

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра петрологии и прикладной геологии

**Инженерно-геологические условия участка куста газовых скважин N  
101 при УКПГ 1 Ковыктинского ГКМ Иркутской области**

АВТОРЕФЕРАТ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ

студента 5 курса 552 группы

специальности 21.05.02 «Прикладная геология»

специализация «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-  
геологические изыскания» геологического факультета

Иванова Семёна Сергеевича

Научный руководитель

Ст. преподаватель \_\_\_\_\_ А. Е. Хохлов

Зав. кафедрой

к. г.-м. н., доцент \_\_\_\_\_ М. В. Пименов

Саратов 2024

### **Физико-географические и техногенные условия района работ**

Ковыктинское месторождение – крупное месторождение газа и конденсата. По размеру запасов Ковыктинское газоконденсатное месторождение относится к уникальным и является базовым для формирования Иркутского центра газодобычи. Совместно с Чаяндинским месторождением является основой ресурсной базы газопровода «Сила Сибири». Газ Ковыктинского месторождения имеет сложный компонентный состав — помимо метана в нем содержится пропан, бутан и значительные объемы гелия. Месторождение расположено в юго-восточной части Иркутской области, в 360 км от Иркутска.

### **Геологическое строение района работ**

В районе работ встречаются породы кембрийской, ордовикской и четвертичных систем. Кембрийская система представлена верхним отделом. Ордовикская система представлена нижним отделом. Отложения четвертичной системы представлены нерасчлененными аллювиально-делювиальными, элювиально-делювиальными, элювиальными образованиями, а также биогенными и техногенными отложениями.

### **Геокриологические условия района работ**

Месторождение находится в зоне островного распространения многолетнемерзлых пород. Непосредственно в пределах изучаемой территории многолетнемерзлые грунты не встречены.

### **Гидрогеологические условия района работ**

Ковыктинское месторождение в гидрогеологическом отношении расположено на юго–востоке Окино–Непского артезианского бассейна II порядка, являющегося, в свою очередь, элементом Верхне-Ленского артезианского бассейна I порядка, входящего в состав Восточно–Сибирской артезианской области.

### **Прогноз изменений гидрогеологических условий**

При гидрогеологическом прогнозе на долготлетнюю перспективу, учитывая неблагоприятные условия, такие как увлажнение грунтов зоны

аэрации, формирование нового техногенного водоносного горизонта и формирование техногенного типа режима подземных вод, подтопление будет развиваться по схеме 1 (п.8.1.5 СП 11-105-97, часть II). [8] Учитывая это обстоятельство, необходимо предусмотреть мероприятия инженерной защиты от подтопления (в соответствии СП 116.13330.2012) [9], в частности, обустройство дренажа, способного перехватывать инфильтрационные воды, поступающие как с поверхности, так и в виде прогнозируемых утечек из коммуникаций.

### **Инженерно-геологические условия и процессы района работ**

Развитие современных геологических процессов в районе изысканий обуславливается всем комплексом природных условий. Однако главными факторами, определяющими характер и степень проявления процессов, являются: особенности состава и свойств грунтов, континентальность климата и островное распространение многолетнемерзлых грунтов, и рельеф территории

#### **Эрозионные процессы**

Территория исследований расположена в области развития придолинного холмистого куэстовидного расчлененного рельефа, в зоне активного эрозионного расчленения постоянными и временными водотоками. Рельефообразующим субстратом этого рельефа являются глинисто-песчаные и карбонатно-песчаные породы усть-кутского возраста ордовика.

Ярко выражена линейная эрозия в виде промоин и оврагов протяженностью от нескольких десятков до сотен метров, глубина равняется мощности рыхлых отложений. Площадь конусов выноса от нескольких сотен до тысяч квадратных метров.

#### **Подтопление**

Среди инженерно-геологических процессов и явлений, влияющих на строительство и эксплуатацию проектируемых сооружений, следует отметить процессы подтопления территории подземными водами.

В период изысканий подземные воды были вскрыты на глубине от 0.1 до 8,4 м.

Основной причиной возможного подъема уровня грунтовых вод следует считать инфильтрацию интенсивных атмосферных осадков в весенне-осенний период.

### **Сезонное пучение грунтов**

Сезонное пучение грунтов сопровождается сезонным промерзанием пород. Промерзание грунтов начинается в октябре, с момента устойчивого перехода температуры воздуха через 0°C. Наибольшей величины промерзание достигает в конце марта - начале апреля. Весь процесс продолжается около 7 месяцев. Интенсивность промерзания грунтов в течение зимнего периода неодинакова и в значительной степени зависит от режима накопления и высоты снега. В более суровые зимы глубина промерзания грунтов увеличивается на величину от 30 до 60 см по сравнению со средним значением. Глубина промерзания грунтов на участках без снега в 1,5 раза больше, чем на заснеженных площадках.

Наиболее распространенной разновидностью морозного пучения является пучение за счет грунтовой влаги без подтока извне. Этот вид пучения проявляется относительно равномерно на больших площадях с грунтовой влагой в период замерзания грунтов осенью. Высота пучения измеряется от одного до нескольких десятков миллиметров и не превышает 100 мм. Из-за малых величин и равномерности пучения не образуются бугры пучения, а лишь происходят слабые микродеформации структуры почвенного растительного покрова. Криогенное пучение проявляется на речном аллювии, а также на пологих переувлажненных склонах в прибортовой части долин. Бугры пучения отмечаются чаще на высоких торфяниках и реже – на низких. Они имеют размеры от 3-5 до 15-20 м в поперечнике.

В соответствии с СП 25.13330.2012 (приложение Г, п. Г.4) нормативная глубина сезонного промерзания грунтов равна для суглинков - 3.50 м, для

элювиальных суглинков – 3,70 м, для грунтов галечных и щебенистых, скальных, полускальных – 4,4 м.

В соответствии с таблицей 5.1 СП 115.13330.2016 [10] категория опасности природных процессов:

- по пучению (потенциальная площадная пораженность территории 25-75%) оценивается как – опасная; на отдельных участках (площадная пораженность территории менее 25%) оценивается как – умеренно опасная.

### **Карстовые процессы**

Карстообразование связано с химическим растворением карбонатных пород поверхностными и подземными водами, которое особенно активно протекает по ослабленным трещиноватым зонам на выровненных поверхностях карбонатных гряд, представляющих собой ядра антиклинальных складок. Минеральный состав пород также имеет большое значение. Важной литологической особенностью изученных разрезов является широкое распространение песчаников известковых. Песчаник карбонатно-кварцевый, тонко-мелкозернистый.

Для отложений нижнего ордовика характерно слабое проявление карста, что объясняется малой мощностью карбонатных отложений и залеганием их среди водоупорных песчаников. На данном этапе, по данным бурения и в ходе рекогносцировочного обследования проявления карстово-суффозионных процессов не выявлены.

В соответствии с таблицей 5.1 СП 115.13330.2016 категория опасности природных процессов по карсту оценивается как – умеренно опасная (площадная пораженность территории менее 5%).

### **Геоморфологические условия участка изысканий**

В ландшафтном отношении район работ относится к горнотаежным ландшафтам, с наибольшим распространением елово-кедровых кустарничково-зеленомошных лесов. На данном участке преобладают ель, пихта, кедр и береза высотой до 22-27 м

В геоморфологическом отношении площадка приурочена к Ангаро-Ленскому плато и расположена на склоне водораздельной поверхности. Абсолютные отметки изменяются от 891.59 до 898.79 м.

### **Геологическое строение участка изысканий**

В геологическом строении площадки, на глубину пробуренных скважин (7,6-13,0 м), принимают участие: отложения нижнего ордовика ( $O_1$ ), представленные песчаниками известковыми, а также песчаниками известковыми (с прослоями суглинка твердого, объемом менее 25%); элювиальные (e) отложения, представленные суглинками твердыми, полутвердыми, тугопластичными и глинами твердыми (алевролитами, выветрелыми до состояния суглинка и глины), грунтом глыбовыми малой степени водонасыщения.

### **Сеймотектоническое строение участка изысканий**

Территория находится в зоне сейсмичности 7 баллов по шкале MSK-64 (по СП 14.13330.2018 [12] "Строительство в сейсмических районах" актуализированная редакция СНиП II-7-81\* по карте сейсмического районирования России ОСР-2016-В), в соответствии с табл. 5.1 СП 115.13330.2016 [10], категория опасности природных воздействий по землетрясению (интенсивность 7 баллов) оценивается как опасная.

### **Геокриологические условия участка изысканий**

Геокриологические условия площадки характеризуются островным распространением многолетнемерзлых грунтов, многолетнемерзлые грунты не встречены. Глубина слоя сезонного промерзания составляет - 3,7 - 4,4 м (СП 25.13330.2012).

По степени морозной пучинистости грунты деятельного слоя, согласно лабораторным исследованиям - слабопучинистые и среднепучинистые.

## **Гидрогеологические условия участка изысканий**

Подземные воды на момент бурения в скважинах не вскрыты. Наряду с этим следует отметить, что в период интенсивных и продолжительных осадков в верхней части разреза вероятно образование сезонной верховодки.

Степень агрессивного воздействия сульфатов в грунтах на бетоны марки по водонепроницаемости W/4, W/6, W/8, W/10-W/14 и W/16-W/20 (СП 28.13330.2017, табл. В.1) на портландцементе (ГОСТ 10178, ГОСТ 31108), шлакопортландцементе и на сульфатостойких цементах (ГОСТ 22266) - неагрессивная. Степень агрессивного воздействия хлоридов в грунтах на арматуру в железобетонных конструкциях (СП 28.13330.2017, табл. В. 2) для бетонов марок по водонепроницаемости W/4-W/6, W/8 и W/10-W/14 - неагрессивная.

Степень агрессивного воздействия грунтов на металлические конструкции выше уровня подземных вод - слабоагрессивная (табл.Х.5, СП 28.13330.2017)

## **Инженерно-геологические элементы выделенные в процессе проведения работ**

По результатам полевых инженерно-геологических работ и лабораторных испытаний образцов грунтов были выделены 12 ИГЭ. Расстояние между скважинами изменяется от 140 до 160 метров. Глубина бурения от 7,6 до 13 метров.

Распространение ИГЭ по глубине показано в инженерно-геологическом разрезе в приложении Б.

Список всех инженерно-геологических элементов представлен в приложении В

Для успешного освоения этой территории (по СП 116.13330.2012, СП 25.13330.2012 и СП 22.13330.2016) рекомендуется отсыпка насыпи и планировка поверхности, укрепление насыпного грунта от размывания и эрозии. Отсыпка территории должна производиться с обязательной планировкой и уплотнением поверхности отсыпки, обеспечением свободного

стока поверхностных вод, расчисткой скоплений снега, закреплением откосов.

Требуется предусмотреть необходимые мероприятия защиты элювиальных грунтов от разрушения атмосферными воздействиями и водой в период устройства котлованов (СП 22.13330.2016 "Основания зданий и сооружений" актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\*). Для этой цели следует применять водозащитные мероприятия, не допускать перерывы в устройстве оснований и последующем возведении фундаментов, предусматривать недобор грунта в котловане и т.д.

Исходя из существующих инженерно-геокриологических условий площадки, рекомендуется использовать грунты в качестве оснований проектируемых зданий и сооружений по II принципу (СП 25.13330.2012) с применением свайных фундаментов.

### **Физико-механические свойства грунтов**

В процессе написания работы были рассмотрены данные лабораторных исследований по всем представленным пробам на участке, и выбраны те параметры, которые имеют взаимосвязь друг с другом на определенных интервалах по глубине. В результате были построены карты распределения этих параметров, где можно оценить степень изменения этих параметров друг относительно друга.

Таблица результатов лабораторных исследований представлена в приложении Г

Построение карт и описание физико-механических свойств грунтов проводится на основании результатов лабораторных исследований. При написании дипломной работы выбраны те параметры, которые встречаются во всех скважинах и определенных интервалах по глубине. К этим параметрам были отнесены: коэффициент водонасыщения, пористость и прочность на одноосное сжатие.

Рассмотрим каждый из выбранных параметров.



### **Коэффициент водонасыщения 2-5 метров**

Максимальное значение водонасыщения 0,96 наблюдается в скважине 20у080 в северо-восточном углу карты. Также высокое значение 0,9 наблюдаются в скважине 20м020, от нее водонасыщение равномерно уменьшается во всех направлениях, образуя кольцевые изолинии. Наименьшее значение водонасыщения 0,2 и 0,21 наблюдается в скважинах 20у078 и 20м025. Если попытаться связать значения параметра с рельефом, можно заметить, что водонасыщение падает по обе стороны от линии водораздела по направлению падения склона. Наибольшее значение водонасыщения там, где наиболее мощная толща из суглинки.

### **Коэффициент водонасыщения 5-8 метров**

Наибольшее значение водонасыщения 0,86 наблюдается в скважине м021, которое равномерно уменьшается, образуя кольцевые изолинии покрывающие большую часть участка, объяснить такое резкое падение параметра строением рельефа или разреза не представляется возможным. Карта обладает высокой симметрией относительно линии водораздела.

### **Пористость 2-5 метров**

Наиболее высокое значение пористости 0,35 наблюдаются в скважине 20м020 вокруг нее образуются кольцевые изолинии по всей западной части. Визуально, устанавливается изменение пористости с изменением рельефа т.е. пористость уменьшается там, где снижаются абсолютные отметки. Высокая симметрия относительно линии водораздела.

### **Пористость 5-8 метров**

Самые большие значения пористости 0,2, 0,14, 0,13 наблюдаются в скважине 20у076, 20м025, 20у078. Наименьшее Параметр незначительно уменьшается по обе стороны от линии водораздела. Карта обладает очень явной симметрией относительно линии водораздела.

### **Одноосное сжатие 2-5 метров**

Наиболее высокое значение пористости наблюдается в северной части карты у скважины 20у79, которые постепенно уменьшаются в сторону центра и достигают минимума в скважине 20м020. Связь с рельефом состоит в том, что пористость увеличивается там, где снижаются абсолютные отметки.

### **Одноосное сжатие 5-8 метров**

Наименьшее значение одноосного сжатия 2.75, 7 наблюдается в скважине 20у076 и 20м025. Наибольшие значения 140, 130 находятся в скважинах 20м023, 20у079. Параметр уменьшается вниз в сторону наклона линии водораздела и возрастает по обе стороны от нее по направлению падения склона.

Таким образом, я обнаружил выраженную корреляцию между пористостью и одноосным сжатием, с уменьшением пористости, идет увеличение сопротивления одноосному сжатию. Исходя из вышеперечисленного, можно исключить один из параметров для оптимизации изысканий. Также, зная тесную взаимосвязь этих параметров, можно проверять корректность отбора проб и проведения лабораторных анализов, если в конечном результате между этими параметрами нет связи, значит результаты не корректны.

