

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Санкт-Петербургский горный университет

Кафедра бурения скважин

БУРОВЫЕ СТАНКИ И БУРЕНИЕ СКВАЖИН

*Методические указания к курсовому проектированию
для студентов специальности 21.05.02*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2019

УДК 622.24.06 + 622.245.42 (073)

БУРОВЫЕ СТАНКИ И БУРЕНИЕ СКВАЖИН: Методические указания по курсовому проектированию / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: *А.Н. Дмитриев, М.Ю. Мерзляков*. СПб, 2019. 19 с.

Содержат требования к структуре и содержанию курсового проекта, даны рекомендации по выбору бурового оборудования, инструмента и разработке технологии бурения скважин; приводится список рекомендуемой литературы.

Методические указания предназначены для студентов специальности 21.05.02 «Прикладная геология» специализации «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания».

Научный редактор проф. *Н.И. Васильев*

Рецензент *В.В. Свистун* (ООО «Геокем»)

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Цель курсового проекта – закрепление и углубление знаний, полученных студентами при теоретическом изучении курса “Буровые станки и бурение скважин”; приобретение опыта и развитию навыков самостоятельной работы со специальной и справочной литературой при решении конкретных инженерных задач при проектировании работ по бурению скважин гидрогеологического и инженерно-геологического назначения; проведения научных исследований.

Задание на курсовое проектирование выдаётся каждому студенту индивидуально. Одновременно даётся специальное задание на углублённую проработку одного из актуальных вопросов техники и технологии бурения скважин на воду.

Проект разрабатывается с учётом современных достижений техники и технологии бурения гидрогеологических и инженерно-геологических скважин и должен носить конкретный характер.

Проект должен состоять из пояснительной записки, графического материала и приложений.

1. ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Работа представляется в виде пояснительной записки с текстом, оформленным на ПК.

Объём курсового проекта не должен превышать 35 – 45 страниц машинописного текста формата А4, напечатанного через 1,5 интервала (без учёта графического материала и приложений). Оформление текстовой части выполняется на компьютере в формате MS Word, большие таблицы, занимающие отдельный лист – в формате MS Excel.

Тип шрифта для текста Times New Roman, прямой. Размер шрифта в тексте – 12, заголовки и рубрикация – 14. Выравнивание для абзаца по ширине, а для заголовка – по центру. Слова в заголовках не разрываются, а переносятся целиком. Для оформления таблиц рекомендуется шрифт размера 10 или 11.

Текстовая часть курсового проекта должна быть написана грамотно, с соблюдением правил правописания и знаков препинания. Стил ь изложения должен быть строгим, лаконичным и не допускающим произвольное, разноречивое толкование положений, изложение общеизвестных истин и переписывание из учебников или других литературных источников материалов чисто описательного характера. Изложение текста должно производиться в третьем лице настоящего времени изъявительного наклонения. Сокращения слов за исключением общепринятых не допускаются. В тексте обязательно должны быть ссылки на литературные источники, используемые при составлении пояснительной записки, которые обозначаются порядковым номером источника в списке использованной литературы и заключаются в квадратные скобки. Список использованной литературы составляется в алфавитном порядке по фамилиям авторов, если их не более трех человек. В список использованной литературы заносятся только те источники, на которые имеются ссылки в тексте. Порядок оформления показан в списке рекомендуемой литературы для выполнения курсового проекта настоящих методических указаний.

Математические выражения и расчётные формулы, используемые в тексте курсового проекта, должны располагаться в центре строки. Если в тексте пояснительной записки более одной формулы, их нумеруют справа арабскими цифрами в круглых скобках. Нумерация формул – по главам. Значения используемых в формулах символов должны быть

расшифрованы при первом их использовании с указанием их смысла, конкретного значения, размерности и источника, из которого они взяты или получены.

В качестве графического материала могут быть представлены геологические разрезы и стратиграфические колонки, технические схемы и чертежи, технологические схемы, графики, алгоритмы расчётов и другие материалы. Иллюстрации, занимающие отдельную страницу, размещаются на странице, следующей за первой ссылкой в тексте на данную иллюстрацию. Графический материал выполняется средствами компьютерной графики (графических САД-программ: Компас-График, AutoCAD и др.) или от руки (тушью, карандашом, черной пастой или чернилами) на ватмане формата А1 или А2. Рисунки и таблицы имеют наименования и нумеруются по главам арабскими цифрами.

Обязательными приложениями к курсовому проекту являются геолого-технический наряд (ГТН) на бурение скважины и чертёж по специальной части, которые выполняются на листе формата А1 или А2.

В пояснительной записке после титульного листа и аннотации следует оглавление, в котором перечисляются основные разделы проекта. Нумерация страниц должна быть сквозной от титульного листа до последней страницы. Номера страниц на титульном листе и на листе с заданием не проставляются, но включаются в общую нумерацию. Графические приложения, если их больше одного, также нумеруются и на них в тексте делаются ссылки.

Все расчёты выполняются в системе СИ.

Небрежно оформленный проект возвращается автору без проверки.

2. СТРУКТУРА ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Пояснительная записка к курсовому проекту должна включать в себя:

- титульный лист пояснительной записки;
- задание на выполнение курсового проекта;
- аннотацию;
- оглавление;
- введение;
- основные разделы пояснительной записки;
- заключение;
- список использованных источников;
- текстовые и графические приложения.

Титульный лист

Титульный лист проекта оформляется в соответствии с правилами оформления титульных листов курсовых проектов Санкт-Петербургского горного университета.

Задание на курсовое проектирование

Задание выдаётся руководителем курсового проекта и утверждается заведующим кафедрой бурения скважин. Задание на курсовое проектирование переплетается после титульного листа и в нумерацию страниц записки не включается.

Аннотация

Выполняется на русском и иностранном (английский, немецкий, французский, испанский) языках. Объем до одной страницы. В ней указывается цель курсового проекта и с определенной краткостью излагается его содержание. Приводятся сведения об объеме пояснительной записки (в

станциях), количестве таблиц, иллюстраций, графических листов и приложений.

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА

3.1. Введение

Во введении должно быть указано целевое назначение проектируемых работ и формулируются основные задачи, которые будут решаться в процессе их выполнения. Приводится исходная информация: литологический разрез горных пород и опытно-фильтрационные данные.

3.2. Геологическая часть

Этот раздел должен содержать:

1) литологический разрез горных пород, слагающих разрез по скважине (скважинам), краткую петрографическую характеристику пород;

2) количество вскрываемых водоносных горизонтов, коэффициенты фильтрации, ожидаемые дебиты, статический и динамический уровни воды в скважине;

3) количество отбираемых проб пород (монолитов) из каждого слоя; интервалы отбора проб;

4) физико-механические свойства пород: абразивность, твердость, категория пород по буримости, трещиноватость, степень связности, устойчивость стенок скважин;

5) описание интервалов возможных осложнений при проведении буровых работ.

3.3. Техничко-технологическая часть

В основной части проекта излагаются все сведения, связанные с решением поставленной задачи. Эта часть должна включать следующие разделы:

- Выбор способа бурения;
- Проектирование конструкции скважины;
- Выбор бурового оборудования;
- Выбор бурового инструмента;
- Выбор бурового раствора;
- Тампонажные работы;
- Режимные параметры бурения;
- Проверочные расчеты;
- Организация буровых работ.

3.3.1. Выбор и обоснование рационального способа бурения

В случае, если способ бурения окажется неоднозначным, производится технико-экономическое сравнение различных вариантов. В качестве критерия для сравнения можно принять стоимость бурения одного метра с учетом обеспечения требуемого качества инженерно-геологического опробования объекта работ, точности получаемой геологической и гидрогеологической информации. Выбранный способ бурения должен отвечать назначению скважин: гидрогеологическим или инженерно-геологическим исследованиям; бурению скважин для целей водоснабжения; использования минеральных и термальных вод; проходке скважин для осушения месторождений полезных ископаемых, а также условиям выполнения работ на суше и в зоне акваторий.

3.3.2. Выбор и обоснование конструкций скважин

Проектирование конструкции скважины начинается с установления конечного диаметра с учетом назначения скважин: гидрогеологические, инженерно-геологические. Конечный диаметр определяется по размерам проб пород, в том числе монолитов; требуемого количества воды, отбираемого из скважины.

Проектируемые скважины на воду в зависимости от геологических условий могут быть с фильтром и без него. Фильтровая колонна может иметь выход на поверхность и может быть установлена «впотай».

Диаметр эксплуатационной колонны скважины на воду должен учитывать размеры водоподъемного оборудования.

При выборе конструкций скважин на воду с каверной или с гравийными фильтрами надо рассчитать: объем каверны, её высоту и радиус; определить объем, форму, размер частиц обсыпки; способ доставки последней в зону водозабора.

Выбрать материал, способ соединения обсадных труб и установки их в скважине в условиях агрессивного воздействия минеральных вод и температур. При бурении на минеральные воды должны быть предусмотрены методы предотвращения коррозии колонн обсадных и бурильных труб.

Выбрать конструкцию сальникового уплотняющего устройства (тампонов, пакеров) между надфильтровой и эксплуатационной трубами. Наметить зазоры между колоннами обсадных труб и стенками скважин.

Рассчитать и построить конструкцию скважин для заданных условий.

3.3.3. Выбор бурового оборудования

Выбрать и привести основные технические характеристики буровой установки, бурового станка, необходимые для проверочных расчетов: проектную глубину бурения, начальный и конечный диаметры скважины, диаметры бурильных труб, скорости вращения ротора (шпинделя), частоту ударов, скорости навивки каната на барабан подъемной лебедки, её грузоподъемность (грузоподъемности специальных барабанов установок ударно-механического бурения), тип и мощность приводных двигателей бурового станка, техническую характеристику

бурового насоса, компрессора, грузоподъемность буровой мачты (вышки), массу буровой установки и отдельных ее блоков и т.д.

Выбранная буровая установка должна обеспечить реализацию принятой технологии проходки скважин и режимов спускоподъемных операций, обеспечить максимально возможную механическую скорость, проходку за рейс в конкретных геологических условиях.

Следует стремиться выбирать специализированные установки. Если по каким-либо причинам этого сделать нельзя, то можно воспользоваться другой буровой установкой, в том числе зарубежной. Однако это потребует сравнительной оценки установок по энерговооруженности, ориентировочной стоимости, необходимости в корректировке технологического инструмента (ведущей и бурильных труб). Установить отвод земель под буровую установку.

3.3.4. Выбор бурового инструмента

Для выбранной конструкции определить тип и диаметр породоразрушающего инструмента (долота, коронки, грунтоноса). Для ударно-механического бурения определить состав ударного снаряда, типы и размеры долот, ударных штанг, ясов для различных интервалов скважины в соответствии с ее конструкцией.

Выбрать тип и диаметр бурильных и утяжеленных бурильных труб, принять для заданных условий компоновку низа бурильных труб.

Подобрать вспомогательный и аварийный инструмент.

3.3.5. Выбор бурового раствора

При вращательном способе бурении необходимо выбрать и обосновать способ промывки, вида очистного агента при бурении под кондуктор, техническую, эксплуатационную

колонны и в зоне водозабора. Следует установить рекомендуемые параметры используемых очистных агентов, наметить методы временного крепления неустойчивых горных пород, методы и технические средства для профилактики и изоляции зон поглощений.

Рассмотреть меры, предупреждающие кольматацию и загрязнения водоносного горизонта в процессе его вскрытия и установки фильтра.

Выбрать очистной агент при проходке инженерно-геологических скважин в полускальных, скальных породах с положительными и отрицательными температурами.

Выбрать циркуляционную систему, технические средства для очистки, охлаждения и приготовления очистных агентов.

Рассчитать количество очистного агента для бурения скважин.

3.3.6. Тампонажные работы

В соответствии с назначением скважин предусмотреть тампонирующие колонны обсадных труб. Выбрать способ тампонирования, вид тампонажного материала, водотвердое отношение, основные параметры раствора (растекаемость, сроки схватывания ОЗЦ, требуемую прочность тампонажного камня). Определить потребность в материалах. Дать расчеты процессов приготовления и подачи тампонажного раствора, а также продолжительности процесса тампонирования, выбрать цементировочное оборудование. Выбрать метод оценки герметичности колонн обсадных труб.

3.3.7. Проектирование режимно-технологических параметров бурения

В соответствии с выбранным способом бурения, типом породоразрушающего инструмента и условиями бурения

разрабатывается оптимальный режим бурения для каждого типа породоразрушающего инструмента по интервалам глубин в соответствии с физико-механическими свойствами пород и условиями отбора проб пород (керна).

При этом производится обоснованный выбор следующих режимных параметров: для вращательного бурения - осевой нагрузки, частоты вращения, количества и качества очистного агента. Качество очистного агента выбирается в соответствии с геолого-техническими условиями бурения с целью предотвращения возможных геологических осложнений при бурении. Особое внимание при этом следует обратить на проходку многоглыне-мерзлых пород, легко размываемых пород и т.п. Необходимо привести качественную характеристику очистного агента, его параметры, состав, реагенты для обработки.

Для ударно-механического бурения определяются режимные параметры: масса ударного снаряда, высота его сбрасывания, частота ударов в минуту.

Должны быть разработаны специальные режимы бурения, обеспечивающие получение требуемых образцов пород (керна) при бурении в интервалах, где отбор керна затруднен и где применяются специальные колонковые снаряды, грунтоносы. Указать потребность всех используемых материалов химических реагентов и добавок (ГОСТ, технические условия, отраслевые нормалы).

3.3.8. Проверочные расчеты

- При проектировании глубоких скважин произвести расчет колонн обсадных труб.
- Рассчитать максимальное давление нагнетания насоса, компрессора, подтверждающего правильность выбора. (При использовании в качестве очистного агента сжатого воздуха

или газожидкостной смеси дать схему обвязки устья скважины).

- Рассчитать требуемую мощность на бурение с целью уточнения выбранных ранее технологических параметров бурения. После уточнения внести их в ГТН. При необходимости дается расчет температурного режима в скважине.

- Рассчитать оснастку талевой системы для подъема, спуска и поддержания на весу бурового инструмента.

3.3.9. Организация буровых работ

В этом разделе следует предусмотреть планировку площадки под буровую, организацию перевозок буровых установок, энергоснабжение и снабжение буровых необходимыми материалами, технические средства. Определить производительность и продолжительность буровых работ. Выбрать способ и материалы для ликвидационного тампонирования скважин, предусмотреть меры захоронения или уничтожения продуктов бурения (промывочных жидкостей), ликвидацию отстойной системы, рекультивацию земли.

3.4. Проводимые исследования в скважине

В данном разделе описываются геофизические исследования и опытно-фильтрационные работы, которые планируются осуществить в скважине.

3.5. Специальная часть проекта

Специальная глава проекта дает возможность студенту продемонстрировать свои знания и способности к самостоятельной творческой разработке одного из актуальных вопросов бурения скважин гидрогеологического и инженерно-геологического назначения с широким использованием

лабораторных исследований, литературных источников и собственных наблюдений в период прохождения учебных практик. Студентам предлагается углубленно разработать один из вопросов техники и технологии бурения. Тема этой части работы согласовывается с руководителями курсового проектирования (не позднее, чем за месяц до сдачи и защиты проекта).

3.6. Обеспечение жизнедеятельности при производстве буровых работ

Должны быть указаны организационно-технические мероприятия по обеспечению безопасных условий работы и охраны труда на буровых. Рассмотреть меры противопожарной безопасности.

3.7. Охрана окружающей среды

Приводится обоснование комплекса мероприятий, направленных на восстановление нарушенного скважиной естественного состояния горных пород с целью охраны недр, а также по рекультивации земель, занимаемых буровой.

Выбрать способ извлечения обсадных труб. Предусмотреть ликвидацию скважин.

3.8. Заключение

Формулируются основные выводы проекта, направленные на совершенствование технических средств и технологии бурения, предусмотренных проектом скважин, улучшение условий труда, повышения экологической безопасности работ и особое внимание необходимо уделить выводам по специальной части проекта.

4. ГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

В качестве приложения к курсовому проекту необходимо представить ГТН на листе формата А1 или А2, в котором отражаются основные полученные данные для бурения скважины.

ГТН состоит из двух основных частей: геологической и технической. Геологическую часть можно представить в виде следующих столбцов таблицы:

- стратиграфия;
- описание пород;
- глубина залегания пород;
- абразивность пород;
- твердость пород по штампу;
- категория пород по буримости;
- трещиноватость;
- степень устойчивости;
- возможные осложнения.

В технической части ГТН можно отразить следующие части:

- конструкция скважины;
- тип и размер ПРИ;
- тип и размер колонкового набора и КБТ;
- режимные параметры бурения;
- вид и параметры очистного агента (плотность, условная вязкость и т.д.);
- талевая оснастка;
- проводимые исследования.

Формат второго технического листа с графическим материалом по специальной части проекта по согласованию с руководителем курсового проектирования может быть А1 или А2. Приложение обязательно должно быть приурочено к специальной части курсового проекта.

РЕКОМЕНДОВАННЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Башкатов, Д.Н. Прогрессивная технология бурения гидрогеологических скважин / Д.Н. Башкатов, А.В. Панков, А.М. Коломиец. – М.: Недра, 1992. – 286 с.
2. Бродов, Г.С. Бурение и оборудование скважин на воду. Практическое руководство, проектирование и расчет / Г.С. Бродов. – СПб. : [Б. и.], 2006. – 154 с.
3. Бурение разведочных скважин: Учебник для вузов / Н.В. Соловьев [и др.]; Под общ. ред. Н.В. Соловьева. – М.: Высш. шк., 2007. – 904 с.
4. Гаврилко, В.М. Фильтры буровых скважин / В.М. Гаврилко, В.С. Алексеев. – М.: Недра 1985 - 334 с.
5. Ганджумян, Р.А. Расчеты в бурении: Справочное пособие / Р.А. Ганджумян, А.Г. Калинин, Н.И. Сердюк. – М.: РГГРУ, 2007. – 668 с.
6. Дудля, Н.А. Техника и технология бурения гидрогеологических скважин : учебник / Н.А. Дудля, И.А. Садовенко, А. Земба ; под ред. Г.Г. Пивняка. – Днепропетровск : Изд-во НГУ, 2007. – 399 с.
7. Костырин, В.И. Тампонажные материалы и химреагенты: Справочное пособие для рабочих / В.И. Костырин. – М.: Недра, 1989. – 144 с.
8. Михайлова, Н.Д. Техническое проектирование колонкового бурения / Н.Д. Михайлова. – М. : Недра, 1985. – 200 с.
9. Разведочное бурение : Учебник / А.Г. Калинин [и др.]. – М. : Недра, 2000. – 748 с.
10. Ребрик, Б.М. Бурение инженерно-геологических скважин : Справочник / Б.М. Ребрик – М.: Недра, 1990. – 336 с.
11. Справочник по бурению геологоразведочных скважин / И.С. Афанасьев [и др.]. – СПб.: ООО «Недра», 2000. – 712 с.
12. Чубик, П.С. Квалиметрия буровых промысловых жидкостей / П.С. Чубик. – Томск: Изд-во НТЛ, 1999. – 82 с.

Пример титульного листа курсового проекта

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине _____
(наименование учебной дисциплины согласно учебному плану)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Тема проекта: _____

Автор: студент гр. _____ / _____ /
(шифр группы) (подпись) (Ф.И.О.)

Оценка: _____

Дата: _____

Проверил:
руководитель проекта _____ / _____ /
(должность) (подпись) (Ф.И.О.)

Санкт-Петербург
201__ г.

Приложение 2

Пример листа с заданием на курсовой проект

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____/_____/_____
(подпись) (должность, Ф.И.О.)
" ____ " _____ 201_ г.

Кафедра _____

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине _____
(наименование учебной дисциплины согласно учебному плану)

ЗАДАНИЕ

студенту группы _____
(шифр группы) _____ (Ф.И.О.)

1. Тема проекта _____

2. Исходные данные к проекту _____

3. Содержание пояснительной записки _____

4. Перечень графического материала _____

5. Срок сдачи законченного проекта _____ 201_ г.

6. Задание выдал (Руководитель проекта) _____ / _____ /
(подпись) (должность, Ф.И.О.)

7. Задание принял к исполнению студент _____ / _____ /
(подпись) (Ф.И.О.)

8. Дата получения задания для курсового проекта: _____ 201_ г.

СОДЕРЖАНИЕ

Общие положения.....	3
1. Порядок оформления курсового проекта	3
2. Структура пояснительной записки	6
Титульный лист	6
Задание на курсовое проектирование	6
Аннотация	6
3. Содержание проекта.....	7
3.1. Введение	7
3.2. Геологическая часть	7
3.3. Техничко-технологическая часть	7
3.3.1. Выбор и обоснование рационального способа бурения.....	8
3.3.2. Выбор и обоснование конструкций скважин	8
3.3.3. Выбор бурового оборудования.....	9
3.3.4. Выбор бурового инструмента.....	10
3.3.5. Выбор бурового раствора.....	10
3.3.6. Тампонажные работы	11
3.3.7. Проектирование режимно-технологических параметров бурения	11
3.3.8. Проверочные расчеты.....	12
3.3.9. Организация буровых работ	13
3.4. Проводимые исследования в скважине	13
3.5. Специальная часть проекта.....	13
3.6. Обеспечение жизнедеятельности при производстве буровых работ	14
3.7. Охрана окружающей среды	14
3.8. Заключение.....	14
4. Графические приложения	15
Рекомендованный библиографический список	16
Приложение 1 Пример титульного листа курсового проекта.....	17
Приложение 2 Пример листа с заданием на курсовой проект.....	18

БУРОВЫЕ СТАНКИ И БУРЕНИЕ СКВАЖИН

*Методические указания к курсовому проектированию
для студентов специальности 21.05.02*

Сост.: *А.Н. Дмитриев, М.Ю. Мерзляков*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой
бурения скважин

Ответственный за выпуск *М.Ю. Мерзляков*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 01.11.2019. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 1,1. Усл.кр.-отт. 1,1. Уч.-изд.л. 1,0. Тираж 75 экз. Заказ 943. С 316.

Санкт-Петербургский горный университет
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2