ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПО ИНЖЕНЕРНЫМ ИЗЫСКАНИЯМ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ

И ЭФФЕКТИВНОМУ ПРИМЕНЕНИЮ СПОСОБОВ БУРЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН В РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНЫХ И ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ



МОСКВА 1974

gost.e-ecolog.ru

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Цели и задачи проведения буровых работ при инженерно-геологических изысканиях. Требования, предъявляемые к буровым скважинам	3
2. Условия проведения буровых работ при инженерно-геологических изысканиях и выбор способа бурения	4
3. Способы бурения инженерно-геологических скважин и их рациональное использование	9
Колонковый способ	9
Ударно-канатный кольцевым забоем	13
Вибрационное бурение	16
Медленновращательное бурение	18
Шнековое бурение	19
Комбинированные способы бурения	20
4. Рекомендации по оценке эффективности способов бурения инженерно-геологических скважин	21
Приложение	
Пример опытно-производственной оценки способов бурения инженерно-геологических скважин в геолого-литологических условиях Верхнего Поволжья	25

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПО ИНЖЕНЕРНЫМ ИЗЫСКАНИЯМ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ И ЭФФЕКТИВНОМУ ПРИМЕНЕНИЮ СПОСОБОВ БУРЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН В РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНЫХ И ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Редактор издательства Е. А. Мельникова
Технические редакторы В. Д. Павлова, Т. В. Кузнецова
Корректоры В. Г. Штанге, М. Ф. Казакова

Сдано в набор 24/IV—1974 г. Подписано к печати 7/VI—1974 г.
Т-11807 Формат 84×108 1/32 д. л. Бумага типографская № 2.
1,68 усл. печ. (уч.-изд. 2,59 л.)
Тираж 16.500 экз. Изд. № XII—4680 Зак. № 234 Цена 13 коп.

Стройиздат
103006, Москва, Каляевская, 23а
Подольская типография Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета Министров СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
г. Подольск, ул. Кирова, д. 25.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПО ИНЖЕНЕРНЫМ ИЗЫСКАНИЯМ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ

И ЭФФЕКТИВНОМУ ПРИМЕНЕНИЮ СПОСОБОВ БУРЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН В РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНЫХ И ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

МОСКВА СТРОЙИЗДАТ 1974

УДК 624.131.34

Рекомендации по выбору и эффективному применению способов бурения инженерно-геологических скважин в различных природных и геологических условиях. М., Стройиздат, 1974, 34 с. Производств. и научн.-исслед. ин-т по инж. изысканиям в стр-ве Госстроя СССР.

В Рекомендациях изложены цели и задачи проведения буровых работ при инженерно-геологических изысканиях; требования, предъявляемые к буровым скважинам инженерно-геологического назначения, условия проведения буровых работ и рекомендации по выбору способа бурения. Рассматриваются различные способы, применяемые при инженерно-геологических изысканиях, и эффективность их использования в различных природных и геологических условиях.

Предлагается методика оценки эффективности способов бурения инженерно-геологических скважин и дается пример пользования этой методикой.

Предназначены для работников изыскательских служб, занимающихся вопросами бурения инженерно-геологических скважин.

Рекомендации разработаны Производственным и научно-исследовательским институтом по инженерным изысканиям в строительстве (ПНИИИС) Госстроя СССР (д-р техн. наук Б. М. Ребрик, канд. геолого-минералогических наук С. П. Абрамов, инж. Б. В. Цынский, Л. И. Куник).

© Стройиздат, 1974

Р $\frac{30206-700}{047(01)-74}$ инструкт.-нормат., IV вып. 21—73

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К БУРОВЫМ СКВАЖИНАМ

1.1. Буровые скважины при инженерно-геологических изысканиях проходят для изучения геолого-литологического разреза, гидрогеологических условий, отбора образцов грунта для определения физико-механических свойств грунтов, проведения различных опытных работ. В зависимости от назначения скважины и этапа изысканий к буровым скважинам предъявляются различные требования в отношении инженерно-геологической информации, степени ее детальности, полноты и точности, диаметра и глубины бурения.

1.2. На начальных этапах изысканий при выполнении инженерно-геологической рекогносцировки инженерно-геологические съемки скважины проходят с целью: установления геологического разреза; выявления условий залегания пород; изучения криогенного строения мерзлых пород и их температурного режима; изучения гидрогеологических условий; отбора образцов пород и воды для полевых и лабораторных исследований; производства опытных инженерно-геологических и гидрогеологических работ, производства стационарных наблюдений, выявления и оконтуривания зон проявления физико-геологических процессов и изучения этих процессов; обоснования интерпретации геофизических, зондировочных и пенетрационно-каротажных работ.

1.3. На последующих этапах изысканий при выполнении крупномасштабной инженерно-геологической съемки и инженерно-геологической разведки бурят разведочные скважины для уточнения геологического разреза в сфере взаимодействия проектируемого сооружения с геологической средой, отбора образцов грунтов и подземных вод для полевых и лабораторных изучений их свойств, проведения опытных полевых работ; производства стационарных наблюдений.

1.4. Глубина бурения разведочных скважин в зависимости от проектируемых объектов колеблется от 10 до 100 м и более, диаметр бурения 108—219 мм. Скважины глубиной до 10 м бурят при изысканиях под жилищное строительство малой этажности, аэродромы, при линейных изысканиях (под автомобильные и железные дороги, линии электропередач, связи, трубопроводы). Скважины глубиной до 30 м бурят при изысканиях под гражданское, несложное промышленное и гидротехническое строительство глубиной до 100 м при изысканиях под крупные промышленные и специальные объекты, где по технологическим условиям требуется заглубление отдельных цехов; для проектирования сложных гидротехнических сооружений (ГЭС, каналов, дамб, водохранилищ).

1.5. Для освещения гидрогеологических условий района сооружений, изучения фильтрационных свойств грунтов проходят гидрогеологические скважины, которые отличаются большим диаметром, что обусловлено необходимостью установки в скважину водоподъемных средств. Диаметр бурения гидрогеологических скважин достигает 355 мм и более, глубина бурения до 100 м и более.

1.6. Для проведения специальных опытных работ (испытания грунтов методом статических нагрузок, вращательного среза), для отбора монолитов грунтов путем вырезания их из скважины, для

визуального осмотра геологического разреза бурят скважины специального назначения. Глубина этих скважин достигает 25—30 м, диаметр — 650 мм и более.

1.7. Одной из основных задач при бурении скважин при инженерно-геологических изысканиях является установление геолого-литологического разреза. Особенно большое значение для составления геологического разреза, соответствующего природному, имеет точность фиксации глубины залегания слоев грунта, устанавливаемая по керну. Согласно требованию СНиП II-Б.1-62* эта величина должна составлять ±0,50 м, однако в ряде случаев она может быть меньше, что устанавливается проектировщиком.

1.8. Установление геологического разреза, оценка гидрогеологических условий и инженерно-геологических свойств грунтов исследуемого района (участка) производятся в большинстве случаев на основании геологической документации, а также результатов изучения состава, состояния и свойств грунтов по образцам, отобранным при бурении из скважин.

Грунт в образце должен быть типичным для определенного инженерно-геологического элемента. В образцах, отобранных для геологической документации, петрографический и гранулометрический состав грунтов, а в отдельных случаях и их влажность должны соответствовать естественным. Извлекаемый на поверхность грунт должен отражать последовательность слоев грунта, их мощность, текстурные и структурные особенности грунта (слоистость, отдельность, тип структуры, наличие включений, гнезд, примазок); плотность и консистенцию грунта, соответствующие естественным.

Отбираемый образец грунта должен иметь объем, достаточный для геологического описания или проведения необходимого комплекса лабораторных определений физико-механических свойств. Объем отбираемых образцов регламентирован ГОСТ 12071—72 «Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов» в зависимости от вида грунта, конкретных задач, этапа изысканий и метода лабораторных испытаний.

1.9. При бурении скважин для инженерно-геологических целей производится отбор образцов грунта нарушенного сложения и монолитов. Основным требованием при отборе образцов грунта нарушенного сложения является сохранение его состава и влажности. В монолитах, кроме того, должно быть сохранено сложение, а также трещиноватость грунта и природное состояние заполнителя трещин.

1.10. Количество образцов грунта нарушенного или ненарушенного сложения, отбираемых из каждого однородного слоя грунта, устанавливается программой работ.

2. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ И ВЫБОР СПОСОБА БУРЕНИЯ

2.1. Бурение скважин при инженерно-геологических изысканиях осуществляется в различных природных и геологических условиях, оказывающих существенное влияние на выбор способа бурения, технических средств и технологических приемов бурения и на эффективность их использования.

2.2. Выбор способа бурения прежде всего определяется типом проходимых грунтов и характером геологического разреза.

2.3. При инженерно-геологических изысканиях бурение скважин

осуществляется в основном в нескальных грунтах (песчаных, глинистых и крупнообломочных), а также в скальных, полускальных и мерзлых грунтах.

2.4. Песчаные грунты могут быть неустойчивыми в стенках буровых скважин (сухие и водонасыщенные пески), а также слабоустойчивыми в стенках скважин (пески различной влажности).

Бурение песчаных, неустойчивых в стенках скважин грунтов может быть успешно выполнено только при одновременной либо опережающей обсадке скважин трубами. В наибольшей степени этому требованию удовлетворяет ударно-канатное бурение.

Бурение скважин в песчаных грунтах, устойчивых в стенках буровых скважин, может быть выполнено шнековым, вибрационным, ударно-канатным кольцевым забоем, колонковым и медленновращательным способами бурения. Использование того или иного способа бурения в этом случае должно определяться целями и задачами бурения, а также производительностью способа.

2.5. Глинистые грунты могут быть слабоустойчивыми в стенках буровых скважин (увлажненные супеси, пластичные слабо уплотненные суглинки и глины) и вполне устойчивыми (тугопластичные плотные глины и суглинки, моренные суглинки с различным содержанием крупнообломочного материала).

Среди глинистых грунтов выделяются просадочные разности: лёссы и лёссовидные грунты.

В глинистых грунтах практически могут быть использованы все способы бурения инженерно-геологических скважин. Выбор способа бурения должен определяться целями и задачами бурения, а также производительностью способа.

2.6. Крупнообломочные грунты характеризуются обычно высокой водопроницаемостью и неустойчивостью в стенках буровых скважин.

При бурении скважин в крупнообломочных грунтах выбираемый способ бурения должен обеспечивать одновременную либо опережающую обсадку скважины трубами. Этому требованию удовлетворяет ударно-канатное бурение.

2.7. Скальные и полускальные грунты могут находиться в виде сплошного или трещиноватого массива; они нерастворимы, практически инертны к воде, при отсутствии трещиноватости — водонепроницаемы.

Единственным способом проходки инженерно-геологических скважин в скальных грунтах является колонковый.

2.8. Грунты всех типов могут находиться в мерзлом состоянии. Мерзлые нескальные грунты подразделяются на твердомерзлые — прочно сцементированные льдом, характеризующиеся хрупким разрушением; пластично-мерзлые — сцементированные льдом, обладающие вязкими свойствами вследствие содержания в них значительного количества незамерзшей воды.

При бурении скважин в мерзлых грунтах выбираемый способ бурения должен обеспечить минимальное нарушение естественного температурного режима и режима влажности грунта в отбираемых образцах, сохранение ствола скважины в хорошем состоянии.

Для бурения твердомерзлых грунтов может быть использован колонковый способ «всухую» с промывкой охлажденными водными и глинистыми растворами; пластично-мерзлых — колонковый «всухую», ударно-канатный кольцевым забоем, вибрационный и ручной ударно-вращательный.

2.9. Условия проведения буровых работ, характеризуемые сте-

пенью сложности инженерно-геологической обстановки, изученности территории, а также степенью сложности доставки и транспортирования бурового оборудования, определяют дополнительные требования к способам и технологии бурения, к оборудованию, реализующему тот или иной способ бурения, а также к объему получаемой инженерно-геологической информации.

2.10. По условиям проведения буровых работ могут быть выделены территории с простыми, средней сложности и сложными инженерно-геологическими условиями; легко- средне- и труднодоступные различным видам транспорта, а также особые территории по доставке и транспортированию бурового оборудования.

2.11. При бурении скважин на территориях со среднесложными и сложными инженерно-геологическими условиями (с неблагоприятными физико-геологическими процессами и явлениями) необходимо руководствоваться положениями СНиП II-А.13-69 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

В районах распространения лёссовых (просадочных) грунтов бурение скважин должно осуществляться без применения промывочной жидкости. Наиболее эффективным способом бурения этих грунтов является клюющая разновидность ударно-канатного бурения кольцевым забоем.

В районах развития карста диаметр и конструкция скважин должны обеспечить проведение в них в случае необходимости опытных работ. При бурении в закарстованных породах необходимы следующие дополнительные сведения: процент выхода керна, характеристика керна, относительная буримость пород, характеристика шлама, баланс циркулирующей промывочной жидкости, изменение уровня воды в скважине; особое внимание должно быть обращено на фиксирование зон провалов инструмента и на характер циркуляции или поглощения промывочной жидкости, а также на наличие и характер газопроявлений. Основным способом бурения скважин в закарстованных грунтах является колонковый с промывкой. При этом рекомендуется использовать буровые станки колонкового бурения УГБ-50М, ЗИФ-300М, ВИТР-300, БСК-2М-100 с гидравлической подачей бурового инструмента.

Бурение следует вести с тщательным хронометражом основного процесса бурения, фиксируя при этом механическую скорость бурения, процент выхода керна, провалы инструмента с точным указанием интервала глубин и характера провала.

Для точной и надежной регистрации параметров бурового процесса используемые буровые станки целесообразно комплектовать контрольно-измерительной аппаратурой (типа ПКМ, ГП-18, ИРБ-5А, 8МР-1 и др.).

2.12. Сложность доставки и транспортирования бурового оборудования определяют прежде всего транспортную базу и конструктивные особенности буровых станков и установок, реализующих тот или иной способ бурения.

В зависимости от категории сложности доставки и транспортирования бурового оборудования следует использовать:

в легких условиях* — самоходные буровые установки на авто-

---

* Характеристика условий транспортирования и доставки бурового оборудования дана в «Рекомендациях по производству буровых работ при инженерно-геологических изысканиях для строительства», Стройиздат, М., 1970.

мобильном ходу: БУЛИЗ-15; УГБ-50А(М), АВБ-2М, СБУДМ-150-ЗИВ, СБУЭМ-150-ЗИВ, УРБ-2А, ЛБУ-50; передвижные — УПБ-25, УБП-15М, БУКС-ЛГТ, Д-5-25, ПВБСМ-15, БСА-6 «Амурец»; стационарные — ЗИФ-300М, УКС-22М, БУГ-100 и др.;

в средних условиях — самоходные установки на гусеничном ходу: АВБТМ, УШ-2Т (УШБ-ТМ); передвижные — УПБ-25, БУКС-ЛГТ, Д-6-15, ПВБСМ-15, БСА-6 «Амурец»; стационарные — ЗИФ-300М, БСК-2М-100; переносные — Д-10, М-1, ПБУ-10; в отдельных случаях возможно использование самоходных установок на автомобильном ходу;

в тяжелых условиях — переносные станки — Д-10, М-1, ПБУ-10, УПБ-25, ПВБСМ-15; разборные на отдельные блоки: Д-6-15, БСК-2М-100;

в особых условиях, когда бурение выполняется с понтонов, плотов и барж, для перевозки оборудования следует использовать специальный водный транспорт; для бурения могут быть использованы стационарные станки ЗИФ-300-М, ВИТР-300, БСК-2М-100, а также установка УПБ-25.

2.13. Этап изысканий также оказывает существенное влияние на характер проведения буровых работ.

2.14. На начальных этапах изысканий (при инженерно-геологической рекогносцировке или мелко- и среднемасштабной съемке) буровые работы выполняются на территориях, характеризующихся значительной площадью, а степень детальности изучения разреза при этом сравнительно невысока.

Для бурения этих скважин следует использовать способы бурения, которые реализуются в легком, мобильном, достаточно простом в обслуживании и надежном в эксплуатации оборудовании. Это в основном легкие переносные и перевозимые станки с приводом от двигателя внутреннего сгорания мощностью 3—4 л. с. (Д-10М, ПБУ-10, М-1, ПВБСМ-15, Д-6-15), отчасти самоходные буровые установки БУЛИЗ-15, которые обеспечивают бурение шнековым, колонковым «всухую» и ударно-канатным кольцевым забоем способами.

2.15. На последующих этапах (при инженерно-геологической съемке крупного масштаба и разведке) буровые работы выполняются на ограниченных по площади территориях с детальным изучением разреза. Бурение скважин следует осуществлять способами, обеспечивающими наибольшую точность и полноту геологической документации — колонковым, ударно-канатным кольцевым забоем, вибрационным, которые позволяют отбирать образец грунта в виде столбика керна.

Минимальный диаметр бурения должен быть не менее 89 мм. В зависимости от вида проходимых грунтов конечный диаметр бурения следует устанавливать: 89 мм — при бурении скальных грунтов; 108 мм — при бурении глинистых и песчаных грунтов. При глубине бурения до 30 м рекомендуется использовать станки и установки АВБ-2М, БУЛИЗ-15, УГБ-50М, ЛБУ-50, БУКС-ЛГТ, УБП-15М, Д-5-25, обеспечивающие бурение колонковым, вибрационным и ударно-канатным кольцевым забоем способами.

При глубине бурения до 100 м и свыше основным способом проходки скважин является колонковый, реже применяется ударно-канатный кольцевым забоем. Рекомендуемыми установками являются УГБ-50М, СБУДМ-150-ЗИВ, СБУЭ-150-ЗИВ, УРБ-2А, АВБ-ТМ, ЗИФ-300М, БСК-2М-100, БУГ-100, УКС-22М.

2.16. Для проходки скважин гидрогеологического назначения следует использовать способы бурения, обеспечивающие максимальную сохранность естественных характеристик водоносных горизонтов и свойств подземных вод. Буровые установки, реализующие эти способы бурения, должны обеспечивать возможность оборудования скважин для производства пробных и опытных откачек, а также гидрогеологических наблюдений.

Рекомендуемыми способами бурения этих скважин являются ударно-канатный сплошным забоем, роторный, в отдельных случаях может быть использован колонковый.

Ударно-канатный способ рекомендуется:

при глубине скважины до 150 м и начальном диаметре более 300—500 мм;

в районах, где геологический разрез и гидрогеологические условия недостаточно изучены;

при частом чередовании в разрезе водоносных и водонепроницаемых пород;

при необходимости раздельного опробования отдельных водоносных горизонтов;

в районах, где нет воды и высококачественной глины для приготовления глинистого раствора.

Роторный способ целесообразно применять:

при бурении скважин глубиной свыше 200 м при условии хорошей изученности геологического разреза и гидрогеологических условий;

при бурении скважин на предварительно разведанные и опробованные водонасыщенные горизонты.

В водоносных породах, представленных мелкозернистыми или среднезернистыми песками, бурение скважин глубиной 250—300 м рекомендуется производить комбинированным способом—ударно-канатным и роторным.

Колонковый способ целесообразно применять для предварительной оценки гидрогеологических условий.

Для бурения гидрогеологических скважин рекомендуются станки и установки: БУКС-ЛГТ, БСА-6 «Амурец», БУГ-100, УКС-22М, УКС-30М, УГБ-50М, УРБ-2А, УРБ-3АМ.

2.17. Для бурения скважин специального назначения следует использовать способы, обеспечивающие проходку скважин требуемого диаметра и глубины с соблюдением требований, предъявляемых к стволу скважины последующими опытными работами.

Для бурения специальных скважин большого диаметра рекомендуется медленновращательный (специальными шнековыми бурами) и ударно-канатный (наконечниками ячеистой конструкции) способы.

2.18. При линейных изысканиях буровые работы выполняются на территориях, характеризующихся значительной линейной протяженностью, в силу чего следует использовать буровые станки и установки, обладающие хорошей транспортабельностью, — легкие, имеющие большую скорость передвижения, высокоманевренные и т. д.

2.19. При площадных изысканиях буровые работы выполняются, как правило, на ограниченных участках, для бурения могут быть использованы разнообразные по модификации станки и установки.

2.20. При изысканиях под гидротехнические сооружения и другие буровые работы часто выполняются на акваториях морей, рек и озер. В этом случае для бурения скважин могут быть исполь-

зованы разнообразные по модификации, диаметрам и способам бурения станки, которые монтируются на плотах и понтонах.

3. СПОСОБЫ БУРЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН И ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

3.1. Все способы бурения, используемые при инженерных изысканиях, могут быть разделены на три группы:

способы, дающие керн в виде столбика грунта, относительно ненарушенного, с последовательностью слоев, включений, текстурных и структурных особенностей, в значительной степени соответствующих природным. К этой группе относятся вибрационный, ударно-канатный кольцевым забоем, колонковый и шнековый кольцевым забоем;

способы, дающие керн в виде перемятого, с нарушенным сложением грунта. Сюда относятся медленновращательный, шнековый и ручной ударно-вращательный;

способы, дающие грунт в виде шлама. Это ударно-канатное бурение сплошным забоем и роторное.

3.2. При бурении скважин инженерно-геологического назначения предпочтение следует отдавать способам, позволяющим наиболее полно и точно устанавливать геологический разрез (глубину залегания слоев, структурные и текстурные особенности грунта) и обеспечивающим качественный отбор монолитов.

Наиболее качественную инженерно-геологическую документацию обеспечивают способы бурения, дающие образцы грунта в виде столбика керна, которые рекомендуется применять при инженерно-геологической съемке крупного масштаба и разведке. На начальных этапах изысканий в зависимости от характера решаемых задач могут быть использованы медленновращательный и шнековый способы.

Колонковый способ

3.3. Колонковый способ обеспечивает бурение инженерно-геологических скважин диаметром от 33 до 168 мм, глубиной до 100 м и более почти во всех разновидностях грунтов, являясь единственным способом бурения скальных грунтов.

При инженерно-геологических изысканиях используется колонковое бурение «всухую» с промывкой водой или глинистым раствором, с продувкой сжатым воздухом.

3.4. Колонковое бурение «всухую» следует использовать для проходки скважин диаметром 108—219 мм, глубиной до 30 м в глинистых и песчаных слабообводненных грунтах, устойчивых в стенках скважин, а также в мерзлых грунтах. Менее эффективно оно может быть использовано для бурения скважин в рыхлых обводненных грунтах (песчаных).

3.5. Бурение «всухую» рекомендуется осуществлять обычными ребристыми твердосплавными коронками при скорости вращения снаряда не более 60—80 об/мин, при равномерном давлении на забой. Величина рейса не должна превышать 40—50 см; в случае полного отсутствия жидкости в скважине, а также при проходке мерзлых грунтов углубление за рейс следует ограничивать 20—30 см.

Бурение «всухую» происходит наиболее эффективно при наличии в скважине подземных вод или при подливе в скважину воды, а также при интенсивном расхаживании снаряда, однако в этом случае столбик грунта значительно деформируется.

3.6. При колонковом бурении «всухую» граница между слоями грунта в геологическом разрезе, устанавливаемом по керну, может быть зафиксирована с точностью, находящейся в пределах 0,25—0,50 м, при этом могут быть пропущены отдельные слои грунта со средней мощностью до 0,25 м.

3.7. При колонковом бурении «всухую» получают образцы грунта с несколько нарушенной структурой и естественной влажностью за счет скручивания и растяжения керна, а также нагревания грунта.

Для отбора образцов грунта ненарушенной структуры из глинистых грунтов твердой и тугопластичной консистенции, плотных песчаных грунтов, а также мерзлых глинистых грунтов рекомендуется использовать грунтоносы обуривающего типа (конструкции Томгипротранса), а также шнеково-колонковые буры. Режим бурения устанавливают следующий: давление на забой 20—50 кГ, скорость вращения — 30—60 об/мин.

3.8. Колонковое бурение «всухую» характеризуется самыми низкими показателями механической и рейсовой скорости бурения по сравнению с другими способами проходки инженерно-геологических скважин.

Среднесменная производительность этого способа бурения при реализации его на установке СБУДм-150-ЗИВ составляет 12 м/см.

3.9. Колонковое бурение с промывкой при инженерно-геологических изысканиях следует использовать в основном для проходки скважин глубиной до 100 м и более в скальных и полускальных грунтах, в отдельных случаях — для проходки песчаных и глинистых грунтов.

3.10. Колонковое бурение в скальных и полускальных грунтах рекомендуется осуществлять твердосплавным, алмазным или дробовым породоразрушающим инструментом, в качестве промывочной жидкости — использовать воду или глинистый раствор.

При бурении скальных монолитных грунтов высокой крепости (VII—XII категории по буримости) следует использовать алмазный или дробовый породоразрушающий инструмент, в качестве промывочной жидкости — воду; при бурении полускальных и скальных грунтов, монолитных или трещиноватых, малой и средней крепости (до VII—VIII категории по буримости) — твердосплавный породоразрушающий инструмент; в качестве промывочной жидкости — глинистый раствор, в некоторых случаях — воду; при бурении нескальных грунтов (песчаных и глинистых) — твердосплавный породоразрушающий инструмент, в качестве промывочной жидкости — глинистый раствор.

3.11. Колонковое бурение с промывкой в нескальных грунтах, представленных глинистыми и песчаными разностями, дает неудовлетворительные результаты по качеству инженерно-геологической документации в связи с недостаточным выходом керна, изменением химического и минералогического состава грунтов вследствие воздействия промывочной жидкости. При бурении с промывкой нельзя своевременно и правильно установить глубину появления воды, примешивание нагнетаемой промывочной жидкости искажает химический состав воды водоносного горизонта. Использование в качестве

промывочной жидкости глинистого раствора приводит к кальматации трещин, а порой — и к пропуску при документации безнапорных водоносных горизонтов.

Колонковое бурение с промывкой дает хорошие результаты по качеству инженерно-геологической документации при проходке полускальных и скальных грунтов.

3.12. Для лучшего сохранения керна и повышения процента выхода керна при колонковом бурении следует применять рациональные конструкции бурового снаряда и выбирать оптимальные режимы бурения (давление на инструмент — P, кгс, число оборотов снаряда — n, об/мин; расход промывочной жидкости — Q, л/мин).

При бурении скважин в трещиноватых скальных и полускальных грунтах рекомендуется использовать двойные колонковые трубы или эжекторные колонковые снаряды.

3.13. Рекомендуемые режимы бурения твердосплавными коронками приведены в следующей таблице.

Категория грунтов по буримости	Диаметры бурения, мм							
	76		93		112		132	
	n	P	n	P	n	P	n	P
I—IV	400	500	300	600	250	700	200	800
IV—V	500	600	300	800	250	900	200	100
VI—VIII	400	1300	250	1600	250	2000	—	—

При бурении рыхлых, слабосвязных грунтов I—IV категории по буримости (глинистые и песчаные) рекомендуется применять небольшие нагрузки на коронку с целью улучшения условий удаления шлама из-под торца коронки и обеспечения лучшей сохранности керна.

По мере увеличения диаметра бурения следует снижать окружную скорость вращения инструмента при соответствующем увеличении удельной нагрузки на резец. Это способствует созданию более спокойных условий работы снаряда и оборудования.

Кроме того, для лучшего сохранения керна целесообразно уменьшать величину зазора между буровым снарядом и стенками скважины, а также увеличивать длину снаряда.

3.14. При бурении с промывкой следует использовать обратную циркуляцию промывочной жидкости, способствующую увеличению выхода керна, уменьшению самозаклинок, повышению механической скорости бурения и проходки за рейс. При этом расход промывочной жидкости должен составлять:

при диаметре бурения 132 мм . . . . . 70—80 л/мин
,, ,, 112 ,, ... 50—60 ,,
,, ,, 92 ,, ... 40—45 ,,

3.15. Сохранность сложения и влажности грунтов при бурении колонковым способом с промывкой в значительной мере зависит от качества промывочной жидкости и главным образом от показателя водоотдачи. Чем меньше величина водоотдачи раствора, тем более благоприятные условия создаются для сохранения естественного состояния грунта.

При проходке скальных и полускальных грунтов сильнотрещиноватых и рассланцованных следует использовать глинистый раствор, имеющий следующие показатели:

вязкость по СПВ-5 $T=30$—35 с, водоотдачу $B=18$—20 см³ за 30 мин, удельный вес $\gamma=1{,}15$—1,20 Г/см³, содержание песка не более 4%; при проходке глинистых грунтов: вязкость $T=30$—35 с, водоотдачу $B=4$—5 см³ за 30 мин, удельный вес не менее 1,20 Г/см³ и содержание песка не более 4%.

3.16. *Длина рейса при колонковом бурении должна определяться* степенью сохранности керна, твердостью грунта и износостойкостью *породоразрушающего инструмента.*

3.17. При бурении скважин глубиной до 25—30 м в песчаных и глинистых грунтах станками, предназначенными для проходки скважин глубиной до 100 м и более (СБУДм-150-ЗИВ, СБУЭм-150-ЗИВ, УРБ-2А), колонковый способ бурения с промывкой имеет самые низкие скорости бурения. В этом же случае не эффективно используется мощность двигателей, характеризующихся высокой энергоемкостью.

С увеличением глубины бурения эффективность использования мощности повышается. При глубине скважин более 50 м, а также в случае наличия скальных грунтов колонковое бурение с промывкой (продувкой) является единственным способом проходки инженерно-геологических скважин.

3.18. *Колонковое бурение с продувкой* рекомендуется осуществлять при проходке скважин глубиной свыше 30 м в необводненных, устойчивых в стенках скважин грунтах, трещиноватых скальных и полускальных грунтах, где обеспечение нормальной циркуляции промывочной жидкости практически невозможно, в мерзлых грунтах; в пустынных и засушливых местностях, в условиях бездорожья, труднодоступных и горных районах, где водоснабжение связано с большими затратами времени, сил, средств. Бурение скважин с продувкой воздухом по сравнению с промывкой имеет ряд преимуществ: более высокую механическую скорость бурения, увеличенную проходку на породоразрушающий инструмент, улучшенные условия труда буровой бригады (особенно в зимнее время и в северных районах). Кроме того, бурение с продувкой в грунтах, естественная структура которых нарушается от контакта с водным раствором, предотвращает размыв стенок скважин и образование обвалов.

3.19. Реализация колонкового бурения в различных конструкциях буровых станков и установок (передвижных — УПБ-25; самоходных — УГБ-50М, СБУДм-150-ЗИВ, СБУЭм-150-ЗИВ, УРБ-2А и др.; стационарных — ЗИФ-300М; стационарных разборных на транспортные блоки — БСК-2М-100) дает возможность использовать этот способ в самых разнообразных условиях по сложности доставки и транспортирования бурового оборудования.

Гидравлическая система подачи бурового инструмента на забой, которой обеспечены многие буровые станки колонкового бурения (УГБ-50М, ЗИФ-300М, БСК-2М-100 и др.), позволяет успешно их использовать при бурении скважин в карстовых районах.

При использовании буровых установок колонкового бурения последние целесообразно комплектовать контрольно-измерительной аппаратурой для регистрации основных параметров процесса бурения (аппаратура типа ИРБ-5А, ПКМ, ГП-18).

Для определения баланса циркулирующей жидкости целесообразно использовать электромагнитные датчики расхода промывочной жидкости, входящие в комплект аппаратуры ИРБ-5А и ПКМ, а также электромагнитные расходомеры типа ЭМР-1.

3.20. При колонковом бурении отбор монолитов может быть осуществлен вращательным, обуривающим и вдавливающим способами, что позволяет отбирать их из большинства разновидностей грунтов (скальных, песчаных, глинистых, мерзлых)

Ударно-канатный кольцевым забоем

3.21. Ударно-канатный способ бурения кольцевым забоем обеспечивает проходку скважин инженерно-геологического назначения диаметром от 89 до 273 мм, а также скважин большого диаметра (560 мм и более), глубиной до 30 м и более в глинистых и песчаных грунтах, устойчивых и неустойчивых в стенках буровых скважин. Этот способ может быть успешно использован при бурении пластично-мерзлых грунтов и некоторых разновидностей крупнообломочных грунтов.

Различают «клюющую» и забивную разновидности ударно-канатного бурения кольцевым забоем.

3.22. Ударно-канатное бурение кольцевым забоем обеспечивает достаточно качественную инженерно-геологическую документацию. Образцы грунта при этом способе бурения получают в виде столбика керна, что позволяет с удовлетворительной точностью фиксировать положение слоев грунта (точность находится в пределах 0,25—0,50 м), при этом могут быть пропущены отдельные слои грунта со средней мощностью до 0,20 м. Наилучшие показатели по точности фиксации слоев грунта в геологическом разрезе этот способ бурения обеспечивает в увлажненных песчаных грунтах, в глинистых грунтах, кроме мягко- и текучепластичной консистенции. При проходке илистых грунтов, торфов, глинистых грунтов мягкопластичной консистенции и сухих песков точность этого способа снижается.

3.23. С целью повышения точности фиксации положения границ слоев грунта в геологическом разрезе, устанавливаемом по буровой скважине, рекомендуется увеличивать длину рейса при ударно-канатном бурении кольцевым забоем до 0,5 м и более.

С учетом оптимальной длины рейса рекомендуется использовать буровые наконечники длиной 0,85 м и более с возможно меньшей толщиной стенки башмака, имеющего наружную заточку.

При установлении границ слоев в геологическом разрезе следует учитывать удлинение керна при бурении глинистых грунтов, которое составляет около 15% при использовании наконечника диаметром 146 мм, при наконечнике диаметром 127 мм это увеличение равно 20%.

Для оценки увеличения длины поднятого керна по сравнению с длиной рейса рекомендуется использовать забивные стаканы, снабженные линейкой, расположенной около прорези стакана.

3.24. Под действием удара при бурении ударно-канатным способом сложение некоторых связных грунтов (илов, мягкопластичных супесей, суглинков) полностью нарушается и грунт извлекается в виде жидкой массы, что не дает правильного представления о его структуре.

При бурении скважин этим способом отбор монолитов следует

производить одноударной или многократной забивкой грунтоноса в грунт.

В соответствии с ГОСТ 12071—72 «Грунты. Отбор, упаковка, хранение и транспортирование образцов» отбор монолитов этими способами допускается производить из глин с коэффициентом пористости $\varepsilon < 1{,}1$; суглинков $\varepsilon < 0{,}9$; супесей $\varepsilon < 0{,}7$ при показателе консистенции $B < 1$.

3.25. Отбор монолитов одноударным способом рекомендуется производить тонкостенными грунтоносами типа Д-1 и Д-2.

Опыт отбора монолитов одноударным способом свидетельствует о том, что он обеспечивает отбор вполне удовлетворительных монолитов из лёссов и лёссовидных суглинков. При этом происходит незначительное уплотнение грунта и некоторое уменьшение относительной просадочности, остальные показатели физико-механических свойств существенных изменений не претерпевают.

Отбор монолитов одноударным способом следует производить с соблюдением следующих условий:

падение снаряда должно происходить без поперечных раскачиваний.

полугильзы керноприемника должны быть зажаты между переходником и внутренним буртом в строго фиксированном положении (нахлестка полустаканов приводит к их деформации и нарушению монолита);

желательно усиливать башмак грунтоноса твердым сплавом с целью увеличения срока службы грунтоноса.

3.26. Клюющее бурение рекомендуется использовать при проходке скважин диаметром от 89 до 168 мм, а также скважин большого диаметра (560 мм и более) глубиной до 30 м в увлажненных песчаных и глинистых грунтах, устойчивых в стенках буровых скважин, а также в лёссах и лёссовидных суглинках.

3.27. Производительность «клюющего» бурения во многом зависит от выбора рационального бурового наконечника при проходке того или иного вида грунтов, оптимальных технологических параметров процесса бурения, от степени механизации и ускорения процесса очистки забивных стаканов.

3.28. При бурении скважин диаметром до 146 мм в глинистых грунтах следует использовать обычные забивные стаканы, в этом случае грунт достаточно хорошо удерживается в стакане при его подъеме. При больших диаметрах следует использовать стаканы, разделенные пополам внутренней вставкой, что способствует лучшему удержанию грунта в стакане при его подъеме.

При бурении увлажненных песчаных грунтов такие стаканы рекомендуется использовать, начиная с диаметра 108 мм. При бурении большого диаметра (560 мм и более) рекомендуется использовать специальные буровые стаканы ячеистой конструкции.

3.29. С целью увеличения эффективности внедрения наконечника в грунт необходимо стремиться к использованию более тяжелого инструмента. Оптимальной высотой сбрасывания инструмента при бурении скважин большого диаметра (более 500 мм) является 6—7 м, при бурении скважин диаметром менее 200 мм — 8—10 м.

3.30. С целью рационального расхода энергии падающего бурового снаряда, исключения засорения образца разрыхленным грунтом с вышележащих горизонтов, особенно при бурении слабоустойчивых в стенках буровых скважин грунтов, необходимо добиваться падения снаряда по скважине без раскачивания, для чего перед сбрасы-

ванием буровой снаряд должен быть приведен в строго фиксированное положение. Выполнение такой операции вручную является весьма трудоемким процессом. С целью стабилизации положения бурового инструмента перед сбрасыванием предлагается оснащать буровые установки устройством, обеспечивающим строго фиксированное положение снаряда.

3.31. Для ускорения и механизации процесса очистки забивных стаканов рекомендуется использовать стаканы с большим углом выреза (до 140—150°), разъемные и поршневые стаканы.

3.32. «Клюющее» бурение при проходке скважин глубиной до 10—15 м в песчаных грунтах с небольшим включением крупнообломочного материала, в слабоуплотненных супесях различной влажности, а также при проходке скважин глубиной от 10—15 до 30 м в пластичных глинистых грунтах невысокой плотности, в лёссах и лёссовидных суглинках является самым производительным способом бурения.

В пластичных глинистых грунтах невысокой плотности, в тугопластичных и твердых плотных глинах и моренных суглинках с небольшим содержанием крупнообломочного материала при глубине бурения до 10—15 м этот способ по производительности уступает только вибрационному.

При бурении грунтов, неустойчивых в стенках скважины (сухих и водонасыщенных песков, дресвы, гравийно-галечниковых отложений), клюющее бурение по производительности уступает только забивному с механизированной посадкой обсадных труб.

Производительность «клюющего» способа бурения достигает 25—30 м в смену при глубине скважин до 30 м.

3.33. Забивной способ рекомендуется использовать при бурении скважин диаметром до 273 мм, глубиной до 30 м и более во всех разновидностях песчаных и глинистых грунтов, а также в несвязных крупнообломочных грунтах.

При проходке грунтов, неустойчивых в стенках буровых скважин, представленных песками сухими и водонасыщенными вплоть до плывунов, несцементированной дресвой, гравийно-галечниковыми отложениями, рекомендуется использовать забивное бурение с одновременной либо опережающей обсадкой скважин трубами.

3.34. Погружение обсадных труб следует осуществлять путем вибрации, расхаживания или вращением с одновременным задавливанием.

Вибрационное погружение обсадных труб рекомендуется использовать при бурении песчаных грунтов.

Особенно эффективно в этом случае применение вибраторов и вибромолотов, имеющих центральное проходное отверстие (ВГ-6, С-835, ВО-10 и др.). Наличие отверстия позволяет вести погружение труб с одновременным бурением, что дает возможность эффективно проходить скважины в песчаных породах.

Метод задавливания обсадных труб с одновременным их вращением рекомендуется использовать при бурении скважин трубами диаметром до 219 мм. Для этого следует использовать установки, оборудованные подвижными вращателями (установка УБР-1а); при больших диаметрах использовать механизмы расхаживания труб (установки БУГ-100).

3.35. При бурении забивным способом рекомендуется использовать автоматический подъем и сбрасывание инструмента на забой, для чего желательно оснащать установки ударно-канатного бурения

устройством, автоматизирующим процесс ударно-канатного бурения (разработано Энергосетьпроектом).

3.36. Забивной способ бурения является самым производительным при проходке скважин глубиной от 10—15 до 30 м в песчаных грунтах различной влажности и насыщенности крупнообломочным материалом, в тугопластичных и твердых глинах, моренных суглинках с различным содержанием крупнообломочного материала, а также при проходке скважин глубиной до 30 м и более в неустойчивых в стенках скважины грунтах.

3.37. Ударно-канатное бурение кольцевым забоем реализуется в различных конструкциях буровых станков и установок, отличающихся своими параметрами и транспортной базой: станки на одноосном колесном ходу — Д-5-25, БУКС-ЛГТ, УБП-15М; самоходные установки — УГБ-50М, АВБ-2М и др.; стационарные станки — БУГ-100 и др., что обеспечивает возможность использования этого способа бурения в самых разнообразных условиях по сложности доставки и транспортированию оборудования.

В конструктивном и эксплуатационном отношениях специализированные буровые станки, реализующие этот способ бурения, отличаются простотой и высокой надежностью в работе. Основным рабочим органом этих станков является планетарная или фрикционная лебедка, привод которой осуществляется бензодвигателем через клиноременную или цепную передачу.

Ударно-канатное бурение кольцевым забоем является наименее энергоемким и металлоемким способом из всех, используемых при инженерно-геологических изысканиях.

Станки ударно-канатного бурения в песчаных и глинистых грунтах способны обеспечить производительность до 35 м в смену.

Вибрационное бурение

3.38. Вибрационное бурение обеспечивает проходку скважин диаметром 89—168 мм, глубиной до 20—25 м в глинистых и песчаных грунтах, устойчивых в стенках буровых скважин. Рациональная глубина бурения 15 м.

3.39. Вибрационное бурение обеспечивает получение качественной инженерно-геологической документации. При проходке скважин с целью установления геологического разреза вибробурение дает наиболее точные данные о строении исследуемых толщ по сравнению с другими способами. Этот способ позволяет получать сведения о геологическом разрезе с ошибкой в определении положения границы между слоями, не превышающей 0,25 м, при этом могут быть пропущены слои грунта, имеющие в среднем мощность 0,1 м.

При бурении водонасыщенных грунтов типа плывунов в процессе вибрации изменяется плотность грунта, нарушаются внутренние связи, перераспределяются частицы с различным удельным весом, а тяжелые частицы выпадают из взвеси, в силу чего резко снижается точность документации.

3.40. С целью повышения точности фиксации положения слоев в геологическом разрезе по буровой скважине рекомендуется увеличивать длину рейса при вибробурении до 2 м и более. С учетом длины рейса рекомендуется использовать буровой наконечник длиной 3 м и более.

3.41. При отборе монолитов вибрационным способом вибрационное воздействие приводит к нарушению структуры грунта и частич-

ному искажению его физико-механических свойств в большей степени, чем другие виды воздействия.

Вибрационный способ допускается при отборе монолитов из глин с коэффициентом пористости $\varepsilon < 1{,}1$; суглинков с $\varepsilon < 0{,}9$; супесей с $\varepsilon < 0{,}7$ при показателе консистенции $B < 1$.

3.42. Для эффективной проходки скважины вибрационным способом необходимо поддерживать оптимальный режим работы вибратора и соблюдать технические режимы бурения.

В плотных маловлажных грунтах погружение зонда должно осуществляться при большой величине отскока ударной массы и малой частоте ударов, в слабых обводненных грунтах — при небольшой величине отскока и большом числе ударов. При значительных объемах бурения в песчаных грунтах целесообразно перейти на чисто вибрационный режим работы вибропогружателя.

3.43. Оптимальный режим работы вибропогружателя может быть достигнут только изменением скорости вращения дебалансов.

В вибропогружателе с приводом от двигателя внутреннего сгорания последний достигается небольшим изменением скорости вращения приводного двигателя. При этом, в частности при работе на агрегате АВБ-2М, необходимо следить за тем, чтобы напряжение в сети находилось в пределах 350—420 В, а частота тока 45—55 Гц.

3.44. Длину рейса при вибробурении следует устанавливать на 15—20% меньше предельной величины погружения виброзонда.

В зависимости от глубины скважины, свойств проходимых грунтов, диаметра используемого зонда длина рейса может находиться в пределах от 0,5 до 3 м. Длину рейса следует снижать по мере увеличения глубины скважины. При одинаковой буримости грунтов длина рейса на глубине 10 м должна быть меньше первоначальной примерно в 2 раза и составлять от 0,6 до 1,2 м.

Вибрационное воздействие на виброзонд исходя из условий опробования допускается в песчаных грунтах не более 2—3 мин, в глинистых — не более 5—7 мин.

3.45. При бурении скважин глубиной до 15—20 м в случае отсутствия в скважине воды целесообразно вместо ударного патрона на вибраторе использовать призабойный ударный патрон, размещенный непосредственно над зондом. Для этого может быть использован ударный патрон для забивного бурения (из комплекта к установке УБП-15М или БУГ-100). В этом случае вибратор должен быть переоборудован как для чистого бурения.

3.46. Для ликвидации нередко образующихся в зонде грунтовых «пробок», вызывающих резкое снижение механической скорости бурения, а подчас и прекращение углубки, рекомендуется пробивать их путем подъема бурового снаряда на некоторую высоту и свободного сбрасывания его на забой скважины с одновременным включением в работу вибратора.

3.47. Для ускорения и снижения трудоемкости процесса очистки буровых наконечников при вибрационном бурении следует использовать разъемные и поршневые стаканы.

При проходке песчаных необводненных или слабообводненных грунтов для очистки бурового наконечника после документации может быть использовано вибрирование инструмента, свободно подвешенного на канате.

3.48. При вибробурении целесообразно ориентироваться на применение возможно более жестких бурильных труб, которые снижают влияние глубины на эффект воздействия вибрации.

3.49. Наилучшей буримостью при вибробурении обладают пластичные глинистые грунты, худшей — сухие, плотные, тугопластичные и твердые глины и сухие пески.

При бурении скважин глубиной до 10—15 м в пластичных глинистых грунтах невысокой плотности, а также в тугопластичных и твердых плотных глинах, моренных суглинках с небольшим включением крупнообломочного материала вибрационный способ бурения по производительности превосходит все другие способы.

Производительность вибрационного бурения существенно снижается с увеличением глубины и диаметра бурения.

3.50. Вибробурение реализуется в основном на самоходных буровых установках (АВБ-2М, ВБУ-63, СВБУ-ЛГВХ).

Реализация способа на самоходных буровых установках позволяет весьма производительно использовать его при производстве изысканий в условиях, доступных подъезду автотранспорта.

3.51. Станки вибрационного бурения способны обеспечить производительность до 60 м в смену при глубине бурения до 10—15 м. Выработка на установку в год может достигать 9000 м бурения.

3.52. Вибрационный способ характеризуется большими энергозатратами, высокой металлоемкостью и энерговооруженностью.

Основным рабочим органом вибробуровых установок является вибратор или вибромолот с приводом от одного до двух электродвигателей мощностью 4,5—7 кВт. Электроэнергию для привода электродвигателей вибропогружателей вырабатывают генераторы мощностью 12—28 кВт, привод которых осуществляется от транспортных двигателей установок.

Медленновращательное бурение

3.53. Медленновращательное бурение обеспечивает бурение скважин диаметром от 70 до 650 мм и более на глубину до 30 м в нескальных грунтах. Одним из достоинств медленновращательного бурения является возможность проходки скважин большого диаметра.

Этот способ бурения практически не пригоден для проходки неустойчивых в стенках скважины грунтов, представленных сухими и водонасыщенными песками, а также несцементированными гравийно-галечниковыми отложениями, так как проходимый грунт не может быть доставлен на поверхность.

3.54. Медленновращательное бурение обеспечивает низкое качество инженерно-геологической документации. Граница между слоями грунта в геологическом разрезе, устанавливаемом по образцам грунта при этом способе бурения, может быть зафиксирована с ошибкой, равной 0,50—0,75 м, при этом могут быть пропущены отдельные слои грунта со средней мощностью до 0,3 м.

Образцы грунтов, отобранные при этом способе бурения, позволяют определить лишь литологический разрез и совершенно не пригодны для исследований, требующих ненарушенного сложения грунта.

Отбор монолитов при медленновращательном бурении следует производить грунтоносами обуривающего и вдавливающего типа.

3.55. Медленновращательное бурение осуществляется буровым инструментом для ручного ударно-вращательного бурения (спиральные ложковые буры и т. д.), при бурении скважин большого диаметра — специальными бурами ложкового и шнекового типов.

3.56. В зависимости от вида проходимых грунтов при медленновращательном бурении рекомендуется использовать тот или иной тип бурового наконечника.

3.57. При бурении в глинистых пластичных грунтах следует использовать спиральные буры типа змеевиков, шнеков или цилиндрических спиралей.

Спиральные буры позволяют вести бурение с увеличенной длиной рейса, составляющей 0,8—1 м. При использовании спирального бура рекомендуется длину рейса устанавливать равной 0,5—0,7 длины бура. Превышение длины рейса приводит к образованию сальников над буром, что резко увеличивает усилие, необходимое для извлечения снаряда из скважины, а в ряде случаев к прихвату инструмента.

3.58. При проходке рыхлых грунтов различной влажности и насыщенности крупнообломочным материалом рекомендуется использовать ложковые буры, имеющие режущее лезвие, направленное под острым углом к забою и срезающее слой грунта, равный углубке за один оборот.

Применение ложковых буров обеспечивает минимальную скорость бурения.

Длину рейса при использовании ложковых буров рекомендуется устанавливать не более 0,2—0,4 м.

3.59. Медленновращательное бурение следует осуществлять при скорости вращения бурового инструмента 20—80 об/мин.

При использовании спиральных буров целесообразно вести бурение при повышенных скоростях вращения инструмента; при использовании ложковых буров предпочтительно увеличивать давление на забой.

3.60. Медленновращательное бурение обеспечивает сравнительно невысокую сменную производительность, достигающую 15 м в смену. Особенно низка производительность этого способа бурения при проходке скважин в слабоустойчивых в стенках скважины грунтах.

3.61. Медленновращательное бурение реализуется на буровых станках и установках вращательного и комбинированного бурения (УГБ-50М, СБУДм-150-ЗИВ, УРБ-2А и др.). Единственным требованием к установкам, которые могут быть использованы для бурения этим способом, является наличие вращателя с достаточно высоким крутящим моментом ($M_{кр} \geqslant 100$ кГ·м). Специализированной установкой медленновращательного бурения является установка УРБ-1а.

Шнековое бурение

3.62. Шнековое бурение обеспечивает проходку скважин диаметром 70—230 мм, глубиной до 30 м и более в нескальных грунтах при отсутствии в разрезе крупных валунов. Наиболее эффективно этот способ бурения используется в мягких, устойчивых в стенках буровых скважин грунтах. Неэффективно использование этого способа бурения при проходке плотных глинистых грунтов, а также валунно-галечниковых отложений.

При инженерно-геологических изысканиях бурение скважин шнековым способом осуществляется сплошным и кольцевым забоем. Бурение сплошным забоем производится непрерывным рейсом (поточное бурение), рейсовыми заходками (рейсовое бурение) и завинчиванием.

3.63. Одним из серьезных недостатков шнекового бурения является трудность проведения качественной геологической документации. Наиболее неудовлетворительный материал для геологической документации дает шнековое поточное бурение, так как оно не позволяет точно определить глубину залегания определенных слоев грунта, кроме того, доставляемый на поверхность грунт деформирован и сильно перемешан. Ошибка в определении границ между слоями грунта в геологическом разрезе, устанавливаемом по скважине, при использовании этого способа превышает 0,75 м, при этом могут быть пропущены отдельные слои грунта со средней мощностью до 0,50 м.

Шнековое рейсовое бурение позволяет определять границы между слоями грунта в геологическом разрезе с ошибкой, находящейся в пределах 0,50—0,75 м; т. е. также обеспечивает низкую точность инженерно-геологической документации.

3.64. Шнековое рейсовое бурение следует использовать при проходке пластичных и тугопластичных глинистых грунтов.

При проходке толщ очень слабых грунтов (оплывающие водоносные пески, пески-плывуны, глинистые грунты текучей консистенции, слабые торфы, илы и т. д.) и подстилающих их плотных грунтов следует переходить на винтовое бурение, отличающееся от рейсового бурения тем, что спиральное долото со шнековой колонной завинчивают как винт на такую глубину, при которой колонну без вращения можно извлечь из скважины с помощью лебедки станка. Шнековое бурение характеризуется высокой сменной производительностью, достигающей 50—60 м/см.

3.65. Шнековое бурение реализуется в станках различной конструкции и модификации (от переносных — Д-10М, М-1, ПБУ-10, УБП-25, ПВБСм-15 — до самоходных: УГБ-50М, УШБ-16), что значительно расширяет область его применения.

Комбинированные способы бурения

3.66. Повышение производительности эффективности буровых работ может быть достигнуто за счет рационального сочетания различных способов бурения. Такое сочетание в ряде случаев (особенно при наличии пестрых геологических разрезов с перемежающимися слоями грунта, отличающимися физико-механическими свойствами) является не только рациональным, но и неизбежным.

3.67. При бурении несвязных, неустойчивых в стенках буровых скважин грунтов (песчаные и крупнообломочные сухие и водонасыщенные) хорошие показатели дает сочетание медленновращательного и ударно-канатного бурения с одновременной или опережающей посадкой обсадных труб.

Подобное сочетание по сравнению с другими комбинациями способов бурения в указанных грунтах обеспечивает высокую производительность и удовлетворительное качество опробования при бурении скважин диаметром до 219 мм и более, глубиной до 50 м.

3.68. При бурении скважин в районах распространения мерзлых грунтов ввиду наличия подмерзлотных водоносных горизонтов целесообразно применять колонковый способ бурения «всухую» в комбинации с ударно-канатным.

3.69. Достаточно эффективна комбинация ударно-канатного бурения с колонковым за счет придания буровым установкам откидных вращателей. Наличие последних позволяет бурить прослои твердых

грунтов и добуривать скважины в скальных грунтах колонковым способом.

3.70. Вибрационное бурение целесообразно сочетать с ударно-канатным, что обеспечивает возможность эффективного бурения скважин глубиной более 25 м с пересечением неустойчивых грунтов (особенно песчаных, крупнообломочных) и плотных глин. В этом случае при бурении неустойчивых песчаных грунтов погружение и извлечение обсадных труб может производиться с помощью вибромолотов. Особенно эффективно применение вибромолотов, имеющих центральное проходное отверстие.

Опыт работы ряда организаций (УкрГИИНТИЗ, ХарьковГИИНТИЗ и др.) свидетельствует о том, что эффективность использования виброустановок может быть повышена за счет доукомплектования их планетарными лебедками, электродвигателем и дополнительным блочком, что позволит производить бурение ударно-канатным способом.

4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОСОБОВ БУРЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН*

4.1. Эффективность способов бурения оценивается в зависимости от условий его использования по трем факторам: инженерно-геологическому, техническому, экономическому.

4.2. Инженерно-геологические факторы определяют инженерно-геологическую информативность способа бурения, которая является определяющей при бурении скважин инженерно-геологического назначения. К ним относятся точность отражения геологического разреза, представительность описания разреза, возможность отбора качественных монолитов, возможность качественного проведения опытных работ.

4.3. Под точностью отражения геологического разреза понимается точность фиксации положения слоев грунта при описании разреза по образцам грунта, полученным в виде керна (шлама) при использовании того или иного способа бурения по сравнению с разрезом, устанавливаемым по шурфу, либо обнажению грунтов.

4.4. Критериями точности отражения геологического разреза служат количественные характеристики, среднеарифметическая ошибка определения глубины залегания границ слоев грунта, среднеквадратичное отклонение этой ошибки, показатель неполноты отражения геологического разреза и средняя мощность пропущенного слоя.

4.5. Среднеарифметическая ошибка определения положения границы слоев грунта ($\overline{X}$) характеризует закономерную величину ее смещения, присущую определенному способу бурения, и определяется формулой

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n},$$

---

* Пример опытно-производственной оценки эффективности различных способов бурения инженерно-геологических скважин дан в приложении.

где x_i — разница между индивидуальным замером положения границы слоев по скважине и по шурфу;

n — число индивидуальных замеров (объем выработки).

4.6. Среднеквадратичное отклонение этой ошибки σ характеризует случайную составляющую смещения границы и определяется по формуле

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (\overline{X} - x_i)^2}{n-1}}.$$

4.7. Показатель неполноты отражения геологического разреза $K_п$ характеризует количество пропущенных слоев грунта в разрезе, устанавливаемое при бурении скважины, по отношению к эталонному. Определяется по формуле

$$K_п = \frac{N_п}{N_о},$$

где $N_п$ — число пропущенных слоев;

$N_о$ — общее число пересеченных слоев.

Средняя мощность пропущенного слоя определяется по формуле

$$m_п = \frac{\sum_{i=1}^{n} m_{п\,i}}{n},$$

где $m_{пi}$ — мощность единичного пропущенного слоя;

n — количество пропущенных слоев.

4.8. Понятие «точность отражения разреза» следует дополнять качественной характеристикой, отражающей состояние извлекаемого на поверхность грунта (в виде столбика керна при вибрационном, колонковом и других способах, в виде перемятых комков и кусков грунта — при шнековом). Эта качественная характеристика существенно влияет на точность фиксации границ между слоями грунта.

4.9. Под представительностью понимается возможность достаточно полного и точного описания по керну текстурных и структурных особенностей грунта в массиве.

В качестве меры представительности может служить условная точность визуальной оценки природных свойств грунта в массиве по керну, полученному при бурении.

Точность оценки природных свойств грунта может быть выражена отношением

$$M_{пр} = \frac{C}{\overline{X}_{св}},$$

где C — истинное свойство грунта в массиве, выражаемое в различных показателях в зависимости от характера свойства;

$\overline{X}_{св}$ — среднеарифметическое значение количественной оценки свойств грунта по керну,

$$\overline{X}_{св} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

(x_i — индивидуальное значение количественной оценки свойств грунта по керну; n — число наблюдений).

4.10. Дополнительной мерой, характеризующей возможный разброс индивидуальных значений свойств, является среднеквадратичное отклонение σ, которое также необходимо учитывать при оценке представительности описания разреза.

4.11. Представительность описания разреза определяется в первую очередь достаточным объемом грунта в получаемом при бурении керне, который зависит от диаметра бурения. Количественные оценки представительности могут быть получены путем постановки натурных наблюдений и с помощью физического моделирования.

4.12. Отбор образцов грунта ненарушенной структуры (монолитов) для определения физико-механических свойств грунтов является одной из важнейших задач инженерно-геологического опробования, вследствие чего возможность отбора монолитов при использовании того или иного способа проходки буровых скважин представляет существенный фактор, определяющий эффективность способа бурения.

Отбор монолитов из буровых скважин в зависимости от свойств грунтов производят грунтоносами, отличающимися конструктивными особенностями и способом погружения. В связи с этим буровая установка, используемая на бурении скважин тем или иным способом, должна обеспечивать оптимальные режимы погружения грунтоноса, в свою очередь обеспечивающие качественный отбор монолитов.

Под возможностью качественного отбора монолитов при использовании того или иного способа бурения понимается возможность способа обеспечить технологические приемы отбора монолитов из различных по своим физико-механическим свойствам грунтов, в соответствии с требованиями ГОСТ 12071—72.

4.13. Инженерно-геологическая информация о свойствах грунтов и строении исследуемого разреза может быть получена также с помощью полевых опытных работ, выполняемых в буровых скважинах, в связи с чем бурение следует производить с использованием таких способов и технологии, которые обеспечивают качественное проведение в буровых скважинах опытных работ, обеспечивающее точность получаемых данных.

Под возможностью качественного проведения опытных работ в буровых скважинах понимается возможность способа обеспечить проходку скважин необходимого в зависимости от вида опытных работ диаметра и глубины. При этом технология бурения должна обеспечить получение скважины с соблюдением требований, предъявляемых к ним характером последующих опытных работ.

4.14. Техническую эффективность способа бурения рекомендуется оценивать производительностью, универсальностью способа, транспортабельностью бурового оборудования, реализующего способ бурения, энергоемкостью и металлоемкостью этого оборудования.

4.15. Производительность способа бурения в первую очередь определяет его техническую эффективность.

Объективным критерием для сравнения способов бурения по производительности могут служить достигнутая среднесменная производительность и выработка на установку в год (при использовании рассматриваемого способа). Кроме того, вспомогательными критериями оценки способов бурения по производительности могут служить механическая и рейсовая скорости бурения, а также данные

о распределении затрат времени на производство отдельных операций в процессе бурения.

Величина рейсовой скорости и ее изменение под влиянием различных внешних факторов могут характеризовать технологические возможности способа в данных условиях, поскольку отражают различные стороны процесса бурения скважины.

Баланс затрат рабочего времени при бурении скважин позволяет судить о специфике отдельного способа бурения и особенностях оборудования.

4.16. Универсальность способа бурения следует оценивать по возможности его использования для бурения скважин различных диаметров и глубин в разнообразных грунтах, отличающихся физико-механическими свойствами, т. е. технологическими возможностями способа.

Технологические возможности различных способов бурения следует рассматривать применительно к группам пород, объединяемых определенными структурными и текстурными особенностями и физико-механическими свойствами, а также в зависимости от диаметра и глубины бурения, что определяется назначением скважин.

4.17. Транспортабельность оборудования, реализующего тот или иной способ бурения, оказывает существенное влияние на возможность и эффективность его использования в зависимости от характера условий производства работ.

4.18. Энергоемкость и металлоемкость бурового оборудования, реализующего различные способы бурения, целесообразно оценивать по двум значениям: абсолютному (конкретной величине приводной мощности и веса станка для бурения данным способом) и относительному (мощности или весу, отнесенному к 1 м производительности).

Абсолютные значения энергоемкости и металлоемкости имеют значение при выборе бурового станка для бурения данным способом, а относительные значения — для сопоставления этих показателей по различным способам бурения.

4.19. Экономическая эффективность способа бурения инженерно-геологических скважин является важным фактором оценки эффективности способа бурения. Очевидно, что при прочих равных условиях (особенно в части инженерно-геологической информативности) применяться должны способы, обладающие большой экономической эффективностью.

Экономическая эффективность способов бурения может определяться соотношением затрат, которые необходимо произвести к достигнутой производительности того или иного способа бурения. Для сопоставления различных способов бурения по экономической эффективности можно использовать величину условной себестоимости станко-смены, в которой учитываются лишь нормируемые затраты, необходимые для обеспечения процесса бурения.

Стоимость станко-смены следует определять затратами, которые обеспечивают процесс бурения, условиями (инженерно-геологическими, географическими) производства работ и их организацией, зарплатой инженерно-технических работников (основная и дополнительная), материалами, амортизацией, износом, услугами, транспортом и ремонтом.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ПРИМЕР ОПЫТНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОСОБА БУРЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН В ГЕОЛОГО-ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ВЕРХНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

1. Оценка точности

Работы по оценке точности способов бурения выполнялись по следующей методике: на заранее выбранной площадке проходились шурфы с весьма точным и тщательным описанием геологического разреза по каждому шурфу.

Выделение слоев и контактов производилось по ясно выраженным не вызывающим сомнения признакам (литологическим, генетическим, по изменению окраски грунтов). Геологические разрезы по шурфам рассматривались в качестве эталонных. В непосредственной близости от каждого шурфа проходились скважины различными способами. Глубина скважин соответствовала глубине шурфа. По керну, извлекаемому в процессе бурения, велось описание разрезов и выделение слоев. Для описания скважин, проходимых различными способами, привлекались разные техники-геологи, ранее незнакомые с исследуемым геологическим разрезом, примерно равной квалификации.

Экспериментальные работы проводились в районе городов Иванова и Костромы. В районе Иванова под почвенно-растительным слоем мощностью 0,3—0,6 м залегают покровные безвалунные суглинки, которые на глубине 1,05—1,45 м подстилаются мелкими среднеплотными маловлажными песками. В толще песков отмечены отдельные маломощные (0,10—0,25 м) прослои суглинков. С глубины 2—2,75 м вскрыты валунные суглинки, которые прослежены до глубины 6—7 м. В толще валунных суглинков красновато-бурого цвета четко прослеживается слой их буровато-серых разностей. В нижней части разреза отмечены прослойки мелкого песка мощностью 0,05—0,15 м. Число выделенных слоев в одной выработке колеблется от 6 до 12. Грунтовые воды не вскрыты.

Участок, расположенный в районе Костромы, характеризуется большей пестротой разреза (отмечено большее число слоев), кроме того, отмечено наличие нижней морены. Нижние слои песчаных грунтов водонасыщенны.

Скважины бурились вибрационным, ударно-канатным кольцевым забоем (забивным и клюющим), колонковым, медленновращательным, шнековым рейсовым и шнековым поточным способами.

Проходка шурфов осуществлялась механическим вращательным способом с помощью буровой установки УГБ-50А. В качестве наконечника использовался шнековый бур диаметром 650 мм.

Проходка скважин вибрационным способом осуществлялась агрегатами АВБ-1М и АВБ-2М. Применялись виброзонды диаметром 108 и 146 мм. Длина рейса составляла 0,5; 1 и 1,5 м. Ударно-канатное бурение кольцевым забоем производилось забивным и «клюю-

щим» способами установкой УБП-15М. Диаметр забивного стакана 127 мм. Длина рейса колебалась от 0,3 до 0,5 м. Все виды вращательного бурения осуществлялись установкой УГБ-50А при скорости вращения 70 об/мин. Колонковое бурение производилось «всухую». Применялась коронка типа С диаметром 93 мм. Длина рейса не превышала 0,5 м. При медленновращательном бурении использовались ложковые и спиральные буры диаметром 146 мм. Длина рейса составляла 0,2—0,75 м. При шнековом бурении применялись шнеки диаметром 180 мм. В качестве породоразрушающего наконечника использовались трехперные долота конструкции СКБ МГиОН. При рейсовом бурении углубка за рейс составляла 1,5 м.

При установлении границ между слоями грунта по керну учитывалось, что они могут оказаться смещенными вверх или вниз относительно их истинного положения, а также пропущены (пропуск отдельных слов). Смещение границы связано с технологическими особенностями способа бурения, а также с влиянием множества случайных неконтролируемых факторов (например, ошибки геологов в установлении этой границы). Ошибки, связанные со способом бурения, являются закономерными, т. е. обусловленными постоянно действующими факторами. Ошибки, обусловленные неконтролируемыми факторами, являются случайными.

При определении точности фиксации положения слоев грунта необходимо учитывать также соотношение слоев грунта по их плотности.

Были выделены три случая:

I — верхний слой грунта более плотен, чем нижний;

II — плотность обоих слоев одинакова;

III — верхний слой грунта менее плотен, чем нижний.

Описание разреза велось по общепринятой методике по извлекаемому керну. (Шнековое поточное бурение документировалось по методике, изложенной в работе Башкатова Д. Н. и Олоновского Ю. А. Вращательное шнековое бурение геологоразведочных скважин. «Недра», М., 1968).

Величина индивидуальной ошибки при отбивке границы между слоями вычислялась как разность между глубиной ее залегания, измеренной в шурфе и определенной по данным бурения. Положительное значение ошибки свидетельствовало о смещении глубины залегания этой границы вверх, отрицательное — о смещении вниз. Полученные значения ошибок рассматривались как случайные величины. Отработка и анализ значений ошибок производился для различных случаев соотношения слоев по плотности для каждого из исследуемых способов бурения.

Результаты обработки материалов приведены в табл. 1. Из нее следует, что все способы бурения для случая I соотношения слоев по плотности смещают границу между слоями вниз. Величина этого смещения для различных способов различна. Для вибрационного бурения она минимальна, для медленновращательного — максимальна. Среднеквадратичное отклонение ошибки также минимально при вибрационном бурении. Существенное возрастание отклонения наблюдается для всех других способов бурения и особенно шнекового.

Для случая II имеют место как отрицательные, так и положительные значения ошибок. Но в этом случае отмечается увеличение среднеквадратичного отклонения ошибки от вибрационного к шнековому способу бурения.

Таблица 1

Значения количественных характеристик точности фиксации положения слоев в геологическом разрезе различными способами бурения

Способы бурения	Состояние извлекаемого грунта	Случаи соотношения слоев по плотности	Объем выборки	Показатели точности фиксации положения контактов		Показатель неполноты отражения разреза $K_п$ $(K)_п$ % $\left(\frac{1}{м}\right)$	Средняя мощность одного пропущенного слоя, м	Предлагаемая градация способов бурения по точности
				$\bar{X}$, м	σ, м			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вибрационный	Керн в виде столбика грунта	I	42	—0,03	±0,11	—	—	Высокая $(\bar{x}+\sigma)$
		II	25	+0,03	±0,12	5	0,10	$<0,25$;
		III	54	+0,01	±0,10	(0,05)	—	$K_п < 10\%$
Ударно-канатный кольцевым забоем (забивной)		I	16	—0,11	±0,19	—	—	Средняя $(\bar{x}+\sigma) =$
		II	13	—0,07	±0,23	13	0,18	$= 0,25—0,50$ м;
		III	20	—0,06	±0,18	(0,17)	—	$K_п$ 10—20%
Ударно-канатный кольцевым забоем («клюющий»)		I	6	—0,09	±0,22	—	—	Средняя $(\bar{x} \pm \sigma) =$
		II	9	—0,04	±0,15	20	—	$= 0,25 \div 0,50$ м;
		III	9	—0,01	±0,31	—	0,17	$K_п = 10 — 20\%$

Продолжение табл. 1

Способы бурения	Состояние извлекаемого грунта	Случаи соотношения слоев по плотности	Объем выборки	Показатели точности фиксации положения контактов		Показатель неполноты отражения разреза $K_{\text{п}}\,(K)_{\text{п}}$ % $\left(\frac{1}{\text{м}}\right)$	Средняя мощность одного пропущенного слоя, м	Предлагаемая градация способов бурения по точности
				$\bar{X}$, м	σ, м			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Колонковый «всухую»	Керн в виде столбика грунта	I II III	14 13 20	—0,06 +0,09 —0,03	±0,22 ±0,20 ±0,24	— 14 (0,19)	— 0,22 —	—
Медленновращательный	Комки грунта с нарушенным сложением	I II III	10 21 16	—0,13 +0,01 10,17	±0,27 ±0,36 ±0,38	— 28 (0,38)	— 0,30 —	Низкая $(\bar{x} \pm \sigma) =$ $= 0{,}50$—$0{,}75$ м; $K_{\text{п}} = 20 - 30\%$
Шнековый рейсовый	Комки грунта с нарушенным природным сложением	I II III	16 23 21	—0,10 +0,20 +0,13	±0,38 ±0,41 ±0,33	— 20 (0,20)	— 0,20 —	Низкая $(\bar{x} \pm \sigma) =$ $= 0{,}50$—$0{,}75$ м; $K_{\text{п}} = 20 - 30\%$
Шнековый поточный		I II III	12 16 18	—0,24 —0,08 +0,19	±0,45 ±0,66 ±0,47	— 38 (0,51)	— 0,38 —	Весьма низкая $(\bar{x} + \sigma) >$ $> 0{,}75$ м; $K_{\text{п}} > 30\%$

Характерным является распределение показателя неполноты отражения разреза $K_п$. Этот показатель увеличивается от 3,2% для вибрационного способа до 38,5% для шнекового поточного способа. Вместе с увеличением показателя неполноты отражения разреза возрастает и средняя мощность одного пропущенного слоя соответственно от 0,08 до 0,39 м. Медленновращательный способ по этим двум показателям оказался менее качественным, чем шнековый рейсовый способ, хотя имеющаяся разница невелика.

Таким образом, группа способов бурения, дающих керн в виде столбика грунта, характеризуется более низкими значениями показателей точности, что свидетельствует о более высокой точности отражения разреза этими способами.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что для указанных районов из всех применяемых в настоящее время способов проходки инженерно-геологических скважин наиболее высокой точностью обладает вибрационный способ. Ударно-канатный и колонковый способы по точности близки между собой, однако оба они уступают вибрационному. Несколько более низкие значения среднеквадратичных ошибок и показателя неполноты отражения разреза дают основание считать, что ударно-канатный способ более точен, чем колонковый.

Медленновращательное и шнековое рейсовое бурение по точности существенно уступает вибрационному, ударно-канатному кольцевым забоем и колонковому способам. Более предпочтительным из этих двух способов является медленновращательный.

Шнековый поточный способ даже при соблюдении всех необходимых требований к правилам геологической документации обеспечивает весьма низкую точность отражения геологического разреза.

2. Изменения показателей физико-механических свойств грунта в монолитах, отбираемых из скважин забивным и вибрационным погружением грунтоносов

Содержание исследований заключалось в сопоставлении показателей физико-механических свойств в монолитах, отобранных забивным и вибрационным способами с эталонными значениями, определенными в монолитах, отобранных из шурфов ручным вырезанием. Исследования были поставлены на двух широко развитых в этом районе разновидностях грунтов — покровных и моренных суглинках. Покровные суглинки характеризуются числом пластичности 13—16 и коэффициентом пористости в пределах 0,6—0,8. Эти грунты, как правило, не содержат включений крупнообломочного материала. Моренные суглинки имеют число пластичности в пределах 7—12 и коэффициент пористости — 0,4—0,6. В моренных суглинках содержатся включения крупнообломочного материала до 10—15%. Показатель консистенции суглинков не превышает 0,25.

Экспериментальные работы выполнялись в районе г. Иванова Выбирались площадки, на которых, по предварительным данным, имели развитие исследуемые грунты. Затем на каждой из выбранных площадок бурились скважины, по которым выяснялось геолого-литологическое строение разреза до глубины 6—8 м. Были выбраны и изучены две площадки. На каждой из площадок намечали контур шурфа сечением 2×2 м и на расстоянии 0,5—0,7 м от него бури-

лись скважины, из которых через 0,5 м отбирались монолиты. Затем вручную отрывали шурф. По мере проходки из забоя на тех же глубинах, что и в скважинах ручным вырезанием, отбирались монолиты сечением 15×15×15 см.

Упаковка, транспортирование и хранение запарафинированных монолитов грунтов, отобранных из скважин и шурфов, производились в соответствии с ГОСТ 12071—72 и Рекомендациями по отбору, упаковке, транспортированию и хранению образцов.

Для отбора монолитов использовали серийно выпускаемый грунтонос ГК-3 с внутренним диаметром 108 мм. При забивном способе отбора применялась установка УБП-15М, при вибрационном — АВБ-1М. Зачистка забоя скважин перед отбором монолитов осуществлялась забивными стаканами и виброзондами.

Лабораторные определения показателей физико-механических свойств выполнялись согласно действующим стандартам и инструкциям. Сдвиговые испытания проводились по методике «быстрого» сдвига.

При обработке полученных данных выделялись пары монолитов (эталонных и отобранных забивным или вибрационным способом), которые удовлетворяли условиям приблизительной идентичности. Для сопоставлений брались лишь те пары монолитов, у которых пределы пластичности и число пластичности отличались не более чем на 4% (т. е. на двойную точность лабораторного определения названных показателей). Всего было отобрано 25 пар монолитов для забивного и 28 — для вибрационного способа.

При дальнейшей обработке вычислялись средние значения показателей и их среднеквадратичные отклонения, определенные по монолитам, отобранным из шурфов (эталонные значения), и соответствующие их парам монолитов, отобранных из скважин, раздельно для покровных и моренных суглинков.

Анализ полученных данных свидетельствует, что показатели физических свойств в монолитах, отобранных из скважин забивным и вибрационным погружениями грунтоносов, отличаются от своих эталонных значений на величину, в основном не превышающую точность их лабораторного определения, хотя при этом отмечается некоторое увеличение объемного веса для обеих разновидностей грунтов. Показатели прочностных свойств, определенные в монолитах, отобранных грунтоносами, отличаются от их эталонных значений несущественно и при этом также отмечается некоторое увеличение удельного сцепления. Величина модуля деформации несколько занижена в монолитах из скважин по сравнению с монолитами из шурфов.

3. Оценка производительности способов бурения

Для оценки производительности различных способов бурения по механической и рейсовой скорости бурения был проведен хронометраж бурения около 100 скважин глубиной до 10 м. На основании этих исследований было установлено, что наиболее высокой производительностью обладает вибрационное бурение, несколько уступает ему шнековое, существенно меньшая производительность у медленновращательного бурения. Ударно-канатный кольцевым забоем и колонковый «всухую» способы характеризуются в целом близкими значениями по производительности бурения.

4. Расчет экономической эффективности способов бурения

Экономическая эффективность (т. е. себестоимость 1 м бурения) определялась для вибрационного, колонкового, ударно-канатного кольцевым забоем, шнекового и ручного ударно-вращательного способов бурения. В качестве станков, на которых реализуются эти способы бурения, приняты наиболее распространенные на изысканиях установки: АВБ-2М, СБУД-150-ЗИВ, УГБ-50А, УБП-15М и комплект ручного бурения.

Таблица 2

Расчет условной себестоимости станко-смены (комплектно) для различных способов бурения, руб.

Наименование расходов	Вибробурение АВБ-2М	Колонковое бурение СБУД-150-ЗИВ	Ударно-канатное бурение УБП-15М	Шнековое бурение УГБ-50М	Ручное ударно-вращательное бурение
1	2	3	4	5	6
Основная зарплата ИТР и рабочих	16,21	18,62	11,18	16,21	14,17
Дополнительная зарплата ИТР и рабочих	1,10	1,19	0,76	1,10	0,88
Отчисления на социальное страхование	0,83	0,95	0,58	0,83	0,72
Зарплата, всего	18,14	20,76	12,52	18,14	15,77
Материалы, всего	2,78	8,57	1,59	2,01	0,29
В том числе:					
истирающие	—	4,63	—	—	—
колонковые и шламовые трубы	—	0,41	—	—	—
электроэнергия	1,48	—	—	—	—
бензин	0,94	1,89	0,74	1,58	—
смазочные	0,16	0,32	0,16	0,24	—
глина	—	0,47	—	—	—
прочие	0,19	0,85	0,69	0,19	0,29
Амортизация	6,41	4,24	2,99	4,74	0,15
Износ	1,71	1,46	1,97	1,71	0,71
Услуги	0,90	1,87	1,04	0,90	0,24
Транспорт	0,17	0,17	2,43	0,17	4,36
Ремонт	4,52	2,96	1,13	2,77	0,43
Всего прямые затраты	34,63	40,03	23,67	30,44	31,95
Накладные расходы	3,59	4,12	2,48	3,59	3,12
Плановые накопления	0,45	0,52	0,32	0,45	0,39
Итого стоимость 1 станко-смены	38,67	44,67	24,47	34,48	25,46

Стоимость станко-смены определялась необходимыми затратами, которые обеспечивают процесс бурения, условиями (инженерно-геологическими, географическими) производства работ и их организацией: зарплата инженерно-технических работников (основная и дополнительная), материалы, амортизация, износ, услуги, транспорт и ремонт. В себестоимость смены ручного бурения дополнительно включены затраты транспорта на перевозку бурового оборудования из расчета один автомобиль на два комплекта. Затраты на ремонт условно приняты от себестоимости станко-смены в следующих размерах: УБП-10М — 5%; АВБ-2М — 15%; СБУД-150-ЗИВ — 8%; УГБ-50А — 10%; ручной комплект — 2%.

Накладные расходы и плановые накопления составляют соответственно 19,8 и 2,5% зарплаты.

Все расчеты выполнены для следующих условий; благоприятный период — работы производятся без выплаты полевого довольствия, диаметр бурения до 160 мм, глубина скважин до 20 м, вторая категория грунтов, первый пояс цен (средняя полоса европейской части СССР). Результаты расчета приведены в табл. 2.

Себестоимость 1 м бурения определена с учетом среднесменной производительности и приведена в табл. 3.

Таблица 3

Расчет экономической эффективности и условной себестоимости 1 м бурения различными способами

	Вибробурение АВБ-2М	Колонковое бурение СБУД-150-ЗИВ	Ударно-канатное кольцевым забоем УБП-15М	Шнековое бурение УГБ-50А	Ручное ударно-вращательное
Условная себестоимость 1 станко-смены, руб.	38,67	44,67	26,47	34,48	25,46
Средняя производительность, м/см	33,9	12,7	14	19,3	13,1
Условная себестоимость 1 м, руб. . . .	1,12	3,51	1,9	1,79	1,95
Отпускная цена 1 м, руб.	1,7	8,29	7,01	1,02	6,08

Как следует из табл. 3, условная себестоимость 1 м бурения имеет минимальное значение для вибрационного бурения. Себестоимости ударно-канатного, шнекового и ручного ударно-вращательного бурения в целом близки между собой. Достаточно высокой себестоимостью 1 м бурения характеризуется колонковое бурение. По условной себестоимости 1 станко-смены наиболее низкие значения у ударно-канатного и ручного ударно-вращательного бурения.

5. Рациональные области применения различных способов бурения в условиях Верхне-Волжского треста инженерно-строительных изысканий

1. Рациональная область применения вибрационного бурения определяется его высокой точностью и производительностью при

бурении инженерно-геологических скважин глубиной до 15 м в песчано-глинистых грунтах при отсутствии в них значительных включений крупнообломочного материала.

2. Ударно-канатный кольцевым забоем способ бурения обеспечивает возможность получения точной геологической документации. Область его рационального использования — бурение скважин на глубину до 30 м во всех разновидностях нескальных грунтов.

3. Медленновращательный способ, обеспечивающий низкую точность геологической документации и характеризующийся низкой производительностью при бурении песчано-глинистых грунтов на глубину до 30 м, в значительной степени может быть заменен вибрационным и ударно-канатным способами. Область использования медленновращательного бурения может быть расширена за счет использования его для проходки скважин большого диаметра (от 500 до 850 мм), глубиной до 10 м.

4. Шнековое рейсовое бурение (рейсами не более 1—1,5 м) обеспечивает низкую точность геологической документации, но обладает весьма значительной производительностью. Область его рационального использования определяется простыми геологическими разрезами при изысканиях на ранних этапах для бурения зондировочных скважин с целью получения общих сведений о геологическом строении района.

5. Для использования в условиях Верхнего Поволжья не рекомендуется шнековый поточный способ.

gost.e-ecolog.ru