

Э. М. ЭСЕНОВ

СЕЙСМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ ТЕРРИТОРИИ Г. НЕБИТ-ДАГ ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ СКОРОСТЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРОДОЛЬНЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН

Территория г. Небит-Даг по карте сейсмического районирования Туркмении [7] отнесена к 9-балльной сейсмической зоне. Вопрос о выборе средних грунтовых условий для микрорайонирования решался нами, исходя из конкретной геологической и инженерно-геологической обстановки, а также особенностей распространения сейсмических волн, присущих для выбранного района исследований.

На карте инженерно-геологического районирования [1] выделены четыре комплекса грунтов, соответствующие определенным значениям скоростей продольных сейсмических волн (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика различных грунтовых условий территории г. Небит-Даг

Типы грунтовых условий	Возраст	v , м/сек	ρ , г/см ³
Наилучшие. Уплотненные гравийно-галечниковые отложения останцов морских береговых валов	mQ_3^{hv}	800—1000	1,93
Хорошие. Грубообломочные гравийно-галечниковые отложения конусов выноса	$Pl+mQ_{3-4}^{hv}$	600—800	1,88
Средние. Песчано-гравийные морские и пролювиально морские отложения	$Pl+mQ_{3-4}^{hv}$	400—699	1,52—1,76
Худшие. Часто переслаивающиеся супесчано-глинистые и песчаные грунты	mQ_3^{hv}	300—400	1,50

За средние грунтовые условия, соответствующие 9-балльной сейсмичности, приняты грунты третьего типа (2). По данным инструментальных наблюдений значения скоростей продольных сейсмических волн колеблются от 400 до 600 м/сек. Максимум распределения (рис. 1) приходится на значение $V=500$ м/сек. Средняя плотность пород—1,61 г/см³. Эти значения приняты исходными при расчете относительных приращений сейсмической интенсивности.

Определение количественных характеристик сейсмических колебаний проводилось способом сравнения грунтов по их акустическим жест-

костям [6] и деформациям [4, 5]. Полученные значения приращений легли в основу схемы сейсмического микрорайонирования территории г. Небит-Даг [2].

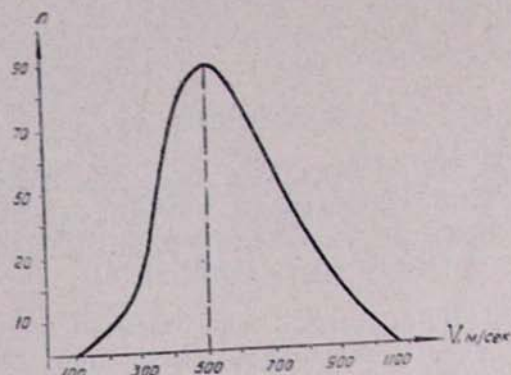


Рис. 1. Распределение значений скоростей распространения продольных сейсмических волн на территории г. Небит-Даг (n — число случаев)

Изучение скоростей распространения продольных сейсмических волн на территории города выявило определенную закономерность в распределении их значений. В зависимости от этого скорости дают количественную оценку сейсмичности [9], что позволяет классифицировать грунты исследуемого района по их сейсмоопасности при микрорайонировании. Методика исследований аналогична [3], с той лишь разницей, что наблюдения проводятся в пределах города, где максимально увеличены всякого рода промышленные помехи [9].

Нами исследованы грунты в 365 пунктах г. Небит-Даг, расположенных в различных микрогеологических условиях. Результаты обработки материалов наблюдений — мощность ЗМС и скорости — легли в основу определения относительных приращений сейсмической интенсивности.

На фоне исследований по сейсмическому микрорайонированию нами были получены некоторые зависимости между физическими параметрами грунтов, характеризующих сейсмические свойства последних.

Мощность ЗМС оказывает существенное влияние на изменение скоростей, так как с глубиной физические свойства горных пород претерпевают различные изменения. С увеличением глубины изменяется давление, плотность пород и т. д. [10, 11]. А скорости распространения сейсмических волн находятся в прямой зависимости от физического состояния среды.

В ходе наших исследований получено достаточно данных, характеризующих скорости распространения продольных сейсмических волн для различных мощностей ЗМС. Это дало возможность методом математической статистики [8] выявить зависимость скорости от мощности ЗМС и найти коэффициент корреляции между ними. Величины h (мощность слоя) и V (скорость) статистически связаны между собой; корреляция — линейная, положительная. Коэффициент корреляции r , характеризующий степень и направление корреляции, а также устанавливающий тес-

ноту связи величин, оказался равным 0,82. Это указывает на хорошую зависимость V от h .

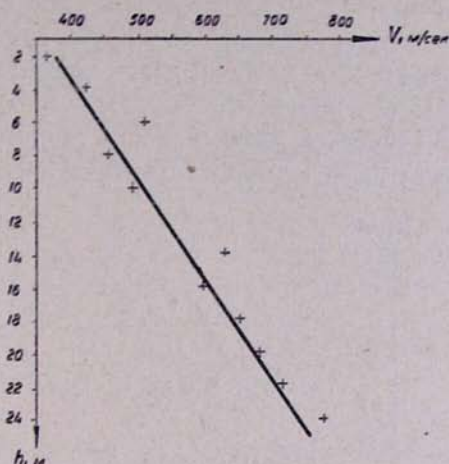


Рис. 2. Вывороченный график зависимости изменения скорости V от мощности ЗМС (крестиками помечены наблюдаемые значения)

Вывороченные значения (рис. 2) представляются уравнением прямой:

$$V = 17,3h + 349.$$

Выявленная зависимость показывает, что с увеличением глубины залегания преломляющего горизонта в пределах ЗМС в районе Небит-Дага значение скорости неизменно растет, независимо от других условий, влияющих на изменение скорости сейсмических волн.

Одним из факторов, оказывающих влияние на изменение скорости сейсмических волн, является плотность горных пород. Установлено, что грунтам Небит-Дага характерна функциональная зависимость ($r=0,99$) между скоростью сейсмических волн и плотностью пород (рис. 3), выражаемая уравнением

$$V = 577,6\rho - 390,8,$$

где ρ — плотность пород.

Известно, что модули упругости и плотность горных пород изменяются в зависимости от их литологического состава, степени уплотнения и других факторов. Хотя значения плотностей исследованных пород находились в сравнительно узких пределах (от 1,50 до 1,88 $см^3$), ее изменения тем не менее оказывают влияние на значение скоростей упругих волн. В значительно более широких пределах варьирует модуль упругости.

Грунтам территории Небит-Дага характерно подобное явление. Так, изменение литологического состава разреза от гравийно-галечниковых до песчано-глинистых влечет за собой уменьшение значения скорости продольной сейсмической волны. Зависимость изменения скорости от литологии дает возможность качественной оценки сейсмических свойств исследуемых грунтов.

На территории г. Небит-Даг наблюдалось также изменение значений скоростей в зависимости от состояния естественной влажности грунтов (при прочих равных параметрах). Это явление необходимо учитывать при сейсмическом микрорайонировании, так как увеличение скорости за счет влажности грунтов может создать ложное впечатление о степени сейсмоопасности последних. Поэтому при определении относительных приращений сейсмической интенсивности грунты, наиболее увлажненные, были отнесены нами к неблагоприятным участкам.

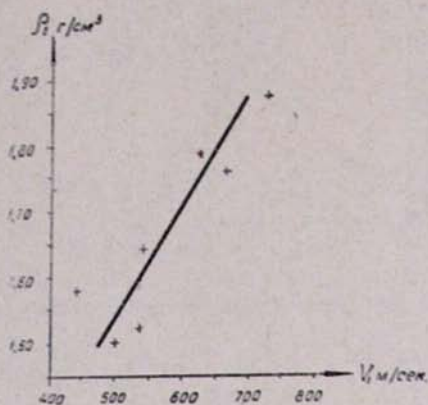


Рис. 3. График зависимости изменения скорости V от плотности пород

Измерение максимальных амплитуд колебаний на записях (при одинаковых условиях возбуждения и регистрации) показало, что наибольшие их значения приходятся на грунты с менее благоприятными условиями, а минимальные значения амплитуд смещений — на более благоприятные участки грунтов. При сравнении данных амплитуд с построен-

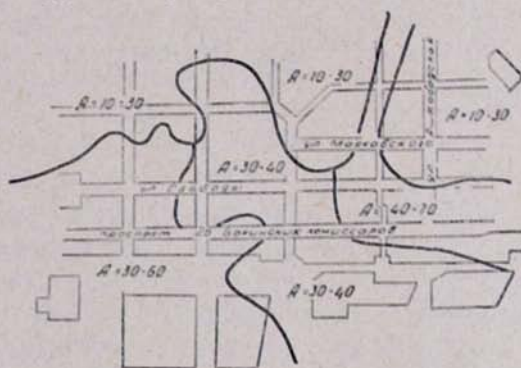


Рис. 4. Схема распределения амплитуд смещения на грунтах территории г. Небит-Даг

ной ранее картой сейсмического микрорайонирования выявилось, что они в основных чертах подтвердили показанное на карте разделение территории на участки различной сейсмичности (рис. 4).

Таким образом, сопоставление результатов инструментальных наблюдений с данными инженерно-геологических изысканий позволило

выявить ряд закономерностей распространения сейсмических волн внутри ЗМС от гидрогеологических и динамических параметров среды. На территории Небит-Дага грунтам большой мощности, более плотным и водонасыщенным соответствуют большие значения скоростей, а грунтам более рыхлым, сухим и маломощным — малые значения скоростей.

Представленная классификация грунтов, учитывающая комплекс различных сведений об изучаемом явлении, позволила нам более детально и объективно оценить сейсмоопасность отдельных участков территории, выделить на ней зоны, различающиеся по степени сейсмического эффекта при сильных землетрясениях. Построенная карта сейсмического микрорайонирования территории г. Небит-Даг [2] является обобщающим результатом всех проведенных исследований.

В ы в о д ы

1. Грунтам территории г. Небит-Даг характерна корреляционная зависимость изменения значений скоростей продольных сейсмических волн от физических и геологических параметров среды.

2. Количественная и качественная оценка сейсмичности грунтов, данная в результате комплексного изучения грунтов, позволившая классифицировать их по степени сейсмоопасности, явилась основой сейсмического микрорайонирования территории г. Небит-Даг.

Институт физики Земли
и атмосферы АН
Таджикской ССР

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Вахтанова А. Н. О количественной оценке сейсмоустойчивости грунтов по инженерно-геологическим данным. Известия АН ТССР, сер. ФТХиГН, № 3, 1967.
2. Вахтанова А. Н., Эсенев Э. М. Сейсмическое микрорайонирование территории г. Небит-Даг. Известия АН ТССР, сер. ФТХиГН, № 1, 1967.
3. Гурвич И. И. Сейсмическая разведка. Гостоптехиздат, 1960.
4. Кац А. З. Некоторые вопросы методики сейсмического микрорайонирования. Тр. ИФЗ АН СССР, № 5 (172), 1959.
5. Кац А. З. Сейсмическое микрорайонирование на основе дифференциации грунтов по деформациям, вызываемым прохождением сейсмических волн. Тр. ИФЗ АН СССР, № 16 (183), 1961.
6. Медведев С. В. Инженерная сейсмология. Госстройиздат, 1962.
7. Мильтштейн Д. М. и др. Сейсмическое районирование территории Туркменской ССР. Вопросы региональной сейсмичности Средней Азии. Фрунзе, 1964.
8. Митропольский А. К. Техника статистических вычислений. ФМГиз, 1961.
9. Непесов Р. Д., Эсенев Э. М. изучения ЭМС для целей сейсмического микрорайонирования. Изв. АН ТССР, сер. ФТХиГН, № 5, 1963.
10. Стетюха Е. И. Уравнения корреляционных связей между физическими свойствами горных пород и глубиной их залегания. «Недра», 1964.
11. Шванк О. А. Распределение плотности горных пород в геологическом разрезе и связь ее с другими физическими параметрами. Разведочная и промысловая геофизика, вып. 10, 1954.