

объемом от 10 до 15 млн. м<sup>3</sup> который может активизироваться после того, как вода достигнет отметки 1250 м и более. Далее на запад от кишлака Талхакчашма молодой обвал пересекает овраг Танакба. Крутого откоса далее, на правом берегу реки Вахш, не видно.

В верхнечетвертичное время на левом берегу р. Вахш обнаружены древние оползни размером в нескольких сотен млн. м<sup>3</sup>. Ранее исследователи предполагали, что эти оползни могут двигаться. Однако последними исследованиями установлено, что скорость сползания настолько мала, что на водохранилище влияние почти не может оказать. Так как р. Вахш является региональным водосбором, то можно исключить просачивание воды из водохранилища. Так, результаты геолого-геофизических исследований на правом берегу долины р. Оби Шур показали, что разлом является водонепроницаемым.

Таким образом, по результатам многолетних геологических, геофизических, инженерно-геологических, сейсмологических и других исследований можно сделать следующие выводы:

1. Существующие материалы по геолого-геофизическим и другим наблюдениям на данном этапе свидетельствует о возможности безопасного строительства Рогунской ГЭС на р. Вахш.
2. Необходим постоянный мониторинг геологического изменения горных пород берегов р. Вахш.
3. Рекомендуется проведение мероприятий по защите геологической среды от возможной фильтрации дождевых вод и по предотвращению схода оползней.

#### Литература

1. Количко А.В. Инженерно-геологические условия строительство плотины Рогунской ГЭС // А.В. Количко, В.Н. Филь. / Гидротехническое строительство, 1981. – № 10. – С. 11–15.
2. Количко А.В. Инструментальные наблюдения за новейшей тектоникой в районе строительства Рогунской ГЭС // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2005. – № 2. – С. 159-163.
3. Морозов С.В. Прогноз изменения химически уплотненных скальных осадочных грунтов в противифльтрационных завесах (на примере Рогунской ГЭС): Автореферат. Дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Москва, 1985 г. – 37 с.

### О МЕТОДИКАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ЛЬДОВ ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ (НА ПРИМЕРЕ «ЛЕДОВОГО КОМПЛЕКСА» ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ)

К.В. Бекирова, А.Г. Мошкина

Научный руководитель доцент Крамаренко В.В.

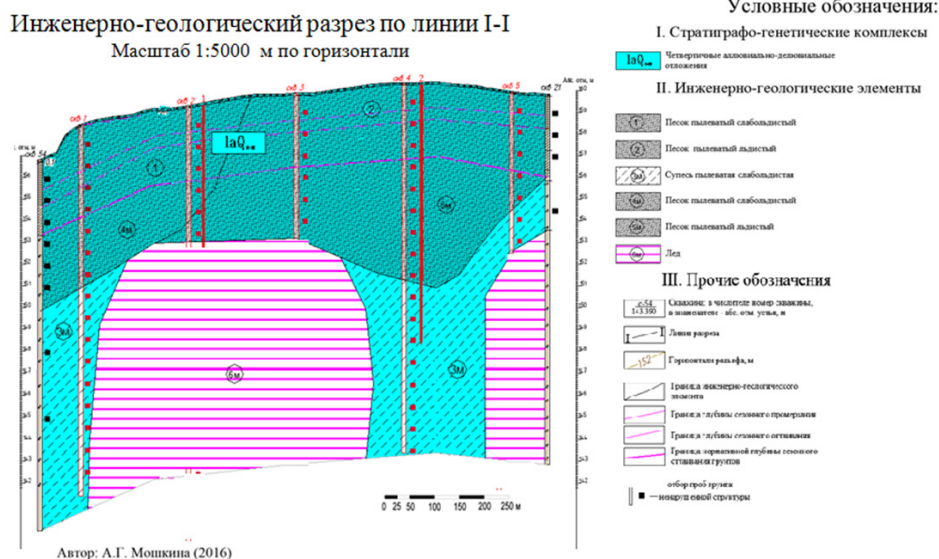
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия

Строительство на мерзлых грунтах, и особенно на льдах всегда связано с серьезными рисками. Мощные толщи льдов не редки на территории России, и на данный момент активно изучается состав, строение, характер образования ледяных залежей, процесс формирования залежей льда восстанавливается на основе радиоуглеродного, изотопно-кислородного и палинологического анализа, в соотношении с условиями залегания [1-3]. Наиболее интересным объектом является «Ледовый комплекс2 - Центральной Якутии, который получил свое название и детально был изучен при проведении изысканий под железную дорогу Томмот – Кердем. Это особый горизонт, насыщенный жилами льда, плащевидно залегающий на обширных участках, неоднородный по составу, мощности и генезису. Происхождение ледяного комплекса криогенно-эоловое, в связи с тем, что ледяные жилы являются сингенетичными, т.е. сформировавшимися одновременно с вмещающими породами. Комплекс прорывают термокарстовые котловины и участки с отсутствием жильного льда. Территория распространения комплекса представляет собой огромный полумесяц, направленный выпуклостью на восток, повторяющий большой дугообразный разворот долины р. Лена в среднем ее течении [4, 5]. При проведении изысканий, особенно под линейные сооружения, на данной территории комплекс является серьезнейшей проблемой и знание методик исследования состава и свойств мерзлых грунтов весьма актуально.

Целью данной работы является изучение методик исследования мерзлых грунтов и подземных льдов при инженерно-геологических изысканиях. Задачей является подбор и систематизация данных изучающих распространение, состава и свойств пластовых льдов, а также составление схемы-программы их исследования с подбором методик определения состава и свойств грунтов.

В административном отношении объект исследований находится на территории Мегино-Кангаласского улуса с рядом п. Майя Республики Саха (Якутия). В геоморфологическом отношении Мегино-Кангаласский улус расположен в пределах эрозионно-аккумулятивной равнины Центрально-Якутской низменности, характеризующейся обилием аласов. Абсолютные высотные отметки колеблются от 144 до 160 м [4], типичный разрез приведен на рис.1. Особое внимание уделяется на многолетнемерзлым породам, слагающим «ледовый комплекс». Основные характеристики комплекса: сплошное в плане и непрерывное в разрезе распространение ММП при общей мощности 140-300 м; возможное наличие сквозных таликов только под крупными термокарстовыми озерами; максимальная льдонасыщенность в верхней части разреза (от 7-8 до 10-12м по мощности). Общая льдистость от 0,23-0,98 и более; мощность слоя годовых колебаний температуры 18-20

м; мощность сезонно-талого слоя в зависимости от состава, влажности, наличия и вида почвенного покрова, экспозиции составляет 1,6-3,5 м. Глубина залегания льда составляет 6,2 – 17 м, мощность 10 м и более. Скважины до глубины 15-17 м подстилающие лед грунты не вскрыли [4].



**Рис. 1. Типичный инженерно-геологический разрез территории ледового комплекса**

В данной работе предложена программа исследования льдов для целей инженерно-геологических изыскания на примере грунтов «ледового комплекса». Основные методы исследования ледяных комплексов проводятся согласно требованиям СП 25.13330.2011 [6] и СП 11-105-97 часть 4 [7], Проблема осложняется чувствительностью льдов к изменению температур. Мерзлотные условия наиболее чутко и быстро реагируют на нарушения естественного покрова, а с изменениями геокриологических условий нарушаются все последующие компоненты, что приводит к негативным последствиям. На льдистых отложениях нарушения мохо-торфяного покрова увеличивают глубину сезонно-талого слоя и приводят к развитию термокарстовых просадок. При расчистке снега на малольдистых отложениях или его уплотнении происходит резкое понижение среднегодовых температур грунтов, амплитуды годовых колебаний температур на поверхности возрастают, это ведет к уменьшению глубины сезонного оттаивания многолетнемерзлых пород и новообразованию мерзлых пород на таликах. На межлесных агроландшафтах Центральной Якутии при современном потеплении климата и сельскохозяйственном земле пользовании (расчистка леса, удаление напочвенного покрова, распашка и т. д.) в период с 1989 по 2007 г. выявлены экстремальные изменения параметров верхнего горизонта пород ледового комплекса – оттаивание ММП на 0,5–3,7 м при повышении их среднегодовой температуры на 1–2 °С [4]. При проектировании оснований и фундаментов на сильнольдистых многолетнемерзлых грунтах и подземных льдах следует предусматривать использование таких грунтов в качестве основания, как правило, по принципу I: для определения несущей способности и деформации основания необходимы определения следующих характеристик: сопротивления срезу мерзлого грунта, грунтового раствора и льда по поверхности их смерзания с материалом фундамента или другим твердым материалом  $R_{сг}$ ; модуля деформации, для расчета осадки основания подземных льдов необходимо определять характеристики: коэффициент вязкости мерзлого грунта  $\eta$ ; предел текучести мерзлого грунта  $\sigma_L$ , которые определяются при испытаниях образцов мерзлого грунта на одноосное сжатие [8].

### Литература

1. Осокин А.Б. Инженерные изыскания: научная статья «Развитие опасных экзогенных процессов на территории Бобаненковского месторождения» 4.2014 – 84 с.
2. Хомутов А.В., Лейбман М.О., Андреева М.В. Вестник Тюменского государственного университета: научная статья «Методика картографирования пластовых льдов центрального Ямала» 7.2012 – 84 с.
3. Стрелецкая И.Д., Каневский М.З., Васильев А.А. Криосфера Земли: научная статья «Пластовые льды в дислоцированных четвертичных отложениях Западного Ямала» 2.2006 – 76 с.
4. Отчет на тему: «Расширение ПС 220 кВ Майя». Шифр 283-ИИ. «Нерюнгростройизыскания» 2014 г.
5. Гидрогеология СССР. Том XX. Якутская ССР, – М., «Недра», 1971. – 514 с.
6. СП 25.13330.2012. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах.
7. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства (часть IV). Правила производства работ в районе распространения многолетнемерзлых грунтов.
8. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.