

СЕКЦИЯ «ГЕОЛОГИЯ»**ПОДСЕКЦИЯ «ГЕОКРИОЛОГИЯ»****Экспериментальная оценка теплопроводности гидратонасыщенных пород
в мерзлом состоянии****Буханов Борис Александрович, Лупачик Мария Владимировна***Студенты**Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия.**E-mail: bor-buhanov@yandex.ru*

Газовые гидраты являются одной из форм существования газовой компоненты грунтов.

Они представляют собой метастабильный минерал, визуально похожий на рыхлый снег и лед, который образуется путем соединения молекул воды и газа при определенных давлениях и температурах. Самый распространенный газ, находящийся в гидратной форме является метан. В природных условиях газовые гидраты могут существовать как при низких положительных температурах, так и при отрицательных. В последнем случае они приурочены к массивам горных пород находящихся в многолетнемерзлом состоянии. По данным бурения газогидратные образования в криолитозоне обнаружены в ряде районов Севера Сибири, арктического побережья Канады, арктического шельфа (Якушев и др. 2003). Однако выделение и картирование газовых гидратов в толщах мерзлых пород традиционными геофизическими методами (прежде всего сейсмоки) затруднено, поскольку ряд физических свойств поровых гидратных и ледяных образований в горных породах сходны. Поэтому представляется большой интерес экспериментальное изучение тех параметров и характеристик, которые имеют резкое отличие для льда и гидрата, в частности теплофизических.

В данной работе представлены результаты экспериментального исследования коэффициента теплопроводности замороженных искусственно гидратонасыщенных пород находящихся в метастабильном состоянии. В качестве объектов исследовались образцы грунтов песчаного и супесчаного состава, в том числе отобранных из областей распространения ММП. Методика эксперимента (Чувиллин, Козлова, 2005) состояла в следующем. Насыщение газогидратами метана грунтовых образцов производилось в специальной барокамере, по окончании процесса гидратообразования образцы грунта замораживались до температуры -8°C . При этом остаточная поровая влага, не перешедшая в гидрат, вымерзала. В результате получались мерзлые гидратосодержащие образцы, которые в барокамере находились в равновесных условиях. Затем давление сбрасывалось до 0,1 МПа и мерзлый гидратный образец извлекался из барокамеры. Поскольку при отрицательных температурах для газогидратных образований характерен эффект самоконсервации, гидратонасыщенные образцы в мерзлом состоянии имели достаточно хорошую сохранность. Это позволило получить для них ряд характеристик состава и свойств (в том числе произвести определения коэффициента теплопроводности), которые сравнивались с контрольными мерзлыми образцами, не содержащими гидрат метана. Теплопроводность определялась цилиндрическим зондом KD-2 фирмы Decagon.

Проведенные исследования показали уменьшение коэффициентов теплопроводности гидратосодержащих по сравнению с мерзлыми контрольными образцами. Так же выявлена зависимость теплопроводности от плотности скелета, дисперсности и степени заполнения пор гидратом в мерзлых образцах.

Полученные данные указывают на перспективы выявления гидратосодержащих горизонтов в мерзлых породах по значению теплопроводности.

Литература:

1. Якушев В.С., Перлова Е.В., Махонина Н.А. и др. Газовые гидраты в отложениях материков и островов // Росс. Хим.Журн., № XLVII, 2003, с. 80-90.
2. Чувиллин Е.М., Козлова Е.В. Исследования формирования мерзлых гидратосодержащих пород // Криосфера Земли. 2005г., т. IX, №1, с.73-76.

Деформационные характеристики оттаивающих грунтов (на примере Бованенковского месторождения)

Горшков Е.И.¹

Аспирант

Институт Геоэкологии РАН, Москва, Россия

E-mail: e.i.gorshkov@gmail.com

Данный район характеризуется суровым климатом, сплошным распространением многолетнемерзлых пород, с температурой на уровне нулевых годовых амплитуд от $-0,1^{\circ}\text{C}$ до -7°C и избыточным увлажнением. Среднегодовая температура воздуха равна -5°C , температура наиболее холодного периода -20°C , наиболее теплого - не превышает $16-17^{\circ}\text{C}$. Высота снежного покрова 55 - 80 см. Глубина слоя сезонного оттаивания (СТС) достигает 0,3-1,0 м. Промерзание грунтов СТС начинается в конце октября - начале ноября.

Освоение данной территории связано с техногенным оттаиванием грунтов как в пределах СТС, так и в пределах многолетнемерзлой толщи, которое сопровождается осадками оттаивания и уплотнения. Для выбора принципа использования грунтов в качестве основания сооружений и определения их несущей способности необходим прогноз этого рода осадок. В нормативных документах (СНиП 2.02.04-88) приняты две деформационные характеристики оттаивающих грунтов: коэффициент оттаивания (A , доли ед.), характеризующий относительную осадку грунта при оттаивании в условиях отсутствия внешней нагрузки и коэффициент сжимаемости (δ МПа⁻¹), равный отношению приращения относительной осадки ($\Delta\epsilon$) к приращению напряжения от внешней нагрузки ($\Delta\sigma$), т.е. $\delta = \Delta\epsilon / \Delta\sigma$.

На основе обобщения большого количества экспериментов, выполненных М.Н. Цараповым, по определению деформационных характеристик оттаивающих грунтов, нами были получены закономерности зависимости A и δ от физических свойств. Опыты были выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ12248-96 в одометрах конструкции Н.А. Цытовича при плоскопараллельном оттаивании.

Исследовались все виды грунтов четвертичного генезиса – глины, суглинки, супеси и пески (ГОСТ 25100-95). Глубины отбора образцов варьировались от 1,3 до 10 м. Результаты анализа опытов по определению физических свойств и деформационных характеристик приведены в таблице.

Таблица. Физические свойства и деформационные характеристики исследуемых грунтов.

	Влажность	Плотность грунта	Коэфф. пористости	Степень водонасыщения,	Коэфф. оттаивания	Коэфф. сжимаемости
	W, %	ρ , г/см ³	e	Sr	A, доли ед	δ , МПа ⁻¹
Глина	34-66	0,67-1,91	0,97-1,09	0,80-1	0,1152	0,2297
Песок	15-30	1,80-2,05	0,50-0,80	0,65-1	0,0005-0,1452	0,0220-0,1734
Суглинок	15-60	0,60-2,15	0,30-1,45	0,80-1	0,008-0,3107	0,0109-0,9521
Супесь	19-45	1,65-2,00	0,65-1,37	0,90-1	0,0502-0,11013	0,0066-0,1342

В результате анализа опытных данных установлены линейные зависимости A и δ от коэффициента пористости, что позволяет выполнять определение этих характеристик для всего диапазона изменения физических свойств.

Литературы:

1. ГОСТ12248-96 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформированности грунтов. М.: Минстрой России. 1977. 109 с.
2. ГОСТ 25100-95 Грунты. Классификация. М.: Госкомитет по делам строительства, 1995 30 с.
3. СНиП 2.02.04ю-88 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах/Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1990. – 56с.

¹ Автор выражает благодарность д.г.-м.н. профессор Роман Л.Т. за оказанную помощь в работе, а также Царапову М.Н. за предоставленные материалы.

Прогноз потепления климата и его учет при оценке надежности оснований зданий на вечномёрзлых грунтах

Давыдова И.В.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, кафедра геокриологии, Москва, Россия.

E-mail: geocry@geol.msu.ru

По данным метеорологических наблюдений установлено, что с середины 60-х годов XX столетия на планете происходит устойчивое повышение средней годовой температуры воздуха. Повышение температуры вечномёрзлых грунтов, в следствие потепления климата, приведет к уменьшению надежности мерзлых грунтов как оснований инженерных сооружений.

Для десяти районов выполнен прогноз среднегодовой температуры воздуха и многолетнемерзлых грунтов. Используя вероятностно-статистический подход, вычислены надежности и коэффициенты надежности оснований с учетом и без учета изменения климата. Проанализированы зависимости коэффициента надежности и надежности от различных параметров – климатических, геологических, конструктивных и экономических. Показана необходимость использования вероятностных методов в проектных расчетах.

Экспериментальное изучение разложения порового гидрата метана при нагревании

Котов Павел Игоревич, Гурьева Ольга Михайловна, Буханов Борис Александрович
Студенты

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия.

E-mail: kotaff1@ya.ru

На сегодняшний день газовые гидраты считаются одними из самых перспективных нетрадиционных источников углеводородного сырья и энергии в 21 веке, что стимулирует их широкомасштабное изучение во многих лабораториях и научных центрах во всем мире. К настоящему времени в природе выявлено достаточно много газогидратных образований, в том числе и в областях криолитозоны. При этом многолетнемерзлые толщи являются средой, где могут формироваться и существовать газовые гидраты. Они выявлены по ряду прямых и косвенных признаков, в частности аномально высоким газовым выделениям. Процесс разложения газовых гидратов может быть вызван как природными, так и техногенными факторами. К природным факторам относятся в первую очередь изменение климатических, прежде всего температурных, условий местности, а техногенные связаны в основном с бурением и эксплуатацией скважин. Известно много примеров активизации опасных и катастрофических геологических процессов, связанных с разложением газогидратных скоплений. Например, бурение скважин в гидратоносных районах может спровоцировать активное разложение гидратов со всеми вытекающими отсюда последствиями: газовыделениями, выбросами породы и возгоранием газа. Таким образом, наличие газовых гидратов в мерзлых толщах оказывает существенное влияние на их свойства, строение, а также поведение и условия существования. Поэтому среди основных направлений исследований газовых гидратов изучение кинетики разложения гидратов представляется одной из наиболее важных и сложных задач. С практической точки зрения результаты кинетических исследований необходимы для моделирования процессов выделения газа из гидратных залежей.

Экспериментальные исследования основывались на искусственном гидратонасыщении в барокамере образцов песка, а также различных грунтов, отобранных из интервалов вечной мерзлоты. Приготовленные образцы при комнатной температуре помещались в барокамеру и насыщались метаном. В дальнейшем температура в барокамере понижалась до $+2^{\circ}\text{C}$, и происходил процесс гидратообразования. После окончания гидратонакопления образец в барокамере охлаждался до -8°C . При этом остаточная поровая влага, не перешедшая в гидрат, вымерзала. В результате получались мерзлые гидратосодержащие образцы, которые находились в равновесных условиях. Далее для изучения разложения газовых гидратов происходило нагревание установки до комнатной температуры, фиксировались изменения температуры и давления. Как правило, в экспериментах проводилось несколько циклов образования и разложения поровых газогидратных образований по описанной выше процедуре.

На основе проведенных экспериментов получены данные об Р-Т условиях плавления порового льда и начала интенсивного выделения газа при разложении газовых гидратов в грунтах различного состава, исследовалось влияние влажности, плотности, дисперсности, гидрато- и льдонасыщенности на характер протекания процесса разложения порового гидрата метана. Получен ряд количественных показателей газовой выделении при разложении газогидратных образований в грунтовых образцах.

Литература:

- 1) Истомин В.А., Якушев В.С. Газовые гидраты в природных условиях. М. «Недра», 1992. 236 с.
- 2) Чувилин Е.М., Козлова Е.В. Исследования формирования мерзлых гидратосодержащих пород.// Криосфера Земли. 2005г., т. IX, №1, с.73-76.

**Фазовый состав влаги в мерзлых вулканических пеплах Камчатки
(Ключевская группа вулканов)**

Тихонова Елена Павловна¹

Студентка

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: geotap@gmail.com

Многолетнемерзлые породы (ММП) в районе Ключевской группы вулканов на Камчатке обусловлены высотным положением местности, и обычно называются горной мерзлотой. В данном районе мерзлота практически не изучена, и фактического материала немного. Глубина сезонного промерзания в долине р. Камчатка составляет 0,5-2,0 м, и 2-3 м на склонах Плоского Толбачика до отметки 900 м. Среднегодовая температура грунтов в долине реки Камчатки составляет + 3-5 °С (Абрамов и др., 2005). Для составления геокриологического прогноза было проведено исследование теплофизических свойств вулканических пород. Для интерпретации данных и объяснения природы формирования теплофизических свойств вулканических пеплов было проведено экспериментальное исследование фазового состава влаги в них (влажности за счет незамерзшей воды (W_w)) в диапазоне температур.

Объектом исследования были вулканические пеплы Камчатки (Ключевская группы вулканов), отобранные в различных местах и имеющие различный генезис и возраст: 1. пеплы, отобранные в районе Толбачинского дола, возраст отложений 1475 ± 50 лет; 2. пеплы, отобранные в районе конусов Большого трещинного Толбачинского извержения (БТТИ), современные отложения, около 30 лет; 3. пеплы, отобранные в районе вулкана Камень, скорее всего современные. Было проведено исследование гранулометрического состава этих пеплов, а также рассмотрены их структурные особенности под микроскопом.

Определение фазового состава влаги в мерзлых пеплах поведилось контактными и криоскопическими методами (Методы..., 2004).

В ходе экспериментальных исследований получены температурные зависимости влажности за счет незамерзшей воды W_w в диапазоне температур: от температуры начала замерзания до -15°C .

Выявлены различия в формировании фазового состава влаги у пеплов, отобранных с различных мест. Так, у пеплов, отобранных с Толбачинского дола, W_w изменяется в диапазоне от 2 до 13%, а у пеплов, отобранных в районе конусов БТТИ и в районе вулкана Камень, W_w составляет доли процента. Это объясняется несколькими причинами: способностью пеплов содержать в себе большое количество связанной воды за счет проявления электростатических, капиллярных и механических сил между частицами (Гирина, 1998; Маркин, 1980), и, по-видимому, возрастом отложений, минеральным и гранулометрическим составом частиц.

Литература:

1. Абрамов А.А., Гиличинский Д.А., Мотенко Р.Г. (2005) Новые данные о геокриологических условиях Ключевской группы вулканов (Камчатка) // Материалы третьей конференции геокриологов России. МГУ им. М.В. Ломоносова, 1-3 июня 2005 г. Том 3, с. 5-10.
2. Методы геокриологических исследований (2004) / Под ред. проф. Ершова Э.Д., М: издательство МГУ.
3. Гирина О.А. (1998) Пирокластические отложения современных извержений андезитовых вулканов Камчатки и их инженерно-геологические особенности, Владивосток, Дальнаука.
4. Маркин Б.П. (1980) Просадки в пепловых толщах Камчатки // Инженерная геология, №1, с. 61-75.

¹ Автор выражает благодарность доценту Мотенко Р.Г. за помощь в работе и ценные советы.