

УДК 699.841
МРНТИ 67.01.01

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2021.2-24>

Ш.М. Айтмет¹, М.Д. Мухамеджанова¹, У.М. Оразалина¹, Е.Т. Бесимбаев^{1*}

¹ Международная образовательная корпорация (кампус КазГАСА), Алматы, Казахстан
*Corresponding author: erik.bessimbaev@mail.ru

Информация об авторах:

Айтмет Шерхан Махмутұлы – магистрант, Международная образовательная корпорация, Алматы, Казахстан
<https://orcid.org/0000-0001-5778-1301>, email: s-aitmet@mail.ru

Мухамеджанова Меруерт Дюсембаевна - магистрант, Международная образовательная корпорация, Алматы, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0002-6993-0754>, email: meruyert1998@mail.ru

Оразалина Улпан Маратовна - магистрант, Международная образовательная корпорация, Алматы, Казахстан
<https://orcid.org/0000-0003-3708-3228>, email: ulpan1204@mail.ru

Бесимбаев Ерик Турашевич - доктор технических наук, академический профессор, Международная образовательная корпорация, Алматы, Казахстан
<https://orcid.org/0000-0001-5778-1301>, email: erik.bessimbaev@mail.ru

МЕТОДИКА РЕГИСТРАЦИИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН

Аннотация. В данной статье рассматривается обзор методики регистрации сейсмических волн. Определены основные типы сейсмических колебаний и методы их исследования.

Ключевые слова: сейсмические колебания, упругие волны, методы исследований.

Введение. При землетрясениях различают различные колебания грунта, которые значительно различаются друг от друга, при том, что они происходят в одной и той же местности. Часто используются записи колебаний грунтов прошедших землетрясений в данной местности при классификации закономерностей колебаний грунта, чтобы их можно было выделить в характерные группы.

Классическим примером таких землетрясений можно выделить землетрясение в Индонезии около берегов острова Суматра, которое произошло 26 декабря 2004 года с магнитудой более 9 баллов, в Японии, произошедшее 11 марта 2011 года с магнитудой более 9 баллов и т.п. Важно отметить, что и крупное Кеминское землетрясение около города Верного, которое произошло в 1911 году с магнитудой 8.4, при продолжительности фазы колебаний разрушительных толчков примерно 5 минут [1].

Материалы и методы. Когда в местности разлома проходят практически мгновенные совместные движения вспарывающихся частей, в очаге землетрясения возникают механические колебания, подразделяющиеся на горизонтальные (левосторонний и правосторонний сдвиги) и на вертикальные (взброс и сброс) (рис. 1). При процессе левостороннего сдвига вспарывающиеся части плит перемещаются по горизонтали таким образом, что отдаленная от исследователя часть движется влево, при условии наблюдения в перпендикулярном направлении к разрыву.

При процессе правостороннего сдвига все происходит наоборот, то есть, если верхняя часть вспарывающейся породы перемещается вниз, то отмечается, что имеется место сброс, а при перемещении вверх – имеется место взброс. В случае настоящих землетрясениях вспарывание пород проходит с учетом разных комплексов указанных подвижек.

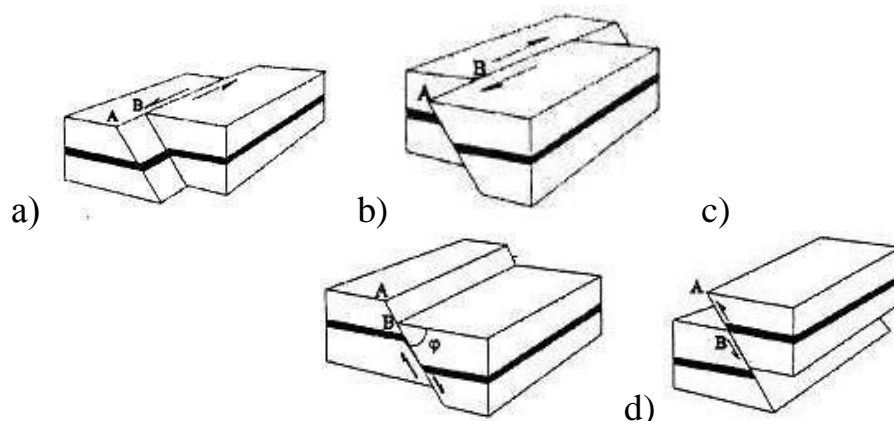


Рисунок 1 – Перемещения блоков по тектоническим разрывам: а) левосторонний сдвиг; б) правосторонний сдвиг; в) сброс; д) взброс

Простирием называется направленность горизонтальной линии, которая образовалась разрывом поверхности земли при ее пересечении, а угол, который образовался между простирием и горизонтом, называется углом падения. Амплитуды условных движений земной поверхности могут определяться от нескольких сантиметров до десятков метров [2].

Упругие волны, распространяющиеся по земле в виде колебательного процесса, достигают поверхности высвобождаемой энергией при разрыве земной коры. Показательные записи ускорений, скоростей, а также смещений представлены на рисунке 2, содержащие 3 группы основных волн (фазы): волны продольные, волны сжатия (первичные волны Р), волны поперечные (волны сдвига, вторичные волны S) и волны поверхностные (длинные волны L). При том, что поверхностные содержат волны Рэлея, волны Лява и др. В конечном итоге каждая фаза включает в себя множество видов волн. Даже на одном отрезке поверхностных волн их выделяют более 5-6 видов. Волны Рэлея и волны Лява часто называют объемными волнами. Волны Рэлея – это поперечные волны в плоскости по вертикали, а Лява это поперечные волны в плоскости по горизонтали.

При движении продольных волн направленность взаимодействия частиц грунта соответствует направленности движения волны фронта, скорость распространения волны определяется по формуле (1).

$$V_p = \sqrt{\frac{E(1-\nu)}{\rho(1-\nu)(1-2\nu)}} \quad (1)$$

где ν – коэффициент Пуассона, E – модуль Юнга и ρ – плотность.

При движении поперечных волн направленность взаимодействия частиц грунта перпендикулярно направленности волны фронта, скорость распространения волны определяется по формуле (2).

$$V_s = \sqrt{\frac{E}{2\rho(1+\nu)}} \quad (2)$$

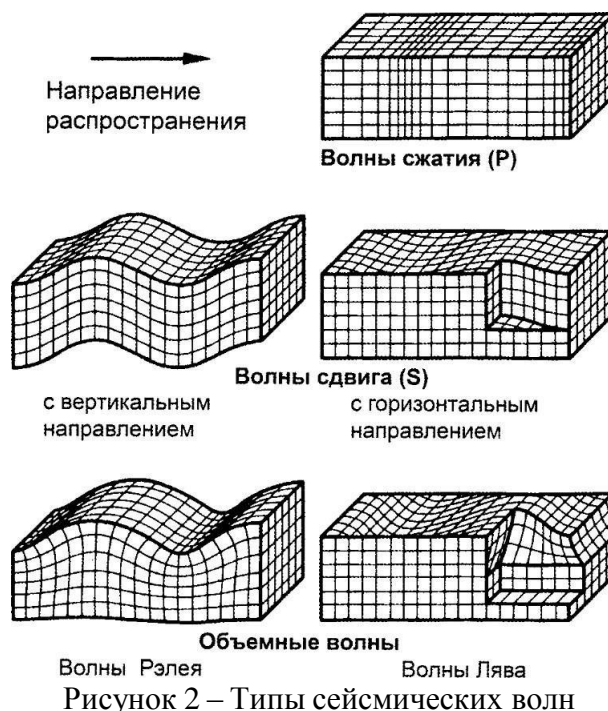


Рисунок 2 – Типы сейсмических волн

Величина скорости распространения волн в грунте зависит от ее сейсмических характеристик. Период времени, в течение которого волны, созданные сейсмическим воздействием, доходят до разных точек на поверхности земли, может быть определено, позволяющее выделить данный период времени как функцию расстояния от эпицентра. Эти зависимости и время задержки волн сдвига по сравнению с волнами сжатия помогают определить эпицентральное расстояние разных точек при данном землетрясении [3].

Классификация методик сейсморазведки выполняется, в основном, по классам или типам волн. Ведущая методика сейсморазведки, которая получила большее практическое использование – метод отраженных волн. Данный метод позволяет одновременно исследовать осадочную толщу грунта на разных глубинах, и изучать структурно-тектонические свойства.

Метод преломленных волн изучает процесс регистрации преломленных волн, которые прошли значительную часть пути в высокоскоростных пластах разреза, и наблюдаемые на расстоянии от источника. Благодаря методу преломленных волн изучают очень маленькие границы на глубине от нескольких метров, а также самые глубокие границы не далеко до подошвы земной коры. Детальностью и точностью выявления сейсмических границ данный метод проигрывает методу обменных волн, в связи с этим используется в гораздо меньших объемах.

Заключение. В соответствии с типом регистрируемых колебаний грунта выделяют метод продольных волн, метод поперечных волн, метод обменных волн. На сегодняшний день метод продольных волн лидирует в сейсморазведки. Это объясняется тем, что присутствует ряд благоприятных условий: продольные волны регистрируются первее в сравнении с другими волнами, они легко возбуждаются и регистрируются вертикальными приемниками.

Метод поперечных волн состоит в том, что воздействием специальным источником волн типа SH и их регистрации на профиле x горизонтальным Y -приемником.

Метод обменных волн состоит в том, что при углах падения не равных нулю на сейсмические границы продольных волн возникают отраженные и преломленные поперечные волны типа SV, наблюдаемые на профиле x горизонтальными X-приемниками.

Методом многоволновой сейсморазведки называют общие исследования продольных, поперечных, обменных волн. Данный метод позволяет изучить более полную информацию о структурном и вещественном составе геологических исследуемых объектов, но является очень ресурсоемким методом [4].

Для проведения исследования регистрации сейсмических колебаний в лабораторных условиях использовался геотехнический лоток. Габаритные размеры лотка: длина – 1779 мм, ширина – 190 мм, высота – 700 мм.



Рисунок 3 – Геотехнический лоток для регистрации сейсмических колебаний

Литература:

1. Кусаинов А.А., Абаканов Т. *Основы инженерной сейсмологии и сейсмостойкого строительства* – Алматы, 2018.
2. К. Ишахара. *Поведение грунтов при землетрясениях.* – СПб., 2006.
3. Сердобольский Л.А. *Распространение сейсмических волн.* – М., 2012.
4. Марфин Е.А., Овчинников М.Н. *Упругие волны в насыщенных пористых средах* – Казань, 2015.

References:

1. *Kusainov A.A., Abakanov T. Fundamentals of engineering seismology and earthquake-resistant construction. – Almaty, 2018.*
2. *K. Ishahara. Behavior of soils during earthquakes. – St. Petersburg, 2006.*
3. *Serdobolsky L.A. Seismic wave propagation. – Moscow, 2012.*
4. *Marfin E.A., Ovchinnikov M.N. Elastic waves in saturated porous media. – Kazan, 2015.*

Ш.М. Айтмет¹, М.Д. Мухамеджанова¹, У.М. Оразалина¹, Е.Т. Бесимбаев^{1*}

¹ Халықаралық білім беру корпорациясы (ҚазБСҚА кампусы), Алматы, Қазақстан

*Corresponding author: erik.bessimbaev@mail.ru

Авторлар жайлы ақпарат:

Айтмет Шерхан Махмутұлы – магистрант, Халықаралық білім беру корпорациясы (ҚазБСҚА кампусы), Алматы, Қазақстан

<https://orcid.org/0000-0001-5778-1301>, email: s-aitmet@mail.ru

Мухамеджанова Меруерт Дюсембаевна - магистрант, Халықаралық білім беру корпорациясы (ҚазБСҚА кампусы), Алматы, Қазақстан

<https://orcid.org/0000-0002-6993-0754>, email: meruyert1998@mail.ru

Оразалина Улпан Маратовна - магистрант, Халықаралық білім беру корпорациясы (ҚазБСҚА кампусы), Алматы, Қазақстан

<https://orcid.org/0000-0003-3708-3228>, email: ulpan1204@mail.ru

Бесимбаев Ерик Турашевич – техника ғылымдарының докторы, академиялық профессор, Халықаралық білім беру корпорациясы (ҚазБСҚА кампусы), Алматы, Қазақстан

<https://orcid.org/0000-0001-5778-1301>, email: erik.bessimbaev@mail.ru

Аңдатпа. Бұл мақалада сейсмикалық толқындарды тіркеу әдістемесіне шолу жасалынады. Сейсмикалық тербелістің негізгі түрлері және оларды зерттеу әдістері анықталады.

Түйін сөздер: сейсмикалық тербелістер, сернімді толқындар, зерттеу әдістері.

Sh.M.Aitmet¹, M.D. Mukhamedzhanov¹, U.M.Orazalin¹, Ye.T. Bessimbaev^{1*}

¹International Educational Corporation (KazGASA campus), Almaty, Kazakhstan

*Corresponding author: erik.bessimbaev@mail.ru

Information about authors:

Aitmet Sherkhan Makhmutuly – Master's student, International Educational Corporation (KazGASA campus), Almaty, Kazakhstan

<https://orcid.org/0000-0001-5778-1301>, email: s-aitmet@mail.ru

Mukhamedzhanova Meruert Dyusembaevna - Master's student, International Educational Corporation (KazGASA campus), Almaty, Kazakhstan

<https://orcid.org/0000-0002-6993-0754>, email: meruyert1998@mail.ru

Orazalina Ulpan Maratovna - Master's student, International Educational Corporation (KazGASA campus), Almaty, Kazakhstan

<https://orcid.org/0000-0003-3708-3228>, email: ulpan1204@mail.ru

Bessimbaev Yerik Turashevich – Doctor of Technical Sciences, Academic Professor, International Educational Corporation (KazGASA campus), Almaty, Kazakhstan

<https://orcid.org/0000-0001-5778-1301>, email: erik.bessimbaev@mail.ru

Abstract. This article provides an overview of the methodology for recording seismic waves. The main types of seismic vibrations and methods of their study have been determined.

Keywords: seismic vibrations, elastic waves, research methods.