

ВЫСОКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОЛЯ В ЗЕМНЫХ НЕДРАХ И ВОЗМОЖНАЯ ИХ РОЛЬ В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ И ГОРНОМ ДЕЛЕ

А. А. ВОРОВЬЕВ

Многие физические процессы в геосферах Земли, атмосфере и околоземном пространстве рассматриваются во взаимной их связи [1].

В известных теоретических схемах рассматривается случай удара молнии в грунт или заземленный объект и растекание тока прямого удара, возникновение шаговых напряжений в грунте и т. д. Рассматривается возникновение высоких электрических полей у концов заземленных объектов и случаи прорастания разряда с заземленных объектов в атмосферу. До сих пор пока не рассматривалось возникновение высоких электрических полей в литосфере и возможность различных процессов в недрах Земли при действии высоких электрических полей. Поверхность Земли обычно рассматривалась как граница области существования высоких электрических полей в атмосфере. В диэлектрических горных породах, как выходящих на дневную поверхность, так и находящихся в недрах, возможно возникновение высоких электрических полей и разрядов в них. Причиной возникновения высоких полей в диэлектрических горных породах в условиях залегания могут быть прямой удар молнии в грунт, явление электрической индукции при прохождении заряженного облака, электромагнитной индукции, обусловленной большими токами в ионосфере, явления трения, разрушения пород, облучения и другие физические процессы, протекающие вне земных недр. Некоторые из названных процессов являются способом перекачивания энергии из околоземного пространства в земные недра и пополнения энергетических запасов планеты. Образование трещины в диэлектрическом минерале или горной породе сопровождается электризацией ее бортов и образованием поля высокой напряженности в трещине. Таким образом, трещинообразование представляется как способ превращения механической энергии в энергию электрического поля, а трещина является электростатическим генератором.

Нами выдвинута гипотеза о возможности электрических разрядов в земной коре, которая обоснована экспериментально и теоретически [2, 3]. В земных условиях возможны различные физические превращения некоторых видов энергии в энергию электростатического поля, накопления зарядов до значения, при котором напряженность поля достигает величины электрической прочности горных пород и происходят электрические разряды в среде [4]. Высокие электрические поля в земных недрах и их проявление над поверхностью — высокое атмосферное электрическое поле — могут образовываться при большой плотности

электрических зарядов в диэлектрических породах высокого сопротивления. Состояние высокой концентрации зарядов не свойственно системе в состоянии устойчивого равновесия. Оно свойственно системе в состоянии с большим избытком свободной энергии. Например, когда горные тела близки к разрушению, а район близок к землетрясению.

Высокие электрические поля следует искать в районах глубоких разломов, в горных телах, в которых накоплены большие запасы упругой энергии.

Многokrатно отмечалось, что в районе будущего эпицентра землетрясения наблюдалось свечение атмосферы, электрические грозовые разряды, свечение люминесцентных ламп и экранов, аномалии атмосферно-электрического поля, пробой изоляции в кабелях, опущенных в скважины, аномалии магнитного поля и наличие большой вертикальной составляющей поля и многие другие явления, причиной которых может являться только высокое электрическое поле в районе очага будущего землетрясения. Все перечисленные явления исчезали после первого подземного толчка.

Следствием мощных электрических разрядов в земной коре могут быть сейсмические и различные другие геоэлектрические явления, связанные с изменением характеристик электромагнитного поля в недрах и над поверхностью земли, которое наблюдается перед землетрясением. Изменение электрического поля в атмосфере вследствие накопления локального заряда в недрах может влиять на электрические процессы в атмосфере и протекание предгрозовых явлений, а также токов в Земле. В плазме электрических разрядов в земных недрах так же, как и при разрядах в атмосфере, могут происходить плазмохимические реакции соединения и разложения, в результате которых образуются химические соединения и элементы: водород, кислород, углерод, металлы, входящие в состав горных пород, в том числе нефть, природные горючие газы. Соединения могли образоваться при плазмохимических реакциях в пустотах, ранее имевшихся в породах, и заполнить их. Например, в известняках, содержащих воду, в разрядной плазме могли протекать реакции разложения, сопровождавшиеся получением водорода и углерода. В последующих разрядах из углерода и водорода образовался метан, а далее и более тяжелые углеводороды, входящие в состав нефти и природного горючего газа.

Приведенные примеры показывают, что процессы образования химических соединений или получения химических элементов, их миграция и перераспределение в земной коре могут происходить за счет энергии электрического поля.

При большом значении величины энергии, выделяемой в разряде в земной коре, и малых потерях плазма может разогреваться до температуры, при которой возможно будет протекание ядерных процессов, образование радиоактивных ядер атомов и пополнение запаса радиоактивных материалов в земной коре. Кроме процессов превращения видов энергии в энергию электростатического поля, известных из лабораторной и производственной практики, а также наблюдений природных явлений в недрах Земли, возможны и другие специфические процессы преобразований, определяемые метаморфизмом, тектоническими и другими геологофизическими явлениями, специфически присущими только земным недрам. Последствия возникновения и распространения электрических разрядов в земной коре наблюдаются при разряде молнии в поверхность Земли. Сплавленные материалы в канале разряда в песчано-глинистых породах, называемые фульгуритами, встречаются часто в поверхностных слоях почвы. В некоторых случаях наблюдались фульгуриты длиной до 10 метров. Если для пористых пород разрядное напряже-

ние принять равным 10^3 в/см, то разряд на длине такого фульгурита происходит при напряжении 10^6 в. Электрические напряжения такой величины и более при разряде молнии были зафиксированы. В лабораторных условиях наблюдалось накопление электрических зарядов в минералах, стеклах, полимерах и образование разрядов в заряженных диэлектриках. Для опытов брались куски их различной величины [4]. Разработана математическая и физическая теории заряженных диэлектриков потоками заряженных частиц электронов, протонов или фотонов высоких энергий [1]. Основываясь на явлениях заряжения диэлектриков объемом несколько десятков кубических сантиметров и разрядов в них, наблюдавшихся в лабораториях, описываются явления заряжения минералов и горных пород в земных недрах и разрядов в них также в малых объемах. Полученные закономерности в нашей гипотезе распространяются на явления заряжения и разрядов в горных породах объемом в несколько десятков кубических километров. Накопление зарядов также возможно в пустотах пород, заполненных жидкостью и газом. В последнем случае электризация может происходить вследствие тех же процессов, которые обуславливают электризацию в атмосфере. Пользуясь подробными данными, характеризующими Ташкентское восьмибалльное землетрясение 26 апреля 1966 года, мы произвели расчет электрических параметров очага землетрясения. Оказалось, что наблюдавшееся перед Ташкентским землетрясением сейсмические, электрические и световые явления можно объяснить предположением, что в очаге землетрясения объемом 68 км^3 был сосредоточен электрический заряд 10^4 к.

Электрический расчет параметров очага землетрясения на основании исходных инструментальных данных был произведен в трех вариантах. Были получены величины заряда, напряженности поля, плотности зарядов и другие величины, имеющие разумный порядок величины.

В электрическом поле, направленном по радиусу Земли, при наличии градиентов температуры, давлений и плотности материалов, возможно медленное прорастание начавшегося разряда, оплавление пород и образование сквозного канала, соединяющего поверхность земной коры и ее подошву. При таких условиях произойдет расплавление материала мантии в устье рассматриваемого канала и вулканическое или грязевое извержение.

Время до пробоя пород в земных недрах уменьшается с ростом значения величины напряженности поля. На некоторой глубине при одновременном действии петростатического давления, геотермического градиента время до пробоя достигает минимального значения. С повышением напряженности поля глубина залегания пород, для которых время до пробоя будет минимальным, смещается к центру Земли. При данных условиях пробой горных пород начнется на участке расположения максимума времени до пробоя и будет распространяться в радиальном направлении в глубину и в земной поверхности. По мере прорастания разряда в диэлектрике в сторону поверхности напряженность поля у его головки будет расти и скорость его продвижения увеличивается. Прорастание разряда к центру Земли будет тормозиться вследствие роста проводимости и падения величины напряженности поля у головки канала разряда. Протекание этих явлений объясняет прорастание канала разряда к дневной поверхности и явление вулканизма.

Толщина океанической земной коры составляет 8—10 км. Расчеты показывают, что на глубине 6—8 км при напряженности поля $3 \cdot 10^5$ в/м, что соответствует электростатической прочности пористых диэлектриков при высоких температурах, количество пробоев достигает 1.000 в год. Некоторые из них могут прорасти на полную глубину земной коры [5]. Явление электрических разрядов в атмосфере, имеющее важное

практическое значение для жизни нашей планеты Земли, широко и успешно изучается. До настоящего времени не обращали внимания на имеющийся разрыв в описании протекания геоэлектрических явлений, состоящих в следующем: в земной атмосфере, имеющей не очень высокие диэлектрические свойства, происходит преобразование видов энергии в электростатическую и электрическое заряджение сравнительно больших объемов облаков в атмосфере и протекание электрических разрядов. В земной коре, в литосфере, также имеются объемы, заполненные диэлектриками с высокими диэлектрическими свойствами, более высокими, чем в воздушной атмосфере, однако возможность протекания в литосфере электрических разрядов не рассматривалась. В нашей гипотезе разрядов в земных недрах дано описание геоэлектрических явлений и предложена гипотеза, устраняющая такой логический разрыв. Показано, что разряды в земных недрах также могут играть большую и разнообразную роль в жизни планеты. Разряды в горных породах могут быть также причиной взрывов и пожаров, случающихся в горных выработках, порчи приборов в электроразведке при производстве геологоразведочных работ, причины которых остаются невыясненными, и др. Нами были проведены опыты по заряджению горных пород и наблюдение разрядов в них как в лаборатории, так и в глубоких скважинах. Этими исследованиями была показана возможность заряджения горных пород и образования электрических разрядов в горных породах также и в земных недрах в разных условиях заряджения. Вследствие высокой прочности горных пород в земных недрах была достигнута длина разрядов в несколько сантиметров.

Рассматриваемая гипотеза геоэлектрических явлений, протекающих в сильных электрических полях, представляется важной для создания единого научного описания процессов преобразования видов энергии накопления электрических разрядов в атмосфере и литосфере. Этим самым может быть ликвидирован логический разрыв в учении о геоэлектрических процессах, который возникал вследствие различного рассмотрения геоэлектрических процессов в земных недрах и атмосфере, потери непрерывности, целостности в описании этих процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Воробьев. Физические свойства вещества в земных недрах. В печати.
2. А. А. Воробьев. Геология и геофизика. 1, (1971), № 12.
3. А. А. Воробьев. Электрофизическая аппаратура и электрическая изоляция. М., «Энергия», 1970.
4. Ю. С. Деев и др. Атомная энергия. 29, вып. 4, 303, 1970.
5. А. А. Воробьев, В. С. Дмитриевский. Известия вузов, «Геофизика». В печати.