

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **045700**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.12.18

(51) Int. Cl. *F42D 3/06* (2006.01)
E21C 39/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
202290967

(22) Дата подачи заявки
2022.03.11

(54) СПОСОБ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

(31) **201900334**

(56) CN-A-106437711

(32) **2021.09.20**

JP-B2-2802716

(33) **EA**

К.Т. ТАЖИБАЕВ и др. Научные основы способа предотвращения тектонических землетрясений и утилизации ядерных зарядов / Современные проблемы механики, 2018, № 33(3), с. 28-32

(43) **2023.03.31**

(66) **201900334; 2021.09.20**

(96) **KG/202200001 (KG) 2022.03.11**

RU-C1-2370790

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ
СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
(KG)**

(72) Изобретатель:
**Тажибаев Кушбакали, Тажибаев
Данияр Кушбакалиевич (KG)**

(57) Изобретение относится к разделу геофизики в области сейсмологии. Техническая задача решается способом предотвращения тектонических землетрясений, включающим определение сейсмоопасного участка, бурение скважин, определение свойств и напряжений горных пород, затем в сейсмогенных зонах пробуривают не менее двух вертикальных скважин на глубину не менее 25 м и с отбором ориентированных кернов, в образцах определяют остаточные напряжения для интервалов 1 м, затем пробуривают наблюдательные, не менее двух, вертикальные скважины на глубину 250 м, затем определяют остаточные напряжения через 5 м, устанавливают в скважинах излучатель, приемник поляризованной поперечной ультразвуковой волны для контроля напряжений, затем пробуривают глубокую разгрузочную скважину диаметром 172 мм и глубиной 1200 м с отбором ориентированных кернов для определения остаточных напряжений, свойств горных пород, затем определяют удельную объемную энергию разрушения пород и на глубине 1200 м располагают ядерный заряд, выше заряда скважину бетонируют толщиной 130 м и производят взрыв ядерного заряда с энергией, составляющей 30% удельной энергии, учитывающий объем, затем проводят ядерные взрывы, увеличивая мощность, до достижения максимальной разгрузки напряжений. Технический результат: снижение величин механических напряжений до безопасного уровня и предотвращение тектонических землетрясений.

B1**045700****045700****B1**

Изобретение относится к разделу геофизики в области обеспечения сейсмологической безопасности людей, живущих в сейсмоактивных регионах, и может быть использовано для предотвращения тектонических землетрясений путем разгрузки опасных механических напряжений горных пород в зонах их высокой концентрации, с использованием глубоких камуфлетных взрывов ядерных зарядов, одновременно решая проблему утилизации накопленного опасного для жизни людей ядерного оружия.

Сущность способа: включает определение сейсмоопасного участка массива горных пород, бурение глубоких разгрузочных и наблюдательных скважин, определение механических свойств и напряжений горных пород участка, при этом:

1. В известных сейсмогенных зонах или в зонах активных разломов определяются генетические типы горных пород, и в пределах магматических, метаморфических скальных пород, и при их наличии, пробуриваются пробные, не менее двух, вертикальные скважины диаметром 76 мм колонковым бурением на глубину не менее 25 м и с отбором ориентированных кернов.

2. В образцах магматических и метаморфических горных пород, изготовленных из кернов, определяют направление, знак и величина главных нормальных генетических и наведенных остаточных напряжений в горизонтальной плоскости для каждого интервала глубины скважины через 1 м.

3. В образцах определяют показатели механических свойств, прочности горных пород при одноосном сжатии и растяжении, и в случае превышения главных сжимающих остаточных напряжений показатель прочности горных пород при одноосном сжатии в окрестности пробных скважин пробуриваются наблюдательные, не менее двух, вертикальные скважины, отстоящие друг от друга на расстоянии не более 2 м, на глубину 250 м, диаметром 76 мм колонковым бурением с отбором ориентированных кернов, и затем в образцах, изготовленных из кернов, определяются направление, знак и величина главных нормальных генетических и наведенных остаточных напряжений в горизонтальной плоскости для каждого интервала глубины скважины через 5 м, и затем на глубине наиболее высокой концентрации остаточных напряжений в одной скважине устанавливают излучатель, а в другой - приемник поляризованной поперечной ультразвуковой волны для контроля изменения напряжений.

4. В случае подтверждения наличия зон высокой концентрации главных нормальных остаточных напряжений, превышающих пределы прочности горных пород, в стороне от наблюдательных скважин, в пределах сейсмогенных зон или зон сейсмоактивного разлома пробуривается глубокая разгрузочная скважина диаметром 172 мм и глубиной 1200 м колонковым бурением и с отбором ориентированных кернов для определения остаточных напряжений, механических свойств, элементного состава и структуры горных пород.

5. По диаграмме "напряжение - деформация" образцов горных пород участка наиболее высокой концентрации остаточных напряжений глубокой скважины определяется их удельная объемная энергия разрушения, и на глубине 1200 м разгрузочной скважины располагают ядерный заряд и электронный детонатор, выше заряда интервал скважины бетонируется толщиной забойки 130 м и после упрочнения бетона производится первый глубокий камуфлетный взрыв ядерного заряда с энергией, составляющей 30% удельной объемной энергии разрушения горных пород, и с учетом объема разгрузки массива горных пород, после каждого взрыва контролируют разгрузку напряжений по данным из наблюдательных скважин, далее проводят повторные ядерные взрывы до достижения максимальной разгрузки напряжений, доводя их до безопасного уровня, составляющего менее 50% предела прочности горных пород при одноосном сжатии, постепенно увеличивая мощность взрыва.

Технический результат: снижение величин напряжений в зоне их высокой концентрации до безопасного уровня и предотвращение катастрофических тектонических землетрясений в сейсмоопасных зонах.

Известен способ предотвращения землетрясения (автор патента: Таланов Борис Петрович, <http://www.findpatent.ru/patent/209/2099111.html> © FindPatent.ru патентный поиск, 2012-2019), заключающийся в том, что определяют направление относительного сдвига земной коры, которое привело к аномальному изменению параметров в данной местности по отношению к номинальным значениям, закрепляют на земной коре орудие с направлением выстрела, направление отдачи которого соответствует направлению восстанавливающего номинального положения и производят выстрел с расчетной массой снаряда и начальной его скоростью.

Поставленная цель в этом способе достигается тем, что после получения прогноза о будущем землетрясении на земной поверхности закрепляют орудие и производят выстрел для сдвига части земной поверхности. Основными недостатками способа являются отсутствие точного прогноза тектонических землетрясений в настоящее время и однонаправленность воздействия выстрелом, тогда как общеизвестно объемное излучение сейсмических волн землетрясений во все стороны по сферической поверхности, а также неэффективность импульсной отдачи от выстрела вблизи поверхности для разгрузки опасных напряжений горных пород больших объемов на больших глубинах.

Известен способ предотвращения землетрясения (авторы патента: Луцок Виктор Константинович [UA], Никитин Альберт Николаевич [RU], патент на изобретение № 2107933, дата публикации: пятница, март 27, 1998).

Сущность изобретения: постоянно во времени выравнивают потенциалы между углеродсодержа-

щей оболочкой Земли и предполагаемым эпицентром землетрясения. Предпочтительно способ осуществлять путем соединения стационарным проводником предполагаемого эпицентра землетрясения и места расположения ближайшей нефтяной скважины, формируя контакт проводника с нефтью. При использовании заявленного способа в районе с повышенной сейсмической опасностью формируют замкнутую систему проводников с распределенными по ее длине погружными электродами, которые устанавливают в различных эпицентрах предполагаемых землетрясений и в местах расположения нефтяных скважин в контакте с нефтью, при этом расстояние между электродами системы выбирают равным 100-150 км.

Основными недостатками данного способа являются, во-первых, то, что для определения предполагаемого эпицентра землетрясения необходимо экспериментально определять механическое, а не электрическое напряжение горных пород, так как общеизвестная и основная причина и основной энергетический источник природных землетрясений - это механическое напряжение горных пород. В этом способе механическое напряжение горных пород не измеряется. Во-вторых, выравнивание электрических потенциалов между углеродсодержащей оболочкой Земли и предполагаемым эпицентром землетрясения не приводит к существенным изменениям механических напряжений и тем более к снижению их опасного уровня, в-третьих, нефтяные залежи имеются не во всех сейсмоактивных зонах. Отмеченная авторами способа сейсмическая опасность техногенных землетрясений в районах активного нефтепромысла: Уренгой, Медвежье, Ямбург, Комсомольское, Юбилейное, Ямсовейское, Губкинское, Заполярье, которые отстоят друг от друга не более чем на 150 км, т.е. расположенных в зонах сейсмического взаимодействия, и то, что практически все крупные нефтяные месторождения оказались расположенными в зонах глубинных разломов земной коры (рифтов), которые отличаются усиленной тектоносейсмической активностью, взаимосвязи землетрясений и нефтяных месторождений обусловлены нарушением равновесия и проявлением механических напряжений в результате откачки запасов нефти. Изменения электрических потенциалов - следствие землетрясения, а не причина.

Известен способ снятия механических напряжений в геологической среде для предотвращения землетрясения, включающий противосейсмическое действие в районе предполагаемого землетрясения (патент РФ № 2050014, кл. G01V 9/00, 1992). В этом способе определяют очаги тектонических напряжений в районе предполагаемого землетрясения и воздействуют на них путем пенетрации земной коры с помощью твердых тел, направляемых в эпицентры очагов напряжений.

Недостатками этого способа являются неточности и неопределенности в установлении района предполагаемого землетрясения, высокая стоимость его реализации, обусловленная необходимостью использования дорогостоящих материальных средств, например ракетных двигателей-ускорителей или самолетов боевой авиации, а главное - низкая эффективность воздействия на очаги опасных напряжений, так как способ предусматривает единичный удар, что вызывает только частичное снятие накопленной упругой энергии из мест ожидаемых землетрясений и только вблизи поверхности, и в способе нет расчетов необходимой энергии для полной разгрузки напряжений в определенном объеме горных пород на больших глубинах.

Известен способ снятия упругих напряжений в земной коре для предотвращения катастрофических землетрясений (авторы патента: Тарасов Николай Тимофеевич (RU), Тарасова Надежда Викторовна (RU)).

Сущность способа: разбивают исследуемую территорию на ячейки. Определяют в каждой ячейке скорость сейсмотектонических деформаций, характеризующую фоновое значение. Определяют среднюю фоновую скорость сейсмотектонических деформаций по всем ячейкам. Устанавливают на исследуемой территории по меньшей мере один излучатель электромагнитных импульсов. Облучают земную кору электромагнитными импульсами. Определяют скорость сейсмотектонических деформаций в каждой ячейке во время облучения и отношение этой скорости к соответствующему для данной ячейки фоновому значению. Определяют среднее значение соотношения скоростей по всем ячейкам. Выявляют зоны повышенной концентрации упругих напряжений по отношению скоростей, превышающих среднее значение. Дополнительно облучают выделенные зоны электромагнитными импульсами и определяют скорости сейсмотектонических деформаций. Определяют среднюю скорость сейсмотектонических деформаций за все время облучения и времени облучения. Определяют величину снятых упругих напряжений в земной коре.

Недостатком этого способа является недостаточная его эффективность для снижения механических напряжений горных пород. Например, для скальных горных пород, где располагаются очаги землетрясений, механические напряжения в среднем составляют порядка 100-300 МПа, а минимальная прочность при трехосном сжатии - 100 МПа. Как показали сами авторы способа, за время облучения в течение 39 месяцев, за 40 сеансов облучения электромагнитными импульсами, снижение напряжения составило 1,67 бар, что составляет менее 1% минимальной прочности скальных горных пород.

Близким по технической сущности к предлагаемому изобретению является способ снятия упругой энергии в напряженных средах для предотвращения землетрясений (авторы Николаев А.В. (RU), Лук А.А. (RU), Мирзоев К.М. (RU), Юнга С.В. (RU)), включающий выделение местоположения напряженных сред и нагнетание жидкости в напряженные среды, отличающийся тем, что нагнетание жидкости осуществляют в интервалы времени, соответствующие расширению напряженных сред, обусловленному

влиянием лунно-солнечных приливов, дополнительно до, во время и после нагнетания жидкости проводят вибровоздействие в пределах напряженных сред с интенсивностью, превышающей интенсивность микросейсмического фона, измеряют горизонтальные и вертикальные смещения земной поверхности напряженных сред, являющиеся остаточными деформациями, и по величине этих деформаций судят о величине снятой упругой энергии в напряженных средах.

Недостатком этого способа является ограниченность применения, так как по данному способу снижение напряжений возможно только для неглубокофокусных, до глубин 10 км, и техногенных землетрясений, обусловленных влиянием крупных водохранилищ и добычи запасов нефти или газа из недр в сейсмоактивных зонах. Известно, что гипоцентры катастрофических землетрясений находятся в основном на глубинах более 10-30 км и в пределах весьма плотных магматических горных пород, где механические напряжения на порядок выше, чем в приповерхностных песчаниках, алевролитах, известняках и т.д. Другим недостатком способа является неточность выделения местоположения напряженных зон. В способе не предусмотрено экспериментальное определение величин и знака механических напряжений.

Наиболее близким по сущности к предлагаемому изобретению является способ предотвращения тектонических землетрясений и утилизации ядерных зарядов (Тажибаев К.Т., Тажибаев Д.К. Научные основы способа предотвращения тектонических землетрясений и утилизации ядерных зарядов. // Научно-технический журнал "Современные проблемы механики". Гидрогазодинамика, геомеханика, геотехнологии и информатика. Выпуск № 33(3), Бишкек: 2018. - С. 16-35). В этом способе в тезисной и научно-исследовательской форме приведены основная идея и подходы снижения механических напряжений взрывами, однако детальная информация по осуществлению способа в полной мере не раскрывается.

Целью и основной задачей предлагаемого изобретения является безопасная разгрузка механических напряжений горных пород в участках их высокой концентрации и предотвращение тектонических землетрясений в сейсмоопасных зонах.

Техническим результатом является ступенчатое уменьшение опасных величин механических напряжений горных пород в участках их высокой концентрации, снижение энергии и предотвращение катастрофических тектонических землетрясений в сейсмоопасных зонах.

Технический результат в способе достигается путем применения ступенчатых глубинных камуфлетных взрывов ядерных зарядов в сейсмоактивных участках массива горных пород для безопасной разгрузки механических напряжений горных пород и предотвращения катастрофических тектонических землетрясений.

Отличительными признаками предлагаемого способа являются установление уровня сейсмоопасности региона путем определения генетических типов горных пород в сейсмогенных зонах, направления, знака и величины остаточных напряжений, показателей механических свойств в соответствующих генетических типах пород, наблюдения (в скважинах) изменения остаточных напряжений в зонах их наиболее высокой концентрации с помощью параметров поляризованной поперечной ультразвуковой волны; определение удельной энергии разрушения горных пород по диаграмме "напряжение - деформация" образцов горных пород участка наиболее высокой концентрации остаточных напряжений; осуществление для разгрузки опасных напряжений глубинных камуфлетных взрывов ядерного заряда с первичной энергией, составляющей 30% удельной объемной энергии разрушения горных пород, и с учетом объема разгрузки массива горных пород; проведение повторных ядерных взрывов до достижения максимальной разгрузки напряжений, доводя их до безопасного уровня, составляющего менее 50% предела прочности горных пород при одноосном сжатии, постепенно увеличивая мощность взрыва после каждого контроля уровня разгрузки напряжений по данным из наблюдательных скважин.

Целесообразность применения взрывов ядерных зарядов для разгрузки напряжений и предотвращения тектонических землетрясений обусловлена малым расходом этих зарядов и их весьма высокой мощностью по сравнению с зарядами химических взрывчатых веществ и необходимостью постепенной утилизации накопленных весьма опасных ядерных боеголовок, способных обеспечить массовое уничтожение людей.

Мирные ядерные взрывы в СССР проводились в период с 1965 по 1988 гг. в рамках "Программы № 7". Всего в СССР было проведено 124 мирных ядерных взрыва в интересах народного хозяйства (в том числе 117 - вне границ ядерных полигонов). Эти взрывы были проведены по следующим целевым назначениям: создание подземных ёмкостей и хранилищ для создания запаса полезных ископаемых - 42 взрыва; глубинное сейсмическое зондирование земной коры, для выявления залежей полезных ископаемых - 39 взрывов; интенсификация добычи газа и нефти - 21 взрыв; эксковационные эксперименты (выемка и перемещение огромных объёмов породы и грунта) - 6 взрывов; ликвидация аварийных газовых фонтанов - 5 взрывов; образование провальных воронок (воронок от взрывов) - 3 взрыва; захоронение жидких токсичных отходов (перекрытие взрывом путей отхода сопутствующим добычи ископаемых вредных отходов, не поддающихся очистке) - 2 взрыва; дробление руды - 2 взрыва; предупреждение внезапных выбросов угольной пыли и метана (специализированный взрыв для нужд угледобычи) - 1 взрыв; создание плотины - хвостохранилища путём рыхления породы (специализированный взрыв для нужд нефтедобычи) - 1 взрыв. Мощности указанных взрывов ядерных зарядов составляли от 2,3 до 140 кт в тротиловом эквиваленте [Мирные ядерные взрывы / Материал из Википедии].

Кочетков О.С., Алисиевич Л.Н. в предложенном ими способе камуфлетных ядерных взрывов для интенсификации добычи нефти и газа на углеводородном месторождении отмечают, что ядерные заряды для камуфлетного взрыва, необходимые в целях активации процессов разуплотнения в "упругой" зоне, могут иметь относительно небольшую мощность (несколько кт тротила), что снижает финансовые затраты и экологическую опасность самого взрыва, на сегодняшний день ликвидация ядерных запасов - актуальная задача, и применение их в мирных целях вполне оправдано и экономически выгодно [Кочетков О.С., Алисиевич Л.Н. Способ камуфлетных ядерных взрывов для интенсификации добычи нефти и газа на углеводородном месторождении. / Патент на изобретение РФ. 2179346, 2002. Бюл. № 4].

Анализ последствий проведенных в СССР и США мирных ядерных взрывов показал, что с экологической точки зрения нецелесообразно проводить ядерные взрывы на поверхности земли, в атмосфере и космическом пространстве, под водой, даже в подземных условиях с целью увеличения добычи нефти, газа и других полезных ископаемых. На взгляд изобретателей остаются оправданными только глубинные камуфлетные подземные взрывы ядерных зарядов малой мощности (от 1 до 10 кт тротилового эквивалента) для сейсморазведки, захоронения ядовитых отходов и химического оружия, предотвращения тектонических землетрясений, с одновременной утилизацией накопленного в достаточном количестве для массового уничтожения людей опасного ядерного оружия, долгосрочное хранение которых требуют немалых затрат.

Контроль силы и частоты землетрясений в зоне проведенных ядерных взрывов показал, что в период до появления запрета на проведение ядерных взрывов после нескольких таких взрывов наблюдалось резкое снижение количества и силы подземных сейсмических колебаний. Исследователи Российского ядерного центра ВНИИТФ из города Снежинска объяснили это явление тем, что сейсмическая волна, распространяясь на большие расстояния, слегка встряхивает глубинные породы и снимает нарастающие напряжения в земной коре [Мирные ядерные взрывы / Материал из Википедии.]. Данный факт согласуется с установленными результатами экспериментальных исследований, которые показали, что при воздействии импульсной (ударной) нагрузкой эффективно снимаются генетические остаточные напряжения горных пород, которые составляют основную часть механических напряжений в сейсмоактивных разломных зонах [Тажибаев К.Т., Ташмаматов А.С. Остаточные напряжения в горных породах и метод их определения. - Бишкек: Издательство "Техник", 2014. - 126 с.].

Известно, что при крупных массовых промышленных взрывах сейсмические колебания распространяются за сотни километров от места взрыва, а от мощного ядерного взрыва сейсмические волны могут фиксироваться даже на диаметрально противоположной стороне нашей планеты. Исходя из этого маломощные ядерные взрывы для предотвращения тектонических землетрясений или сейсморазведки полезных ископаемых достаточно проводить на глубинах 500-1000 м. Главное, чтобы радиоактивные отходы оставались в недрах, что обеспечивается надежной бетонной забойкой (закупоркой) взрывной скважины до глубины не менее 100 м. Радиоактивные урановые руды добываются из значительных глубин недр, их опасные излишки (в виде ядерных боеголовок), по мнению изобретателей, необходимо возвращать безопасным путем, эффективно используя их энергию, на эти же глубины, предотвращая при этом тектонические землетрясения. Для эффективного использования взрыва ядерных зарядов, проводимого для снятия опасных напряжений в очаге будущего землетрясения и в его окрестности, целесообразно по выбранному геологическому маршруту протяженностью 500-1000 км через определенные расстояния устанавливать сейсмографы, деформометры, магнитометры, измерители электрических или электромагнитных параметров горных пород, которые дополнительно могут обеспечивать изучения строения, вещественного состава и напряженного состояния массива горных пород. Таким образом, решая проблемы предотвращения тектонических землетрясений и утилизации ядерных зарядов, параллельно решаются задачи сейсморазведки полезных ископаемых.

Ядерные взрывы могут успешно применяться для снятия опасных напряжений в зоне очага землетрясения. При этом в предлагаемом способе решается задача обеспечения безопасности путем определения уровня безопасной начальной мощности взрыва, необходимой для эффективного воздействия на массив горных пород, чтобы не провоцировать катастрофическое землетрясение. Возможные при этом инициированные слабые, не разрушительные землетрясения в данном случае даже желательны, так как они эффективно снимают (разгружают) опасные напряжения. В способе исключается чрезмерно высокоэнергетическое воздействие мощного взрыва в зонах высокой концентрации механических напряжений, которые могут инициировать катастрофическое землетрясение.

Препятствием для применения ядерных взрывов по указанным выше целесообразным назначениям на сегодняшний день является международный Договор о запрещении ядерных испытаний. Однако следует отметить, что пункт 1 статьи 8 указанного Договора о запрещении ядерных испытаний прямо предусматривает принципиальную возможность разрешения мирных ядерных взрывов Конференцией по рассмотрению действия Договора по запросу государства - участника, с принятием мер, исключающих получение от таких взрывов каких-либо военных выгод.

Проведенные исследования показали, что сильные тектонические горные удары и землетрясения обусловлены разрядкой, динамическим высвобождением генетических остаточных напряжений, сфор-

мированных при образовании (кристаллизации) горных пород в результате неравномерного остывания первичного материала - высокотемпературной магмы, гидротермальных образований или метаморфизации уже имеющихся пород под действием высоких температур и давления в зонах магматизма, вулканизма, активных тектонических разломов. Были показаны причинно-следственные взаимосвязи магматизма, вулканизма, генетических остаточных напряжений горных пород (фиг. 1) с динамическим их разрушением в объемных очагах - с тектоническими землетрясениями (фиг. 2) [Тажибаев К.Т., Условия динамического разрушения горных пород и причины горных ударов. - Фрунзе. - 1989. - С. 180, Тажибаев К.Т. О причинах и механизмах горных ударов и землетрясений / Исслед., прогноз и предотвр. горных ударов // Матер. IX Всес. конф. по механике горн. пород. - Бишкек. - 1991. - С. 139-167].

На фиг. 1 показано распределение позднекайнозойского магматизма на поверхности Земли [Шарков Е.В. В подземных мастерских плутона // Что такое интрузивы. - М, 1986. - С. 144.], где 1 - главные ареалы базальтового магматизма; 2 - главные дуги андезитового магматизма; 3 - пояса позднекайнозойского магматизма; 4 - осевые линии срединно-океанических хребтов. На фиг. 2 представлена карта эпицентров землетрясений с 1963 по 1998 гг.

Из сравнения фиг. 1 и 2 видно, что сильные землетрясения повторяются в одних и тех же вытянутых зонах планеты - в зонах активных тектонических мегаразломов (фиг. 2), а главное эти зоны по всей планете совпадают с зонами магматизма и вулканизма (фиг. 1). Отсюда следует, что с магматизмом и вулканизмом связаны формирования зон высокой концентрации генетических остаточных напряжений, а в свою очередь с этими высоконапряженными зонами связаны динамические разрушения горных пород в объемном очаге, обуславливающие тектонические землетрясения. [Тажибаев К.Т., Условия динамического разрушения горных пород и причины горных ударов. - Фрунзе. - 1989. - С. 180].

Проведенные экспериментальные исследования показали, что при импульсном многократном воздействии можно полностью разгрузить генетические остаточные напряжения в горных породах [Тажибаев К.Т., Ташмаматов А.С. Остаточные напряжения в горных породах и метод их определения. - Бишкек: Издательство "Текник", 2014. - 126 с.].

Показаны возможности прогноза и предотвращения тектонических горных ударов и землетрясений [Тажибаев К.Т. Напряжения, процессы деформации и динамического разрушения горных пород. В двух томах. Т. 1. - Бишкек: Издательство "Алтын Принт". - 2016. - 352 с., Tazhibaev K., Tazhibaev D. Possibilities of the forecast and the prevention of tectonic rock bursts and earthquakes. / Материалы Международной Конференции "Дистанционные и наземные исследования в Центральной Азии". - Бишкек: 8-9 сентября 2014 г. - С. 94-98, Тажибаев К.Т. Научно-технические основы прогноза и предупреждения тектонических горных ударов и землетрясений. // Материалы первого Международного симпозиума "Прогноз и предупреждение тектонических горных ударов и землетрясений: измерение деформаций, остаточных и действующих напряжений в горных породах", г. Бишкек, 21-23 сентября 2016 г. - С. 25-37, Тажибаев К.Т., Тажибаев Д.К. Технологические меры предупреждения тектонических горных ударов и землетрясений. / Вестник Кыргызско-Российского славянского университета. 2007. - Том 7. - № 1. Бишкек. - С. 24-28].

Землетрясение - это следствие динамического (природного взрывного), самоподдерживающегося разрушения горных пород в объемном очаге, происходящего по принципу цепной реакции при наличии механического напряжения, достигающего предела прочности горной породы в массиве для соответствующего напряженного состояния [Тажибаев К.Т. Напряжения, процессы деформации и динамического разрушения горных пород. В двух томах. Т. 1 - Бишкек: Издательство "Алтын Принт", 2016. - 352 с.]. Для безопасной разгрузки напряжений горных пород необходимо определять удельную (по объему) энергию разгрузки массива от напряжений.

Количества удельной энергии необходимого для полной разгрузки массива от предельных напряжений всестороннего сжатия горных пород, путем обеспечения трещинообразования (начало разрушения), можно определить по следующей формуле:

$$W_T = \frac{\sigma_0^2 \cdot V}{2E} \quad (1),$$

где W_T - удельная энергия трещинообразования данного участка массива горных пород;

σ_0 - среднее значение предела прочности горных пород при всестороннем сжатии (максимальное разрушающее напряжение);

E - среднее значение модуля упругости горных пород;

V - объем разгружаемых горных пород.

Например, при средней величине предела прочности горных пород в условиях всестороннего сжатия 1500 МПа, модуля упругости $4 \cdot 10^4$ МПа, для 1 м^3 объема горных пород удельная энергия начала трещинообразования $W_T=2810 \text{ Дж/м}^3$, а для объема пород 1 км^3 удельная энергия начала трещинообразования (начала разрушения) составляет $W_T=28,1 \cdot 10^8 \text{ кДж/км}^3$. Исходя из этого в объеме 1 км^3 горных пород необходимую для трещинообразования и полной разгрузки напряжений максимальную энергию может обеспечивать 0,663 кт тротилового эквивалента ядерный заряд. Тогда для полной разгрузки зоны землетрясения с объемом 10 км^3 величина максимальной энергии ядерного заряда составит 6,63 кт. Од-

нако при этом взрыв такой мощности может спровоцировать и вызвать землетрясение, так как образование трещин в горной породе, обуславливая нарушение равновесного состояния остаточных напряжений, может вызвать лавинообразное самоподдерживающееся динамическое разрушение горных пород в зоне высокой концентрации напряжений. Поэтому разгрузку напряжений необходимо начинать со взрыва с меньшей удельной энергией, чем удельная энергия трещинообразования для данных типов горных пород, и путем повторных взрывов с постепенно нарастающей до определенного предела энергией взрыва ядерного заряда добиваться максимальной разгрузки опасных напряжений.

Как показали экспериментальные исследования, при многократном импульсном воздействии на образец горной породы, начиная с малыми энергиями свободно падающего груза, можно полностью разгрузить его генетические и наведенные остаточные напряжения [Тажигаев К.Т., Ташмаматов А.С. Остаточные напряжения в горных породах и метод их определения. - Бишкек: Издательство "Текник". -, 2014. - 126 с.]. Важно устанавливать вначале максимальную удельную энергию импульсного воздействия, обеспечивающую максимальную разгрузку от имеющихся напряжений, а затем - безопасную минимальную удельную энергию.

Удельную энергию импульсного (ударного или взрывного) воздействия обеспечивающего максимальную разгрузку от имеющихся генетических остаточных напряжений можно определить по следующей формуле:

$$E_{max} = \frac{K_m}{V} \quad (2),$$

где K_m - энергия импульсного воздействия, обеспечивающего максимальную разгрузку напряжений;

V разгружаемый объем горной породы.

Для стандартных образцов разновидностей гранитов Восточно-Коунрадского удароопасного месторождения экспериментально установлено, что $K_m=0,3$ Дж. Учитывая размеры образца (диаметр 42 мм, высота 84 мм), при объеме, равном $0,000116 \text{ м}^3$, удельная энергия максимальной разгрузки при импульсном воздействии для мелкозернистого гранита месторождения Восточный Коунрад составит

$$E_{max} = \frac{K_m}{V} = \frac{0,3}{0,000116} = 2588 \frac{\text{Джоуль}}{\text{м}^3}.$$

Данная величина удельной энергии близка к удельной энергии трещинообразования горных пород типа гранитов. Для девяти разных по генезису и свойствам горных пород установлено, что при средней удельной энергии импульсного воздействия (средняя высота падения груза 30 см), равной $E_{cp} = \frac{K_{cp}}{V} = \frac{0,18}{0,000116} = 1552 \frac{\text{Джоуль}}{\text{м}^3}$, практически для всех рассматриваемых горных пород остаточные напряжения разгружаются порядка 50% [Тажигаев К.Т., Ташмаматов А.С. Остаточные напряжения в горных породах и метод их определения. - Бишкек: Издательство "Текник", 2014. - 126 с.]. Поэтому для начальной удельной энергии импульсного воздействия можно рекомендовать указанную среднюю величину. Например, для разгрузки напряжений путем многократных взрывов ядерных зарядов в объеме 1 км^3 горных пород вначале проводится несколько взрывов со средней (начальной минимальной) удельной энергией $1552 \cdot 10^6 \text{ кДж/км}^3$ (0,366 кт тротилового эквивалент), затем, постепенно наращивая величину удельной энергии, проводят повторные взрывы и в конечном этапе величину удельной энергии доводят до максимальной разгрузки напряжения, т.е. до $0,625$ кт тротилового эквивалента (энерговыведение при взрыве 1 кг тротила $4,24 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$). При этом в 1 км^3 объеме горных пород происходит максимальная разгрузка напряжений, и с учетом передачи энергии сейсмических волн на большие расстояния, и предполагая дальнейшую разгрузку напряжений на 50% в объеме горных пород до 10 км^3 , для энергии взрыва $2588 \cdot 10^6 \text{ кДж}$, можно определить радиус объема (шара) общей разгрузки массива горных пород R . Например, для общего объема разгружаемого шара 10 км^3 радиус разгрузки составляет $R=1,3366 \text{ км}$. Для общей (до 50%) разгрузки объема горных пород, равного 100 км^3 , потребуется энергия взрыва $2588 \cdot 10^7 \text{ кДж}$ ($6,10377$ кт тротилового эквивалент). При этом радиус общей разгрузки составляет порядка $2,88 \text{ км}$. Удельную объемную энергию разрушения можно определять и по диаграмме "напряжение - деформация" образцов горных пород участка наиболее высокой концентрации остаточных напряжений. При разгрузочных многократных взрывах для избегания инициирования катастрофического землетрясения взрывом вначале проводится взрыв заряда малой мощности, постепенно наращивая мощность. В предлагаемом способе удельная объемная энергия разрушения (трещинообразования) определяется по диаграмме "напряжение - деформация" образцов горных пород участков наиболее высокой концентрации остаточных напряжений.

Следует отметить, что при ядерном взрыве на образование трещин расходуется незначительная часть энергии, а основная часть энергии взрыва превращается в тепло и в энергию сейсмических колебаний. Энергия сейсмических колебаний мощного взрыва, распространяясь на большие расстояния (несколько тысяч километров), существенно разгружает напряжения в ближней сферической зоне взрыва, в радиусе десятки и сотни километров.

Способ предотвращения тектонических землетрясений осуществляется по следующей последовательности.

1. В известных сейсмогенных зонах или в зонах активных разломов определяются генетические типы горных пород и в пределах магматических и метаморфических скальных пород, при их наличии пробуриваются пробные, не менее двух, вертикальные скважины диаметром 57 мм колонковым бурением на глубину не менее 25 м и с отбором ориентированных кернов.

2. В образцах магматических и метаморфических горных пород, изготовленных из кернов, определяются направление, знак и величина главных нормальных генетических и наведенных остаточных напряжений в горизонтальной плоскости для каждого интервала глубины скважины через 1 м.

3. В образцах определяются показатели механических свойств, прочности горных пород при одноосном сжатии, растяжении и в случае превышения главных сжимающих остаточных напряжений показатель прочности горных пород при одноосном сжатии, в окрестности пробных скважин пробуриваются наблюдательные, не менее двух, вертикальные скважины, отстоящие друг от друга на расстоянии не более 2 м, на глубину 250 м, диаметром 57 мм колонковым бурением с отбором ориентированных кернов, и затем в образцах, изготовленных из кернов, определяются направление, знак и величина главных нормальных генетических и наведенных остаточных напряжений в горизонтальной плоскости для каждого интервала глубины скважины через 5 м, и затем на глубине наиболее высокой концентрации остаточных напряжений в одной скважине устанавливают излучатель, а в другой - приемник поляризованной поперечной ультразвуковой волны для контроля изменения напряжений.

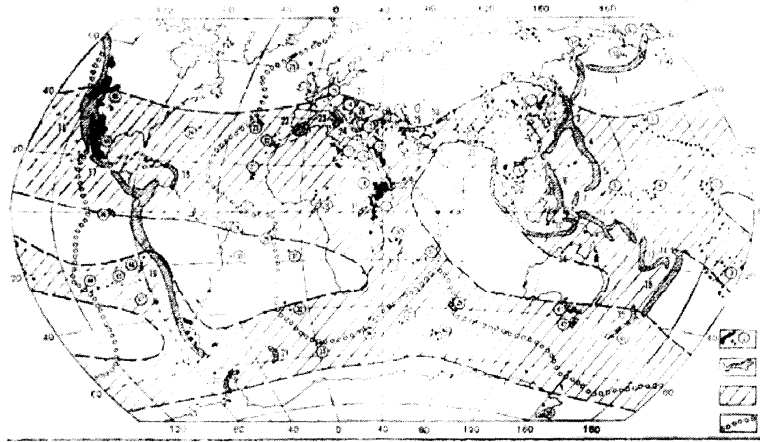
4. В случае подтверждения наличия зон высокой концентрации главных нормальных остаточных напряжений, превышающих пределы прочности горных пород, в стороне от наблюдательных скважин, в пределах сейсмогенных зон или зон сейсмоактивного разлома, пробуривается глубокая разгрузочная скважина диаметром 270 мм и глубиной 1200 м колонковым бурением и с отбором ориентированных кернов для определения остаточных напряжений, механических свойств, элементного состава и структуры горных пород.

5. По диаграмме "напряжение - деформация" образцов горных пород участка наиболее высокой концентрации остаточных напряжений глубокой скважины определяется их удельная объемная энергия разрушения, и на глубине 1200 м разгрузочной скважины располагают ядерный заряд и электронный детонатор, выше заряда интервал скважины бетонируется толщиной забойки 130 м, и после упрочнения бетона проводится первый глубинный камуфлетный взрыв ядерного заряда с энергией, составляющей 30% удельной объемной энергии разрушения горных пород, и с учетом объема разгрузки массива горных пород, после каждого взрыва контролируют разгрузку напряжений по данным из наблюдательных скважин, далее проводят повторные ядерные взрывы до достижения максимальной разгрузки напряжений, доводя их до безопасного уровня, составляющего менее 50% прочности горных пород при одноосном сжатии, постепенно увеличивая мощность взрыва.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

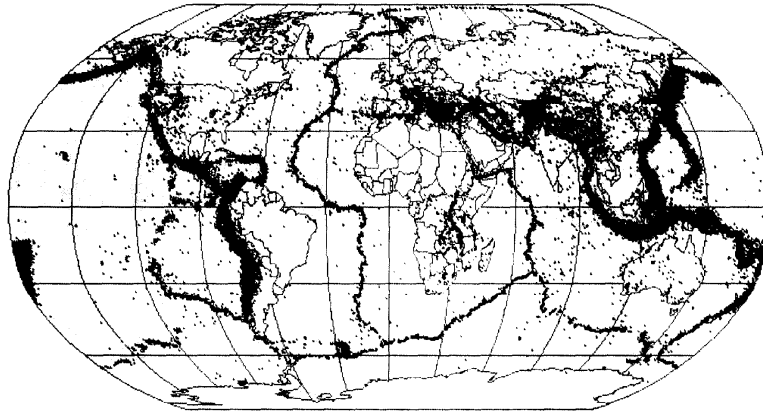
Способ предотвращения тектонических землетрясений, включающий определение сейсмоопасного участка массива горных пород, бурение глубокой разгрузочной и наблюдательной скважины; определение механических свойств и напряжений горных пород участка, заключающийся в предотвращении катастрофических землетрясений путем проведения в глубокой скважине ядерных взрывов для ступенчатой разгрузки опасных механических напряжений, отличающийся тем, что в известных сейсмогенных зонах или в зонах активных разломов определяют генетические типы горных пород, в пределах магматических, метаморфических скальных пород, и при их наличии, пробуривают пробные, не менее двух, вертикальные скважины диаметром 76 мм колонковым бурением на глубину не менее 25 м с отбором ориентированных кернов; затем в образцах магматических и метаморфических горных пород, изготовленных из кернов, определяют направление, знак и величину главных нормальных генетических и наведенных остаточных напряжений в горизонтальной плоскости для каждого интервала глубины скважины через 1 м; в образцах определяют показатели механических свойств, прочности горных пород при одноосном сжатии и растяжении и в случае превышения главных сжимающих остаточных напряжений - показатель прочности горных пород при одноосном сжатии, в окрестности пробных скважин пробуривают наблюдательные, не менее двух, вертикальные скважины, отстоящие друг от друга на расстоянии не более 2 м, на глубину 250 м, диаметром 76 мм колонковым бурением с отбором ориентированных кернов, затем в образцах, изготовленных из кернов, определяют направление, знак и величину главных нормальных генетических и наведенных остаточных напряжений в горизонтальной плоскости для каждого интервала глубины скважины через 5 м и затем на глубине наиболее высокой концентрации остаточных напряжений в одной скважине устанавливают излучатель, а в другой - приемник поляризованной поперечной ультразвуковой волны для контроля изменения напряжений; затем в случае подтверждения наличия зон высокой концентрации главных нормальных остаточных напряжений, превышающих пределы прочности горных пород, в стороне от наблюдательных скважин, в пределах сейсмогенных зон или зон сейсмоактивного разлома, пробуривают глубокую разгрузочную скважину диаметром 172 мм и глубиной 1200 м колонковым бурением и с отбором ориентированных кернов для определения остаточных напряжений, механических свойств, элементного состава и структуры горных пород; затем по диаграмме "на-

пряжение - деформация" образцов горных пород участка наиболее высокой концентрации остаточных напряжений глубокой скважины определяют их удельную объемную энергию разрушения и на глубине 1200 м разгрузочной скважины располагают ядерный заряд и электронный детонатор, выше заряда интервал скважины бетонируют забойкой толщиной 130 м и после упрочнения бетона производят первый глубинный камуфлетный взрыв ядерного заряда с энергией, составляющей 30% удельной объемной энергии разрушения горных пород, и с учетом объема разгрузки массива горных пород, после взрыва контролируют разгрузку напряжений по данным из наблюдательных скважин, далее проводят повторные ядерные взрывы до достижения максимальной разгрузки напряжений, доводя их до безопасного уровня, составляющего менее 50% предела прочности горных пород при одноосном сжатии, постепенно увеличивая мощность взрыва.



Фиг. 1

Preliminary Determination of Epicenters
200,855 Events, 1963 - 1998



Paul D. Lowman, Jr.,
Brian C. Montgomery

1) NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD 20771 USA
2) USUHS, NASA GSFC, Greenbelt, MD 20771 USA

Фиг. 2



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2