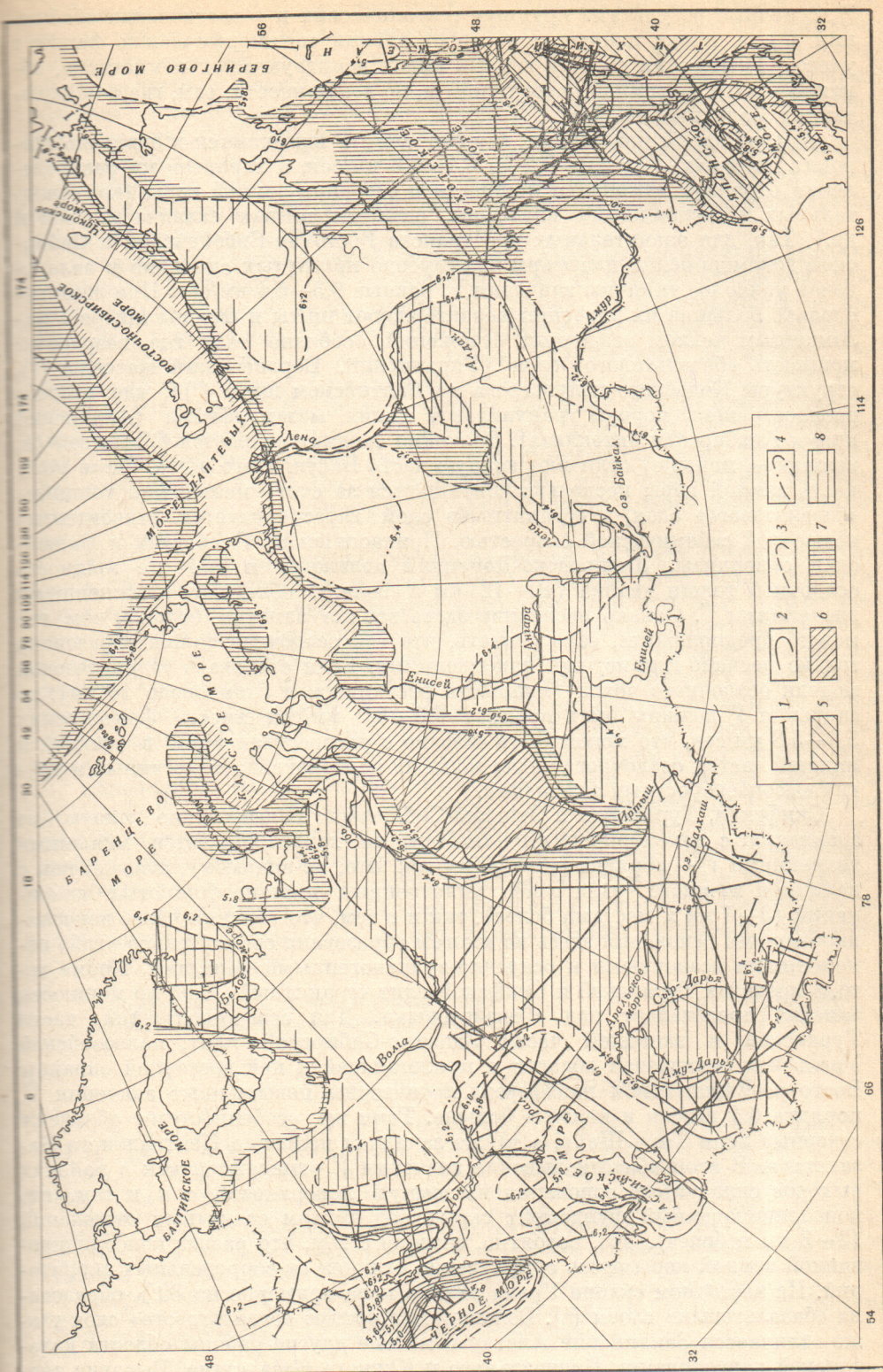
На $\bar{V}$ влияют значения скоростей распространения сейсмических волн в слоях земной коры и их мощность. В связи с этим были исследованы корреляционные зависимости между значениями $\bar{V}$ и мощностью осадочного слоя, мощностью консолидированной коры, мощностью всей земной коры и средней скоростью распространения сейсмических волн в осадочной толще. Статистическая обработка экспериментальных материалов выполнялась по способу наименьших квадратов для результатов сухопутных и морских исследований. Результаты обработки проверялись на материалах теоретических расчетов для типичных скоростных моделей земной коры.

В результате было установлено, что между значениями $\bar{V}$ и мощностью земной коры, а также между $\bar{V}$ и мощностью осадочного слоя существуют достаточно тесные корреляционные связи со средней квадратической погрешностью (порядка $\pm 0,3$ — $0,4$ км/сек), превышающей в 2—3 раза ошибку определения средней скорости при ГСЗ (⁴).

Использование материалов выполненных в СССР исследований по ГСЗ (общая протяженность профилей более 60 000 км) и данных глубинных сейсмических исследований в сопредельных странах (^{1, 9}), а также использование результатов корреляционного анализа для районов, где ГСЗ пока не проводилось, дало возможность составить для территории СССР и сопредельных стран карту средних скоростей распространения продольных сейсмических волн в земной коре (рис. 1).

С учетом абсолютной ошибки определения значений $\bar{V}$ по данным ГСЗ порядка $\pm 0,1$ — $0,2$ км/сек, и по эмпирическим формулам порядка $\pm 0,3$ — $0,4$ км/сек, изолинии проводились через 0,2 км/сек в районах, изученных методом ГСЗ, и через 0,4 км/сек в районах, где исследования методом ГСЗ не проводились. При построении карты в качестве исходных материалов использованы данные о рельефе поверхности Мохоровичича (^{1, 2, 9}), материалы, характеризующие рельеф консолидированного основания (^{2, 5, 6, 7},

Рис. 1. Карта средних скоростей распространения продольных сейсмических волн в земной коре для территории СССР и сопредельных стран. 1 — профили ГСЗ; 2 — изолинии средних скоростей по данным ГСЗ; 3 — изолинии средних скоростей на основании экстраполяции данных ГСЗ при помощи эмпирических формул; 4 — предположительные изолинии средних скоростей; 5—8 — средние скорости (км/сек): 5 — <5,4, 6 — 5,4—5,8, 7 — 5,8—6,2, 8 — 6,2—6,4 и более



⁸⁾, основные результаты крупных тектонических и геологических обобщений ⁽⁸⁾, а также данные о распространении метаморфических фаций с учетом физических свойств горных пород и интрузивных комплексов, обнажающихся на земной поверхности и, по возможности, там, где они скрыты под осадочным чехлом.

Анализ карты показывает, что значения $\bar{V}$ изменяются в довольно широких пределах — от 4,0—5,2 до 6,4—6,6 км/сек, а характер их распределения отражает изменение мощности и строения земной коры (континентальных и океанических платформ, разновозрастных складчатых зон и др.). Так, для значительных пространств Восточно-Европейской и Сибирской докембрийских платформ без глубоко прогнутых синеклиз и авлакогенов наиболее типичны значения $\bar{V}$, равные 6,3—6,4 км/сек. При этом несколько большие их значения характеризуют щиты и склоны щитов с маломощным чехлом осадочных отложений, особенно там, где возрастает мощность «базальтового» слоя (Украинский, Воронежский массивы ⁽⁶⁾, структуры Кольского полуострова на Балтийском щите ⁽³⁾), где широко распространены породы гранулитовой фации метаморфизма (Алданский щит и Анабарская антеклиза). Значения средних скоростей 6,2 км/сек (или, возможно, меньше) отличаются южную часть Балтийского щита. Здесь мощность земной коры несколько сокращается за счет уменьшения толщины «базальтового» слоя, а «гранитный» слой характеризуется относительно невысокой сейсмической скоростью. Прикаспийская, Печорская и Вилуйская синеклизы, Днепровско-Донецкий авлакоген и др., где мощность осадочной толщи велика (10—12 км и более), обладают пониженными значениями $\bar{V}$. Однако последние здесь все же заметно больше, чем это можно предположить, если считать, что вся осадочная толща образована только песчано-глинистыми накоплениями. Если следовать теоретической модели осадочного чехла (мощность песчаников и глин около 10 км), то значения $\bar{V}$ должны быть порядка 4,8—5,0 км/сек вместо фактических 5,6—5,8 км/сек, что может быть связано с распространением в средней и нижней частях осадочного чехла мощных карбонатных, хемогенных и других высокоскоростных отложений.

Скифская, Туранская и Западно-Сибирская палеозойские плиты по сравнению с докембрийскими платформами характеризуются меньшими значениями $\bar{V}$ — порядка 5,8—6,0 км/сек. Это, по-видимому, связано как с наличием мощного чехла слабо уплотненных песчано-глинистых накоплений (3—4 км и местами более), так и с тем, что верхняя часть консолидированного основания здесь во многом образована сравнительно слабо уплотненными осадочными и осадочно-вулканогенными породами. Кроме того, в пределах Туранской и Скифской плит «гранитный» слой по мощности заметно преобладает над «базальтовым». Для северо-восточной части Туранской и западной части Западно-Сибирской плит, палеозойской Уральской складчатой области и прилегающей к ней восточной окраины Восточно-Европейской платформы характерны повышенные значения $\bar{V}$ порядка 6,4 км/сек и нередко больше. Теми же особенностями обладают северные цепи Тянь-Шаня, а также западная половина Центрального Казахстана. В этой области высокие значения $\bar{V}$ отмечаются как в районах выходов складчатого основания на земную поверхность, так и там, где консолидированный фундамент скрыт под чехлом осадочных отложений (2—3 км и более). Это, вероятно, связано с тем, что разрез консолидированной земной коры здесь существенно отличен от сопредельных территорий. На восточном склоне Урала земная кора примерно на 80% образована «базальтовым» слоем ⁽⁴⁾. Большой мощностью «базальтового» слоя также отличается Заилийский Алатау и многие другие районы области казахской консолидации Центрального и Южного Казахстана. Высокие значения средних скоростей (6,4 км/сек), вероятно, также характерны для области байкальских и палеозойских горно-складчатых сооружений юга Сибири, включая Прибайкалье и Забайкалье.

Сравнительно невысокие значения $\bar{V}$ — порядка 6,0—6,2 км/сек типичны для районов альпийских и мезозойских горно-складчатых сооружений, в строении верхней части консолидированной коры которых участвуют очень мощные малоизмененные песчано-глинистые толщи (Карпаты, большая часть Большого Кавказа, в значительной мере мезозойды Дальнего Востока). Близкие значения средних скоростей отмечаются для южных герцинских цепей Тянь-Шаня и Памира, где мощность «гранитного» слоя достигает предельно больших значений, а в составе верхней части консолидированной коры существенную роль играют дислоцированные песчано-сланцевые толщи.

Впадины внутренних морей отличаются низкими значениями средних скоростей ($\bar{V}$ определялось от морского дна). В Южно-Каспийской впадине средние скорости не превышают 5,4 км/сек, а в Черноморской 4,0 км/сек. Это, несомненно, связано с тем, что под толщей воды здесь располагаются мощнейшие накопления слабо уплотненных осадочных пород (до 15 км и более). При этом общая мощность земной коры здесь становится небольшой (25—30 км). Однако значения $\bar{V}$ для Южно-Каспийской впадины выше, чем для Черноморской, хотя мощность осадочного чехла в первой значительно больше (соответственно около 20 и 15 км). Эта особенность Южно-Каспийской впадины, как показывают расчеты, вероятно, связана с наличием карбонатных пород в основании толщ, vyplняющих эту впадину.

Область дальневосточных окраинных морей, включая Курило-Камчатскую, Сахалино-Японскую и Алеутскую островные дуги, отличается тем, что в составе верхней части земной коры здесь большую роль играют низкоскоростные слабо уплотненные осадочные толщи, характеризующиеся невысокими значениями $\bar{V}$ (менее 6,0 км/сек). По аналогии можно предположить, что средние скорости в шельфовой зоне арктических морей также должны быть небольшими. Для области Тихого океана характерно возрастание значений $\bar{V}$ до 6,0 км/сек и выше, что связано с малой мощностью низкоскоростных осадочных отложений и выпадением «гранитного» слоя.

Изложенные материалы свидетельствуют о том, что анализ изменения значений $\bar{V}$, кроме исследования общих проблем физических свойств земной коры, может также представлять интерес как для прогноза состава осадочных образований, выполняющих весьма глубокие седиментационные впадины, так и для оценки соотношения мощностей слоев в консолидированной коре. Прогноз $\bar{V}$ необходим для проектирования сейсмических исследований глубинных недр и для интерпретации материалов сейсмологических наблюдений.

Всесоюзный научно-исследовательский
институт геофизических методов разведки
Москва

Поступило
7 III 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. А. Беляевский, А. А. Борисов, И. С. Вольвовский, Сов. геол., № 11 (1967).
- ² И. С. Вольвовский и др., Тр. Геол. инст. АН СССР, в. 165 (1966).
- ³ И. В. Литвиненко, В сборн. Геология и глубинное строение восточной части Балтийского щита, «Наука», 1969.
- ⁴ В. З. Рябой, Сборн. Разведочная геофизика, № 51 (1971).
- ⁵ К. А. Савинский и др., В сборн. Геол. строение и нефтегазоносность восточной части Сибирской платформы, М., 1967.
- ⁶ В. Б. Соллогуб и др., В сборн. Геофизические исследования строения земной коры Юго-Восточной Европы, «Наука», 1967.
- ⁷ В. С. Сурков и др., Тр. Сиб. н.-и. инст. геол. и геофиз. и минерального сырья, в. 62 (1967).
- ⁸ Тектоника Евразии, ред. А. Л. Яншин, «Наука», 1967.
- ⁹ McConnell, K. C. McTaggart, Cowan Seismic Refraction Profiles a Complication. The University of Toronto, 1963.