

18. Pereima, A.A., Dubov, N.M., Barylnik, V.S., et al. (2005). Primenenie bezusadochnykh tamponazhnykh materialov dlia povysheniia kachestva krepleniia skvazhin [The use of non-shrinking grouting materials to improve the quality of well casing]. *Stroitelstvo neftyanyih i gazovyih skvazhin na sushe i na more – Building of petroleum and gas bore holes on land and at the seaside*, 10, 41–45 [in Russian].
19. Гупало, О.П., & Тушницький, О.П. (2010). *Органічна хімія [Well completion]*. Kyiv: Znannia [in Ukrainian].
20. Stavychnyi, Ye.M. (2015) Оптимізація складів тампонажних систем [Optimization of compositions of the tamponing systems]. *Sworld*, 1, 1, 4, 8–12 [in Ukrainian].

УДК 622.143

DOI: 10.33839/2708-731X-24-1-102-113

Є.А. Коровяка, А.О. Ігнатів, В.О. Расцветаєв, кандидати технічних наук

*Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,
пр. Дмитра Яворницького, 19, 49027, м. Дніпро, Україна, e-mail: koroviaka.ye.a@ntu.one*

ОСОБЛИВОСТІ БУРОВИХ РОБІТ ПРИ ІНЖЕНЕРНИХ ВИШУКУВАННЯХ І ПІДГОТОВЦІ ТЕРИТОРІЙ

Робота присвячена створенню окремих раціональних елементів комплексного регламенту виконання інженерно-геологічних вишукувань та робіт з інженерної підготовки територій.

Експериментальними та аналітичними прийомами досліджено особливості техніко-технологічного регламенту виконання бурових та супутніх робіт, при проведенні геологічних вишукувань та інженерної підготовки території, а також проектування ефективної системи інженерно-геологічного випробування свердловин.

Запропоновано окремі структурні елементи технології проведення комплексних свердловинних інженерно-геологічних досліджень породного масиву із складними літологічними властивостями, для умов промислових ділянок нафтогазового сектору, функціонування яких пов'язане із спорудженням та експлуатацією об'єктів видобування і переробки сировини. Розроблено засадничі принципи побудови циклу інженерно-геологічних робіт; розраховано параметри технології спорудження гідрогеологічних понижувальних свердловин; складено регламент проведення заходів з інженерної підготовки території; розглянуто гірничо-геологічні особливості спорудження свердловин в товщах осадових порід.

Підвищення геологічної інформативності і надійності виконання бурових та супутніх робіт при проведенні вишукувань та інженерної підготовки промислових територій базується на якнайповнішому вивченні і прогнозуванні розвитку всього різноманіття властивостей ґрунтів та гідрологічного режиму.

Створено окремі складові удосконаленої техніко-технологічної методики виконання робіт при проведенні геологічних вишукувань та інженерної підготовки території, що базується на сучасних прогресивних промислових принципах і високих економічних показниках; розроблено основи ефективної системи інженерно-геологічного випробування свердловин. Отримані дані є основою для подальших розробок в напрямку підвищення якості і надійності виконання бурових і супутніх робіт при проведенні геологічних вишукувань та інженерної підготовки території.

Ключові слова: буріння свердловин, інженерно-геологічні вишукування, зворотна промивка, підготовка території, kern, водопониження, набивна паля, ґрунтовий масив.

Постановка проблеми

Відповідно до діючих норм [1], проекти спорудження об'єктів цивільного та промислового призначення, проекти будівництва основ і фундаментів нових об'єктів, а також

реконструкції та підсилення таких, що експлуатуються, неодмінно повинні ґрунтуватися на якомога більш вичерпних даних щодо інженерно-геологічних, гірничо-геологічних і гідрогеологічних умов ділянок провадження означеної діяльності.

Виконання проектування будівель та споруд, вибір типу та конструкції їх фундаментів, способу підготовки основ слід проводити з урахуванням відповідних даних інженерних вишукувань, практично єдиним шляхом отримання яких є проведення масштабних спеціальних бурових робіт. Останні дозволяють: вирішувати питання прогнозування міцності і деформативності ґрунтів основи та фізико-механічних властивостей матеріалів фундаментів та підземних конструкцій; проектувати надійні заходи, спрямовані на запобігання руйнаціям існуючої інфраструктури оточуючих об'єктів (в проектах в обов'язковому порядку повинні бути враховані: ґрунтові умови майданчика будівництва, розташування об'єкта на території (щільна забудова, складний рельєф), особливості об'єкта будівництва і сусідніх споруд, екологічні вимоги, можливості будівельної організації); проводити економічне обґрунтування варіантів технічних рішень [2].

Особлива категорія бурових свердловин – інженерно-геологічні – дозволяє вивчати особливості геологічного розрізу, проводити відбір зразків ґрунту з метою визначення його складу, стану і фізико-механічних властивостей; ставити різного роду дослідні роботи, безпосередньо в названих гірничих виробках, для визначення гідрогеологічних і інших характеристик.

Виходячи з таких, у вищому ступені суворих вимог до проектів будівництва та згідно із діючим законодавством, для районів зі звичайними, а особливо – складними інженерно-геологічними умовами, на територіях щільної забудови, для унікальних споруд, увесь комплекс інженерних вишукувань та робіт з інженерної підготовки територій необхідно виконувати із суворим дотриманням усіх відповідних норм та правил, за чітко визначеним і послідовно побудованим техніко-технологічним регламентом [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У відповідності до наявних (вельми малочисельних щодо висвітлення питань саме бурового циклу) джерел науково-виробничої інформації, основні завдання інженерно-геологічних робіт можна окреслити наступним: вивчення речовинного складу, геолого-літологічної будови, фізичного стану, властивостей, умов залягання та розповсюдження гірських порід (для інженерно-геологічних досліджень більш прийнятним терміном є – ґрунтів), які використовуються як основи фундаментів цивільних та промислових об'єктів і визначають їх поведінку при взаємодії з іншими інженерними спорудами [4]; вивчення геологічних процесів як природного, так і техногенного характеру (зсуви, обвали насипів, дамб, просідання, що завдають шкоди інженерним спорудам; дослідження умов виникнення та протікання зазначених процесів, а також розробка рекомендацій з їх попередження та боротьби з ними) [2]; інженерно-геологічне картування територій з метою вивчення просторового розповсюдження інженерно-геологічних умов будівництва (зазначене дозволяє максимально враховувати природні умови, вибрати економічно та технічно раціональні варіанти споруд, забезпечувати високу їх стійкість і надійну експлуатацію) [1]; попередження можливого негативного впливу на навколишнє природне середовище, забезпечення екологічної безпеки, охорона довкілля, раціональне використання і відтворення природних ресурсів [3].

Різноманіття бурових робіт, за інженерно-геологічних вишукувань, виконується для отримання достовірної інформації про: склад ґрунтів і умови їх залягання, глибину залягання ґрунтових вод та інших водоносних горизонтів, наявність напору та особливості рівневого режиму, відбір зразків ґрунтів і проб води для лабораторних випробувань, виконання польових досліджень властивостей ґрунтів, обладнання системи спостережень за окремими компонентами геологічного середовища, встановлення меж прояву інженерно-геологічних процесів [5].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми

Проектування об'єктів цивільного та промислового призначення неодмінно повинно супроводжуватися виконанням наступних послідовних стадій, специфічних для різних видів будівництва, але обов'язково необхідних для забезпечення належних експлуатаційних показників: вибір місця для початку будівництва; розробка принципів виробничих вимог і методів робіт, як під час зведення споруд, так і під час їх експлуатації; визначення заходів щодо покращення інженерно-геологічного використання місцевості.

Беззаперечним є те, що функціонування будь-яких промислових підприємств неминуче завдає вплив, в більшості випадків негативний, на оточуюче середовище. Особливої уваги потребує моніторинг діяльності виробничих структур, що пов'язані із пошуком, видобутком, транспортуванням і зберіганням нафтогазової сировини.

Не викликає сумніву, що об'єктивність даних інженерно-геологічних та геотехнічних досліджень багато в чому залежатиме від досконалості здійснення саме бурових робіт в означеному комплексі виробничих операцій. Логічність їх побудови та вичерпність змістовного наповнення визначить правильність і відповідність дійсності характеристик ділянки для будівництва, а також розрахунків режиму експлуатації та захисту цивільних і промислових об'єктів в умовах сучасних геодинамічних процесів.

Однак поставлені завдання вимагають чіткого визначення специфічності проведення бурових робіт під час інженерно-геологічного вишукування та інженерної підготовки територій, а також їх максимальної уніфікації і адаптації до конкретних вихідних положень і завдань та впливових факторів геологічного середовища.

Мета статті – розробка окремих пунктів комплексного техніко-технологічного регламенту бурових робіт, який включає питання проведення геологічних вишукувань, інженерної підготовки території і спорудження технічних свердловин для умов будівельних об'єктів, що характеризуються різноманітністю властивостей ґрунтів та складністю гідрологічного режиму.

Обґрунтування вживання і опис вибраної автором методики

Дослідження особливостей проведення бурових робіт при інженерно-геологічних вишукуваннях та інженерній підготовці територій виконано із застосуванням сучасних методів аналітичного аналізу і експериментальних досліджень, зокрема шляхом використання загальних принципів математичного та фізичного моделювання, методик обробки результатів досліджень у середовищі *EXCEL*, *MATHCAD*, контрольних-вимірювальних приладів і матеріалів.

Протікання свердловинних бурових процесів моделювалось на експериментальних свердловинах навчального бурового полігону Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» із застосуванням бурових установок УБП-15М, УКБ-4П та відповідного інструменту.

Виклад основного матеріалу дослідження

Як відомо [6], спорудження свердловин – специфічної гірської виробки, здійснюється за допомогою буріння. Без перебільшення, роль бурових робіт надзвичайно велика. Всі рідкі і газоподібні корисні копалини розвідують і експлуатують за допомогою бурових свердловин. Тверді корисні копалини розвідують в основному буровими роботами. Поліметалічні руди, а також руди рідкісних і благородних металів розвідують буровими свердловинами в поєднанні з гірничорозвідувальними виробками [7]. При будівництві різних споруд широко застосовують інженерно-геологічне буріння. Все це далеко не повний перелік сфер застосування буріння, і, власне, свердловин.

За призначенням свердловини підрозділяють на наступні типи [8]: розвідувальні, за допомогою яких здійснюються пошуки і розвідка родовищ корисних копалин; експлуатаційні – для видобутку рідких (вода, розсоли, нафта), і газоподібних (горючий газ, гелій і ін.) корисних копалин; геотехнологічні – для експлуатації родовищ твердих корисних копалин методом вилуговування, розплавлення і розчинення; інженерно-геологічні – для вивчення фізико-механічних властивостей гірських порід перед початком будівництва, досліджень з метою попереднього вивчення геологічного розрізу, моніторингу результатів промислової діяльності, вивчення режиму і якості підземних вод; технічні (заморожування пливунів, вентиляція підземних виробок, спорудження буронабійних паль, будівництво ліній електропередач, пониження рівня підземних вод, скидання підземних вод в поглинаючі породи і т. ін.).

Широкою номенклатурою відрізняються і способи буріння свердловин [9]. В практиці спорудження свердловин провідне місце займає механічний спосіб руйнування гірських порід та його різновид – обертальний, за якого руйнування гірської породи на забої свердловини відбувається шляхом різання, сколювання і стирання спеціальними буровими інструментами (долота обертального типу, алмазні і твердосплавні коронки і ін.). Цей вид буріння залежно від способу руйнування забою ділиться на буріння суцільним забоем і буріння кільцевим забоем – колонкове.

Обертальне буріння також поділяється на буріння з двигуном на поверхні, від якого обертання буровому інструменту передається бурильними трубами, і на буріння із забійним двигуном, коли останній опускається в свердловину на бурильних трубах безпосередньо за буровим інструментом. Забійними двигунами можуть бути турбобур, гвинтовий двигун, електробур, гідровібратор і ін.

За складом інженерно-геологічні вишукування є комплексними і включають роботи, які направлені на вивчення геологічної будови, стану та властивостей ґрунтів, гідрогеологічних умов, інженерно-геологічних процесів і явищ, а також на розроблення основних видів прогнозів.

Види та обсяги інженерно-геологічних робіт визначають залежно від: ступеня інженерно-геологічної вивченості території; цільового призначення вишукувань; складності геологічних умов; наявності ґрунтів із особливими властивостями; глибини залягання та режиму підземних вод; зони активної взаємодії з геологічним середовищем; рівня відповідальності будівель і споруд [4].

Відмітною ознакою процесів проектування технології та, власне, спорудження технічних свердловин є різноманітність цільових функцій останніх [10]. Узагальнюючи особливості технічних свердловин, можна стверджувати наступне – їх відрізняють: масштабні коливання розмірів поперечного перетину (іншими словами – діаметру), значні відмінності в глибинах, індивідуальність вимог до конструкції стовбура та забійної частини, достатньо численний номенклатурний ряд бурового обладнання і технологічного та допоміжного інструменту. Для спорудження технічних свердловин можуть бути застосовані як традиційні методики, так і спеціальні, зміст і наповненість яких визначається кінцевими цілями буріння. При цьому істотно диференційовану категорію складають технічні свердловини для інженерної підготовки територій під будівництво тих або інших об'єктів. Важливими вимогами до свердловин, що розглядаються, є якнайповніше забезпечення виконання геолого-технічного завдання при бурінні і експлуатації та мінімальність капітальних витрат.

При недостатній несучій здатності природних ґрунтових основ застосовують їх інженерну підготовку шляхом покращення властивостей основи до необхідного рівня на місці їх залягання або підсилення основ за рахунок влаштування в них несучих конструктивних елементів [11]. Для ліквідації природних і техногенних порожнин, ущільнення, закріплення та гідроізоляції ґрунтів і порід основ необхідно застосовувати тампонаж гірських порід (ін'єкційні екрани) [12].

За рахунок зниження рівня підземних вод відбувається самоущільнення ґрунтів, яке додатково може бути підсилено впливом фізичних полів при накладанні на ґрунтовий масив електричного поля, що викликає електроосмос; накладанням теплового поля, яке викликає термозакріплення. В цілому водопониження – штучне пониження рівня ґрунтових вод – досягається відкачкою або відведенням їх до понижених місць.

Незважаючи на те, що глибини інженерно-геологічних свердловин незрівнянно малі у зіставленні з багатьма іншими різновидами останніх, вони мають свою, досить складну номенклатуру типових конструкцій. Свердловини групи інженерно-геологічних можуть мати як відкритий стовбур на всьому інтервалі буріння, так і потребувати кріплення обсадними трубами окремих ділянок; в деяких випадках названі свердловини отримують доволі громіздку систему обсадних колон (рис. 1) [13].

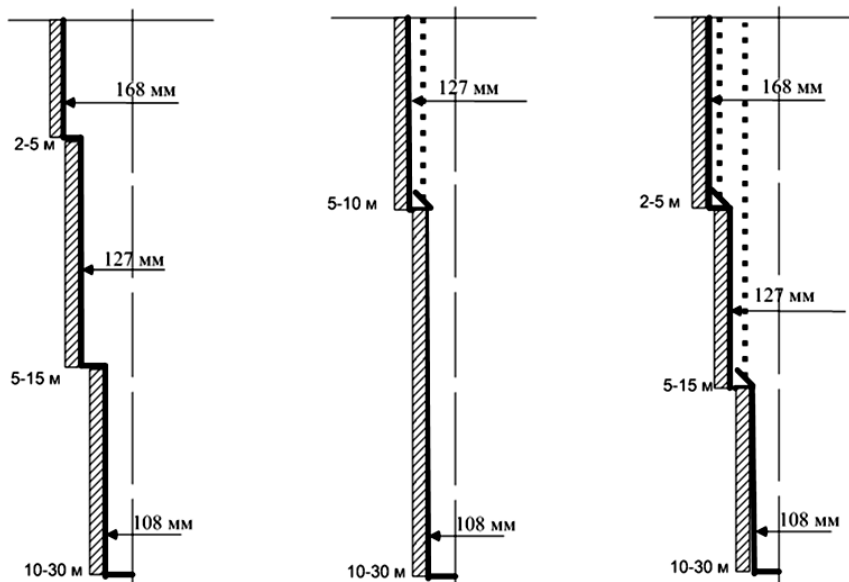


Рис. 1. Рекомендовані типові конструкції інженерно-геологічних свердловин (поперечні розміри – діаметри – є мінімально припустимими)

В тому випадку, коли породи ділянки проєктованих робіт, за умов використання стандартних прийомів (насамперед наявність промивання), практично не допускають отримання представницького керну, найбільш прийнятним способом буріння свердловин є колонковий, із затиранням порід «всуху» [10]. Успішність використання зазначеної технології полягає в необхідності ведення процесу буріння скороченими рейсами, при цьому довжина колонкової труби не повинна перевищувати 1500 мм. Особливістю проєктування режимів буріння за прийнятих умов є необхідність визначення такого значення осьового навантаження на породоруйнівний інструмент, при якому будуть подолані опори породи на стискування та нівельовано вплив прояву коефіцієнта сухого тертя (унаслідок відсутності промивальної рідини).

В табл. 1 наведено значення коефіцієнтів тертя за умов контакту із поверхнею металевих труб гірських порід різного мінералогічного складу та фізичного стану [10, 14].

При бурінні можуть бути використані стандартизовані типи бурових твердосплавних коронок типу М (ребристі коронки для буріння м'яких порід I–IV категорій за буримістю: М1, М2, М5, М6); особливістю конструкції останніх є наявність ребер на короночному кільці, що збільшують діаметр коронки на один розмір.

Таблиця 1. Приблизні значення коефіцієнтів тертя метала об породи

Гірська порода	Стан поверхні гірської породи		
	Суха	Змочена водою	Покрита глинястим розчином
Глина піщана	0,25–0,28	0,20–0,26	0,18–0,22
Глинястий сланець	0,20–0,25	0,15–0,20	0,11–0,13
Мергель	0,20–0,27	0,18–0,25	0,20–0,24
Пісок	0,32–0,42	0,27–0,40	0,25–0,35

Остаточні результати параметрів режиму буріння, уточнені у відповідності до висунутих вимог, зведено до табл. 2.

Таблиця 2. Режимні параметри для спорудження проектованої свердловини

Перебуваний інтервал, м	Колонковий породоруйнівний інструмент	Параметри режиму буріння	
		С, Н	n, об/хв.
0-6	M2-151	4600	140
6-30	M5-132	8200	140

В прийнятних умовах може бути застосований спосіб буріння свердловин із гідравлічним транспортуванням керношламового матеріалу, який являє собою різновид колонкового буріння із зворотною схемою циркуляції очисного агента [15], що забезпечується при використанні спеціалізованих бурових установок УРБ-2А-2 ГК (КГК), подвійної концентричної колони бурильних труб, спеціальних забійних приладів і конструкцій породоруйнівного інструменту. Технологічний процес буріння свердловин із застосуванням подвійної бурильної колони відрізняється від традиційного колонкового способу буріння відсутністю періодичного підйому на поверхню забійного снаряду для витягання з нього керна. Снаряд піднімають лише для заміни породоруйнівного інструменту, що прийшов в непридатність, або в аварійних ситуаціях.

Таблиця 3. Параметри режиму буріння і ходіння за умов застосування комплексу КГК-100

Породи	Тип бурильних труб	Тип породоруйнівного інструменту	Буріння			Ходіння	
			Частота обертання, хв ⁻¹	Навантаження на забій, даН	Подача рідини, л/хв	Інтервал, м	Висота, м
Глини і суглинки	ТБДС - 75	КГ-93 МС	225	560–900	200	1–1,5	1–1,5
Піски, супіски			225	450–900	125	2–2,5	0,5
Щільні глини			140	700–1200	180	0,3–0,5	0,1–0,5

При бурінні з гідротранспортом керна і шламу основними параметрами режиму буріння є осьове навантаження, частота обертання, інтенсивність промивання, частота і висота ходіння; в

табл. 3 приведені технічні і технологічні параметри процесу буріння з гідротранспортом керна та шламу, яких необхідно дотримуватися при спорудженні свердловин.

Непрямими показниками правильності режиму буріння є інтенсивність та завантаження висхідного потоку промивальної рідини, а також рівень рідини в затрубному просторі і стан кернавого матеріалу.

Важливою обставиною технології підсилення ґрунтів є проведення робіт із зниження рівня пластових вод [16]. Сутність зазначеного виду робіт полягає у тому, що при відкачці ґрунтових вод, які поступають в свердловину, поверхня води в ґрунті приймає форму воронки, понижуючись при цьому з похилом до місця відкачки.

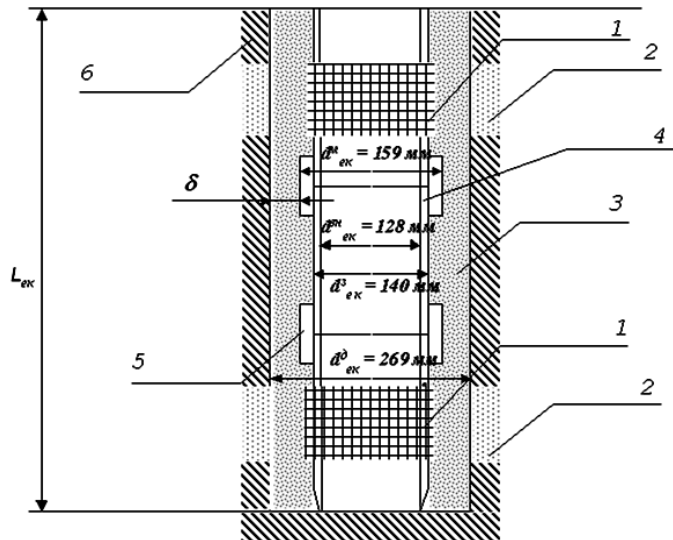


Рис. 2. Схема конструкції водопонижувальної свердловини: 1 – каркас гравійного фільтру; 2 – водоносні горизонти; 3 – піщано-гравійна суміш; 4 – експлуатаційна (фільтрова) колона труб; 5 – муфта; 6 – водоупор

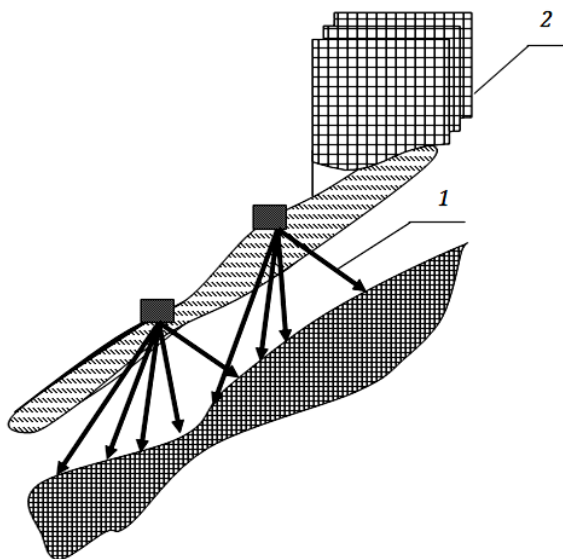


Рис. 3. Приклад встановлення армуючих елементів (1 – засіб армування, 2 – будівля)

Конструктивне оформлення водопонижувальних свердловин може бути здійснено за схемою, що представлена на рис. 2, тобто експлуатаційну (фільтрову) колона обсадних необхідно оснастити водоприймальними елементами, які потрібно встановити навпроти водоносних горизонтів, представлених, наприклад, пісками різно-дрібнозернистими.

Тип фільтру, в даному випадку понижувальної свердловини, залежить від характеру порід водоносного горизонту. Оскільки останній складений різно-дрібнозернистими пісками, то, відповідно до рекомендацій [10], приймаємо трубчастий фільтр з дротяною обмоткою і одношаровим піщано-гравійним обсіпанням (гравійний фільтр).

Одним з основних методів інженерної підготовки території, який має за мету усунення просадкових властивостей ґрунтів, підвищення міцності та стійкості основ, підвищення стійкості підпірних стін, укосів земляних споруд та зсувних схилів є армування [1, 17]. Під армуванням основ розуміють покращення фізико-механічних якостей ґрунтового масиву, що служить основою для влаштування в ньому більш міцних елементів, які працюватимуть з ґрунтом і конструктивно не матимуть зв'язку з фундаментом споруди (рис. 3).

Армування масивів ґрунту ґрунтуване на взаємодії ущільнених та закріплених масивів, а також елементів підвищеної жорсткості з оточуючим

грунтом. Досягнення необхідних якостей можливе за рахунок введення в товщу ґрунту елементів підвищеної міцності, які задовільно працюють на основні види деформацій (стиснення або розтяг) та мають високе зчеплення і тертя з оточуючим ґрунтом.

Армування товщ ґрунтів може бути виконане, серед іншого, за технологією встановлення спеціальних набивних паль, перевагою яких є максимальний ступінь локалізації виконання робіт з облаштування армування та відсутність механічного впливу на оточуючі об'єкти [2].

Технологія виготовлення набивних паль залежить від геологічних і гідрогеологічних умов. Характерною особливістю технології створення набивних паль є попереднє буріння свердловин до заданої відмітки і наступне формування стовбура пальі. Застосовують такі способи облаштування паль: без спеціальних заходів з кріплення стінок свердловини; із забезпеченням стійкості стінок свердловини від обвалення надлишковим тиском глинистого розчину або води [18].

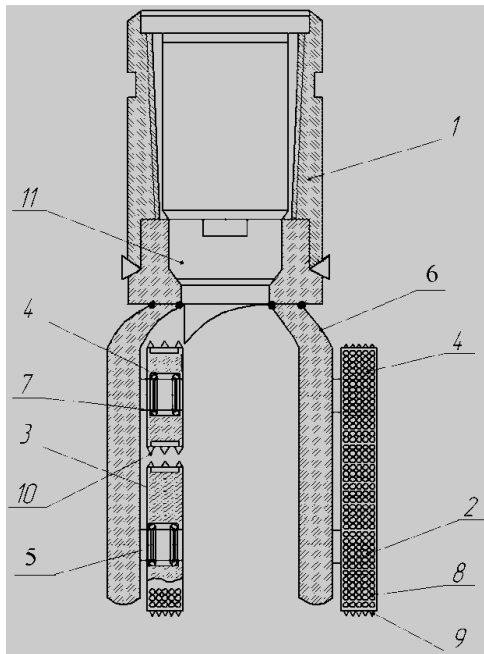


Рис. 4. Схема спеціального породоруйнівного інструменту (ГБ-180)

У тих умовах, коли геологічні особливості ділянки проєктованих робіт допускають спорудження свердловин без використання глинистого розчину, пропонується наступна схема спорудження свердловин при застосуванні спеціального породоруйнівного інструменту (рис. 4) [19].

Спеціальний породоруйнівний інструмент, схема якого приведена на рис. 2.8, містить: 1 – корпус, 2 – свердлоформувальні породоруйнівні диски; 3 – кернаформувальні породоруйнівні диски, зірочки – 4 закріплені нерухомо в цапфах 5 лап інструменту 6 за допомогою дворядних підшипників кочіння 7 зі змогою обертання. Ланцюги 8 оснащені породоруйнівними зубками 9 та кінематично пов'язані із породоруйнівними дисками 2 і 3, які також мають на своїй поверхні породоруйнівні зубки 10, і зірочками 4.

Породоруйнівний інструмент працює наступним чином: при постановці його на вибій та обертанні навколо осі свердловини ланцюги 8, оснащені породоруйнівними зубками 9, і

свердлоформувальні 2 та кернаформувальні 3 диски обробляють центральну і бокові зони кільцевого вибою відповідно.

В центральній осьовій частині свердловини формується керна, який поступає до кернаприймальної частини 11. Обертання ланцюгів 8 та породоруйнівних дисків 2 і 3 обумовлено впливом сил реакції вибою та стінок свердловини.

Збільшення контактної площі руйнівних елементів 2, 3, 8 сприяє встановленню ефективних умов ущільнення стінок свердловини за рахунок втрамбування в них зруйнованої породи (ґрунту). Транспортування керну на поверхню можливе за умов застосування шнекових бурильних труб із порожнистим внутрішнім каналом [20].

У табл. 4 представлено техніко-технологічний регламент спорудження свердловин під облаштування набивних паль.

Таблиця 4. Параметри режиму спорудження свердловин під облаштування набивних паль

Тип бурової установки	Породи	Тип шнекових труб	Тип породоруйнівного інструменту	Режимні параметри буріння	
				Частота обертання шнеку, хв ⁻¹	Навантаження на вибій, даН
УРБ-2А2Д	Глини і суглинки	БТШ - 180	ГБ-180	60	800
	Піски, супіски			60	600
	Щільні глини			140	1000

Вибій свердловини та породоруйнівні елементи очищуються та охолоджуються внаслідок безпосередньої взаємодії із зруйнованою породою та втрамбування останньої у стінки свердловини.

Повне і належне здійснювання усіх основних і допоміжних робіт під час інженерно-геологічних досліджень та інженерної підготовки територій до будівництва у найкоротші терміни та у повній відповідності до геолого-технічного завдання можливе лише за чіткої структурної організації виконання відповідних операцій.

Висновки

1. Проаналізовано особливості і умови проведення робіт, що спрямовані на здійснення інженерно-геологічного вивчення та інженерної підготовки територій.

2. В роботі вирішено низку питань, серед яких можна зазначити наступні: обґрунтовано конкретні заходи із інженерної підготовки територій під будівництво; розраховано параметри процесу виконання робіт із свердловинного зниження рівня пластових вод; розроблено технології свердловинного армування ґрунтового масиву; запропоновано елементи системного підходу до технології підготовки і виконання операцій з облаштування набивних паль.

3. Практична значимість роботи полягає у створенні методичних основ комплексного удосконалення технології інженерно-геологічних досліджень та інженерної підготовки територій під майбутнє будівництво.

4. Експериментально-теоретичні дослідження особливостей проведення бурових робіт в циклах інженерно-геологічного вивчення та інженерної підготовки територій повинні продовжуватися у напрямках створення алгоритмів розробки ефективної їх програми та змістовного наповнення, що якнайповніше відповідають раціоналізації енерговитрат та адекватності кінцевих результатів.

Ye.A. Koroviaka, A.O. Ihnatov, V.O. Rastsvietaiev

Dnipro University of Technology

FEATURES OF DRILLING OPERATIONS DURING ENGINEERING SURVEYS AND PREPARATION OF TERRITORIES

The work is devoted to the creation of individual rational elements of a comprehensive regulation for the implementation of engineering-geological surveys and works on engineering preparation of territories.

Experimental and analytical methods were used to study the features of the technical and technological regulations for the performance of drilling and related works, during geological surveys and engineering preparation of the territory, as well as the design of an effective system of engineering and geological testing of wells.

Separate structural elements of the technology for carrying out complex borehole engineering-geological studies of a rock mass with complex lithological properties for the conditions of industrial areas of the oil and gas sector, the functioning of which is associated with the construction and operation of facilities for the extraction and processing of raw materials, are proposed. The basic principles of building a cycle of engineering and geological works have been developed; the parameters of the technology for the construction of hydrogeological lowering wells were calculated; the regulations for carrying out activities for the engineering preparation of the territory have been drawn up; the mining and geological features of the construction of wells in sedimentary rocks are considered.

Increasing the geological information content and reliability of drilling and related work during surveys and engineering preparation of industrial territories is based on the most complete study and forecasting of the development of the entire variety of soil properties and hydrological regime.

Separate components of an improved technical and technological methodology for performing work during geological surveys and engineering preparation of the territory, which is based on modern progressive industrial principles and high economic indicators, have been created; the fundamentals of an effective system of engineering-geological well testing have been developed. The data obtained are the basis for further developments in the direction of improving the quality and reliability of drilling and related work during geological surveys and engineering preparation of territories.

Key words: *well drilling, geotechnical surveys, backwash, site preparation, core, dewatering, pile, soil mass.*

Е.А. Коровяка, А.А. Игнатов, В.А. Расцветаев

Национальный технический университет «Днепропетровская политехника», Днепр, Украина

ОСОБЕННОСТИ БУРОВЫХ РАБОТ ПРИ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЯХ И ПОДГОТОВКЕ ТЕРРИТОРИЙ

Работа посвящена созданию отдельных рациональных элементов комплексного регламента выполнения инженерно-геологических изысканий и работ по инженерной подготовке территорий.

Экспериментальными и аналитическими приемами исследованы особенности технико-технологического регламента выполнения буровых и сопутствующих работ при проведении геологических изысканий и инженерной подготовки территории, а также проектирования эффективной системы инженерно-геологического опробования скважин.

Предложены отдельные структурные элементы технологии проведения комплексных скважинных инженерно-геологических исследований породного массива со сложными литологическими свойствами, для условий промышленных участков нефтегазового сектора, функционирование которых связано с сооружением и эксплуатацией объектов добычи и переработки сырья. Разработаны основополагающие принципы построения цикла инженерно-геологических работ; рассчитаны параметры технологии сооружения гидрогеологических понижающих скважин; составлен регламент проведения мероприятий по инженерной подготовке территории; рассмотрены горно-геологические особенности сооружения скважин в толщах осадочных пород.

Повышение геологической информативности и надежности выполнения буровых и сопутствующих работ при проведении изысканий и инженерной подготовки промышленных территорий базируется на наиболее полном изучении и прогнозировании развития всего многообразия свойств грунтов и гидрологического режима.

Созданы отдельные составляющие усовершенствованной технико-технологической методики выполнения работ при проведении геологических изысканий и инженерной подготовки территории, которая базируется на современных прогрессивных промышленных принципах и высоких экономических показателях; разработаны основы эффективной системы инженерно-геологического опробования скважин. Полученные данные являются основой для дальнейших разработок в

направленні підвищення якості та надійності виконання бурових і супутніх робіт при проведенні геологічних изысканий і інженерної підготовки територій.

Ключевые слова: бурення скважин, інженерно-геологічні изыскания, зворотна промивка, підготовка територій, керн, водопониження, набивна свая, ґрунтовий масив.

Література

1. Основи та фундаменти будинків і споруд. Державні будівельні норми України: ДБН В.2.1-10-2009. – [Уведено в дію від 2009-07-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 82 с.
2. Настанова щодо інженерної підготовки ґрунтової основи будівель і споруд. Державний стандарт України: ДСТУ-Н Б В.1.1-39:2016. – [Уведено в дію від 2017-04-01]. Київ: ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК), 2017. – 189 с.
3. Інженерні вишукування для будівництва. Державні будівельні норми України: ДБН А.2.1-1-2014. – [Уведено в дію від 2014-03-24]. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2014. – 128 с.
4. Інженерна геологія (з основами геотехніки) / за заг. ред. проф. В. Г. Суярка. – Харків: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2019. – 278 с.
5. Інженерні вишукування для водогосподарського та природоохоронного будівництва / за заг. ред. проф. А.М. Рокочинського, В.Д. Дупляка. – Рівне: НУВГП, 2010. – 173 с.
6. Войтенко В., Вітрик В. Технологія і техніка буріння. – Київ: Центр Європи, 2012. – 708 с.
7. Калинин А. Г., Ошкордин О.В, Питерский В.М. Разведочное бурение. – Москва: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2000. – 748 с.
8. Azar J.J., Robello S.G. Drilling Engineering. – PennWell Books, 2007. – 486 p.
9. Hossain M.E. Fundamentals of drilling engineering. – Wiley & Sons, Incorporated, John, 2016. – 736 p.
10. Юшков А.С., Пилипец В.И. Геологоразведочное бурение. – Донецк: Норд-Пресс, 2004. – 464 с.
11. Основания и фундаменты / Л.Н. Шутенко, Ю.Т. Лупан, А.Г. Рудь и др. – Харків: ХНАГХ, 2004. – 679 с.
12. Справочник проектировщика. Основания, фундаменты и подземные сооружения / Под общ. ред. Е.А. Сорочана и Ю.Г. Трофименко. – Москва: Стройиздат, 1985. – 480 с.
13. Ребрик Б.М. Бурение инженерно-геологических скважин. Справочник. – М.: Недра, 1990. – 336 с.
14. Вирвінський П.П., Кузін Ю.Л., Хоменко В.Л. Геологорозвідувальна справа і техніка безпеки. – Дніпропетровськ: Держ. вищ. навч. закл. «Нац. гірн. ун-т», 2010. – 368 с.
15. Давиденко А.Н., Ігнатов А.А. Прямая и обратная схемы очистки при бурении скважин. – Д.: Держ. вищ. навч. закл. «Нац. гірн. ун-т», 2012. – 101 с.
16. Водопонижение в строительстве / Под общей редакцией И.К. Станченко. – Москва: Стройиздат, 1971. – 184 с.
17. Ганичев И.А. Устройство искусственных оснований и фундаментов. Москва: Стройиздат, 1981. – 513 с.
18. Пьянков С.А. Свайные фундаменты. – Ульяновск: УлГТУ, 2007. – 105 с.
19. Pat. 102282 Ukraine, ICC E21B 11/00. Бурильна головка / А.О. Ігнатов, С.С. Вяткін. – Publ. 25.06.13.
20. Ребрик Б.М. Справочник по бурению инженерно-геологических скважин. – Москва: Недра, 1983. – 288 с.

Надійшла 16.07.21

References

1. Osnovy ta fundamenty budynkiv i sporud. Derzhavni budivelni normy Ukrainy. [Foundations and foundations of buildings and structures. State building norms of Ukraine]. (2009). *DBN B.2.1-10-2009 from 07th January 2009*. Kyiv: Minrehionbud Ukrainy [in Ukrainian].
2. Nastanova shchodo inzhenernoyi pidhotovky gruntovoyi osnovy budivel i sporud. Derzhavnyy standart Ukrainy. [Guidelines for engineering preparation of the soil base of buildings and structures. State Standard of Ukraine]. (2017). *DSTU-NBV.1.1-39:2016 from 04th January 2017*. Kyiv: DP «Derzhavnyy naukovy-doslidnyy instytut budivelnykh konstruktsiy» [in Ukrainian].
3. Inzhenerni vyshukuvannya dlya budivnytstva. Derzhavni budivelni normy Ukrainy. [Engineering surveys for construction. State building norms of Ukraine]. (2014). *DBN A.2.1-1-2014 from 24th March 2014*. Kyiv: Ministerstvo rehionalnoho rozvytku, budivnytstva ta zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy [in Ukrainian].
4. Suiarka, V.G. (Eds.). (2019). *Inzhenerna heolohiia (z osnovamy heotkhnyky) [Engineering geology (with the basics of geotechnics)]*. Kharkiv: V.N. Karazin Kharkiv National University [in Ukrainian].
5. Rokochynsky, A.M., & Duplyak, V.D. (Eds.). (2010). *Inzhenerni vyshukuvannia dlia vodohospodarskoho i pryrodokhoronnoho budivnytstva [Engineering surveys for water management and environmental construction]*. Rivne: NUVGP [in Ukrainian].
6. Voitenko, V., & Vitryk, V. (2012). *Tekhnolohiia i tekhnika burinnia [Technology and technique of drilling]*. Kyiv: Center of Europe [in Ukrainian].
7. Kalinin, A.G., Oshkordin, O.V., Piterskiy, V.M. (2000). *Razvedochnoe burenie [Exploration drilling]*. Moscow: LLC "Nedra-Business Center" [in Russian].
8. Azar, J.J., & Robello, S.G. (2007). *Drilling Engineering*. PennWell Books.
9. Hossain, M.E. (2016). *Fundamentals of drilling engineering*. Wiley & Sons, Incorporated, John.
10. Yushkov, A.S., & Pilipets, V.I. (2004). *Geolohorazvedochnoe burenie [Exploration drilling]*. Donetsk: Nord-Press [in Russian].
11. Shutenko, L.N., Lupan, Yu.T., Rud, A.G., et al. (2004). *Osnovaniia i fundamenty [Foundations and foundations]*. Kharkiv: KhNAGKh [in Russian].
12. Sorochan, E.A., & Trofimenko, Yu.G. (Eds.). (1985). *Spravochnik proektirovshchika. Osnovaniia, fundamenty I podzemnye sooruzheniia [Designer handbook. Foundations, foundations and underground structures]*. Moscow: Stroyizdat [in Russian].
13. Rebrik, B.M. (1990). *Burenie inzhenerno-heolohicheskikh skvazhin. [Drilling geotechnical wells]*. Moscow: Nedra [in Russian].
14. Vyrvinskii, P.P., Kuzin, Y.L., Khomenko, V.L. (2010). *Heolohorozvidualna sprava i tekhnika bezpeky [Exploration and safety]*. Dnepropetrovsk: National Mining University [in Ukrainian].
15. Davidenko, A.N., & Ignatov, A.A. (2012). *Priamaia i obratnaia skhemy ochistki pri burenii skvazhin [Direct and reverse cleaning schemes when drilling wells]*. Dnepropetrovsk: National Mining University [in Russian].
16. Stanchenko, I.K. (Eds.). (1971). *Vodoponizhenie v stroitelstve [Water reduction in construction]*. Moscow: Stroiizdat [in Russian].
17. Ganichev, I.A. (1981). *Ustroistvo iskusstvennykh osnovanii i fundamentov [Arrangement of artificial foundations and foundations]*. Moscow: Stroiizdat [in Russian].
18. Pyankov, S.A. (2007). *Svainye fundamenty [Pile foundations]*. Ulyanovsk: UISTU [in Russian].
19. Ihnatov, A.O., & Viatkin, S.S. (2013). Patent of Ukraine 102282.
20. Rebrik, B.M. (1983). *Spravochnik po bureniiu inzhenerno-heolohicheskikh skvazhin [Handbook for the drilling of geotechnical wells]*. Moscow: Nedra [in Russian].