

рассолами образуется гравитационная емкость резервуара, которая позволяет успешно использовать экологически безопасные интервалы для захоронения минерализованных вод.

Литература

1. Дроздов А.В. К вопросу о формировании криогидрогеологических структур Сибирской платформы // Наука и образование, 2004, – № 4, – С. 62-69.
2. Дроздов А.В. Подземное захоронение дренажных рассолов в многолетнемерзлые породы (на примере Удачинского ГОКа в Западной Якутии) // Геоэкология, 2005, – № 3, – С. 234–243.
3. Каменецкий Ф.М. Электромагнитные геофизические исследования методом переходных процессов. – М.: ГЕОС, 1997, – 162 с.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕРЗЛЫХ ПОРОД

Сах. А. Тихонова, Св. А. Тихонова

Научный руководитель старший преподаватель Н. А. Забродина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Внутренние воды России представлены не только скоплениями жидкой воды, но и воды в твердом состоянии, образующей современное покровное, горное и подземное оледенение. Область подземного оледенения называют криолитозоной. Область распространения многолетней мерзлоты в России занимает около 11 млн км², что составляет почти 65 % территории страны [1].

Возможность использования геофизических методов для изучения многолетних мерзлых пород базируется на существовании связей между этими характеристиками и геофизическими свойствами.

Для определения инженерно-геологических характеристик мерзлых пород наиболее широко применяется электроразведка на постоянном и низкочастотном переменном токе, которая изучает удельные электрические сопротивления (УЭС) грунтов [1, 3].

Мерзлые породы имеют температуру, изменяющуюся в пределах от 0 до -4°C. УЭС любых влагонасыщенных промерзающих горных пород с малой концентрацией порового раствора резко возрастает при понижении температуры до точки кристаллизации свободной воды, т. е. в момент формирования пространственной криогенной кристаллизационной структуры.

УЭС мерзлых пород в зависимости от температуры, литологических особенностей, влажности и степени минерализации порового раствора может находиться в пределах от нескольких единиц до 10⁶ Ом • м.

Если в породе содержится только связанная вода, то удельное сопротивление при понижении температуры растет, плавно увеличиваясь всего в два-три раза (малая льдистость), а когда вся поровая вода является прочно связанной, то удельное электрическое сопротивление породы практически не меняется при переходе к отрицательной температуре [2]. Увеличение минерализации поровой воды понижает температуру замерзания породы и ее удельное сопротивление, влияет на тип возникающей криотекстуры в промерзающих породах, создает особенности пространственного размещения льда и незамерзшей воды, строения и состава граничных зон, а также самих включений льда.

В данной работе рассмотрены результаты исследований на одной из проектируемых площадок куста скважин Сандыбинского месторождения (ЯНАО), где проводились бурение, термометрия и вертикальное электрическое зондирование на постоянном токе. В разрезе площадки на исследуемую глубину выделяется от двух до четырех геоэлектрических слоев, характеризующих различные по составу и состоянию грунты. В работе проанализированы электрические свойства мерзлого суглинка, по которому имелась наиболее представительная выборка.

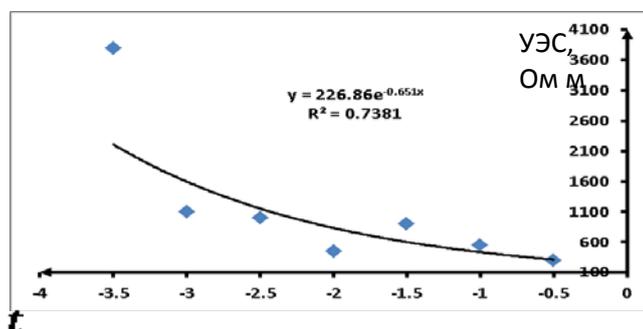


Рис. 1. График зависимости УЭС от температуры для мерзлого суглинка Сандыбинского месторождения

С использованием распределения значений температуры грунта в скважине по глубине, а также значений УЭС (по результатам ВЭЗ), нами был построен ряд графиков зависимости УЭС от температуры для восьми скважин. По полученным графикам был составлен осредненный график зависимости УЭС суглинка от температуры (рис. 1), который может быть аппроксимирован экспонентой с коэффициентом надежности аппроксимации 0,74. Полученную линию тренда мы сравнили с графиком изменения УЭС от температуры для

суглинков, представленным в «Рекомендациях по применению геофизических методов на мерзлых грунтах» [2] и с графиком (рис. 2), представленным в справочной литературе [4].

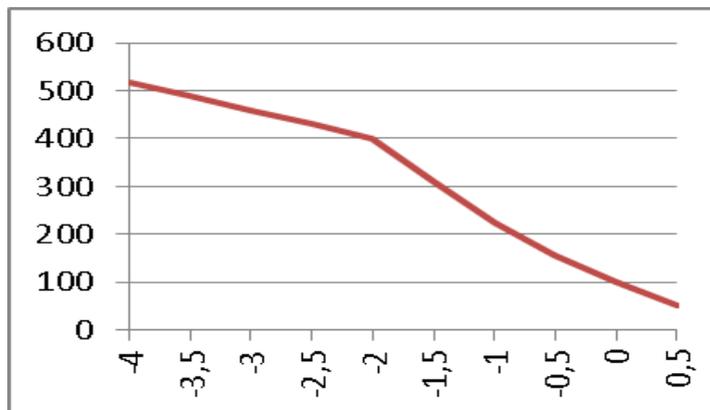


Рис. 2. График зависимости УЭС от температуры по справочным данным [4]

Из представленных рисунков видно неполное соответствие между графиком по справочным данным и графиком, полученным нами. Оба графика совпадают по форме в пределах температур от 0 до -2°C . Форма графика на этом отрезке представляет собой экспоненту, далее до $t = -4^{\circ}\text{C}$ наш график соответствует экспоненте, однако справочный график с температуры $t = -2^{\circ}\text{C}$ соответствует прямой. Температура, на которой изменяется закон связи между УЭС и температурой, считается точкой замерзания свободной воды, которая в свою очередь, зависит от степени минерализации воды. Наш участок обладает средней минерализацией, и она равна $0,1 - 0,083$ г/л. Соотношение свободной и связанной воды в суглинках имеет большое влияние на УЭС и на точку замерзания. Полученный нами график УЭС от температуры является графиком, имеющим промежуточную форму между графиками изменения УЭС льда при разной минерализации от температуры и УЭС суглинков от температуры.

В итоге мы получили зависимость УЭС от температуры в пределах от 0 до $(-4)^{\circ}\text{C}$, которая подчиняется экспоненциальному закону при минерализации около $0,1$ г/л. Напротив, справочный график по данному закону меняется только до температуры равной -2°C , далее меняясь по линейному закону. Это может быть связано с особенностью замерзания свободной воды и с изменением соотношения воды и ледяных включений в поровых водах.

Литература

1. Акимов А. Т., Клишес Т. М., Мельников В. П., Снегирев А. М. Электромагнитные методы исследования криолитозоны. (Обзор). – Якутск: Изд-во Ин-та мерзлотоведения СО АН СССР, 1988, – 48 с.
2. Баулин Ю. И., Боголюбов А. Н., Зыков Ю. Д. Рекомендации по применению геофизических методов для определения инженерно-геологических характеристик мерзлых дисперсных грунтов. М.: «Стройиздат», 1984, – 34 с.
3. Бойко С. А., Романовский В. Е. Применение методов электроразведки постоянным током при решении задач мерзлотно-гидрогеологических исследований в зоне освоения трассы БАМ / Мерзлотные исследования. – Вып. 19. – М., 1980, – С. 145 – 153.
4. Федынский В. В. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизика): Справочник геофизика. – М., «Недра», 1976. – 527 с.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОЦЕНКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ МЕТОДОМ ВВЕДЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ СТАНЦИОННЫХ ПОПРАВОК

Д.Л. Чубаров

Научный руководитель профессор М.М. Немирович-Данченко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Камчатский край расположен на крайнем северо-востоке России и занимает площадь $472,3$ тыс. км². Крайняя южная точка – мыс Лопатка ($50,57^{\circ}$ с. ш.), северная находится почти у Северного полярного круга (65° с. ш.). На юге Камчатка граничит с Курильскими островами, на севере и северо-западе – с Чукотским автономным округом и Магаданской областью. С востока её омывают воды Тихого океана, с северо-востока – Берингово море, а с запада – Охотское [1].

Камчатка – это единственный в России регион активного вулканизма. Свыше 70% территории занято горами. На полуострове более 1000 вулканов, в том числе 28 действующих. Помимо этого территория Камчатского края является также наиболее сейсмически активной территорией России.