

## Литература

1. Бурштейн Л.М., Жидкова Л.В., Конторович А.Э., Меленевский В.Н. Модель катагенеза органического вещества (на примере баженовской свиты) // Геология и геофизика, – 1997. – Т. 38. – № 6. – С. 1070–1078.
2. Галушкин Ю.И. Моделирование осадочных бассейнов и оценка их нефтегазоносности. – М.: Научный Мир, 2007. – 456 с.
3. Гольберт А.В. Основы региональной палеоклиматологии. – М: Недра, 1987. – 222 с.
4. Исаев В.И. Интерпретация данных гравиметрии и геотермии при прогнозировании и поисках нефти и газа. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 172 с.
5. Исаев В.И., Рылова Т.Б., Гумерова (Искоркина) А.А. Палеоклимат Западной Сибири и реализация генерационного потенциала нефтематеринских отложений // Известия ТПУ. – 2014. – Т. 324. – № 1. – С. 93–102.
6. Лобова Г.А., Осипова Е.Н., Криницина К.А., Останкова Ю.Г. Влияние палеоклимата на геотермический режим и нефтегенерационный потенциал баженовской свиты (на широтах Томской области) // Известия ТПУ. – 2013 – Т. 322. – № 1. – С. 45–50.

**ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ПРОЦЕССЕ  
РАЗРАБОТКИ ТРУБКИ «УДАЧНАЯ»****Сах. А. Тихонова, Св. А. Тихонова**

Научный руководитель доцент Т.А. Гайдукова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Отработка крупнейших месторождений алмазов в Западно-Якутской провинции в настоящее время осложнена главным образом переходом на подземный способ добычи с нижних горизонтов кимберлитовых трубок и поступлением хлоридных (натриевых или кальциевых) рассолов в горные выработки [1]. Большая часть дренажных стоков уже в течение почти двух десятков лет удаляется обратно в недра криолитозоны двумя наиболее рациональными методами: обратная закачка в подмерзлотные водоносные горизонты (рудники «Мир» и «Интернациональный») и захоронение в толщи многолетнемерзлых пород (карьер «Удачный», проектный полигон строящегося рудника «Айхал»).

Месторождение алмазов кимберлитовая трубка «Удачная» находится на правом берегу р. Далдын в центральной части ее бассейна и территориально относится к Мирнинскому району Республики Саха (Якутия) [2]. Этой криогидрогеологической структуре свойственны рассолонасыщенные толщи пород с высокими коллекторскими показателями, резко отличающимися от смежных криоартезианских бассейнов. Режимные гидрогеологические наблюдения в районе трубки «Удачная» начаты в 1988 году, с целью наблюдений за нарушенным режимом подземных вод. Отработка карьера «Удачный» связана с дренированием поступающих в горные выработки подземных рассолов и последующей закачкой их в многолетнемерзлые породы (ММП) на полигонах «Октябрьский», «Киенгский» и «Левобережный».

По результатам проведенных гидрогеологических исследований проведен анализ современного состояния гидрогеологической ситуации в районе трубки «Удачная», связанной с условиями дренажа рассолов в горные выработки и захоронения промышленных стоков, что позволило определить временную ориентацию и динамику развития депрессионной воронки, а также оценить экологическую ситуацию в бассейнах рек Сытыкан и Далдын от воздействия техногенных факторов и промышленной зоны Удачинского ГОКа. Геофизические работы выполнялись по трём направлениям: комплекс ГИС во вновь пробуренных скважинах, гидрохимическое опробование, зондирование методом переходных процессов.

Комплекс геофизических исследований (ГИС) во вновь пробуренных скважинах проводился с целью литологического расчленения разреза, выделения коллекторов и определения их коллекторских свойств, а также контроля технического состояния скважин.

При проведении комплекса ГИС использовалась станция СГК-1, оснащенная аппаратурой разработанной в ОАО НПП «ВНИИГИС». В процессе записи кривых комплекса ГИС применялись цифровые регистраторы «ТЕКТОР» с соответствующим программным обеспечением.

С целью наблюдения за состоянием газогидрохимической обстановки в карьерном поле и на участке захоронения дренажных рассолов осуществлялось регулярное гидрохимическое опробование подземных вод по скважинам режимной сети. Совместный отбор проб воды и растворенного газа производился глубинным пробоотборником ПО-38.

Надежным контролем над передвижением рассолов в разломных и трещиноватых массивах горных пород может быть использован один из геофизических методов – зондирование методом переходных процессов (ЗМП) [3].

Названные геофизические исследования методом ЗМП на полигоне «Киенгский» были проведены с целью прослеживания границ распространения захороняемых дренажных вод и возможной их динамики, а также установления мощности обводненной части ММП до глубин 400 м (рис. 2).

Применение метода ЗМП дает хорошие результаты при исследовании дренажных сильноминерализованных растворов и может использоваться для изучения многолетнемерзлых пород, поисков разломно – трещинных участков для обустройства полигонов захоронения, а также для наблюдения за распространением закачиваемых рассолов на полигонах.

Зоны региональной тектонической раздробленности верхней части осадочного чехла, в частности криолитосферы Западной Якутии, при определенных условиях являются благоприятными структурами для захоронения дренажных рассолов. При воздействии на льдистую составляющую мерзлых пород крепкими

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 км<sup>2</sup>, 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 10<sup>6</sup> 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.

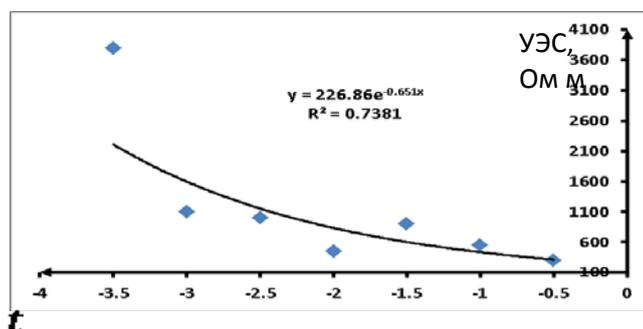


Рис. 1. График зависимости УЭС от температуры для мерзлого суглинка Сандыбинского месторождения

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