

изменяется от 2-3 до 10-25 м. Подземные воды безнапорные и имеют тесную гидравлическую связь с поверхностными водами.

В связи с литологическими особенностями пород, слагающих зону аэрации – пески, супеси и гравийно-галечные отложения с высокими коэффициентами фильтрации (от первых метров до 150-200 м/с), и небольшим залеганием уровней, подземные воды голоценового горизонта являются незащищенными от поверхностного загрязнения (I категория защищенности) [1].

Водовмещающие четвертичные морские и аллювиально-морские отложения представлены галечниками, гравийниками, песками, супесями, линзами и прослоями ракушняка и илов. Региональные, выдержанные по мощности, водоупоры отсутствуют. Отложения залегают обычно с поверхности, либо перекрыты маломощным чехлом современного аллювия. Уровень залегания подземных вод не превышает 5-6 м, годовая амплитуда колебания уровня не превышает 1,5-2,0 м. По экспериментальным данным, коэффициенты фильтрации водопроницаемых грунтов в среднем составляют 11,9 м/сут. В связи с вышеизложенным, можно характеризовать воды четвертичных морских и аллювиально-морских отложений как незащищенные от проникновения поверхностного загрязнения (I категория).

Защищенность подземных вод гидрогеологических подразделений, приуроченных к водоносным зонам трещиноватости, определяется, главным образом, различной мощностью и литологическим составом перекрывающих отложений, залегающих над кровлей зоны трещиноватости.

Подземные воды безнапорные, в нижних частях склонов за счет перекрывающих слабопроницаемых отложений могут обладать местным напором высотой 0,6-8,0 м.

Отложения водоносных зон практически повсеместно перекрыты слабопроницаемыми образованиями делювиально-солифлюкционного и элювиального генезиса. На водоразделах это преимущественно глыбы и щебень. Мощность отложений находится в прямой зависимости от крутизны склона. На водоразделах она обычно не превышает 2-4 м, на обширных протяженных склонах составляет 6-10 м, в нижних частях склонов превышает 10 м. Глубина залегания подземных вод трещиноватой зоны в нижних частях склонов составляет 5-15 м, достигая на водоразделах 30-40 м и более.

В связи с таким диапазоном изменения мощностей перекрывающих слабопроницаемых отложений и глубины залегания уровня, условия защищенности подземных вод, приуроченных к верхней трещиноватой зоне изменяются от незащищенных до относительно защищенных.

Таким образом, на большей части площади исследований водоносные горизонты и комплексы являются слабо защищенными от поступления загрязнения в связи с малой по мощности зоной аэрации и литологическими свойствами пород, слагающих ее. Условия защищенности следует учитывать при обосновании размещения крупных промышленных объектов с опасными отходами и сточными водами; при обосновании использования подземных вод для водоснабжения и выбора мест размещения водозаборов, а также для прогноза изменения качества подземных вод под антропогенным воздействием.

Литература

1. Гольдберг В.М., Газда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. – М.: Недра, 1984. – 262 с.
2. Сойфер В.Н., Горячев С.М., Вакуловский С.М., Катрич И.Ю. Третьевые исследования природных вод в России. – М.: ГЕОС, 2008. – 286 с.

ОЦЕНКА ЗАБОЛАЧИВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА В ЮЖНОЙ ЯКУТИИ

Ю.А. Верховых

Научный руководитель профессор Л.А. Строкова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Исследуемый участок «Чаяндинское НГКМ – Ленск (км 0 – км 160)», является частью первого этапа строительства магистрального газопровода «Якутия – Хабаровск – Владивосток», газотранспортной системы «Сила Сибири» [1].

Участок работ располагается в пределах Приленской провинции Средней Сибири. Приленская провинция охватывает верховья Лены и южную часть Лено-Вилюйского междуречья. В её состав входят плоские платообразные возвышенности левобережья Лены и полоса Предбайкальского тектонического прогиба, по которой протекает река. Гидрографическая сеть Приленского плато достаточно развита и врезана. В связи с интенсивным развитием карста многие водотоки имеют лишь временный характер. Участок «Чаяндинское НГКМ – Ленск» пересекает 16 постоянных водных объектов. Все водотоки относятся к бассейну моря Лаптевых Северного Ледовитого океана. Озера не имеют широкого распространения, встречаясь в основном в поймах рек.

Рельеф денудационного наклонного Приленского плато, по которому проходит трасса, представляет собой чередование невысоких гряд, прорезанных глубокими эрозионными долинами впадающих в р. Лену ее левых притоков. Характерны обрывистые склоны. Абсолютные отметки по трассе составляют в среднем 300–400 м, местами встречаются поднятия до 500–600 м [2].

Исследуемый участок расположен в зоне распространения многолетней мерзлоты повышенной мощности (почва промерзает до сотен метров).

В геологическом строении района принимают участие кембрийские и ордовикские породы, представленные осадочными формациями коренных пород, среди которых выделяются: 1) карбонатная нижнекембрийская и среднекембрийская; 2) терригенно-карбонатная средне-верхнекембрийская, нижнеордовикская и средне-верхнеордовикская; 3) терригенная нижнеюрская.

На изучаемой территории участка газопровода наблюдается разнообразие опасных, для прокладки газопровода, экзогенные процессы, такие как заболачивание, сезонное пучение, суффозия, карст, наледи и др.

Наиболее широко развиваются процессы термокарста, пучения и заболачивание. Степень пораженности площади исследований геокриологическими процессами достигает 10 %.

Процессы заболачивания на площади изысканий отмечаются повсеместно, которые зачастую сопровождаются термокарстом, что в первую очередь, связано с хозяйственным освоением территории. Прогрессируют процессы на слабодренлируемых участках. Болота локально развиты в долинах рек и ручьев, преимущественно низинного типа.

Более широкое распространение имеют заболоченные и переувлажненные участки в долинах, у подножий пологих склонов, в седловинах.

Процесс заболачивания оказывает негативное влияние на эксплуатацию газопровода, т.к. его прокладка в траншее в заболоченных лесах и болотных массивах с последующей засыпкой слабопроницаемым грунтом часто сопровождается поднятием грунтовых вод. При таких условиях, в зимний период происходит увеличение гидродинамического напора, обусловленное промерзанием склонов долины, что приводит к выходу воды на поверхность и образованию родников или высачиванию воды на склонах. Выход воды на поверхность приводит к развитию наледных явлений. При больших массах скопившегося льда возможно повреждение трубопровода.

И, исходя из, вышесказанного на участке трассы в заболоченных местах необходима укладка газопровода в специально возводимые земляные насыпи, выполняемые с тщательным послойным уплотнением и поверхностным закреплением грунта. При пересечении водотоков в теле насыпей должны быть предусмотрены водопропускные сооружения [3].



Рис. 1. Заболоченная долина ручья



Рис. 2. Заболачивание

Самыми главными причинами развития процесса заболачивания являются: неотектонические опускания поверхности, то есть наличием низин, куда стекаются атмосферные осадки и грунтовые воды; отсутствие стока на равнинных территориях; увлажнение климата, сезонные и многолетние промерзания территорий.

Основными формами проявления процесса заболачивания в отложениях являются торфяные залежи, сапропель, пластовые и инъекционные льды, в рельефе заболачивание сопровождается образованием выпуклых торфяников, кочкарников, грядово-озерных и грядово-мочажинных полигонов, западинных комплексов.

На данной трассе газопровода, на всей протяженности в 160 км, обнаружено и исследовано 12 участков, на которых распространен процесс заболачивания. Протяженность участков распространения процесса заболачивания различна, от 70,6 до 523,8 м.

Заболачивание развито локально в поймах долин рек (р. Курунг-Юрях), ручьев и на низких седловинах. Мощность переувлажненных и заболоченных грунтов невелика и составляет первые десятки сантиметров. Заболачивание преимущественно связано с участками развития многолетнемерзлых грунтов.

Совместно с процессом заболачивания, ему сопутствуют процессы сезонного морозного пучения, термокарста и наледей.

Генезис четвертичных рыхлых пород слагающих данные участки преимущественно аллювиальный и аллювиально-делювиальный, состав пород различных суглинки, супеси, глины, встречаются дресва и щебень. Мощность преимущественно 5–10 м, местами 1–5 м, мощность торфа от 0,5 до 2,0 м.

Распространение многолетнемерзлых пород массивно-островное и прерывистое мощностью от 10% до 80% и со средней годовой температурой $-0,5-1,5$ °С.

При сооружении подземных трубопроводов на болотах, обводненных участках трассы и участках с высоким уровнем грунтовых вод допускается укладка трубопровода непосредственно на воду с последующим погружением на проектные отметки и закреплением. Методы укладки, погружения на проектные отметки и

балластировки таких трубопроводов определяются проектной документацией и уточняются в проекте производства работ [4].

Развитие процессов контролируется применением специальных мероприятий инженерной защиты, связанных с проектированием сооружений на многолетнемерзлых грунтах [5].

Литература

1. Официальный сайт Газпром. «Сила Сибири» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gazprom.ru>.
2. Приленское плато [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>.
3. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. – М.: ГУП ЦПП 1997. – 56 с.
4. СНиП III-42-80* Магистральные трубопроводы / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1998. – 60 с.
5. СНиП 2.02.04-88 Основания и фундаменты на вечноммерзлых грунтах. – М.: Стройиздат, 1988. – 60 с.

СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ЛЕНТОЧНОМ ФУНДАМЕНТЕ В УСЛОВИЯХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД

К.О. Волошина

Научный руководитель профессор В.К. Попов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Актуальность избранных научных исследований обусловлена тем, что строительство промышленных и гражданских зданий, и их эксплуатация в условиях распространения многолетнемерзлых пород отличается своими особенностями и повышенной сложностью, это связано с повсеместным распространением мерзлых пород и их аномально низких температур, а так же с характером протекания геологических процессов, развивающимися на данной территории.

В работе исследовались условия строительства и эксплуатации сооружений на ленточном фундаменте. Ленточный фундамент представляет собой замкнутый контур (ленту) – полосу из железобетона, укладываемую под всеми несущими стенами здания и распределяющую вес здания по всему своему периметру [4]. Данный фундамент наиболее соответствует особенностям эксплуатации зданий и сооружений на территории распространения многолетнемерзлых пород, оказывая сопротивление, силам выпучивания почвы, избегая проседания и перекоса здания.

Задача исследований заключалась в прогнозировании изменения грунта под зданием в течение 10 лет. Для этого была использована методика расчета глубины чаши оттаивания грунтов под сооружением.

Территория строительства расположена в Красноярском крае, в г. Норильск на территории Надеждинского металлургического завода. Площадка строительства сложена суглинком на поверхности и габбро-долеритом в основании (рис.), характер рельефа - равнинный, абсолютные отметки изменяются от 213 до 217 м. На данной территории проектируется строительство завода элементарной серы, сооружение относится ко II категории сложности по СП 11-105-97 ч. IV (приложение Б) [2], с учетом II принципа использования вечноммерзлых грунтов (СП 25.13330.2012) [3].

Исходные данные для расчета чаши оттаивания под проектируемым сооружением завода элементарной серы:

Предполагаем, что здание будет эксплуатироваться 15 лет ($t = 131400$ ч); габариты здания (L) – 200 м, (B) – 78 м; термическое сопротивление пола (R_0) – $1,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, температура воздуха в помещении (T_{in}) – $25 \cdot \text{°C}$. Грунт в основании – суглинок с коэффициентом теплопроводности талого грунта (λ_{th}) – $1,28 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ и мерзлого (λ_f) – $1,39 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. Физические характеристики суглинка: суммарная влажность мерзлого грунта (w_{tot}) – 0,30 д.е.; влажность мерзлого грунта за счет содержащейся в нем, при данной отрицательной температуре, незамерзшей воды (w_w) – 0,08 д.е.; плотность сухого грунта (ρ_d) – $1910 \text{ кг}/\text{м}^3$. Температура грунта вне контура здания (T_0) – минус $4,0 \cdot \text{°C}$, температура начала замерзания грунта (T_{bf}) – $0,2 \cdot \text{°C}$

Расчет глубины оттаивания грунтов в основании не заглубленного сооружения H_c , (м), за время его эксплуатации t (ч), производится по формулам Г.В. Порхаева [1]:

под серединой сооружения

$$H_c = k_n(\xi_c - k_c)B$$

под краем сооружения

$$H_c = k_n(\xi_c - k_c - 0,1\beta \sqrt{\psi})B$$

где $k_n = 0,96$ - табличное значение, коэффициент, определяемый по табл. 5.1 [2] в зависимости от отношения L/B (соответственно длина и ширина сооружения, м) и значений параметров β и ψ [1].

ξ_c и k_c – коэффициенты, определяемые по номограммам Г.В. Порхаева (рис. 160), в зависимости от значений параметров α_R , β и ψ [1];

ξ_e и k_e – коэффициенты, определяемые по номограммам Г.В. Порхаева (рис. 161) в зависимости от значений параметров α_R , β и ψ [1];

По формулам (3–5) определяем безразмерные коэффициенты в зависимости от параметров [1]:

$$\alpha_R = \lambda_{th}R_0/B = 1,28 \cdot 1,2 / 78 = 0,01$$

$$R_0 = 1,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт} \text{ – термическое сопротивление пола, определяемое в соответствии со СНиП II–3–79*};$$