УДК 55(092)

Сергей Дмитриевич Виноградов

А.В. Пономарев

Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва, Россия

Аннотация. Приведена краткая научная биография одного из ведущих сотрудников Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук, ветерана Великой Отечественной войны С.Д. Виноградова.

Ключевые слова: сейсмоакустика, землетрясения, триггерный эффект, модели, Великая Отечественная война, ИФЗ РАН, ветеран, С.Д. Виноградов

Сергей Дмитриевич Виноградов родился в 12 октября 1923 г. Москве в семье военнослужащего. В 1941 г. он окончил среднюю школу и в начале октября был призван в армию. В начале января 1942 г. попал на Брянский фронт рядовым 143-й стрелковой дивизии. В конце 1942 г. после ранения был направлен в техническое подразделение 15-й Воздушной армии Брянского фронта. В составе этой армии в 1943 г. попал на Северо-Западный, а в 1944 г. на 2-й Прибалтийский фронт, где и встретил окончание войны. В феврале 1948 г. был демобилизован. С марта по август 1948 г. работал на обувной фабрике «Буревестник», а осенью этого же года поступил на физический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, который окончил с отличием в 1953 г. По распределению направлен на работу в Геофизический институт АН СССР (ГЕОФИАН), ныне Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук (ИФЗ РАН).

Научную деятельность С.Д. Виноградов начал в лаборатории М.С. Анцыферова, занимавшейся проблемой внезапных выбросов угля и газа на угольных шахтах. Лаборатория вела постоянные акустические наблюдения на шахте «Юнком» в Донбассе. Сергей Дмитриевич активно включился в работу лаборатории.

В 1954 г. С.Д. Виноградов вошел в группу, занимавшуюся под руководством Ю.В. Ризниченко разработкой сейсмоакустического метода исследования горного давления и горных ударов. В группе работали также О.И. Силаева, О.Г. Шамина, В.И. Мячкин и В.А. Глухов. В задачу Сергея Дмитриевича входило обеспечение и разработка акустической части метода. В течение 1954–1955 гг. были организованы экспедиции и проведены наблюдения в шахтах Кизеловского угольного бассейна, опасных по горным ударам. Результаты этих работ в 1956 г были обобщены в объемной итоговой статье [1]. Ее авторы – члены указанной группы во главе с Ю.В.Ризниченко, ближайшим учеником которого стал С.Д. Виноградов. В 1957 г. С.Д. Виноградов опубликовал статью, в которой впервые было отмечено, что перед горным ударом происходит уменьшение интенсивности акустических импульсов [2]. Этот обнаруженный Сергеем Дмитриевичем эффект позднее был назван акустическим, или сейсмическим, затишьем.

В 1956 г. С.Д. Виноградов начал большой цикл пионерских исследований акустической эмиссии, возникающей при деформировании и разрушении образцов горных

© Пономарев А.В., 2010

пород и искусственных материалов. В ходе этих исследований им впервые было показано, что характер распределения числа сейсмических событий по энергии, установленный ранее по наблюдениям за землетрясениями и называемый графиком повторяемости землетрясений, выполняется также и для акустических импульсов, возникающих в процессе деформации и разрушения образцов. Это означает, что график повторяемости является закономерностью, проявляющейся в процессах разрушения независимо от их масштаба.

Характер распределения числа импульсов по энергии при разрушении горных пород в лабораторных экспериментах (график повторяемости сейсмоакустических импульсов) был опубликован С.Д. Виноградовым в 1959 г. [3], в 1962 г. это же явление было описано известным японским сейсмологом К. Моги [4]. Обнаруженное явление открывало широкие возможности поиска и исследования общих закономерностей сейсмического режима в лабораторных и натурных условиях. Так, было получено, что наклон графиков повторяемости, отражающий соотношение между количеством сильных и слабых сейсмических событий или количеством больших и малых разрывов, меняется в зависимости от свойств разрушаемого материала, а также во времени, уменьшаясь перед большим разрушением. Эти работы С.Д. Виноградова фактически впервые обеспечили обоснование правомерности использования лабораторных экспериментов для моделирования реальных сейсмических процессов в натурных условиях.

В 1962–1963 гг. Сергей Дмитриевич участвовал в советско-чехословацких совместных исследованиях горного давления и горных ударов в глубоких шахтах Чехословакии. В ИФЗ АН СССР была создана экспедиция, в состав которой входили научные сотрудники В.И. Мячкин и С.Д. Виноградов, инженеры А.М. Паленов и В.А. Терентьев. В.И. Мячкин был начальником экспедиции и вместе с А.М. Паленовым проводил сейсмические ультразвуковые наблюдения, С.Д. Виноградов с В.А. Терентьевым выполняли шахтные акустические наблюдения. Со стороны Чехословакии в работах принимал участие большой коллектив ученых Института геофизики и Института горного дела Академии наук Чехословакии под руководством И. Ванека (Институт геофизики) и В. Сибека (Институт горного дела). Общее научное руководство осуществлял член-корреспондент АН СССР Ю.В. Ризниченко.

Исследования были комплексными, в них входили сейсмический, ультразвуковой, акустический, деформационный, электрический и радиоактивный методы. Результаты проведенных исследований были представлены в монографии, вышедшей под редакцией Ю.В. Ризниченко и С.Д. Виноградова [5]. Эта работа стала этапной в развитии горной геофизики, инициировала подготовку и проведение аналогичных работ на горно-рудных предприятиях нашей страны. Совместные эксперименты С.Д. Виноградова с сотрудниками Центрального института физики Земли в Потсдаме (Германия) способствовали расширению работ по физическому моделированию сейсмических процессов и внедрению развиваемых в нашей стране представлений физики очага в зарубежную геофизику.

В 1963 г. Сергей Дмитриевич успешно защитил кандидатскую диссертацию, в которую вошли основные результаты его лабораторных и шахтных исследований. По материалам диссертации была опубликована монография [6]. Работы, выполненные С.Д. Виноградовым в эти годы, вывели его в первые ряды исследователей физики землетрясений и сейсмического режима.

С 1962 г. началось тесное сотрудничество С.Д. Виноградова с Институтом сейсмологии и сейсмостойкого строительства Таджикской академии наук (ТИССС). В ТИСССе была организована группа под его руководством, создано прессовое оборудование. Это положило начало большому циклу исследований акустического режима при деформировании и разрушении образцов твердых неоднородных материалов. В дальнейшем на базе этой группы была создана лаборатория моделирования, научное руководство которой осуществлял С.Д. Виноградов. В 1975 г. вышла из печати монография, обобщившая основные результаты, полученные в лаборатории [7]. Лаборатория плодотворно работала вплоть до распада СССР, ее исследования были хорошо известны среди сейсмологов не только у нас в стране, но и за рубежом.

В начале 1970-х годов С.Д. Виноградов начал цикл лабораторных экспериментов по изучению сейсмических волн, излучаемых очагом землетрясения. Были исследованы зависимости энергии, формы и спектра излучаемых импульсов от величины разрыва, напряжений, неоднородности берегов раз-

рыва, распределение динамических смещений вблизи разрыва. На основе полученных результатов С.Д. Виноградовым [8] создана модель сдвиговой подвижки по подготовленному разрыву.

Обобщение результатов лабораторных и шахтных исследований с привлечением сейсмологических данных позволило С.Д. Виноградову сделать важный вывод о том, что изменение наклона графика повторяемости и сейсмическое затишье являются общими признаками подготовки разрушения горных пород, не зависящими от масштабного уровня и проявляющимися как в лабораторных экспериментах, так и в процессе подготовки землетрясений. Полученные в этот период результаты изложены в монографии [9], они широко используются для интерпретации данных сейсмических наблюдений и поиска возможных предвестников землетрясений.

В 1984 г. Сергей Дмитриевич успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. После этого С.Д Виноградов начал большой цикл исследований влияния трещиноватости среды на параметры распространяющихся в ней упругих волн. Ему удалось создать твердую двухмерную модель с настоящими трещинами. На созданных моделях были исследованы зависимости кинематических и динамических параметров упругих волн от характеристик трещиноватости среды, установлена анизотропия тензочувствительности и коэффициента нелинейности среды с ориентированной трещиноватостью [10–14]. Результаты более поздних исследований процессов распространения упругих волн в трещиноватых средах Сергей Дмитриевич представил в 2005 г. [15].

В последние два десятилетия, и особенно в последние годы, научные интересы С.Д. Виноградова связаны с выявлением влияния триггерных воздействий на движение берегов разрыва в напряженном материале. В лабораторных экспериментах с образцами горных пород было установлено, что вибрационное воздействие на образец заметно влияет на свойства материала образца и выделение акустической эмиссии при его деформировании [16]. С.Д. Виноградов предположил, что одной из причин изменения физико-механических свойств горных пород при воздействии на них вибраций могут быть изменения характера поведения трещин. Для проверки справедливости высказанного предположения были выполнены экспериментальные исследования влияния вибраций на поведение единичной трещины в напряженной среде. Первоначально эксперименты проводились на моделях из мягкого фотоупругого материала [17], в дальнейшем использовались и модели из твердого материала [18], что открывало возможности изучения влияния вибраций на сейсмогенный разрыв.

В результате выполненных исследований было обнаружено, что при воздействии вибраций на образец меняется режим выделения сейсмической энергии при движении берегов сейсмогенного разрыва. Это выражается, в частности, в том, что в суммарном смещении берегов разрыва значимо (в 1.5–2 раза) уменьшается доля скачкообразных движений, причем основную роль в уменьшении отношения суммы амплитуд всех скачков к полному смещению берегов разрыва в цикле измерений играет величина суммарной амплитуды скачкообразных движений. Это можно интерпретировать таким образом, что при воздействии вибраций накопленные на разрыве напряжения снимаются более плавно, более постепенно, чем в случае отсутствия вибраций. В полевых условиях это эквивалентно росту пластических деформаций и криповой составляющей движения по разрыву вместо единовременной разрядки в виде сильного землетрясения.

Итоги выполненных экспериментов позволили С.Д. Виноградову высказать предположение, что изменение характера движения берегов разрывов может служить одним из факторов изменения эффективных параметров трещиноватой среды при вибрационном воздействии. Это означает, что периодическое измерение эффективных параметров реальных горных массивов может оказаться полезным методом мониторинга состояния сейсмогенных разрывов.

В этих работах вновь проявился талант Сергея Дмитриевича как блестящего экспериментатора, позволивший сконструировать простые, но физически ясные модели. Были разработаны технология изготовления модели и методика выполнения измерений [19–21], которые позволяют эффективно продолжать начатые исследования.

Подтверждением высокого авторитета, широкой научной эрудиции и принципиальности С.Д. Виноградова может служить его многолетняя работа в ученых советах физического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова и Института физики Земли им.

О.Ю. Шмидта, а также в качестве эксперта Российского фонда фундаментальных исследований. С.Д. Виноградовым опубликовано более 70 научных работ.

Экспериментальные исследования процессов разрушения горных пород, а также исследования в области физики землетрясений сейсмоакустическими методами Сергея Дмитриевича Виноградова широко известны среди сейсмологов и специалистов горного дела не только в нашей стране, но и за рубежом.

Славный боевой и трудовой путь С.Д. Виноградова отмечен правительственными наградами, в числе которых орден Отечественной войны, медали «За боевые заслуги», «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», он удостоен Памятной медали им. О.Ю. Шмидта, многочисленных грамот и благодарностей.

Литература

1. *Ризниченко Ю.В., Силаева О.И., Шамина О.Г., Мячкин В.И., Глухов В.А., Виноградов С.Д.* Сейсмоакустические методы изучения напряженного состояния горных пород на образцах и в массиве // Тр. Геофиз. ин-та АН СССР. 1956. № 34 (161). С. 74–164.
2. *Виноградов С.Д.* Акустические наблюдения в шахтах Кизеловского угольного бассейна // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1957. № 6. С. 744–755.
3. *Виноградов С.Д.* О распределении числа импульсов по энергии при разрушении горных пород // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1959. № 12. С. 1850–1852.
4. *Mogi K.* Study of elastic shocks caused by the fracture of heterogeneous materials and its relations to earthquake phenomena // Bull. Earthq. Res. Inst. 1962. V. 40, N 7. P. 125–173.
5. 5. *Ризниченко Ю.В., Виноградов С.Д.* (ред.) Исследование горного давления геофизическими методами. М.: Наука, 1967. 226 с.
6. *Виноградов С.Д.* Акустические наблюдения процессов разрушения горных пород. М.: Наука, 1964. 84 с.
7. *Виноградов С.Д., Мирзоев К.М., Саломов Н.Г.* Исследования сейсмического режима при разрушении образцов. Душанбе: Дониш, 1975. 118 с.
8. *Виноградов С.Д.* Исследование характеристик продольных и поперечных волн от сдвиговой подвижки по подготовленному разрыву // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1976. № 7. С. 20–26.
9. *Виноградов С.Д.* Акустический метод в исследованиях по физике землетрясений. М.: ИФЗ АН СССР, 1989. 177 с.
10. *Виноградов С.Д., Троицкий П.А., Соловьева М.С.* Распространение упругих волн в среде с ориентированной трещиноватостью // Физика Земли. 1992. № 5. С. 14–34.
11. *Виноградов С.Д., Троицкий П.А., Соловьева М.С.* Формирование коды в ограниченной трещиноватой области // Физика Земли. 1993. № 9. С. 43–48.
12. *Виноградов С.Д., Троицкий П.А., Соловьева М.С.* Рассеяние продольных и поперечных волн на единичной трещине // Физика Земли. 1995. № 5. С. 73–76.
13. *Виноградов С.Д., Соловьева М.С.* Распространение упругих волн в трещиноватой среде (трехмерное моделирование) // Физика Земли. 1997. № 9. С. 3–10.
14. *Виноградов С.Д., Соловьева М.С.* Параметры упругих волн, распространяющихся в напряженной трещиноватой среде // Физика Земли. 1999. № 4. С. 68–74.
15. *Виноградов С.Д.* Трещиноватая среда и упругие волны // Геофиз. исслед. 2005. Вып. 2. С. 3–15.
16. *Мирзоев К.М., Виноградов С.Д., Рузибаев З.Р.* Влияние микросейсм и вибраций на акустическую эмиссию // Физика Земли. 1991. № 12. С. 69–72.
17. *Виноградов С.Д., Капустян Н.К.* Влияние слабых вибраций на поведение единичной трещины // Физика Земли. 2002. № 8. С. 65–68.
18. *Виноградов С.Д.* Влияние вибраций на движение берегов единичного разрыва в твердом материале // Физика Земли. 2004. № 3. С. 60–63.
19. *Луцкий В.А., Виноградов С.Д., Терентьев В.А.* Опыт приема и регистрации информации от тензометров в системе исследования акустических сигналов Aline32D // Сейсм. приборы. 2004. Вып. 40. С. 14–16.
20. *Виноградов С.Д., Луцкий В.А., Терентьев В.А.* Опыт регистрации с помощью системы Aline32D нагрузки, смещений берегов разрыва и акустических сигналов // Сейсм. приборы. 2005. Вып. 41. С. 36–38.
21. *Виноградов С.Д., Луцкий В.А.* Изучение сдвигового разрыва под нагрузкой на твердой модели с помощью регистрирующей системы Aline32D // Сейсм. приборы. 2008. Т. 44, № 2. С. 71–74.

Сведения об авторе

ПОНОМАРЕВ Александр Вениаминович – доктор физико-математических наук, заместитель директора Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН. 123995, ГСП-5, Москва, Д-242, ул. Большая Грузинская, д. 10. E-mail: avp@ifz.ru

SERGEI DMITRIEVICH VINOGRADOV

Alexander V. Ponomarev

Schmidt Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract. A brief historic and analytical review of the research activity of a leading specialist in seismoacoustic studies, veteran of the Great Patriotic War and staff member of Schmidt Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences Sergei Dmitrievich Vinogradov is given.

Keywords: seismoacoustic, earthquakes, trigger effect, models, Great Patriotic War, Schmidt Institute of Physics of the Earth RUS, veteran, S.D. Vinogradov.