*Scientific Research Centre "MachineStructure"*

*Amazon Kindle Direct Publishing*

**ISSN 2572-4347**

# Journal of Advanced Research in Natural Science

**Issue 8**

**Seattle, USA, 2019**

**Journal of Advanced Research in Natural Science**. –
Seattle, USA: SRC MS, AmazonKDP. –
2019. – Issue 8. – 82 p.

ISSN 2572-4347

*Themes of journal:*

*1. Physics and mathematics sciences:*

1.1. Mathematics: Differential equations; Mathematical physics; Geometry; Probability theory and mathematical statistics; Logic; Computational mathematics; Cybernetics.

1.2. Mechanics: Theoretical mechanics; Mechanics of solids; fluid Mechanics; Dynamics and strength of machines, devices and instrumentation; Biomechanics.

1.3. Astronomy: Celestial mechanics; Astrophysics; Planetary researches.

1.4. Physics: Theoretical physics; Experimental physics; Physical electronics; Optics and acoustics; Condensed matter physics; Physics of magnetic phenomena; thermal physics and thermal engineering; Physics and technology of nanostructures; Crystallography; Laser physics; High energy physics.

*2. Chemical science:* Organic and inorganic chemistry; Analytical chemistry; Physical chemistry; Polymers; Petrochemicals; Mathematical and quantum chemistry; solid state Chemistry; Chemical technology.

*3. Biological Sciences:* Biotechnology; Bioengineering; Mathematical biology; bioinformatics.

*4. Agricultural Sciences:* Agronomy; Forestry; Fisheries.

*5. Earth science:* Geology; Geodynamics; Mineralogy; Hydrogeology; Soil science; prospecting and exploration of mineral deposits; mineral Beneficiation; Technology exploration; Technology of drilling and development wells; mine surveying; Geomechanics, destruction of rocks, miner aerogasdynamics; Geotechnology; Geoinformatics; Ecology.

*Editor in Chief:*

Ivan A. Zhukov – Siberian state industrial university. Department of mechanics and mechanical engineering

*Editorial Board:*

Vladislav G. Malinin – Orel state agrarian university. Department of engineering graphics and mechanics

Yury N. Kuznetsov – National technical university of Ukraine, Kiev polytechnic institute. Department of designing of machines and tools

Sergey P. Isaev – Pacific national university. Department of technology of forest management and landscape construction

Yulia V. Zakharova – Bauman Moscow state technical university, Department of computational mathematics and mathematical physics

Copyright © 2019 Authors, SRC MS
All rights reserved.
ISBN: 978-1708392116

## CONTENTS

**Tsvigun V.N., Koynov R.S.** The model of powerful earthquakes is the pulse rupture of the circular basalt massif from compression by two forces acting on the same line ..... 4

**Kravchuk A.S., Kravchuk A.I.** To the issue of the application of the general equations of solid equilibrium in constructing a consistent theory of bending plates ..... 15

**Vishnevskiy D.A.** Reliability calculation for metallurgical equipment considering the probability of operator's error ..... 21

**Roshchin M.N.** Investigation of the effect of sliding speed on the coefficient of friction of carbon-containing materials at high temperatures ..... 27

**Papsheva N.D., Mladentseva O.A.** Methods for improving operational indicators of welded joints ..... 30

**Alisin V.V.** Calculation of service life and reliability of the face seal ..... 34

**Yurkevich A.V.** Experimental evaluation of the of off-load power losses distribution between the structural mechanisms the continuously variable transmission named after Blagonravov ..... 38

**Maslennikov A.L., Scherbak O.Yu.** Prospects for the development of biotechnical systems designed based on the human motor system ..... 49

**Isaev S.P., Ostapenko A.B.** Thermodynamic features of glue state in the process of veneer gluing ..... 58

**Bondar K.E.** The study of the phenomenon of elastic recovery of a jet of polymer melts during the extrusion of complex products ..... 62

**Farus O.A.** The effectiveness of various methods of cleaning soil from oil ..... 65

**Bondar K.E.** Dependence of the swelling coefficient on the Reynolds of polymer melts during extrusion of complex profile products ..... 71

**Lukienko L.V., Kamenskyi M.N.** Accounting of additional indicators when modelling giving on the face drilling of ground installation ..... 74

https://doi.org/10.26160/2572-4347-2019-8-4-14

# МОДЕЛЬ МОЩНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ – ИМПУЛЬСНЫЙ РАЗРЫВ ОКРУГЛОГО МАССИВА БАЗАЛЬТА ОТ СЖАТИЯ ДВУМЯ СИЛАМИ, ДЕЙСТВУЮЩИМИ ПО ОДНОЙ ЛИНИИ

***Цвигун В.Н., Койнов Р.С.***

**Ключевые слова:** трещинообразование, деформация, разрушение, землетрясение.
**Аннотация.** Описано, что два простых движения (поступательное и вращательное) ответственны за все перемещения земной коры, образование зон конфликтных столкновений и возникновение эпицентров землетрясений. Кинетическая энергия землетрясения возникает при преобразовании упругой и гравитационной энергий в кинематическое движение грунта, идет преобразование вращательного движения в поступательное. Описан эффект, как финальная стадия землетрясения – разрушение упругого аккумулятора, нагруженного двумя противоположными силами, действующими по одной линии (схема бразильского теста).

# THE MODEL OF POWERFUL EARTHQUAKES IS THE PULSE RUPTURE OF THE CIRCULAR BASALT MASSIF FROM COMPRESSION BY TWO FORCES ACTING ON THE SAME LINE

***Tsvigun V.N., Koynov R.S.***

**Keywords:** crack formation, deformation, destruction, earthquake.
**Abstract.** It is described that two simple movements (translational and rotational) are responsible for all movements of the earth's crust, the formation of conflict zones and the occurrence of earthquake epicenters. The kinetic energy of an earthquake occurs when the elastic and gravitational energies are converted into the kinematic motion of the soil, the rotational motion is converted into a translational one. The effect is described as the final stage of an earthquake-the destruction of an elastic accumulator loaded with two opposite forces acting on the same line (scheme of the Brazilian test).

*Сокращения, принятые в статье:*

| | |
|---|---|
| УТ – усталостная трещина; | АЭ – акустическая эмиссия; |
| ВУТ – вершина усталостной трещины; | КТГ – коническая трещина Герца; |
| ЗЗД – зона затрудненной деформации; | ПЭ – полиэтилен; |
| ВТ – вершина трещины; | ДТ – динамическая трещина; |
| ЗТ – землетрясение; | ОН – остаточные напряжения; |
| КП – контактная площадка; | М6 – магнитуда М6; |
| | МТ – магистральная трещина; |
| | ВВ – взрывчатое вещество. |

Изучению природы и механизмов, механике контактного разрушения при ЗТ посвящены тысячи работ, многих исследователей. Тематика очень важная, сложная для экспериментальных исследований и поэтому надо более широко применять новые приборы, идеи и знания, полученные в соседних областях науки. Они получены в металловедении с применением растровой электронной микроскопии при изучении контакта качения, образования трещин в хрупких и вязких, слоистых материалах при индентировании, благодаря успехам в фрактографии и т.д. [1].

Требуют уточнения (цифровые измерения) возможности наложения на одни упругие волны других, которые перед этим прошли прямо и через естественные линии задержки (уголь и т.д.) которые трехкратно снижают скорость упругих волн, что может создавать рост (двукратно амплитуд) опасных разрушающих здания волн.

**1. Трещины, их зарождение, рост, ветвление и т.д.**

В 2000г. была высказана идея, что работа механической системы у ВУТ похожа на шарнир. Мы предположили, что этот шарнир имеет точку вращения, различающуюся для разных материалов. Для хрупких материалов эта точка вращения шарнира $O_1$ совпадает с ВТ (рисунок 1*a*). Для квазихрупких материалов эта точка вращения $O_2$ и находится правее, на пересечении линий, продолжающих берега УТ (рисунок 1*b*). При этом у ВУТ возникает небольшая пластическая деформированная зона и низкая (десятки микрон) ступенька, геометрия которой чаще всего это часть полуокружности, соединяющей стенки трещины.

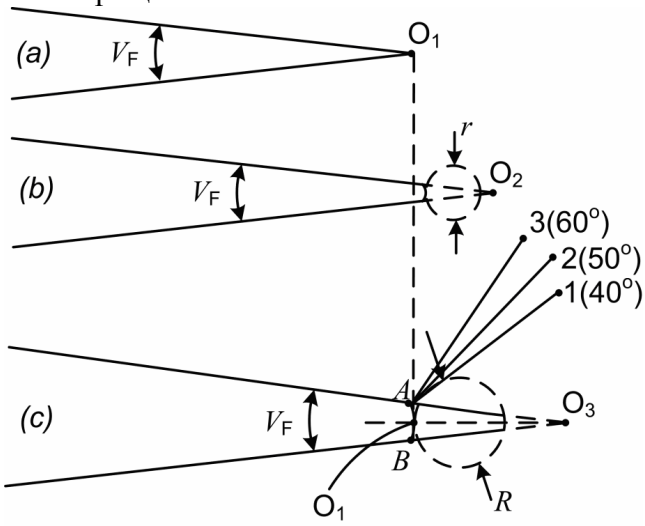



Рис. 1. Схема образования шарнира у ВУТ до создания разрушающего угла $V_F$: a) в хрупких материалах; b) квазихрупких материалах; c) пластичных, с образованием зоны вытяжки AB и зоны предразрушений $AO_3B$

По-другому выглядит случай нагружения пластичных материалов при наличии трещин. При этом еще правее и дальше от ВУТ, чем в случае 1*b*, находится точка вращения $O_3$ . Материал в микрообъеме треугольника $AO_3B$ подвергается упруго-пластическому ротационному сдвигу и растяжению, при этом образуется высокая ступень у ВУТ (рисунок 1*c*).

В пластически деформированной зоне зарождаются микротрещины, которые потом могут соединяться с МТ.

Эта модель позволила объяснить механизмы образования основных характерных рельефов на фрактограммах при монотонном и усталостном нагружениях. У хрупких материалов, при критическом угле раскрытии ВТ около 2-х градусов, начинается разрушение у ВТ, ее рост, удлинение. Здесь

очень важен вид нагружающего импульса: крутизна его левого ската нагружающего импульса и длительность импульса. При пилообразном, треугольном импульсе рост трещины останавливается в верхней части пилы, а если есть горизонтальный участок (площадка), т.е. импульс похож на трапецию, то трещина продолжает удлиняться, пока усилие цикла не начнет снижаться.

Расщепление, ветвление, бифуркация ВТ – обычный процесс образования из одной МТ двух и редко трех самостоятельных трещин. Легче это происходит на дефектах, включениях, карбидах, микротрещинах. При росте ДТ подавляется пластичность у ВТ, трещина легче ветвится. Процесс роста ДТ происходит импульсами, толчками, с остановками ДТ до подхода следующего разрушающего импульса, при этом ВТ закрывается полностью или частично. При трогании с места ДТ (она была закрыта,берега сжаты) у ВТ возникнут две плоскости микросдвигов,, которые вскроются как две новые микротрещины. Классически эти усы – ДТ направлены под углом 45 градусов к плоскости старой ДТ, но углы эти могут быть и больше или меньше, т.к. это функция деформаций, сдвигов, дефектов, прочности, ОН и т.д.

Разрушения по типу речного узора проявляются как соединения первоначально разрушенных сколом (квазисколом) микроплощадок, находящихся на разных уровнях, относительно МТ и имеет цель соединить, снивелировать разрушения на разных уровнях высот ниже и выше плоскости основной трещины, привести эти разрушения в одно общее русло.

По экспериментальным исследованиям (очень много информации дали прямые стереонаблюдения (микроскоп МБС9) за разрушениями у ВУТ в прозрачных полимерах) [1] были собраны ключевые правила роста УТ:

а) Ветвление УТ связано с наличием перед ВУТ дефектов (включения, поры, карбиды, трещины и т.д.) или зоны вытяжки (от перегрузки), или (пре)остановки роста ДТ. Зона вытяжки за счет ОН сжатия является препятствием росту УТ или ДТ, которые, стартуя, обходят ее сбоку. Результат – либо ветвление ДТ или УТ временно отклоняется от своей плоскости роста с образованием микровалика на плоской поверхности усталостного пятна.

б) Длина шага прирастания хрупких УТ за цикл пропорционален длине левой нарастающей части цикла растяжения. Если деталь (здание, конструкция) выполняет знакопеременные колебания (сжатие-растяжение), то складываем амплитуды двух соседних импульсов: сжатия и следующего за ним импульса растяжения- это будет разрушающий размах напряжений (это причина разрушений зданий именно от третьего или четвертого колебаний, когда размах максимален).

в) При росте УТ скорость нарастания импульса растяжения играет важную роль – вертикальный передний фронт импульса максимально охрупчивает материал, ускоряет рост УТ, ДТ.

г) Длинная верхняя часть импульса растяжения (длинный импульс) приводит к ускорению роста УТ, т.к. при коротком импульсе ВУТ сразу начинает закрываться после начала снижения напряжений цикла, а при длинном – трещина продолжает удлиняться.

Это ключевое свойство роста трещин объясняет почему волны Лява такие разрушительные, т.к. длина волны 0,2 сек, а скорость ее до 4000 м/сек, отсюда большая энергетическая плотность волны. Такую длинную трапецию - импульс выдает – генерирует и длинная и быстрая трещина в граните, базальте: ее длина как диполь-излучатель антенны должна быть более 50м. Трудно даже представить сколько надо закачать (в такой шар) упругой энергии, чтобы шар высотой с 20-этажный дом взорвался и все вокруг подпрыгнуло на 6 метров.

Д) Рост УТ и ДТ сопровождается микродеформациями, микросдвигами, линиями скольжения, которые появляются за микросекунды. В линиях скольжения проходят вспышки температуры до 1000 градусов, а теплоотвод очень медленный процесс – секунды. Потому при таких разогревах матрица и оксиды, сульфиды, карбиды, другие фазы и примеси начинают работать как источники микротрещин – у них разные коэффициенты теплового расширения.

Горные породы имеют очень низкую вязкость разрушения, сравнимую с вязкостью разрушения силикатного стекла: $К_{1с}$ гранита – 1,79;мрамора – 1,2; угля – 0,7; стекла – 0,83 МПа × $м^{1/2}$.

Геологические материалы слабее на растяжение, чем на сдвиг или на сжатие. Сталь, наоборот, слабее на сдвиг, чем на растяжение.

В условиях трехмерного равностороннего сжатия горные породы могут значительно пластически деформироваться, с деформациями в сотни процентов. Наоборот, при неравностороннем сжатии в игру вступают локальные растягивающие напряжения и деформации, меняются до опасных сочетания $К_1$/ $К_2$ (в районе 35 %). Появляются комбинированные трещины, имеющие вязкие и хрупкие участки.

При чистом растяжении трещины легче зарождаются, их много, но расти будет одна – лидер с ветвлениями, когда нагрузка импульса падает почти до нуля и начинается новый цикл растяжения. Долом при растяжении – это одна МТ в граните, очень тонкая, незаметная.

При сжатии зарождаются короткие игольчатые трещины от мест деформаций удлинения, далее они формируются в параллельные цепочки и одна из этих цепочек из микротрещин и формирует, создает фрактограмму на стенках магистральной большой трещины долома.

2. Механика контактного разрушения гранита

Нагружение горной породы на сжатие, в случае постоянного или пульсирующего давления может приводить к медленному росту трещин путем коалесценции коротких трещин.

Короткие трещины в контактной задаче (индентор – шар Ø8мм, 55HRC, нагрузка до 400кг, материал – мрамор) легко зарождаются как КТГ в зоне, всего на 10 % больше диаметра КП и по достижению пороговых напряжений растяжения в мраморе 373 МПа, а в стекле – 138 МПа.

КТГ растут под углом около 12 градусов к поверхности, их рост (длина) небольшая и дальше они растут как подповерхностные трещины и могут

приводить к линзовидным выколам поверхности в граните, рисунок 2. Это импульсное выламывание щепок гранита в виде кольца вокруг индентора с мощной акустической эмиссией.

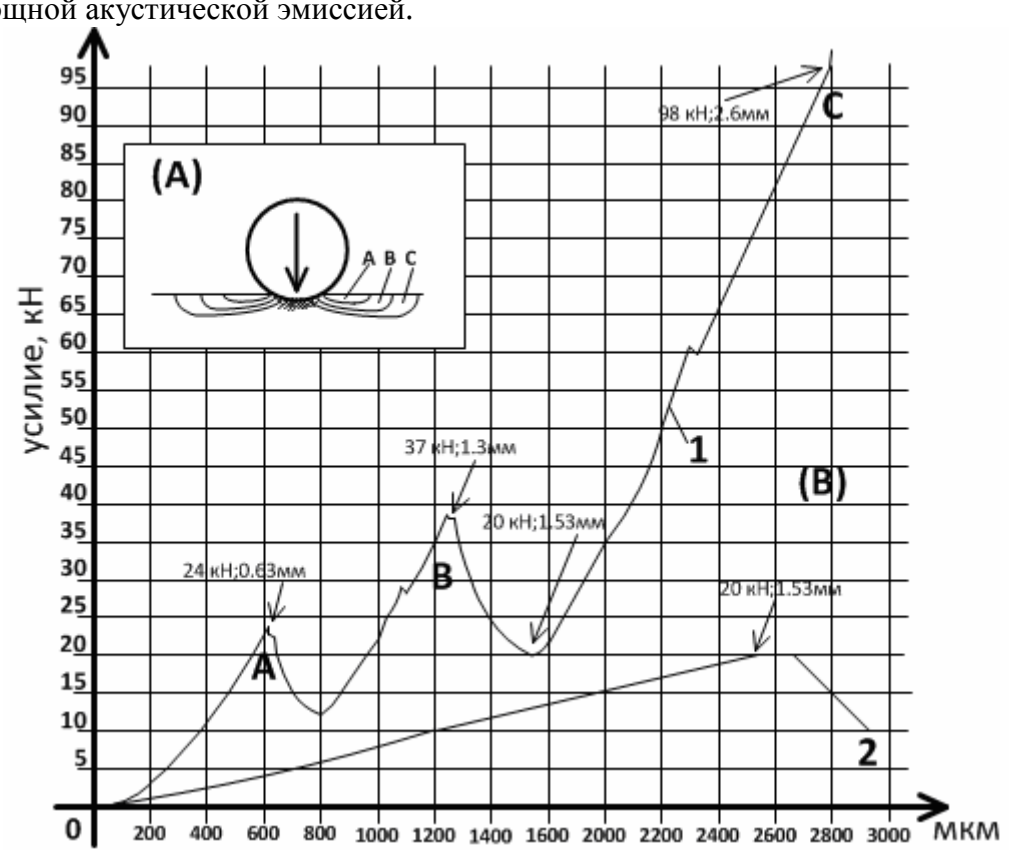



Рис. 2. Осциллограмма вдавливания шара диаметром 8 мм в гранит (в) – 1 и в органическое стекло (ПММА) – 2

Все КТГи другие мелкие подповерхностные трещины, их поведение, образование и рост интересно наблюдать сквозь прозрачный образец, когда по мере роста контактного усилия нарастает диаметр КП ( в идеале при нулевой нагрузке радиус КП – ноль). Все трещины, которые накрываются сверху контактной площадкой, закрываются. Образуются новые КТГ (всегда КТГ начинается в одной точке окружности, а потом растет, удлиняется до полной окружности, а при качении они выглядят как олимпийские кольца, иногда как секторные трещины). Процесс непрерывный, но если у индентора есть возможность под нагрузкой передвинуться, скользить в более низкую по высоте точку поверхности (подвижная опора), начинается образование новой КТГ и новых радиальных игольчатых трещин, а старые трещины – КТГ, иногда, из-за этого видны как эллиптические.

Все поверхностные трещины вне (вблизи) КП, при наличии нагрузки на индентор, раскрываются. Как ведут себя более глубокие подповерхностные трещины под контактной нагрузкой – еще мало-понятно, хотя в прозрачном образце хорошо видно при 30-кратном увеличении все, даже сильная

радиальная вытяжка материала по краям КП, но нужен компьютерный трехмерный анализ, т.к. динамика роста, закрытия-открытия этих трещин, разнесение информации по зонам – все это очень сложно…

На рисунке 3 показаны линии скольжения и трещины на них (линии двойной толщины). Это было получено после индентирования шара Ø8 мм в ПЭ блок 30х30х30 мм, а потом из него была вынута центральная пластина 30х30х1 мм.

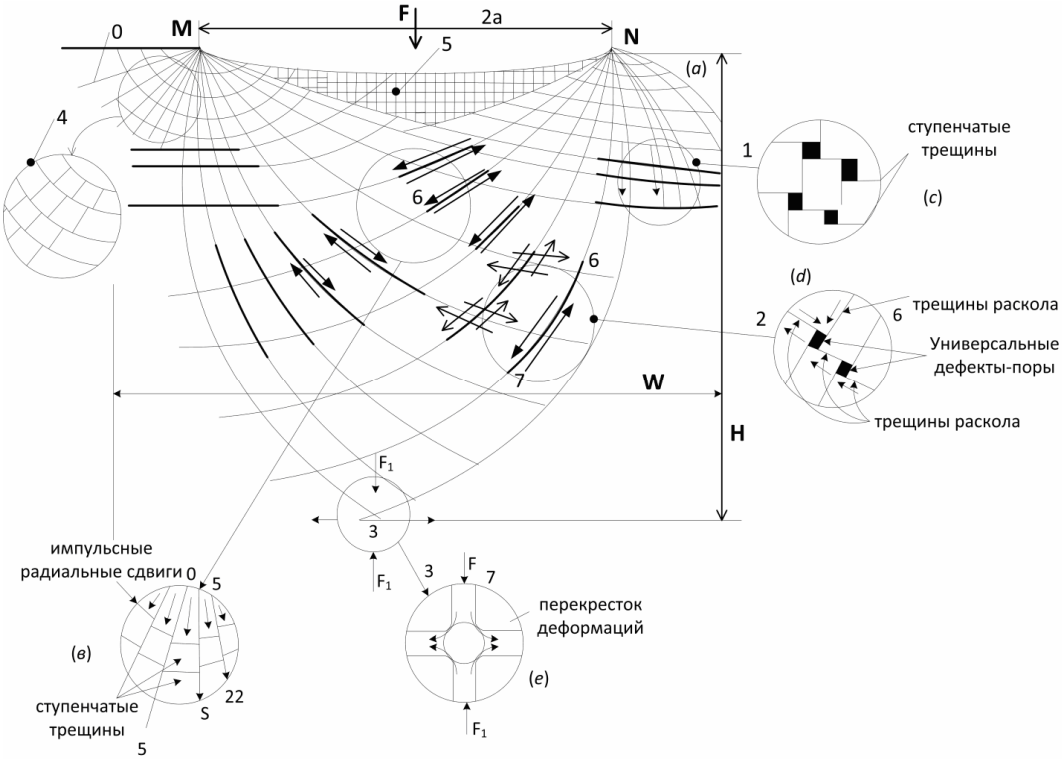



Рис. 3. Напряженное состояние в зоне деформации при внедрении шара (вертикальная сила). 5 – ЗЗД – зона затрудненной деформации; 0 – КТГ – коническая трещина Герца; W и H – ширина и глубина деформации; 1,2,3 – зоны образования трещин; 4 – образование ступеней и трещин на линиях сдвига: стрелочки – направление сил сдвига

Есть 5 типов трещин и зон, где они появляются впервые и начинают прорастать одной или двумя вершинами.

0 – зона, КТГ трещина, она появляется вблизи КП шара Ø 8 мм, ее диаметр всего на 10% больше КП. КТГ обычно имеет коническую поверхность, выпуклостью вниз - это очень важный фактор.

1 – зона сдвиговых трещин, растущих под небольшим углом к поверхности.

2 – зона наклонных трещин, они находятся ниже зоны ЗЗД (ниже КП). Здесь, на этой глубине под углом около 45 градусов проходят первые импульсные (мгновенные, миллисекунды) сдвиги при начале процесса индентирования. Диаметр контактной площадки 2а, сила индентирования Р.

3 – зона образования вертикальных трещин от наведенного сжатием растяжения материала в горизонтальном направлении.

4 – зона ступенчатых трещин, на их пересечениях образуются универсальные дефекты-поры [1], которые облегчают растрескивание материалов, возможно их заполнение водой, ее транспорт и замерзание и с этим связано много проблем для хрупких скальных поверхностей – снег и лед отрывает их слоями от скал. Мы ультразвуковыми сенсорами измеряли скорость заполнения парами воды из воздуха капилляра новой 10 мм трещины: всего 10 минут.

Нагружение горной породы в случае приложения постоянного давления и его пульсации может приводить к медленному процессу роста МТ, путем коалесценции сотен мелких трещин, т.е. практически происходит усталостное разрушение гранита.

Согласно теории о линиях скольжения, рисунок 3, начинаются линии сдвигов, с образованием искривленных блоков с прямыми углами, созданием клинообразных полос сдвигов. Образуется большое количество пунктирных трещин по линиям сдвигов, которые расположены по линиям максимальных касательных напряжений. Угол между семействами линий скольжения менее 90 градусов - значит здесь растяжение, а когда - больше, то сжатие преобладает. Если стенки трещины сжаты плотно, то поперечная трещина пересекает ее без заметной ступени, а если есть зазор, то образуются ступенчатые трещины.

**3. Особый эффект**

Работа дробильной машины с точки зрения процесса измельчения крупных фрагментов в мелкие выявляет очень важную закономерность. Здесь самая важная последняя стадия, фаза дробления. Она заключается в том, что после измельчения остается большой округленный фрагмент (это может быть шар), который подвержен сжатию двух сил, действующих по одной линии. Сила сжатия нарастает (монотонное или циклическое нагружение) до разрушения экстра – крупного аккумулятора упругой энергии. Хрупкий аккумулятор разрушается на две, рисунок 4 половины, которые наносят удары в направлении нормальном к плоскости МТ, которая соединяет два индентора. Этот удар может быть и вдоль поверхности земли (горизонтально) и почти вертикально, под углом, это зависит от ориентации плоскости МТ и куда пойдут волны АЭ.

Этот процесс раскола округлых аккумуляторов происходит (похоже на бразильский тест, ASTM 2008) постоянно в районах только с высокопрочными минералами (гранит и т.д.), а низкопрочные минералы разрушаются раньше, с образованием сетки мозаичных трещин, песка.

Бразильский тест – это испытание тонкого диска для определения разрушающей радиальной нагрузки - оказался с 1940 года эффективным для оптимизации прочности бетона и т.д.. Мы, зная, для гранита разрушающие напряжения растяжения, полученные в таких испытаниях, равны 14 МПа,

определим размеры образца из гранита, у которого диаметр равен толщине, а усилие разрушения мы возьмем из величины тротилового эквивалента магнитуде землетрясения, т.е. сила удара двух гранитных поршней равна силе удара от взрыва.

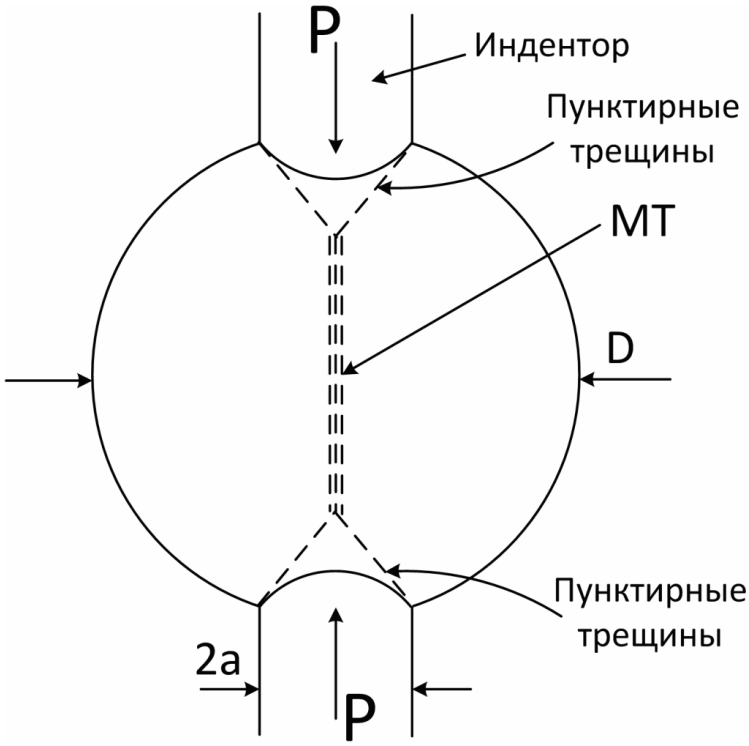



Рис. 4. Образец испытания по ASTM 2008, MT – магистральная трещина, D – диаметр образца, t – толщина образца

**4. Расчет размеров гранитного упругого аккумулятора, генерирующего землетрясения**

Ранее [2,3] мы предложили модель ЗТ, по которой на пути ламинарного движения потока горных пород гранита появляется мощная помеха движению, образуется плотина, затор, эркер и т.д. и начинается сжатие, накопление потенциальной энергии. Уровень энергии, ее плотность тесно связаны: а) с размерами, формами, дефектами объекта, куда будет закачана потенциальная энергия; б) уровня прочности материала этой плотины. Лучшие результаты прочности на растяжение имеют гранит и базальт. Напряжения растяжения по бразильскому тесту 14 и 16 МПа, а при линейном (простом) растяжении - 8 МПа. Для мрамора это 8 и 6 МПа.

За основу расчета прочности и упругой энергии, которую можно закачать в гранитный шар (цилиндр), примем 14 МПа.

Формула бразильского теста (ASTM 2008):

$$\sigma_t = \frac{2P}{\pi \cdot D \cdot t}. \quad (1)$$

Упрощая решение нашей задачи об источнике (аккумуляторе) энергии мощного ЗТ мы принимаем, что в цилиндр будет закачана через силу Р энергия, которая его разорвет, как только будет достигнут предел прочности цилиндра, имеющего диаметр D и высоту t, причем они равны.

Поэтому нам для подсчета силы Р надо определиться с ее величиной для фиксированных ЗТ с определенной магнитудой от М2 до М7.

Экспериментами [4] определили, таблица, что сила удара при ЗТ М3 равносильна силе удара 288 тонн при взрыве 1,8 тонны тротила, а диаметр цилиндра из гранита будет 0,37 м.

При ЗТ с магнитудой М6 взорвется тротил 56 000 тонн или взорвется его энергетический двойник - гранитный аккумулятор диаметром 65 м. Трещина разрыва соединяет две контактные площадки под противоположными инденторами, но не по прямой линии, а с точками бифуркации на глубине (а) под КП - и это совпадает с классикой, что первые трещины все же образуются не в центре образца, а в углах КП, как КТГ, подповерхностные трещины в полосах сдвига и уже потом разрывается тело цилиндра от длинной центральной трещины и это генерирует все упругие волны. Вот почему природное ЗТ имеет частично однополярный мощный импульс, а взрыв тротила, технический, биполярный и по этому признаку они легко профессионалами различаются по сейсмограммам. В каждом из этих двух типов ЗТ система выходит из равновесия, потом есть импульсы обратного прохода точки равновесия и т.д.

Табл. 1. Эквивалент массы тротила и диаметра гранитного аккумулятора для генерации землетрясений разной магнитуды

| Магнитуда землетрясения | Эквивалент тротила, т | Сила Р от взрыва, ТС | Диаметр цилиндра, м | Сила при разрушении, ТС | Диаметр отпечатка от индентора, м (не менее) |
|---|---|---|---|---|---|
| М2 | 0,056 | 9 | 0,065 | 9 | 0,035 |
| М3 | 1,8 | 288 | 0,37 | 288 | 0,2 |
| М4 | 56 | 8960 | 2 | 8960 | 1,1 |
| М5 | 1800 | 288000 | 11,7 | 288000 | 6 |
| М6 | 56000 | 8,96 МТ | 65 | 8,96 МТ | 36 |
| М7 | 1,8 МТ | 286 МТ | 370 | 286 МТ | 204 |

Одна из схем подготовки к экстра – мощному ЗТ может сначала напоминать механику дробления гранита в поршневой дробилке. Имеем куски породы разных размеров и силу главного сжатия (однонаправленную). Эта сила расщепляется на многих контактных площадках мелких и крупных кусков породы, по сотням силовых цепей соединяет два индентора, которые сжимают наш материал, допустим в один кубокилометр в горизонтальном направлении.

В точках контактирования идут хрупкие разрушения, количество крупных кусков уменьшается, нарастает усилие сжатия, большие фрагменты дробятся и теряют свои острые углы, все сопровождается поступательными и вращательными перемещениями блоков.

Финальная сцена – между двумя инденторами зажат большой округлый шар гранита (может быть это короткий цилиндр). Эта схема позволяет создавать при нереверсивном сжатии линейную схему и закачивать в такой шарообразный образец гранита Ø65 метров энергию разрушения, эквивалентную силе взрыва 56 000 тонн тротила и способную вызвать ЗТ магнитудой М6.

**Заключение**

Трудно представить себе, что процесс дробления обломков скал выдаст в результате дробления гранитные шары диаметром более нескольких метров – редкий частный случай, который мы использовали только для оценки разрушений больших сечений, эта задача удобно считается через испытание круглого образца для бразильского теста.

В природе обычно форма и размеры трехмерных объектов могут иметь другую форму, но соизмеримые размеры с теми шарами, для которых мы считали параметры разрушения при ЗТ магнитудой от М2 до М7.

Для обсуждения таких случаев заменим плоскую плиту гранита на стеклянную (у этих материалов соизмеримая вязкость разрушения), толщиной 10м и шириной 430м (это случай ЗТ М6 в таблице), т.е. площадь трещины будет 4300 кв. м.

Первый вариант ЗТ: эта стеклянная пластина заталкивается под континентальную плиту в районе на 300 км южнее Токио. Там это обычный непрерывный процесс, только плиты имеют другую толщину: 10 и 30 км. Этот процесс сопровождается изгибом стеклянной плиты и возникновением в растянутой поверхности стекла мелких игольчатых трещин, от которых периодически вырастает ДТ, которая имеет площадь в тысячи квадратных метров и за один раз (или за несколько раз, разнесенных по времени) отделяет кусок стекла от длинной плиты.

Второй вариант генератора ЗТ: стеклянная плита, имеющая поперечное сечение 10×430м (размеры мы взяли как площадь трещины при ЗТ М6), медленно, 5 мм/год, сдвигается за край стола (опоры) и начинает повисать в воздухе. Увеличивается момент изгиба от веса самой плиты, нависающей за опорой и периодически через несколько лет происходит отсечение консольного выступа плиты с помощью ДТ.

Гранит и базальт имеют вязкие и хрупкие непрочные включения в твердой матрице и возможны процессы ползучести, когда материал растянут годами напряжениями, близкими к пределу текучести материала, а обычно вокруг дефектов есть местные напряжения растяжения, которые будут алгебраически суммироваться с макронапряжениями растяжения. Это главная причина появления локальных разрушающих напряжений, образуются

короткие тонкие трещины в материале, а для их коалесценции в длинную трещину и старт ДТ уже не нужен высокий уровень напряжений.

**Список литературы**

1. Изучение механизмов контактно-усталостных дефектов в рельсах: монография / В.Н. Цвигун, Е.А. Шур, В.Н. Кузнецов, Р.С. Койнов; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2017. – 133с.
2. Цвигун В.Н. Блочно-сдвиговая модель землетрясений / В.Н. Цвигун, Р.С. Койнов, А.С. Добрынин // Journal of Advanced Research in Natural Science. – 2017. – № 3. – С. 18-29.
3. Цвигун В.Н. Торсионная модель генерации волн лява при землетрясениях / В.Н. Цвигун, Р.С. Койнов // Journal of Advanced Research in Natural Science. – 2018. – № 4. – С. 28-33.
4. Brcic S. Seismic design of structures. Basic approaches to earthquake analysis. Pounding of buildings during earthquakes (08.04.2011). Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade; URL: http://www.np.ac.rs/downloads/nm/nm_teh/gradj/bk2_2b.pdf

**References**

1. Study of mechanisms of contact-fatigue defects in rails: monograph / V.N. Tsvigun, E.A. Shur, V.N. Kuznetsov, R.S. Koinov; Sib. state industr. un-ty. – Novokuznetsk: Publ. SibSIU centre, 2017. – 133p.
2. Tsvigun V.N. Block-shift model of earthquakes / V.N. Tsvigun, R.S. Koynov, A.S. Dobrynin // Journal of Advanced Research in Natural Science. – 2017. – Issue. 3. – P. 18-29.
3. Tsvigun V.N. Torsion model of love wave generation in earthquakes / V.N. Tsvigun, R.S. Koinov // Journal of Advanced Research in Natural Science. – 2018. – Issue 4. – P. 28-33.
4. Brcic S. Seismic design of structures. Basic approaches to earthquake analysis. Pounding of buildings during earthquakes (08.04.2011). Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade; URL: http://www.np.ac.rs/downloads/nm/nm_teh/gradj/bk2_2b.pdf



| | |
|---|---|
| **Цвигун Владимир Нестерович** – к.т.н., доцент | **Tsvigun Vladimir Nesterovich** – candidate of technical sciences, associate Professor |
| **Койнов Роман Сергеевич** – ведущий специалист по информатизации | **Koinov Roman Sergeevich** – leading specialist for information |
| Сибирский государственный индустриальный университет, г.Новокузнецк, Россия | Siberian state industrial university, Novokuznetsk, Russia |



*Received 23.10.2019*

Scientific periodical issue

ISSN 2572-4347

# Journal of Advanced Research in Natural Science

Issue 8

ISBN: 978-1708392116

---

*Founder*: Elena V. Zhukova.
*Editorial*: Scientific Research Centre «MachineStructure».
*Editor in chief*: Ivan A. Zhukov.
*Printed by* AmazonKDP, Seattle WA.

*Publication Date*: 11.11.2019.
*Title ID*: 19-20.
*Trim Size*: 7” x 10” (17.78 x 25.4 cm).
*Number of copies*: 50 min.

Seattle, USA:
Scientific Research Centre «MachineStructure», Amazon Kindle Direct Publishing
2019