

О. М. Пшінько, А. В. Радкевич, М. І. Нетеса, А. М. Нетеса

ТЕХНОЛОГІЯ СПЕЦІАЛЬНИХ РОБІТ

Навчальний посібник з навчальної дисципліни

“Технологія спеціальних робіт”

Галузь знань: 19 «Архітектура та будівництво»,

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Дніпро
Журфонд
2020

УДК 69.059.25

ББК -09*38.7

Т38

*Рекомендовано вченою радою Дніпровського національного
університету залізничного транспорту імені академіка Лазаряна
(протокол № 10 від 2.07.2020 р)*

Рецензенти:

Білоконь А.І., доктор технічних наук, професор, декан будівельного факультету Придніпровської державної академії будівництва та архітектури, м. Дніпро;

Петренко В.Д., доктор технічних наук, професор, професор кафедри «Мости та тунелі» Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка Лазаряна.

О. М. Пшінько, А. В. Радкевич, М. І. Нетеса, А. М. Нетеса

Т38 Технологія спеціальних робіт: навчальний посібник – Дніпро:
Журфонд, 2020. – 432 с.

ISBN 978-966-934-259-1

У навчальному посібнику наведено основні поняття та принципи проектування та виконання складних та унікальних методів виконання спеціальних будівельних робіт з метою належної підготовки висококваліфікованих спеціалістів будівельної галузі для успішної подальшої роботи в сучасних умовах.

Навчальний посібник призначено для студентів вищих навчальних закладів, викладачів, аспірантів, спеціалістів в області технології та організації будівельного виробництва.

УДК 69.059.25

ББК -09*38.7

ISBN 978-966-934-259-1

© О. М. Пшінько, 2020

© А. В. Радкевич, 2020

© М. І. Нетеса, 2020

© А. М. Нетеса, 2020

© Дніпровськ. нац. ун-т залізн. трансп.ім. акад. В. Лазаряна, 2020

Зміст

Вступ.....	5
Терміни та скорочення.....	10
Тема 1. Суть і задачі курсу	28
1.1 Задачі дисципліни	28
1.2 Основні напрямки розвитку технології спеціальних робіт	29
1.3 Головні завдання вивчення дисципліни «Технологія спеціальних робіт»	33
Заключення	36
Тема 2. Техніка та технології буріння свердловин для улаштування бурових паль	37
2.1 Основні види будівельної техніки для виконання спеціальних будівельних робіт з улаштування свердловин для бурових паль	37
2.2 Переваги та недоліки технології улаштування бурових паль	40
2.3. Технологія буріння свердловин з використанням робочого змінного оснащення для улаштування бурових паль	41
Заклучення	43
Тема 3. Спеціальна техніка та технології улаштування бурових паль	43
3.1 Технологія улаштування паль з ущільненим ґрунтом стінок	44
3.2 Технологія улаштування паль з уширеною п'ятою	48
3.3 Технологія улаштування паль з наконечником, який залишається в палі	49
Заклучення	53
Тема 4. Суть технології струминної цементації («jet-grouting») та технічні засоби для її реалізації	55
4.1 Суть технології «jet-grouting»	55
4.2 Технічні засоби та приклади використання технології «jet-grouting»	63
Заклучення	66
Тема 5. Раціональні області та досвід використання технології «jet-grouting» в будівництві	68
5.1 Раціональні області використання технології «jet-grouting» в будівництві	68
5.2 Досвід використання технології «jet-grouting» в будівництві	74
Заклучення	87
Тема 6. Проблеми забезпечення якості при використанні технології «jet-grouting» та інших технологій улаштування підземних споруд	88
6.1 Методи технологічного контролю якості влаштування паль за технологією «jet-grouting»	88
6.2 Вимоги ДСТУ Б.В.2.1-1-95 щодо випробування паль статичним навантаженням	92
6.3 Особливості випробування паль статичним навантаженням	97
Заклучення	106
Тема 7. Контроль якості улаштування заглиблених споруд	107
7.1 Вимоги нормативних документів щодо неруйнівних методів контролю заглиблених споруд	107

7.1.1 Основні вимоги ДСТУ Б В.2.7-220:2009 «Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю».....	107
7.1.2 Основні вимоги ДСТУ Б В.2.7-226:2009 «Ультразвуковий метод визначення міцності»	110
7.2 Суть та особливості застосування неруйнівних методів контролю якості влаштованих заглиблених споруд	114
7.2.1 Ультразвуковий метод контролю якості влаштованих заглиблених споруд	114
7.2.2 Акустичний метод контролю якості заглиблених споруд.....	117
7.2.3 Ехо-метод контролю якості влаштованих заглиблених споруд	123
Заключення	126
Тема 8 Забезпечення стійкості та надійності огорожуючих конструкцій виїмок.....	128
8.1 Основні види закріплення огорожуючих конструкцій виїмок, їх переваги та недоліки	128
8.2 Види анкерів, їх конструктивні особливості.....	131
8.3 Основні технологічні операції улаштування анкерів.....	134
8.4 Технологічні особливості улаштування окремих видів анкерів	139
8.5 Випробування анкерів	143
8.6 Ефективність розрядно-імпульсної технології улаштування анкерів .	145
Заклучення	152
Тема 9. Вимоги нормативних документів щодо улаштування спеціальних фундаментів заглиблених і глибокого закладання	154
9.1 Основні вимоги ДБН В.2.1-10-2009 щодо проектування та улаштування основ та фундаментів.....	154
9.2 Основні вимоги ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів	163
9.3 Основні вимоги ДСТУ-Н Б В.2.1-29:2014 щодо проектування і влаштування заглиблених споруд способом «стіна в ґрунті»	171
Заклучення	177
Тема 10. Улаштування огорожуючих конструкцій котлованів за технологією «стіна в ґрунті»	179
10.1 Технологія улаштування підземних несучих і захисних огорожуючих конструкцій за методом «стіна в ґрунті».....	179
10.2 Технологія улаштування підземних конструкцій за методом «стіна в ґрунті» зі збірних елементів	197
10.3 Приготування, транспортування і очищення глинистих розчинів для використання в технології «стіна в ґрунті» та розробка ґрунту в котловані під її захистом	205
Заклучення	214
Тема 11. Забезпечення якості улаштування заглиблених споруд	216
11.1 Основні вимоги щодо забезпечення якості заглиблених споруд, які влаштовуються за технологією «стіна в ґрунті».....	216
11.2 Контроль технологічних операцій улаштування заглиблених споруд	228

11.3. Особливості технологічного контролю процесу улаштування огорожувальної конструкції котловану за методом «стіна в ґрунті»	249
Заклучення	254
Тема 12. Улаштування нульових циклів за технологією «TOP-DOWN»	256
12.1 Головні вимоги щодо улаштування нульових циклів за технологією «TOP-DOWN»	256
12.2 Використання дискового варіанту закріплення огорожень стін котлованів при улаштуванні заглиблених споруд за технологією «TOP-DOWN»	262
12.3 Конструкція та технологія улаштування бурових колон	268
Тема 13. Досвід використання спеціальних технологій для улаштування підземних споруд в умовах ущільненої забудови	279
13.1 Ефективність анкерного закріплення огороження котловану за технологією «jet-grouting»	279
13.2 Використання арочних конструкцій та спеціальних технологій улаштування підземної автостоянки	286
13.3 Використання спеціальних технологій в процесі реконструкції театру «Ла Скаля»	301
Заклучення	308
Тема 14. Удосконалення технології та організації виконання робіт з використанням спеціальних технологій	310
14.1 Принципові технологічні рішення улаштування підземних споруд за варіантом «зверху-вниз»	310
14.2 Удосконалені технології зведення будівель за принципом «вгору-вниз»	315
14.3. Подальше вдосконалення напівзакритого способу будівництва	333
Тема 15. Розвиток та використання спеціальних технологій для улаштування підземних споруд в умовах ущільненої забудови	341
15.1 Досвід використання спеціальних технологій при будівництві на місці знесеної будівлі	341
15.2. Будівництво в умовах практичного співпадіння плями забудови з межами будмайданчика	360
Заклучення	382
Тема 16. Ефективність використання збірно-монолітного варіанту конструкцій в будівництві	384
16.1 Улаштування залізобетонних збірно-монолітних каркасів багатоповерхових будівель за системою КУБ (каркас універсальний безригельний)	384
16.2. Виробництво залізобетонних виробів системи КУБ	399
16.3 Улаштування збірно-монолітного каркасу багатоповерхової будівлі з використанням багатопустотних плит	405
Заклучення	419
Перелік використаних джерел	421
ДОДАТОК А	423

Вступ

За останні десятиліття в розвинених країнах світу розроблені і впроваджені нові ефективні технології виконання спеціальних будівельних робіт. В таких технологічних процесах задіяні нові спеціальні технічні засоби, ефективні матеріальні ресурси, добре підготовлений інженерний та робітничий персонал. Ці технологічні процеси виконання спеціальних будівельних робіт забезпечують високу продуктивність, необхідну якість та безпечність виконання робіт в складних гідрогеологічних умовах та умовах ущільненої забудови. Виконання будівельних робіт в таких умовах традиційними методами практично неможливо.

В Україні такі сучасні технології виконання спеціальних будівельних робіт також починають успішно використовуватися. Тому для успішної роботи в будівельній галузі в сучасних умовах магістр зі спеціальності “Будівництво та цивільна інженерія”, спеціалізації “Промислове та цивільне будівництво” повинен добре знати як та чим виконуються спеціальні будівельні процеси безпосередньо на будівельному майданчику, вітчизняний та зарубіжний досвід, норми та правила їх виконання. Тільки на базі отриманих знань магістр може розробити проект виконання спеціальних будівельних робіт та успішно втілити його в життя – збудувати його. Це основне завдання навчальної дисципліни “Технологія спеціальних робіт”.

Використання підземного простору в містах з ущільненою забудовою, складних гідрогеологічних умовах є нагальною проблемою. Для її вирішення в розвинених країнах світу за останні десятиліття розроблена і успішно використовується потужна високопродуктивна спеціальна техніка. Така техніка забезпечує виконання спеціальних робіт з улаштування фундаментів та окремих заглиблених споруд при значних глибинах котлованів зі збереженням будівель, споруд та комунікацій, які знаходяться поряд. Проекти з улаштування суттєво заглиблених нульових циклів реалізуються в різноманітних гідрогеологічних умовах, часто досить складних. Тому розроблена та впроваджена спеціальна техніка та відповідні спеціальні технології, як правило, не є універсальними. В залежності від конкретних умов будівництва надається перевага тому чи іншому варіанту виконання спеціальних будівельних робіт, зокрема улаштування скважин для бурових паль.

Найпростішим варіантом улаштування бурових паль є буріння скважини, монтаж в неї попередньо виготовленого армокаркасу та її бетонування. Але при бурінні та демонтажі обсадної труби в процесі бетонування ґрунт навколо палі по її стінках та в місці її обпирання не ущільнюється, як це має місце при здавлюванні або забиванні збірної палі. Тому несуча здатність такої буронабивної палі може суттєво знижуватися. Для підвищення несучої здатності цих паль розроблена спеціальна техніка та відпрацьовані відповідні технологічні режими їх улаштування.

За останні 30-40 років успішно використовується в будівництві спеціальна технологія струминної цементації ґрунтів «jet-grouting». Ця технологія дає можливість виконувати роботи з будівництва в складних гідрогеологічних умовах. Її унікальність полягає в тому, що вона забезпечує суттєве покращення основ, на яких влаштовуються фундаменти, а також і під будівлями та спорудами, які вже збудовані та експлуатуються. Тому в процесі будівництва в ущільнених умовах міст є можливість зводити нові будівлі та споруди впритул до існуючих, забезпечуючи їх збереження. Технологія «jet-grouting» є також конкурентоздатною для улаштування огорожень котлованів і траншей, надійно забезпечуючи стійкість вертикальних стінок та захист котлованів від ґрунтових вод.

Накопичений досвід використання в будівництві спеціальної технології струминної цементації ґрунтів «jet-grouting» підтверджує її ефективність використання, особливо в складних гідрогеологічних умовах. Вона є ефективною також в умовах ущільненої міської забудови при улаштуванні заглиблених споруд, в тому числі нижче рівня розташування подошви фундаментів будівель і споруд, які знаходяться поряд з котлованами і траншеями, які влаштовуються. Тому важливо майбутнім фахівцям добре вивчити накопичений досвід використання технології струминної цементації ґрунтів «jet-grouting» для успішного його використання в своїй практиці.

При використанні в будівництві спеціальної технології струминної цементації ґрунтів «jet-grouting» виникає суттєва проблема забезпечення якості влаштованих конструкцій. Роботи за цією технологією виконуються під землею, тому візуально проконтролювати операції влаштування конструкцій складно. Крім того ґрунти, які змішуються з водно-цементною суспензією мають різноманітний склад і можуть впливати на якість отриманих конструкцій. Тому важливо

вивчити накопичений досвід забезпечення та контролю якості конструкцій, отриманих за технологією «jet-grouting».

Контроль якості улаштування заглиблених споруд необхідно виконувати в процесі їх улаштування. Важливо своєчасно проконтролювати кожну операцію і забезпечити належне її виконання. Послідуючі операції можна проводити тільки після приймання, як правило комісійного, попередніх, впевнившись у відповідності завершених робіт по кожній операції діючим нормативам та допустимим відхиленням від них. Результати контролю кожної операції необхідно підтверджувати відповідним документом, як правило, актом на закриття прихованих робіт, оскільки послідуною операцією закриваються конструкції, які влаштовані попередньою. На завершальному етапі приймання влаштованих заглиблених споруд необхідно комісійно перевірити наявність всієї необхідної документації щодо операційного контролю за технологією їх улаштування. Крім того контролюється якість влаштованих конструкцій неруйнівними методами. Ці методи отримали хороший розвиток за останні десятиліття завдяки використанню ефективної техніки та технології її впровадження і дозволяють отримати достовірну статистично підтверджену інформацію щодо якості влаштованих конструкцій під землею без їх розкопування.

Для забезпечення надійності огороження влаштованих котлованів та траншей, упередження обвалення ґрунту разом з влаштованими огороженнями їх закріплюють. Найбільш поширеними методами закріплення влаштованих огорожень є улаштування розпірок, підкосів та анкерування. Кожен з цих методів має свої переваги та недоліки і може бути найбільш ефективним в конкретних умовах улаштування виїмок. Останнім часом найчастіше використовується анкерування для закріплення огорожень виїмок. Важливо спеціалісту будівельної галузі знати сучасні технології анкерування огорожуючих конструкцій для забезпечення безаварійної безпечної роботи в котлованах і траншеях при надійному закріпленні стінок від обвалення.

Одним з ефективних і найбільш надійних методів улаштування огорожуючих конструкцій котлованів є технологія улаштування заглиблених споруд способом «стіна в ґрунті». В останні десятиліття будівельники отримали ефективну потужну техніку для виконання робіт за цією технологією, яка дозволила суттєво підвищити продуктивність праці, якість та надійність конструкцій. Значною перевагою

цього методу є можливість улаштування надійного огородження котловану в складних гідрогеологічних умовах до початку розробки ґрунту в котловані. А після улаштування надійного огородження стінок котловану проводити його улаштування.

Значну частину конструкцій заглиблених споруд влаштовують під землею за спеціальними технологіями. До таких конструкцій відносяться заглиблені споруди, влаштовані способом «стіна в ґрунті», бурові палі та палі-колони. Їх відкривають і вони доступні для візуального контролю частково тільки в процесі послідуєючої розробки ґрунту в котловані під їх захистом. Тому від якості влаштованих заглиблених споруд залежить не тільки безпечна надійна експлуатація таких споруд, але й безпечне виконання робіт з подальшого зведення об'єкта та безаварійна експлуатація навколишніх будівель.

Одночасне будівництво вгору і вниз в англomовних країнах називається «TOP-DOWN», а будівництво «зверху-вниз» з поверхні землі – «UP-DOWN». За останні 20-30 років в розвинених країнах світу накопичений значний досвід улаштування заглиблених споруд за технологією «TOP-DOWN». Використання цього методу дозволяє успішно освоювати підземний простір в складних гідрогеологічних умовах при щільній міській забудові. Надійне огородження котловану влаштованими конструкціями до його розробки гарантує безпечність виконання робіт в котловані, збереження існуючої забудови та комунікацій, які знаходяться поруч з будівельним майданчиком. Подальше використання огородження котловану в якості несучих конструкцій будівлі, яка зводиться, одночасне виконання робіт з улаштування підземної та надземної частин будівлі дозволяє суттєво скоротити терміни та вартість будівництва. Часто такий метод будівництва в складних гідрогеологічних та стиснених умовах міської забудови єдино можливий метод будівництва сучасних будівель та споруд.

Проблеми виконання перерахованих та деяких інших методів виконання спеціальних будівельних робіт детально розглянуті в даному посібнику з метою належної підготовки висококваліфікованих спеціалістів будівельної галузі для успішної подальшої роботи в сучасних умовах.

Терміни та скорочення

Барети - глибокі опори, виготовлені в ґрунті (працюють за принципом буронабивних паль).

Башмак палевий - сталевий наконечник, який вдягають на нижній кінець палі.

Безкрановий монтаж - монтаж будівель і споруд без використання монтажних кранів з використанням стаціонарних або переставних монтажних засобів: шеври, «падаючих стріл», домкратів та ін. Приклад безкранового монтажу - підйом по колонах за допомогою домкратів монолітних плит будівель, що зводяться методом підйому перекриттів.

Безпека - відсутність неприпустимого ризику, пов'язаного з можливістю завдання будь-якої шкоди для життя, здоров'я та майна громадян, а також для навколишнього природного середовища.

Берма - горизонтальна ділянка для укріплення схилів, влаштовується також в котлованах для тимчасового закріплення вертикальних стінок.

Бетонні роботи - роботи, що виконуються при зведенні монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій і споруд з бетону. Бетонні роботи включають приготування бетонної суміші, доставку її на будівельний майданчик, подачу, розподіл і ущільнення суміші у формі (опалубці), догляд за свіжоукладеним бетоном, контроль якості бетонних робіт (випробування зразків на міцність, водонепроникність, морозостійкість та ін.).

Бетонування безопалубочне - бетонування при укладанні бетонної суміші «в розпір», наприклад, при влаштуванні буронабивних паль, стрічкових фундаментів, при торкретуванні і ін.

Бетонування безперервне - спосіб, застосовуваний при улаштуванні масивних споруд або конструкцій. Забезпечення безперервного способу транспортування і укладання бетонної суміші.

Бетонування підводне - укладання бетонної суміші під водою із запобіганням її розмивання і виносом в'язучого зі складу суміші.

Будівельна продукція - закінчені будівництвом будівлі та інші будівельні споруди, а також їх комплекси.

Будівельна споруда - одиничний результат будівельної діяльності, призначений для здійснення певних споживчих функцій.

Будівельне виробництво – взаємопов'язаний комплекс будівельних процесів, проектних, вишукувальних та науково-дослідних робіт

і виробничих стосунків, спрямований на створення об'єктів будівництва.

Будівельні конструкції - елементи будівель і споруд, які виконують несучі, огорожувальні, допоміжні або суміщені функції.

Будівельні роботи - процес зведення нових, реконструкція, капітальний ремонт, технічне переоснащення об'єктів будівництва

Будівельний виріб - виріб, призначений для застосування в якості елемента будівельних конструкцій будівель і споруд.

Будівельний генеральний план комплексу будівель і споруд - план будівельного майданчика, на якому показані розміщення комплексів будівель і споруд, які будуються, загальномайданчикові закриті і відкриті склади, титульні тимчасові будівлі та споруди, які фінансуються за рахунок зведеного кошторису, магістральні тимчасові інженерні мережі, постійні і тимчасові залізничні й автомобільні дороги.

Будівельний генеральний план на окрему будівлю (споруду) - план ділянки будівництва, на якому показується розміщення споруджуваного будинку чи споруди, уточнюються розташування доріг і мереж, складських будівель і майданчиків, підкранових колій, тимчасових будівель і споруд підготовчого і основного періодів.

Будівельний майданчик - територія, яка виділяється в установленому порядку для будівництва об'єктів, розміщення тимчасових будівель, споруд та інженерних мереж, будівельної техніки, будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та обладнання, які використовуються у процесі будівництва.

Будівельний підйом - невеликий вигин вгору, створюваний в процесі виготовлення будівельних конструкцій, що забезпечує досягнення ними проектної форми при дії експлуатаційних навантажень. Будівельний підйом покращує експлуатаційні та архітектурні якості конструкцій; може створюватися в конструкціях різного призначення (плитах перекриттів і покриттів, фермах і ін.).

Будівельний процес - сукупність загальнобудівельних робіт, виконуваних в суворій технологічній послідовності.

Будівля - наземна будівельна споруда з приміщеннями для проживання та (або) діяльності людей, розміщення виробництв, зберігання продукції або утримання тварин.

Будівництво - вид виробничої діяльності, результатом якої є будівельна продукція або будівельні матеріали і вироби. Поняття «будівництво» включає нове будівництво, розширення, реконструкцію і те-

хнічне переозброєння.

Вантажозахоплювальні пристрої - пристосування у вигляді гнучких сталевих або текстильних стропів, різних систем траверс, механічних і вакуумних захватів для підйому будівельних конструкцій. Вони повинні забезпечувати просту і зручну строповку і розстроповку елементів, надійність зачеплення або захоплення, що виключає можливість вільної розстроповки і падіння вантажу, повинні бути випробувані пробним статичним або динамічним навантаженням, що перевищує їх паспортну вантажопідйомність.

Вертикальний транспорт - транспорт у будівництві, що входить у виробничий процес і забезпечує підйом матеріалів і конструкцій на різну висоту (яруси, поверхи). Приклади вертикального транспорту - крани баштові, мостові, стрілові самохідні крани, лебідки, конвеєри, підйомники і ін.

Верхолазні роботи - роботи, що виконуються на висоті більше 5 м від поверхні землі, покриття або робочого настилу. При цьому основним засобом, який унеможливорює падіння, є запобіжний пояс.

Виконавча документація - документація, яка засвідчує особливості виконання будівельних робіт на об'єкті будівництва, відображає методи та умови їх виконання, підтверджує фактичні параметри їх результатів.

Виліт гака крана - відстань по горизонталі між віссю обертання поворотної платформи крана і вертикальною віссю, що проходить через центр крюкової обойми вантажного гака.

Виробка - кількість будівельної продукції, випущеної за одиницю часу (зазвичай за 1 годину або за зміну).

Вузол (монтажний процес) - з'єднання декількох елементів різного конструктивного призначення, наприклад, колони і фундаменту, кроквяної ферми і колони та ін. Однак в будівельній термінології всі зазначені сполуки зазвичай називають «стики». Стики бувають несучими і ненесучими.

Геодезичні роботи - вимірювання та побудови, що забезпечують відповідність геометричних параметрів об'єкта будівництва проекту і включають створення геодезичної розбивочної основи, виконання розбивочних робіт в процесі будівництва, геодезичний контроль геометричної точності виконання БМР і геодезичні спостереження за деформаціями будівель і споруд, що будуються.

Гідроізоляція - захист конструкцій, будівель і споруд від дії на

них води та інших рідин, а також матеріали, які використовуються для цих цілей.

Гнучкі стропи - стропи зі сталевих або текстильних канатів, що використовуються при підйомі колон, балок, плит, стінових панелей, контейнерів та ін. Виконуються універсальними і полегшеними в залежності від технологічного призначення - одно-, дво-, чотири- і шестигілковими.

Горизонт монтажний - площина, що проходить через опорні площини несучих конструкцій на кожному поверсі або ярусі будівлі, що зводиться. На монтажний горизонт переносять опорні точки розбивочних осей, закріплених на вихідному горизонті.

Гріюча опалубка - форма для улаштування бетонних виробів (термоактивна) в зимовий час при температурі повітря до -40°C. Гріюча опалубка складається із сталевих опалубних щитів, в яких установлені трубчасті електричні нагрівачі або нагрівальний кабель.

Дефект - відхилення якості, форми або фактичних розмірів елементів та конструкцій від вимог нормативно-технічної чи проектної документації, яке виникає при проектуванні, виготовленні, транспортуванні та монтажі.

Деформація будівлі - зміна форми і розмірів, а також втрата стійкості (осадка, переміщення, крен і ін.) будівлі під впливом різних навантажень і впливів.

Діагностика будівлі (споруди) - процес установлення технічного стану будівлі (споруди).

Діагностична процедура - прийом, за допомогою якого отримують інформацію про технічний стан об'єкта діагностики.

Довговічність - властивість будівельного об'єкта тривалий час зберігати роботоспроможний стан при встановленій системі технічного обслуговування і прийнятому порядку проведення ремонтів.

Документація - сукупність документів, оформлених за єдиними правилами.

Документація виконавча - сукупність документів, які засвідчують процес виробництва будівельних і монтажних робіт і технічний стан будівельного об'єкта (схеми виконавчі і креслення на інженерні конструкції, схеми приймання виконаних і прихованих робіт, акти проміжного приймання окремих елементів робіт, журнали виконання робіт, операційного контролю, авторського нагляду та ін.). Пред'являється при прийманні об'єкта в експлуатацію і використовується в

процесі майбутньої експлуатації.

Документація графічна - документація, що надається у вигляді графіків, діаграм; описується в текстово-графічній формі інформація про об'єкт.

Документація дозвільна - комплект документів, який дозволяє замовнику розробку проектно-вишукувальних робіт щодо будівництва або реконструкції об'єкта, що видається державними або місцевими органами.

Документація нормативно-довідкова (нормативно-технічна) - сукупність офіційних документів, що містять певні правила, стандарти, нормативи і умови, ДБНи, ДСТУ та інші нормативні документи, затверджені державними органами. До нормативно-довідкової документації відносяться також інструкції, вказівки, положення обов'язкового чи рекомендаційного характеру, що відображають специфіку окремих видів будівництва. Нормативні документи регламентують діяльність підприємств і правомірність їх рішень у відповідних областях діяльності на всіх етапах інвестиційного циклу (вишукування, проектування, будівництво, реконструкція, ремонт і т. п.).

Документація організаційно-технологічна - частина проектно-кошторисної документації, що обґрунтовує рішення з технології та організації робіт і будівництва. Розробка організаційно-технологічної документації зазвичай ведеться в дві стадії: на першій розробляють ПОБ - проект організації будівництва, на другій - ПВР - проект виконання робіт.

Документація робоча - частина проектно-кошторисної документації, що розробляється на стадії "робоча документація" і використовується безпосередньо на будівельних майданчиках при зведенні об'єктів.

Експлуатація будівлі або споруди - використання будівлі (споруди) згідно з функціональним призначенням та проведенням необхідних заходів до збереження стану конструкцій, при якому вони здатні виконувати задані функції з параметрами, що визначені вимогами технічної документації.

Експлуатація нормальна - експлуатація здійснювалася (без обмежень) відповідно до передбачених у нормах або завданнях на проектування технологічних чи побутових умов.

Заготівельні процеси - підготовчі роботи щодо забезпечення спо-

руджуваних об'єктів напівфабрикатами, деталями і виробами.

Заготівельні роботи - заготівля і виробництво будівельних і експлуатаційних матеріалів, організація складів.

Замоноличування стиків - процес перетворення в моноліт зони сполучення двох або більше збірних залізобетонних конструкцій або їх елементів. Досягається скріпленням випусків арматури або заставних деталей (переважно зварюванням) з наступним заповненням стикової порожнини бетонної сумішшю або розчином.

Заповнення (залівка) швів і тріщин - технологічна операція введення в паз шва або тріщини герметика (мастики) для забезпечення їх водонепроникності.

Захвати - пристрої для безпечного підйому елементів, які монтуються. Конструктивно захвати виконують механічними, електромагнітними і вакуумними.

Захватка - частина ділянки забудови, будівлі, споруди, в межах якої виконуються всі окремі будівельні процеси, які входять в технологічний комплекс робіт. При ритмічних потоках розмір захватки призначається з приблизно рівними на даному та послідовних за ним ділянках (секція, підсекції) обсягами робіт за умови, що темпи переходу бригад, що виконують різні роботи, рівні ритму потоку. Місцезнаходження меж захваток ув'язується з конструктивним рішенням будівлі або споруди.

Зворотне засипання - засипка виїнятим ґрунтом виїмок і пазух, що залишилися в виїмках після зведення конструкцій або прокладки комунікацій.

Земляні роботи - комплекс будівельних робіт, що включає виїмку (розробку) ґрунту, переміщення його і укладання з розрівнюванням і ущільненням ґрунту.

З'єднання (в будівельних конструкціях) - скріплення між собою елементів будівельної конструкції з метою утворення вузлів, збільшення розмірів конструкції або зміни умов її роботи. Основні види з'єднань - зварні, заклепочні, болтові, клейові; різьбові влаштовуються як при виготовленні конструкцій (заводські з'єднання), так і при їх складанні на будівельному майданчику (монтажні з'єднання).

Інженерна підготовка території будівельного майданчика - комплекс взаємопов'язаних підготовчих заходів організаційного, технічного і технологічного характеру з метою підготовки і здійснення будівництва. До основних робіт інженерної підготовки території буді-

вельного майданчика відносяться прокладка постійних і тимчасових трубопроводів, вертикальне планування майданчика і прокладка автошляхів, улаштування монтажних і складських майданчиків, а також мобільних і інвентарних тимчасових будівель.

Кавальєр - насип, що утворюється при відсипці непотрібного ґрунту, а також для тимчасового зберігання ґрунту, зворотної засипки траншей і фундаментів.

Календарне планування - процес організаційно-технологічної ув'язки в часі і просторі елементів будівельного виробництва, що включає розробку організаційно-технологічних моделей процесів зведення окремих будівель і споруд або їх комплексів з подальшою їх календаризацією (прив'язкою термінів будівництва об'єктів комплексу і робіт до календарних термінів з урахуванням нормативної або договірної тривалості будівництва).

Календарний план в будівництві - сукупність документів, що визначають послідовність і терміни здійснення будівництва. Календарні плани є основними документами в складі проекту організації будівництва і проектів виконання робіт. У відповідності з календарним планом будівництва розробляються календарні плани і графіки потреби в робочих кадрах і матеріально-технічних ресурсах.

Капітальне будівництво - найважливіша складова галузі матеріального виробництва, що включає нове будівництво, розширення, реконструкцію і технічне переоснащення діючих підприємств, будівель і споруд.

Капітальність будівлі - сукупність ознак довговічності і вогнестійкості будівлі. Чим будівля довговічніша і більш вогнестійкі її конструкції, тим вище клас.

Каротаж (від фр. *carottage*) — геофізичне дослідження свердловин електричними, магнітними, радіоактивними, акустичними та іншими методами з метою вивчення геологічної будови місцевості.

Комбінований метод монтажу - поєднання диференційованого (послідовна установка всіх однотипних конструкцій в межах будівлі або ділянки) і комплексного (послідовний монтаж різнотипних конструкцій в межах однієї або декількох осередків будівлі) методів.

Комплексна бригада - бригада, яка об'єднує робітників різних професій і спеціальностей, зайнятих одночасним виконанням основних і допоміжних процесів, які знаходяться в безпосередній організа-

ційній залежності і пов'язаних єдністю кінцевої продукції. В комплексну бригаду зазвичай включається не більше 50 робочих різних професій і спеціальностей, об'єднаних в спеціалізовані ланки.

Комплексний метод монтажу - послідовний монтаж різнотипних конструкцій в межах однієї або декількох суміжних осередків будинку, що утворюють жорстку стійку систему, що відкриває фронт для ведення подальших робіт.

Комплексний процес - сукупність простих процесів, які виконуються одночасно, що знаходяться між собою в безпосередній організаційній залежності і пов'язаних єдністю кінцевої продукції, наприклад, монтаж колон, балок і ферм каркасу будівлі.

Комплексно-механізований процес - будівельний процес, всі основні роботи якого виробляються машинами, а деякі допоміжні операції можуть виконуватися за допомогою механізованого інструменту. При цьому всі машини пов'язані між собою по продуктивності і основними параметрами з таким розрахунком, щоб забезпечувалась висока продуктивність праці, найменша вартість, кращі показники використання основних машин і скорочення термінів виконання робіт.

Конструктивні частини будівель або споруд - частини будівель і споруд, які утворюють структурно неподільний багатофункціональний елемент (основа, фундамент, несучі та огорожувальні конструкції, підлоги, отвори, покрівля, оздоблювальні покриття, інженерні мережі та пристрої).

Ланка - група робітників (однієї професії та різної кваліфікації), найменша чисельність якої обумовлюється раціональною організацією праці при виконанні певного будівельного процесу.

Матеріали багаторазового використання (опалубка, кріплення і т.п.) - матеріали і вироби, що застосовуються відповідно до технології будівельного виробництва по кілька разів при виконанні окремих видів робіт. Неодноразове їх використання враховане в кошторисних нормах на відповідні конструкції та види робіт.

Моніторинг об'єкта будівництва - безперервні або періодичні спостереження визначених показників технічного стану об'єкта будівництва та/або прилеглої забудови.

Монтаж - складання та встановлення споруд, конструкцій, технологічного обладнання, агрегатів, машин, апаратів з готових частин (вузлів) і елементів.

Монтажні роботи - сукупність виробничих операцій по установ-

ці в проектне положення і з'єднання в одне ціле елементів будівельних конструкцій, деталей трубопроводів, вузлів технологічного обладнання. Монтажні роботи включають в себе монтаж будівельних конструкцій (металевих, залізобетонних та деревинних); монтаж санітарно-технічних систем (водопостачання, каналізації, опалення, вентиляції та ін.); монтаж електротехнічних приладів; монтаж технологічного обладнання.

Монтажно-укладальні процеси – процеси з переробки, зміни форми або надання нових якостей матеріальним елементам будівельних процесів і забезпечують отримання продукції будівельного виробництва.

Надійність - властивість будівельного об'єкта виконувати задані функції протягом потрібного проміжку часу.

Надійність в будівництві - здатність організаційних, технологічних, економічних рішень забезпечувати досягнення заданого результату будівельного виробництва в умовах випадкових відмов, властивих будівництві як складної ймовірнісної системи. Показник (рівень) надійності зведеного окремого об'єкта або комплексу об'єктів може бути виражений аналітично через вірогідність виконання БМР з певною тривалістю, трудомісткістю, вартістю та іншими показниками в межах запроектованих величин.

Надійність технологічно-організаційна - здатність організаційних, технологічних і економічних рішень із заданою вірогідністю забезпечити досягнення заданого результату функціонування системи будівельного виробництва в умовах випадкових відмов, властивих будівництву.

Настил - конструктивний елемент (залізобетонний, металевий або дерев'яний), що встановлюється на опорні конструкції споруди (стіни, ригелі, балки, прогони). Служить основою для підлог або покрівлі в будинках, технологічних робочих майданчиків в цехах, для покриття проїжджої частини мостів і т. п.

Небезпечна зона - простір, в якому можлива дія на людину небезпечного і (або) шкідливого виробничого чинника.

Норма часу - кількість робочого часу, необхідного для виробництва одиниці доброякісної продукції робочими відповідної професії і кваліфікації, які виконують роботу в умовах правильної організації праці і виробництва.

Норма машинного часу - кількість робочого часу машини, який

необхідно витратити на виробництво одиниці доброякісної машинної продукції в умовах раціонального використання машини, а також правильної організації праці і виробництва.

Нормативна виробка - кількість доброякісної продукції, яку повинен виробити за одиницю часу при даних засобах праці робітник відповідної професії та кваліфікації, працюючий в умовах правильної організації праці і виробництва.

Нормативна продуктивність машини - кількість доброякісної продукції, що виробляється машиною в одиницю часу при правильній організації праці і виробництва.

Нуль будівельний - проектна відмітка рівня чистої підлоги першого поверху. Нуль будівельний виноситься геодезичним нівелюванням і закріплюється на будівельному майданчику або відзначається на стіні будівлі червоною горизонтальною лінією.

Нульовий цикл - комплекс робіт з будівництва підземної частини будівлі. Включає вертикальне планування, риття котловану, улаштування паль; фундаментів і стін підвалу, ростверків, введів і випусків інженерних комунікацій; гідроізоляцію підземної частини стін, монтаж перекриттів, зворотну засипку пазах котловану.

Об'єкт будівництва - окрема будівля (виробничий корпус або цех, склад, вокзал, овочесховище, житловий будинок, клуб і т. п.) або споруда (міст, платформа, тунель, гребля і т. п.) з усіма облаштуваннями, які відносяться до нього (галереями, естакадами і т. п.), обладнанням, меблями, інвентарем, підсобними та допоміжними пристроями, а також при необхідності з прилеглими до нього інженерними мережами та загальномайданчиковими роботами (вертикальне планування, благоустрій, озеленення та т. п.).

Облицювання - технологічний процес закріплення на бічній поверхні бетонних і ґрунтових споруд кам'яних, бетонних та інших блоків для захисту поверхонь від дії води, льоду і покращення зорового сприйняття.

Обноска - спеціальне пристосування, що застосовується на будівельному майданчику при винесенні осей будівлі і їх закріпленні.

Обстеження - процес отримання якісних та кількісних показників експлуатаційної придатності будівлі (споруди), його частин та конструкцій шляхом візуального огляду, інструментальних вимірів у натурі та лабораторних визначень.

Огородження - інвентарні пристрої, що захищають робочі місця

на висоті для запобігання падінню людини. Відносяться до засобів колективного захисту працюючих. Огородження встановлюються на висоті 1,3 м і більше в місцях найбільш ймовірного падіння будівельників: по периметру покриття будівлі та його міжповерхових перекриттів; з відкритих сторін сходових маршів і майданчиків, віконних прорізів; біля шахт ліфтів на монтажному горизонті і їх дверних прорізів. За функціональним призначенням огороження підрозділяються на захисні, які застосовуються для запобігання ненавмисному доступу людини до межі перепаду по висоті; страхувальні, що забезпечують утримання людини в разі втрати нею стійкості поблизу межі перепаду висоти; сигнальні, призначені для позначення небезпечної зони, в межах якої є небезпека падіння з висоти.

Опалубка - форма, в яку укладають арматуру і бетонну суміш при зведенні бетонних і залізобетонних конструкцій. Виготовляється з дерева, металу, залізобетону, пластмас та інших матеріалів. Найбільш поширені розбірно-переставна, об'ємно-блочна і змінна (рухлива) опалубки.

Опалубні роботи - роботи по заготівлі, установці і розбиранню опалубки.

Опора глибокого закладання - фундамент, що споруджується без улаштування котловану. Застосовують в мостобудуванні, гідротехнічному будівництві, при будівництві промислових споруд з великими зосередженими навантаженнями. Опори глибокого закладання, як і пальові фундаменти, влаштовують зануренням в ґрунт попередньо виготовлених на поверхні конструкцій або заповненням улаштованої в ґрунті свердловини.

Оптимізація - процес вибору найкращого варіанта з можливих; процес приведення системи в найкращий (оптимальний) стан.

Організація будівельного виробництва – функціональна система, що включає об'єкти будівництва, ресурси для їх зведення (тимчасові, трудові, матеріальні, фінансові), а також обмеження і правила взаємодії ресурсів (послідовність, напрямок, суміщення, тривалість, інтенсивність, надійність) для досягнення заданого результату - зведення об'єкта. Запроектовану організацію зберігає і удосконалює управління, яке проводить діяльність щодо забезпечення організації.

Осадка (будівельна) - деформація основи споруди, що не супроводжується докорінною зміною структури ґрунту. Утворюється в результаті ущільнення ґрунту і витіснення з його порожнин надлишко-

вої води. Осадка повинна бути менше гранично допустимої, яку встановлюють виходячи з конструктивних особливостей споруджуваного об'єкту і експлуатаційних умов.

Осадочний шов - шов між частинами будівель і споруд, які споруджуються на різних за фізико-механічними властивостями ґрунтах, а також відрізняються один від одного висотою або навантаженнями. Зазвичай осадочний шов виконує також функції температурно-усадочного шва, а в сейсмічних районах - антисейсмічні. Осадочний шов повинен розділяти як саму споруду, так і його фундамент, щоб забезпечити вільний взаємний зсув по вертикалі розділених ним частин споруди.

Основні процеси (земляні) - процеси в комплексі земляних робіт по риттю котлованів і траншей, планування майданчиків, відсіпки насипів з ущільненням ґрунтів, транспортування ґрунту у відвал, підчистки і плануванні дна котлованів, обробці укосів.

Особливості підготовки будівельного виробництва - особливості, залежні від методу організації будівництва об'єктів і їх комплексів.

Пакер - ущільнюючий пристрій у вигляді розширеної камери, який упереджує вихід розчину зі скважини в процесі ін'єкціювання зони закріплення анкера.

Паля - стрижневий конструктивний елемент, занурюваної в ґрунт або утворений в свердловині для передачі навантаження від споруди ґрунту.

Перекриття будівлі - його внутрішня горизонтальна захисна конструкція (зазвичай комплексна). Складається з основної (несучої) частини (наприклад, балки, плити), ізоляційних шарів підлоги, іноді стелі (як самостійний елемент перекриття). Розрізняють перекриття міжповерхові, горищні (розділяють верхній поверх і горище), підвальні і ін.

Підводне бетонування - укладання бетонної суміші під водою без виконання водовідливу. Застосовують наступні методи підводного бетонування: метод вертикально переміщуваної труби (ВПТ), метод нагнітання розчину, укладання бетонної суміші бункерами, метод втрамбування бетонної суміші.

Підготовка до будівництва - система організаційно-технічних заходів і підготовчих робіт для забезпечення будівництва об'єкта у відповідності з проектними рішеннями, вимогами законодавства та нормативних документів, а також з узгодженою діяльністю учасників

будівництва.

Підготовчі процеси - процеси, які передують виконанню монтаж-но-укладальних процесів і забезпечують їх ефективне виконання (наприклад, укрупнювальне перед монтажем складання конструкцій, облаштування допоміжними пристосуваннями і ін.).

Підготовчі роботи - роботи, які мають забезпечувати можливість розгортання і здійснення будівельних робіт.

Підмости - дерев'яний настил, який встановлюється на перекритті; служить робочим місцем при виконанні деяких будівельних робіт (наприклад, кладки стін).

Підпірна стінка - конструкція, що утримує від обвалення масив ґрунту, що знаходиться за нею.

Пошкодження - відхилення від первісного рівня якості елементів та конструкцій, яке виникає під час експлуатації або аварії.

Пошкодження, несправність елемента, будівлі, споруди - стан споруди або її елементів, при якому не виконувалося хоча б одна з пред'явлених до нього вимог.

Приховані роботи - будівельні роботи, результати яких закриваються подальшими роботами і потребують перед цим підтвердження їх відповідності вимогам проектної документації.

Прогін - конструктивний елемент покриття будівлі, що укладається по основних несучих конструкціях (балках, фермах і т.п.).

Прогрів (бетону) - спосіб догляду за бетоном при негативних температурах шляхом утворення теплого укриття і підвищення температури підігрівом паром або електроенергією.

Проект (в будівництві) - комплекс графічних і текстових матеріалів, що містять рішення з технології та обладнання майбутнього підприємства або будівлі, архітектурно-планувальні та конструктивні рішення, техніко-економічні розрахунки і обґрунтування, кошториси та необхідні пояснення або розроблені креслення споруди.

Проектно-технологічна документація - документація, яка містить рішення з організації і технології будівництва об'єкта.

Проект організації будівництва (ПОБ) - вид проектно-технологічної документації у складі проекту, яка містить рішення з організації будівництва об'єкта в цілому та, за необхідності, черги, пускового комплексу, відокремленої частини, частини об'єкта будівництва, підготовчих робіт.

Проект підготовчих робіт (ПрПР) - розділ проектної документа-

ції об'єкта будівництва, який містить заходи з підготовки будівельного майданчика до виконання будівельних робіт.

Проект виконання робіт (ПВР) - вид проектно-технологічної документації, яка розробляється на основі робочої документації та проекту організації будівництва і визначає та деталізує технологію, організацію та умови виконання будівельних робіт.

Риштування будівельні - багатоярусна конструкція для розміщення робітників і матеріалів безпосередньо в зоні виконання БМР на різних горизонтах. Риштування будівельні відносяться до засобів підмоцнування і за конструктивним виконанням поділяються на стійкові, пересувні, підвісні і випускні. У будівництві найбільш поширені збірно-розбірні інвентарні стійкові приставні хомутові або штирьові риштування зі сталевих труб. Монтують їх для мурувальних робіт на висоту до 40 м, а для оздоблювальних робіт - до 60 м. Стійкість риштувань забезпечується кріпленням їх до закладених в стіну інвентарних крюків-анкерів не менше ніж через один ярус для крайніх стійок, через два прольоти - для верхнього ярусу та одного кріплення - на кожні 50 м² проєкції поверхні риштувань на фасад будівлі. При роботах з риштувань висотою 6 м і більше влаштовують не менше двох настилів: робочий (верхній) і захисний (нижній), а кожне робоче місце захищають зверху настилом, розташованим на висоті не більше 2 м від робочого настилу. Роботи на кількох ярусах по одній вертикалі без проміжних захисних настилів не допускаються. Для попередження падіння людей, матеріалів і інструментів настил риштувань захищають із зовнішньої і торцевої сторін перильною огорожею висотою 1,1 м, що мають бортову дошку. Риштування мають бути заземлені в цілях захисту від блискавок і обладнуються металевими стрижневими блискавкоприймачами, розташованими на висоті 4 м від верхнього ярусу через 20 м по фронту риштувань. Блискавковідводом служать стійки риштувань, з'єднані з заземлювачем. Для забезпечення пожежної безпеки на кожні 20 м довжини риштування передбачається один вогнегасник, а на 100 м довжини - бочка з водою місткістю 250 л.

Роботи приховані - окремі види робіт (улаштування фундаментів, гідроізоляції, установка арматури і закладних деталей в залізобетонних конструкціях і т.п.), які недоступні для візуальної оцінки приймальними комісіями при здачі об'єкта будівництва в експлуатацію і приховувані подальшими роботами і конструкціями.

Робоча операція - технологічно однорідний і організаційно неподільний елемент будівельного процесу. Кожна операція складається з декількох тісно пов'язаних між собою робочих прийомів, які, в свою чергу, складаються з окремих рухів.

Робочий процес - комплекс технологічно пов'язаних трудових, машинних або тих і інших операцій, об'єднаних з метою отримання певної кількості закінченою продукції.

Робочий шов (процес бетонування) - площина стика між затверділим і новим (свіжоукладеним) бетоном, що утворилася через перерви в бетонуванні.

Розбивка - перенесення з креслення на місцевість осей споруди або будівлі, їх розмірів і вертикальних позначок.

Розпалублення - демонтаж опалубки, який виконувалося після досягнення бетоном забетонованої конструкції міцності, яка допускає зняття опалубки.

Розрядно-імпульсні технології (PIT) - технології, засновані на використанні ефектів вибухоподібного перетворення електричної енергії в інші її види у момент розряду імпульсу струму високої напруги.

Ростверк (Rostwerk від нього Rost - решітка і Werk - будова, укріплення) - конструкція верхньої частини пальового фундаменту у вигляді бетонної або залізобетонної плити або балки, яка об'єднує палі в одне ціле; служить для рівномірної передачі навантаження на палі.

Самонесуча стіна - стіна будівлі або споруди, що виконує огорожувальні функції і не несе вертикальних навантажень, крім власної ваги.

Складування - технологічна операція з приймання і розміщення на складі будівельних та експлуатаційних матеріалів.

Спеціалізована бригада - бригада з робітників однієї професії, які виконують роботи одного виду, наприклад бетонні, кам'яні або теслярські. У спеціалізовану бригаду зазвичай включається до 25 робочих.

Стіна в ґрунті - спеціальний метод будівельних робіт для улаштування вертикальних заглиблених несучих конструкцій і протифільтраційних завіс.

Стик (монтажний процес) - місце, де з'єднуються два кінця, дві крайні частини конструкції, наприклад з'єднання збірних елементів колон в багатоповерхових будинках. Стики бувають несучі і ненесу-

чі.

Строп - вантажозахватне пристосування у вигляді каната або ланцюга з захватними гаками. Може мати пристрої для автоматичного стропування і розстропування вантажів.

Стропувальні пристосування - відповідальні елементи такелажного обладнання, призначені для навішування монтажниками елемента, який піднімається на гак монтажної машини в певному положенні і допускають передбачений технологією маневр без великих фізичних зусиль.

Струминна геотехнологія («**jet-grouting**» джет-технології) - імітація за допомогою технічних засобів природних процесів, здійснювана напрямлено і з багатократним прискоренням, з метою зміни характеристик ґрунтів, створення на їх основі матеріалів з необхідними властивостями і формування з вказаних матеріалів підземних конструкцій заданих форми і розмірів.

Стяжка - тонкий і відносно міцний шар в багатошарових конструкціях перекриттів і покриттів будівель для сприйняття і передачі навантажень на нижній шар тепло- або звукоізоляції.

Суміщені процеси - які технологічно безпосередньо не пов'язані з провідними процесами, можуть здійснюватися паралельно з ними.

Суфозія — процес вимивання і винесення з ґрунтів дрібних мінеральних часток підземними водами.

Технічна документація - комплект документів, що включає систему графічних, розрахункових і текстових матеріалів, використовуваних при будівництві, реконструкції, розширенні і капітальному ремонті, а також в процесі експлуатації будівель і споруд.

Технічне обслуговування - комплекс заходів щодо контролю та підтримання роботоспроможного або справного стану, який полягає, як правило, в огляді, догляді та періодичному ремонті.

Технічний стан будівлі (споруди) - сукупність якісних та кількісних показників, що характеризують експлуатаційну придатність будівлі та його частин у порівнянні з їх гранично допустимими значеннями.

Технологічна карта - основний документ будівельного процесу, який регламентує його технологічні і організаційні положення; розробляється на окремі або комплексні процеси.

Технологічна (робоча) операція - основна складова технологічного і будівельного процесів, що є однорідним організаційно неподільним

елементом цих процесів. Технологічна операція виконувалася постійним складом робочих при постійному складі предметів і знарядь праці і характеризується сумою робочих рухів.

Технологічна схема - технологічна документація, яка розробляється для нескладних процесів з описом послідовності і методів виконання процесу, з розрахунком витрат праці і потреби в технічних засобах. За своїм змістом технологічні схеми представляють собою спрощені технологічні карти.

Технологічність будівельна - комплексна характеристика технологічності трьох підсистем: виготовлення, транспортування, зведення конструкцій будівельного об'єкта - при певних обмеженнях з боку підсистеми експлуатації будівлі.

Технологічний ярус - умовне розчленовування об'єкта по вертикалі.

Траверса - пристосування для підйому довгих конструкцій і елементів; виконувалося у вигляді металевих балок або трикутних зварних ферм. На кінцях нижнього поясу встановлюються блоки, через які проходять стропи.

Тривалість виконання процесів - період часу, який визначається для ув'язки операцій в єдиний технологічний процес і побудови лінійних графіків і циклограм.

Трудова операція - комплекс технологічно пов'язаних прийомів, спрямованих на отримання певної кількості первинної продукції, необхідної для здійснення трудового процесу.

Трудомісткість процесу - економічний показник, який характеризує витрати робочого часу на виготовлення одиниці продукції або виконання певної роботи. Одиницею вимірювання трудомісткості служить людино-година (люд.-год.) або людино-зміна (люд.-зм.). Чим менша трудомісткість, тим вища продуктивність праці.

Укіс - штучно створена похила поверхня, яка обмежує природний ґрунтовий масив, виїмку чи насип.

Фіксація елементів - сукупність операцій з тимчасового закріплення і вивірки, при яких конструкцію орієнтують щодо розбивочних осей за певним заздалегідь заданим правилом.

Форшахти - напрямні стінки із збірного чи монолітного залізобетону для влаштування траншей по контуру споруди.

Фронт робіт - частина об'єкта будівництва, яка виділяється для виконання певного обсягу робіт.

Фундамент - підземна або підводна частина будівлі (споруди), яка сприймає навантаження і передає їх на основу. Розрізняють фундаменти стрічкові (в тому числі з перехресних стрічок), стовпчасті, суцільні, пальові. Бувають фундаменти монолітні і збірні. Матеріал - бетон, залізобетон, камінь (бут), дерево.

Фундаментно-підвальна частина - (ФПЧ) конструкції підземних споруд, що зводяться методом "зверху-вниз", складаються з огорожуваних конструкцій котловану, виконаних методом «стіна в ґрунті», бурових колон та інших вертикальних несучих конструкцій, перекриття та фундаментної плити.

Цикл нульовий - комплекс будівельно-монтажних робіт зі зведення частин будівель або споруд та інженерних комунікацій, розташованих нижче умовної проектною позначки, прийнятої за «нуль».

Черга будівництва - частина будівництва, що складається з групи будівель, споруд і пристроїв, введення яких в експлуатацію забезпечує випуск продукції або надання послуг, передбачених проектом.

Шов (монтажний процес) - місце з'єднання частин, наприклад горизонтальні і вертикальні з'єднання між суміжними стіновими панелями або між плитами перекриттів.

Шпунтова стінка - суцільна стінка, утворена забитими в ґрунт палями (шпунтинами); застосовується при влаштуванні огорожень котлованів та гідротехнічних споруд.

Тема 1. Суть і задачі курсу

1.1 Задачі дисципліни

Навчальна дисципліна «Технологія спеціальних робіт» вивчається на завершальному етапі навчання в університеті після вивчення основних спеціальних дисциплін. Тому на цьому етапі магістрант зі спеціальності “Будівництво та цивільна інженерія”, спеціалізації “Промислове та цивільне будівництво” повинен вільно володіти термінами, які використовуються будівельниками, та чітко знати їх визначення.

Правила та порядок проектування технології та виконання загальнобудівельних робіт (земляні, залізобетонні, мурувальні та інші) детально вивчалися в дисципліні «Технологія будівельного виробництва». Роботи, які неможливо виконати відомими методами, які потребують використання спеціальних технічних та матеріальних ресурсів відносяться до спеціальних будівельних робіт. Технологія їх виконання вивчатиметься в даній дисципліні.

Вивчивши дисципліну «Технологія спеціальних робіт» магістрант повинен знати основні напрямки технічного прогресу щодо запровадження інноваційних спеціальних технологій в будівництві, наукові основи технології спеціальних робіт, світовий та вітчизняний досвід їх виконання, будівельні норми та правила, послідовність виконання операцій та процесів, можливості їх суміщення, шляхи та методи підвищення продуктивності праці, забезпечення якості та безпечних умов виконання таких робіт.

На базі отриманих знань повинен уміти, керуючись нормативними документами, враховуючи архітектурно-планувальну і конструктивну частину проекту, базу будівельної організації, в умовах проектної та (або) будівельної організації розробляти технологічні карти на складні спеціальні будівельні процеси, вибирати машини, механізми та інженерне обладнання для виконання технологічного процесу будівельного виробництва, забезпечувати дотримання вимог технології при виконанні будівельних процесів, виконувати технічне нормування спеціальних будівельних робіт, здійснювати контроль за якістю робіт, забезпечувати безпечність робіт у будь-яких умовах їх виконання.

В процесі вивчення даної дисципліни основна увага приділяється вивченню передового світового досвіду виконання спеціальних робіт, інноваційним технологіям їх реалізації.

1.2 Основні напрямки розвитку технології спеціальних робіт

До основних напрямків розвитку технології спеціальних будівельних робіт слід, перш за все, віднести впровадження інноваційних технологій спеціальних будівельних робіт.

Перед будівельною індустрією нашої країни встали нові виклики щодо подальшого розвитку народного господарства в умовах обмежених ресурсів, необхідності комплексного використання природних ресурсів, ефективного використання підземного простору в містах в умовах ущільненої забудови. Вирішити ці та інші завдання будівельної галузі використанням тільки традиційних технологій неможливо.

Наприклад, значне збільшення автомобілів у власності громадян потребує термінового вирішення проблеми їх зберігання безпосередньо біля житлових будинків та офісних приміщень. Найбільш ефективно влаштовувати для таких цілей багатоповерхові підземні автостоянки. Зважаючи на суттєве обмеження вільного простору для їх зведення, наявності поряд з виділеним майданчиком існуючих будівель, споруд та комунікацій, необхідно надійно огороджувати глибокі котловани з вертикальними стінками(рис. 1.1-1.4).



Рис. 1.1. Приклад розробки ґрунту в глибокому котловані біля існуючої будівлі з огороженням стінок буроін'єкційними палями, стійкість яких забезпечено спеціальними анкерами



Рис. 1.2. Приклад розробки ґрунту в глибокому котловані біля існуючих будівель з огороженням стінок залізобетонною стіною в ґрунті, стійкість якої забезпечено розпірками



Рис. 1.3. Монтаж арматурного каркасу при улаштуванні підпірної стінки методом «стіна в ґрунті»



Рис. 1.4. Улаштування фундаменту в глибокому котловані, захищеному «стіною в ґрунті» з розпірками

До того ж такі роботи часто необхідно виконувати в складних гідрогеологічних умовах, на посадочних ґрунтах, тощо. Тому треба ефективно використовувати відомі в світі технології з улаштування такого огороження, його анкерування або улаштування розпірок. Значною перевагою такого огороження є його улаштування до початку розробки котловану (рис. 1.5, 1.6). Тому таке закріплення гарантує надійне закріплення стінок котловану та безпечне виконання робіт під його захистом.

До ефективних спеціальних технологій відносяться також роботи з улаштування буроін'єкційних паль, які можуть використовуватися як для огороження котлованів, так і улаштування палевих фундаментів.

Ці та інші технології будуть детально розглянуті в процесі вивчення дисципліни «Технологія спеціальних робіт».



Рис. 1.5. Розробка ґрунту в траншеї для улаштування «стіни в ґрунті»

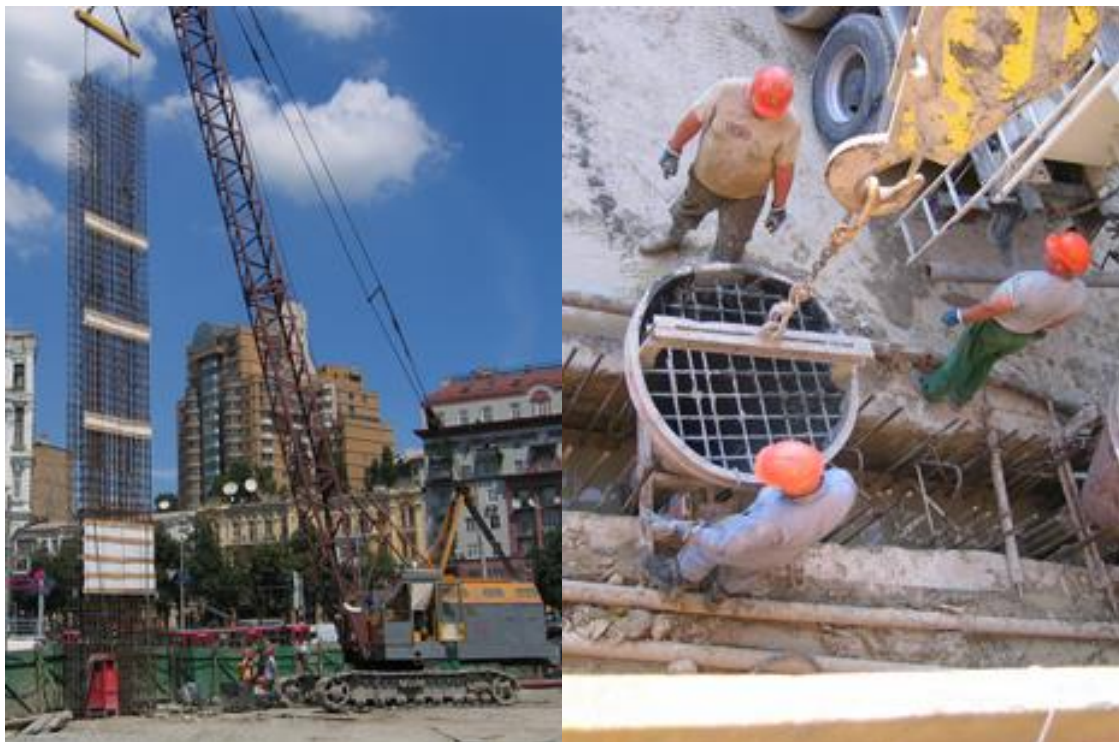


Рис. 1.6. Армування та бетонування «стіни в ґрунті»

1.3 Головні завдання вивчення дисципліни «Технологія спеціальних робіт»

Дисципліна «Технологія спеціальних робіт» передбачає вивчення спеціальних технологій і методів виконання будівельних процесів при зведенні, ремонті і реконструкції будівель і споруд. Головна увага приділяється вивченню світового та вітчизняного досвіду ефективного застосування сучасної техніки та технологій виконання спеціальних робіт. В процесі вивчення сучасних спеціальних технологій виконання робіт необхідно знати інноваційні альтернативні види таких технологій та уміти визначати найбільш ефективні для конкретних умов улаштування як окремих видів конструкцій, так і будівель та споруд в цілому. Для цього головну увагу необхідно приділяти ресурсам, які необхідні для реалізації тієї чи іншої спеціальної технології. Необхідно також враховувати реальні гідрогеологічні умови виконання робіт, існуючі поряд з будівельним майданчиком будівлі споруди та комунікації, установлені терміни виконання робіт, обмеження по ресурсах та інші умови їх виконання. Майбутній фахівець повинен на базі отриманих знань уміти вибирати найефективніші інноваційні технології виконання спеціальних будівельних робіт в конкретних умовах їх виконання.

Вивчивши дисципліну, студент повинен:

- знати напрямки технічного прогресу щодо запровадження інноваційних спеціальних технологій в будівництві, наукові основи технології спеціальних робіт, світовий та вітчизняний досвід їх виконання, будівельні норми та правила, послідовність виконання операцій та процесів, можливості їх суміщення, шляхи та методи підвищення продуктивності праці, забезпечення якості та безпечних умов виконання таких робіт;

- уміти, керуючись нормативними документами, враховуючи архітектурно-планувальну і конструктивну частину проекту, світовий та вітчизняний досвід виконання аналогічних видів робіт, базу будівельної організації, в умовах проектної та (або) будівельної організації розробляти технологічні карти на складні спеціальні будівельні процеси, вибирати машини, механізми та інженерне обладнання для виконання технологічного процесу будівельного виробництва, забезпечувати дотримання вимог технології при виконанні будівельних процесів, виконувати технічне нормування спеціальних будівельних робіт, здійснювати контроль за якістю робіт, забезпечувати безпеч-

ність робіт у будь-яких умовах їх виконання;

- мати уявлення про вплив технологічних процесів на надійність будівель та споруд і їх основні експлуатаційні параметри, про дію технологічних процесів на організм людини, охорону навколишнього середовища в період будівництва.

Для вивчення дисципліни «Технологія спеціальних робіт» необхідно мати хороші знання з усіх раніше вивчених дисциплін, а особливо: «Інженерна геодезія», «Інженерна геологія», «Будівельне матеріалознавство», «Технологія будівельного виробництва», «Архітектура будівель та споруд», «Будівельні машини і основи автоматизації» та ін.

Дисципліна «Технологія спеціальних робіт» необхідна для вивчення дисциплін: «Організація і планування будівельного виробництва», «Управління в будівництві», «Економіка будівництва», виконання магістерської дипломної роботи та подальшої успішної роботи за фахом.

Завдання, які поставлені при вивченні даної дисципліни, визначені виходячи з реальних завдань, які є в реальних виробничих умовах для магістрів зі спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія», спеціалізації «Промислове та цивільне будівництво». Без твердих знань технології виконання спеціальних будівельних процесів фахівець не зможе виконувати своїх посадових обов'язків на будь-яких посадах в будівельній галузі. Для підтвердження цієї тези, як приклад, бажано ознайомитися з завданнями та обов'язками, які покладаються на інженера у відповідності до «Довідника кваліфікаційних характеристик професій працівників» (випуск 64, будівельні, монтажні та ремонтно-будівельні роботи), який є обов'язковим для виконання як фахівцями будівельної галузі, так і навчальними закладами, які готують таких фахівців. В цьому ж Довіднику можна знайти завдання та обов'язки для інших фахівців та керівників будівельної галузі та впевнитися в необхідності вивченні дисципліни «Технологія спеціальних робіт» для них.

ІНЖЕНЕР

ЗАВДАННЯ ТА ОБОВ'ЯЗКИ. Здійснює перевірку проектної і розробку організаційно-технологічної документації. Готує зауваження та пропозиції щодо впровадження більш досконалих технологічних рішень, конструктивних елементів, деталей і матеріалів. У разі потреби складає рекламачії щодо якості проектів. Разом з представ-

никами субпідрядних організацій бере участь в узгодженні робочих креслень з проектною організацією і замовником. Здійснює натурний огляд будівельних майданчиків і розроблення проектів виконання робіт відповідно до вимог будівельних норм і правил. Виконує прив'язування технологічних карт і карт трудових процесів, проектування тимчасових будинків і споруд, розроблення документації на нестандартне устаткування, інвентар, пристрої, технічне обладнання з охорони праці; надає методичну допомогу будівельним дільницям у ході застосування проектів виконання робіт. Складає зведені відомості щодо обсягів робіт, матеріально-технічних ресурсів, зведені графіки введення об'єктів у експлуатацію, роботи механізмів, переміщення бригад, сітьові графіки будівництва. Бере участь у розробленні та здійсненні організаційно-технологічних заходів щодо впровадження нової техніки, підготовки об'єктів до роботи в осінньо-зимовий період; проведенні експериментальних робіт з освоєння нових технологічних процесів і впровадження їх у виробництво; складанні заявок на винаходи і промислові зразки. Вивчає передовий вітчизняний і зарубіжний досвід в галузі будівельного виробництва; розробляє заходи для підвищення ефективності будівельного виробництва, зменшення витрат матеріалів, трудомісткості робіт, підвищення продуктивності праці і бере участь у їх реалізації. Готує висновки щодо раціоналізаторських пропозицій, спрямованих на удосконалення технології будівельного виробництва.

ПОВИНЕН ЗНАТИ: постанови, розпорядження, накази, методичні, нормативні та інші керівні матеріали щодо виконання будівельно-монтажних робіт; будівельні норми та правила; стандарти і технічні умови; номенклатуру будівельних матеріалів, конструкцій і деталей, що застосовуються; методи розрахунку будівельних конструкцій; технологію виробництва та засоби виконання будівельно-монтажних робіт; сітьове планування; порядок приймання об'єктів, будівництво яких завершено; методи контролю якості; порядок оформлення проектно-кошторисної й іншої технічної документації; передовий вітчизняний і зарубіжний досвід виконання будівельно-монтажних робіт; основи економіки, організації виробництва й управління; законодавство про працю, охорону навколишнього середовища; правила та норми охорони праці, виробничої санітарії та протипожежного захисту.

КВАЛІФІКАЦІЙНІ ВИМОГИ

ПРОВІДНИЙ ІНЖЕНЕР. Повна вища освіта відповідного напрямку підготовки (магістр, спеціаліст) та підвищення кваліфікації. Стаж роботи за професією інженера I категорії не менше 2 років.

ІНЖЕНЕР I КАТЕГОРІЇ. Повна або базова вища освіта відповідного напрямку підготовки (магістр, спеціаліст або бакалавр) та підвищення кваліфікації. Для магістра без вимог до стажу роботи, для спеціаліста стаж роботи за професією інженера II категорії не менше 2 років, для бакалавра - не менше 3 років.

ІНЖЕНЕР II КАТЕГОРІЇ. Повна або базова вища освіта відповідного напрямку підготовки (спеціаліст або бакалавр) та підвищення кваліфікації. Для спеціаліста без вимог до стажу роботи, для бакалавра стаж роботи за професією інженера не менше 2 років.

ІНЖЕНЕР. Повна або базова вища освіта відповідного напрямку підготовки (спеціаліст або бакалавр). Без вимог до стажу роботи».

Заключення

Дисципліна «Технологія спеціальних робіт» є важливою складовою підготовки майбутнього фахівця для успішного виконання посадових обов'язків. В процесі вивчення цієї дисципліни необхідно добре ознайомитися з передовим світовим та вітчизняним досвідом виконання спеціальних будівельних робіт в складних гідрогеологічних умовах при розміщенні поряд з будівельним майданчиком існуючих будівель та споруд. Важливо навчитися, використовуючи такий досвід, розробляти такі конструктивно-технологічні рішення, які забезпечують ефективне використання сучасної техніки та технології виконання робіт в таких складних умовах. Важливо не тільки знати переваги та недоліки різноманітних технологій виконання спеціальних будівельних робіт, але й уміти визначати найефективніші в конкретних умовах їх застосування.

Питання для самоконтролю

1. Що означає термін «бетонування підводне»?
2. Що означає термін «цикл нульовий» ?
3. Що означає термін «будівельний процес» ?
4. Що повинен уміти студент за результатами вивчення дисципліни «Технологія спеціальних робіт»?
5. Що повинен знати студент за результатами вивчення дисципліни «Технологія спеціальних робіт»?

Тема 2. Техніка та технології буріння свердловин для улаштування бурових паль

2.1 Основні види будівельної техніки для виконання спеціальних будівельних робіт з улаштування свердловин для бурових паль

Необхідністю улаштування значно заглиблених споруд в умовах ущільненої міської забудови обумовлено розробку и використання спеціальних технологій виконання робіт з використанням відповідної спеціальної техніки. Одним з найважливіших завдань при вирішенні таких задач є необхідність надійного закріплення вертикальних стінок котлованів, в яких влаштовуються такі заглиблені споруди. Щоб забезпечити збереження прилеглої забудови та інженерних мереж стійкість вертикальних стінок котлованів необхідно упереджуючи забезпечувати такі можливі деформації цих будівель та комунікацій. Найбільш поширеним та ефективним методом виконання таких спеціальних робіт є улаштування спеціальної стіни в ґрунті по периметру котловану до початку його улаштування. Впровадження інноваційних технологій в цих видах робіт прискореними темпами відбувається в останні десятиліття. Найбільш поширеними спеціальними технологіями виконання таких робіт з використанням відповідної спеціальної техніки є методи «стіна і ґрунті», «Jet Ground», улаштування бурових паль (рис. 2.1-2.3).



Рис. 2.1. Улаштування бурових паль



Рис. 2.2. Улаштування «стіни в ґрунті»



Рис. 2.3. Улаштування буроін'єкційної палі

Метод улаштування бурових паль найчастіше використовується, оскільки він приміняється не тільки для улаштування захисних стінок котлованів, але й безпосередньо для влаштування паль значних розмірів, в тому числі в складних гідрогеологічних умовах. При-

клади улаштування буронабивних паль та використання таких паль для огороження стінок котлованів приведено на рис. 2.4.



Рис. 2.4. Приклади використання буронабивних паль для огороження стінок котлованів та палювих фундаментів

Представлені види спеціальних робіт з улаштування скважин для улаштування бурових паль будуть детально розглянуті в подальшому матеріалі.

2.2 Переваги та недоліки технології улаштування бурових паль

Бурові палі влаштовуються безпосередньо на будівельному майданчику. Головними технологічними операціями улаштування бурових паль є буріння свердловини потрібного діаметра та глибини, армування та бетонування. Виконання цих робіт, а також проектування бурових паль, їх улаштування, випробування, контроль якості та приймання завершених робіт необхідно виконувати у відповідності до вимог викладених в нормативному документі «Руководство по проектированию и устройству фундаментов из буронабивных свай и опор колон».

На відміну від улаштування паль з виготовлених на заводах паль бурові палі значно дешевші збірних. Головною перевагою бурових паль по відношенню до збірних паль є відсутність опалубки, експлуатація якої та іншого необхідного для їх виготовлення на заводах збірного залізобетону оснащення та інфраструктури може скласти до 40% від загальної вартості улаштування паль. Роль опалубки при улаштуванні бурових паль виконує пробурена безпосередньо в місці її улаштування свердловина. Бетонна суміш укладається безпосередньо в пробурену свердловину, тому для її твердіння створюються ідеальні умови щодо постійних і достатніх температури та вологості, навіть взимку. Не потрібно витрачати теплову енергію для прискорення твердіння, яка необхідна при використанні збірних паль.

Бурові палі можуть влаштовуватися на значну глибину до 30, а в необхідних випадках і до 50 метрів та значних розмірів поперечного перетину діаметром до двох, а інколи і більше метрів, за необхідності з порожниною всередині. При цьому забезпечується монолітність конструкції, якої неможливо досягти при улаштуванні збірних паль. Суттєвою перевагою бурових паль по відношенню до збірних є можливість їх занурення на потрібну глибину в тверді навіть скальні породи та їх надійне анкерування. Можливість улаштування бурових паль з уширеною п'ятою також є їх суттєвою перевагою по відношенню до збірних.

Зважаючи на суттєві переваги технології улаштування бурових паль за останні десятиліття ця технологія інтенсивно розвивається. Її

розвиток нерозривно пов'язаний зі створенням нової необхідної техніки, яка забезпечує використання відповідних технологій в різноманітних складних гідрогеологічних умовах та ущільненій міській забудові. Так, для буріння сухих легких ґрунтів найчастіше використовують шнековий бур, яким розрушують ґрунт і транспортують на поверхню (рис. 2.5).



Рис. 2.5. Шнековий бур

Такий бур навішується на копрову установку, яка в свою чергу є навісним оснащенням на екскаваторі, крані або бульдозері потрібної потужності. Але навіть при бурінні сухих ґрунтів можливе обвалювання стінок свердловин в процесі буріння, опускання в свердловину каркаса або бетонування. Такий ґрунт, змішуючись з бетоном, може суттєво погіршити якість палі. Тому для запобігання такого обвалювання стінок свердловин використовують обсадні труби або улаштування буроін'єкційних паль.

2.3. Технологія буріння свердловин з використанням робочого змінного оснащення для улаштування бурових паль

Зважаючи на значне різноманіття гідрогеологічних умов, в яких зводяться фундаменти та підземні споруди, необхідність улаштування у свердловинах паль різних, у тому числі значних діаметрів, розроблена спеціальна техніка та навісне оснащення для виконання бу-

рових робіт. Переважна більшість робіт з буріння свердловин виконувалося в обсадних трубах. Бурові (буронабивні, буроін'єкційні, буросічні) палі використовуються для улаштування огорожень виїмок, а також улаштування палевих фундаментів. Часто влаштоване огороження котлованів з бурових паль використовується у якості огорожувальних стін підвалів будівель та споруд.

Значна увага приділяється забезпеченню якості бурових паль. Тому перш за все в технологічних рішеннях унеможлиблюється змішування бетонної суміші з ґрунтом стінок свердловин. Для цього розроблена спеціальна високопродуктивна техніка та добре відпрацьована технологія буріння свердловин, яка унеможлиблює обвалення стінок свердловин як в процесі буріння, так і армування та бетонування. В слабких ґрунтах використовуються обсадні труби, які обов'язково занурюються глибше бура, щоб упередити можливе обвалювання стінок в процесі буріння свердловини. В окремих випадках використовується суспензія бентонітової глини, яка виконує таку ж роль, як і обсадна труба, проте є значно надійнішою. По мірі бетонування свердловини обсадна труба виймається, а суспензія бентонітової глини витісняється бетонною сумішшю, яка укладається в свердловину. За різних гідрогеологічних умов використовуються різні бури, які представляють собою змінний буровий інструмент. Обсадні труби складаються з окремих секцій, з'єднання яких забезпечується спеціальними замками, які легко і надійно з'єднують і роз'єднують такі секції.

Існують особливості при виконанні робіт з буріння свердловини в глинистому ґрунті при високому рівні ґрунтових вод. Цей зв'язний ґрунт добре тримається на шнековому наконечнику, тому процес буріння з високою продуктивністю забезпечується таким наконечником. Але використання обсадної труби при таких гідрогеологічних умовах є обов'язковим для виключення обвалювання стінок свердловини. По мірі заглиблення свердловини обсадна труба нарощується до забезпечення проектної позначки глибини свердловини.

При високому рівні ґрунтових вод вибурений ґрунт не може утримуватися на шнековому бурі. Тому цей робочий орган замінено на інший, який представляє собою спеціальну корзину, в якій знаходиться шнековий бур. В процесі буріння така корзина зі шнековим буром заповнюється ґрунтом, який надійно утримуються в ній, легко вивантажується після відкривання днища корзини, а тому забезпечує високу продуктивність буріння. Перед опусканням робочого органу у

вигляді спеціальної корзини зі шнековим буром всередині в свердловину з обсадною трубою днище корзини знову закривається і агрегат готовий до продовження процесу буріння під водою. Роботи з таким робочим органом також виконуються під захистом стінок траншеї обсадною трубою, яка занурюється цим же агрегатом і постійно знаходиться на більшій глибині ніж шнек з корзиною.

Високою ефективністю відрізняється бурова установка зі шнековим наконечником. Ґрунт незначної вологості добре тримається на такому робочому органі в процесі транспортування. В той же час такий ґрунт легко розвантажується зі шнека. Роботи з улаштування свердловини виконуються комплектом машин без ручних операцій. До навісного оснащення бурової установки входить спеціальний гідравлічний захват, яким обсадна труба занурюється в ґрунт. Цим же захватом обсадна труба виймається в процесі бетонування по мірі заповнення свердловини бетонною сумішшю.

Заключення

Сучасні бурові машини для улаштування свердловин під бурові палі досить продуктивні. Вони забезпечують буріння свердловин практично в будь яких гідрогеологічних умовах. Відсутність вібрації та ударів дають можливість використовувати їх поряд з існуючими будівлями та спорудами без завдання їм шкоди. Легка зміна робочого органу є важливою перевагою таких машин. Можливість однією буровою машиною проводити буріння і занурення обсадної труба також суттєво підвищує їх ефективність.

Питання для самоконтролю

1. В яких випадках може використовуватися метод «стіна в ґрунті»?
2. Які машини, агрегати та оснащення використовуються для улаштування бурових паль?
3. Які операції виконуються після буріння свердловини при улаштуванні в ній бурової палі?
4. З якою метою використовується обсадна труба при бурінні свердловин для улаштування в них бурових паль?
5. В яких ґрунтах та гідрогеологічних умовах при улаштуванні свердловин використовується робочий орган у вигляді шнекового буру в корзині?
6. Як проводиться заміна робочого органу бурової установки?

Тема 3. Спеціальна техніка та технології улаштування бурових паль

3.1 Технологія улаштування паль з ущільненим ґрунтом стінок

Буроабивні палі влаштовуються в різноманітних ґрунтах з різними гідрогеологічними умовами. При їх улаштуванні в щільних, наприклад глинистих ґрунтах, з обпиранням на основу з високою несучою здатністю, наприклад дресву, проблем із забезпеченням потрібної несучої здатності таких паль, як правило, не виникає. В таких палях несуча здатність забезпечується як за рахунок сил тертя по стінках палі, так і обпирання п'яти палі на жорстку, з хорошою несучою здатністю основу. Але в слабких ґрунтах низької щільності несуча здатність буронабивних паль може суттєво знижуватися у порівнянні з занурюваними, виготовленими на заводах збірного залізобетону паллями. При зануренні попередньо виготовлених паль зі збірного залізобетону забиванням чи задавлюванням ґрунт навколо них ущільнюється, що сприяє підвищенню несучої здатності паль і палевого фундаменту в цілому. А при бурінні свердловин в слабких нещільних ґрунтах і влаштуванні в них буронабивних паль за традиційною технологією такого ущільнення немає, тому несуча здатність таких паль і палевого фундаменту може бути значно нижчою, ніж аналогічного фундаменту з занурюваних паль.

Для суттєвого підвищення несучої здатності буронабивних паль і палевих фундаментів в цілому важливо забезпечити ущільнення ґрунту, який знаходиться навколо палі і сприймає навантаження від неї. Одним із варіантів вирішення цієї проблеми є добре відпрацьована технологія улаштування буронабивних паль у свердловинах, які влаштовуються з використанням спеціальних робочих органів бурових установок. Цей конусовидний робочий орган в процесі обертання переміщує ґрунт до стінок свердловини і ущільнює його (рис. 3.1, 3.2).

Ущільнений ґрунт забезпечує більшу стійкість стінок свердловин на час укладання та ущільнення бетонної суміші, а також опускання (занурення) арматурного каркасу. Крім того, скорочуються витрати часу, праці та ресурсів на виймання ґрунту, його переміщення, завантаження та вивезення з будівельного майданчику.

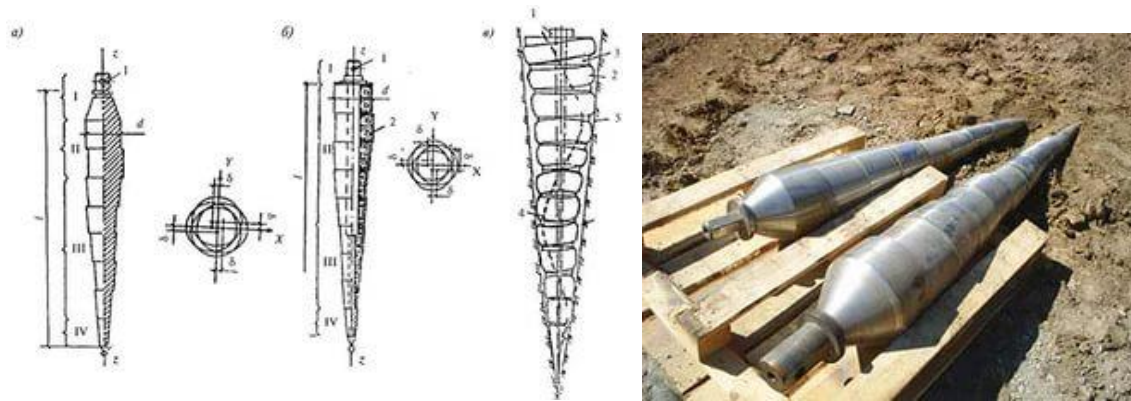


Рис. 3.1. Конусовидні бурові наконечники

Таким чином свердловина утворюється не в результаті виймання ґрунту з неї на поверхню, а ущільнення його в стінки - розкатки. Щільність такого ґрунту в стінках свердловини може досягати $1,7-1,8 \text{ т/м}^3$, тому його несуча здатність суттєво підвищується, а отже і несуча здатність забетонованої в такій свердловині палі.



Рис. 3.2. Принципові схеми улаштування палі з ущільненням стінок скважини

Принцип дії такого конусовидного робочого органу бурової установки наступний. Бокові зусилля, які передаються від такого робочого органу на бокові стінки свердловини в процесі його обертання і заглиблення утворюють порожнину свердловини в результаті витіснення ґрунту в стінки свердловини. Після досягнення проектної позначки низу свердловини бур з таким конусовидним наконечником

продовжує обертатися і виймається зі свердловини, додатково ущільнюючи ґрунт стінок свердловини. Тому в цьому варіанті буріння навіть в слабких ґрунтах обсадна труба не потрібна. Влаштована таким робочим органом свердловина має добре ущільнені стінки (рис. 3.3), а тому без використання обсадної труби в неї можна монтувати армокаркас і виконувати бетонування.



Рис. 3.3. Вид пробуреної скважини з ущільненням бокових стінок

В окремих агрегатах для буріння свердловин передбачена також після досягнення робочим органом нижньої проектної позначки свердловини подача бетонної суміші від бетононасоса через шланги і порожнину (трубу) бура під значним тиском. Таким чином в процесі виймання бура зі свердловини вона під тиском заповнюється бетонною сумішшю. Процес бетонування завершується одночасно з вийманням бура зі свердловини. Тому забезпечується щільний контакт укладеної бетонної суміші з ущільненими стінками свердловини. Одразу після заповнення свердловини бетонною сумішшю в свердловину вставляється арматурний каркас.

На рис. 3.4 представлені деякі бурові установки з різними видами робочих органів у вигляді конусовидних бурових наконечників, які використовуються для буріння свердловин з ущільненням стінок. Конструкція таких робочих органів суттєво відрізняється в залежності від видів ґрунтів, в яких необхідно пробурювати скважини з ущільненням їх стінок. Але їх принцип дії залишається незмінним.



Рис 3.4. Конусовидні робочі органи на бурових установках

Основні переваги улаштування паль у свердловинах влаштованих методом розкатки перед методом улаштування паль в вибурених свердловинах без ущільнення їх стінок:

- зменшення трудовитрат на виймання ґрунту зі свердловини та його подальше транспортування за межі будівельного майданчика;
- підвищена несуча здатність паль, що особливо важливо при їх улаштуванні в слабких ґрунтах;
- висока швидкість проходки – до 25м/год з урахуванням усіх операцій.

Застереження:

- в процесі розкатки в результаті видавлювання ґрунту в сторони можливий підйом розташованих поряд будівель та споруд, а як результат нерівномірні їх деформації;
- можливе видавлювання раніше влаштованих паль також в результаті видавлювання ґрунту в сторони в свердловинах, які влаштовуються пізніше.

Отже, знаючи переваги та можливі недоліки технології влаштування свердловин розкаткою та влаштування в них палевого фундаменту треба визначати раціональні області застосування такого методу. Цей метод найбільш ефективний в слабких ґрунтах, підвищення несучої здатності паль в яких найбільше, а випирання ґрунту практично неможливе.

3.2 Технологія улаштування паль з уширеною п'ятою

Суттєвого підвищення несучої здатності паль можна також досягти улаштуванням їх з уширеною п'ятою. Існує три основних способи їх улаштування.

Свердловину пробурюють, як правило, в обсадній трубі на проектну глибину. На дно свердловини подають жорстку бетонну суміш і втрамбовують її. В результаті тиск від бетонної суміші передається на підшву свердловини, розширюючи її до заданих розмірів. Потім вставляється в свердловину каркас і бетонується вся паля.

За другим способом свердловину пробурюють спеціальним робочим органом, який крім шнекового бурового наконечника має пристрій з ножами, які можуть розкриватися і розбурювати п'яту свердловини до проектних розмірів (рис. 3.5).

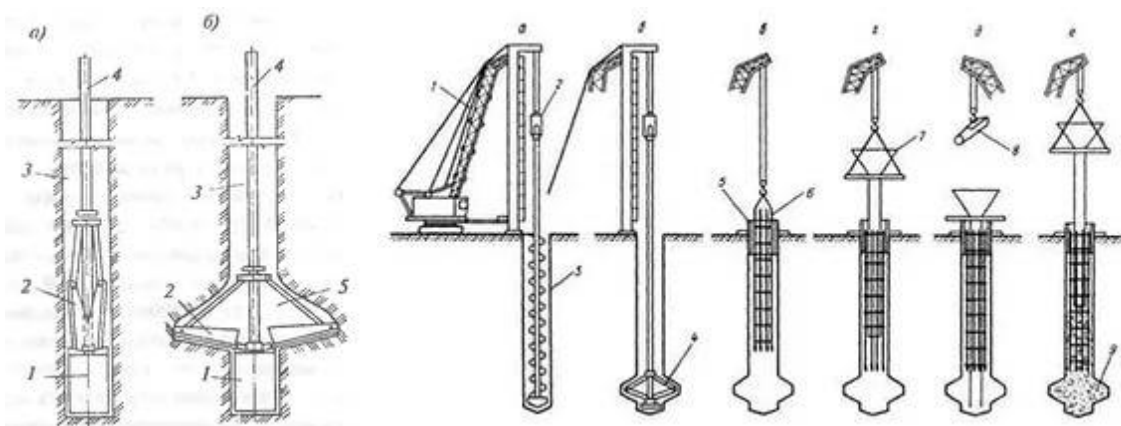


Рис. 3.5. Схеми робочого бурового органу з ножами для розбурювання уширення п'яти скважини та послідовності улаштування палі з уширеною п'ятою з використанням цього робочого органу

Розкриття і закриття ножа забезпечується спеціальним гідравлічним механізмом, який управляється дистанційно. Вибурений ґрунт зі свердловини та уширеної п'яти виймається на поверхню. Буріння, як правило, проводиться під захистом обсадної труби. Після завершення улаштування свердловини з розширеною п'ятою в свердловину мон-

тується армокаркас і свердловина заповнюється бетонною сумішшю (рис. 3.3).

За третім способом палі з уширеною п'ятою влаштовуються вибуховим методом. Послідовність влаштування таких паль наступна:

- пробурюється свердловина до заданої глибини під захистом обсадної труби;
- на дно свердловини установлюють вибуховий заряд розрахованої потужності (може вставлятися в бетонну суміш безпосередньо після бетонування з допомогою жорсткого стрижня);
- в свердловину монтується армокаркас;
- свердловина бетонується;
- обсадна труба підіймається приблизно на півметра і проводиться підриз закладеного в свердловину заряду;
- ґрунт енергією вибуху ущільнюється зі створенням сферичної порожнини, яка заповнюється свіжоукладеною в свердловину бетонною сумішшю;
- свердловина з обсадною трубою доповнюється бетонною сумішшю до проектної позначки;
- виймається обсадна труба.

Розглянуті основні способи улаштування паль з уширеною п'ятою забезпечують суттєве підвищення їх несучої здатності. Такі палі ефективні в слабких ґрунтах, тому найчастіше там використовуються. В щільних ґрунтах, особливо при обпирання паль на дресву чи скалу така технологія неприйнятна.

3.3 Технологія улаштування паль з наконечником, який залишається в palі

Підвищену несучу здатність паль в слабких ґрунтах можна також забезпечити використовуючи розроблену в Нідерландах в 60-х роках минулого століття технологію улаштування паль методом буріння трубою з наконечником, який залишається в п'яті palі (технологія фундекс (Fundex)). Останнім часом ця технологія використовується в усьому світі. В цій технології свердловину під палю утворюють без вибурювання ґрунту, він ущільнюється в стінки свердловини трубою, нижній кінець якої закритий ріжучим гвинтоподібним наконечником, який залишається в процесі бетонування і витягування труби в п'яті palі. Цей наконечник має спеціальні гвинтові лопаті, якими ґрунт переміщується до стінок свердловини і ущільнюється по мірі вдавлювання обсадної труби з цим наконечником. Крок гвинтових лопатей

визначається розрахунком в залежності від властивостей ґрунту, який розбурюється. Принципова схема послідовності улаштування такої палі з наконечником, який залишається в п'яті палі зображена на рис. 3.6.

В цій технології палі влаштовуються установками, які забезпечують обертання і вдавлювання обсадної труби, яка щільно закрита в нижній частині буровим наконечником. Для забезпечення щільності, що особливо важливо при високому рівні ґрунтових вод і недопущення їх потрапляння в порожнину труби в процесі улаштування свердловини і заповнення її бетонною сумішшю, наконечник з'єднується з обсадною трубою через тришарову гідроізолюючу м'яку прокладку. Верхній кінець обсадної труби затискується робочим органом бурової машини. Обсадна труба вдавлюється з обертанням, чим забезпечується опускання її до проектної позначки з вдавлюванням ґрунту в стінки свердловини. Після досягнення наконечником проектної позначки п'яти палі необхідно перевірити порожнину труби на відсутність в ній води.

Далі в суху порожнину труби монтують армокаркас і бетонують палю. Після завершення бетонування трубу витягають із свердловини обертуючи її в зворотному напрямку від напрямку при вдавлюванні. В результаті такого обертання труби наконечник від'єднується і залишається в п'яті палі.

В процесі виймання обсадної труби можливий варіант з доутрамбовуванням бетонної суміші в нижній частині палі, в результаті чого ґрунт витісняється такою бетонною сумішшю і утворюється уширена опорна частина палі. Наконечники використовуються чавунні, які зображені на рис. 3.7 або зварені з металу, зображені на рис. 3.8.

Кожен з існуючих видів наконечників має свої переваги та недоліки і використовується в залежності від конкретних гідрогеологічних умов та забезпечення потрібних економічних показників.

Палі, влаштовані по вище приведеній технології мають вигляд, зображений на рис. 3.9. Добре розширена п'ята палі та ущільнений ґрунт як під п'ятою, так і стінок свердловини мають забезпечити підвищену несучу здатність навіть в слабих ґрунтах.

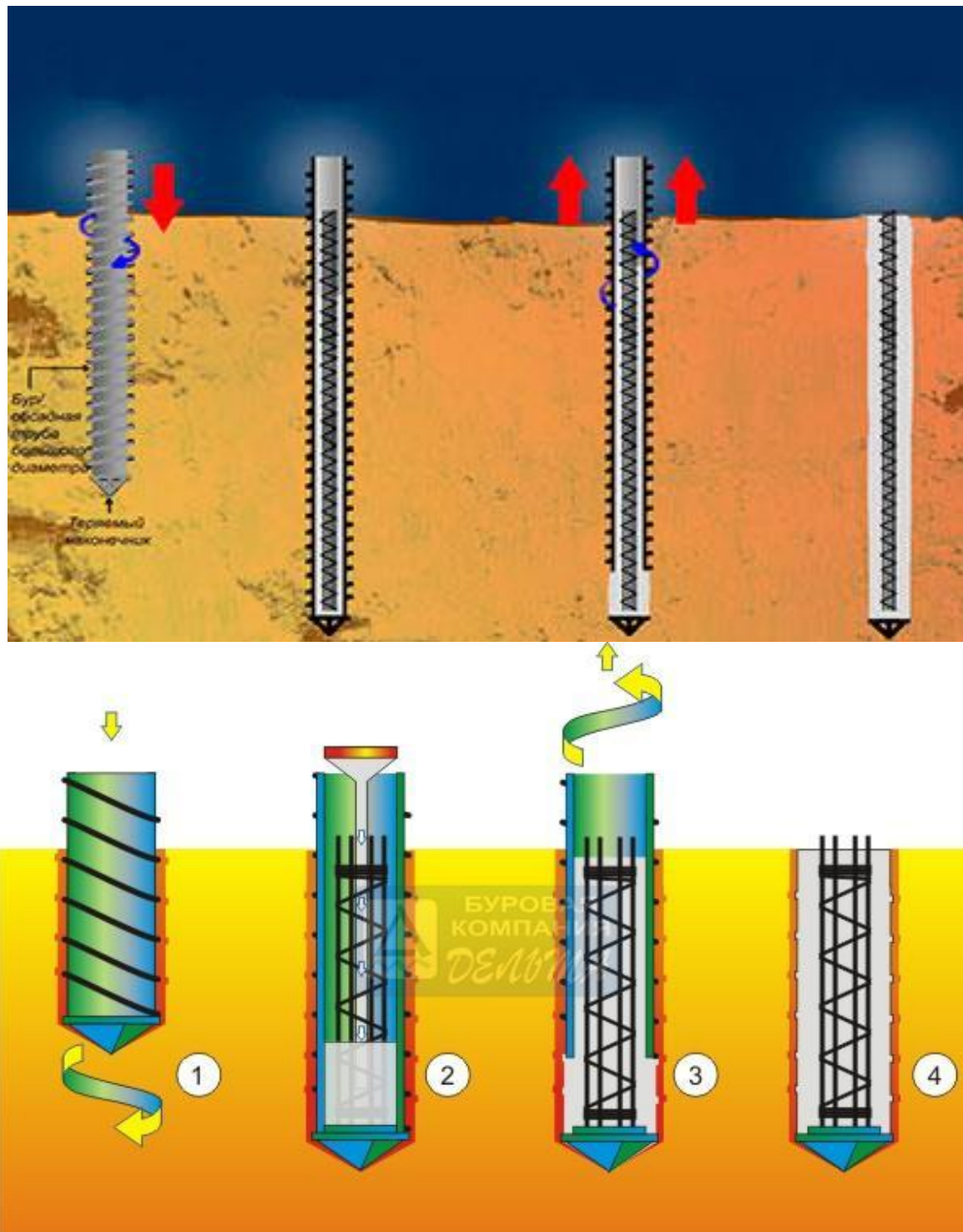


Рис. 3.6. Принципові схеми послідовності улаштування палі з накопичувачем, який залишається в п'яті палі



Рис. 3.7. Чавунні наконечники



Рис. 3.8. Металеві зварні наконечники



Рис. 3.9. Розкопані палі з наконечником в п'яті та уширеною п'ятою

Заключення

Несуча здатність монолітних бурових паль в слабих ґрунтах низька і не може забезпечити надійну експлуатацію будівель та споруд, які опираються на них. Для суттєвого підвищення несучої здатності таких паль відпрацьовані ефективні технології їх улаштування. До таких технологій відносяться технології, які забезпечують ущільнення ґрунту стінок та п'яти свердловин, в яких влаштовуються палі. Такі технології забезпечують не тільки підвищення несучої здатності паль, але й суттєво скорочують трудозатрати на їх улаштування за рахунок відсутності в них транспортування ґрунту зі свердловини. Ґрунт з порожнини свердловини втискується в стінки і дно свердловини, підвищуючи їх стійкість. В щільних ґрунтах, якщо таке втиснення його в стінки практично неможливе для підвищення несучої здатності палі, використовується метод розбурення опорної частини (п'яти) палі. Кожен з розглянутих в цій лекції методів улаштування паль є досить ефективний, але потребує ретельного вивчення гідрогеологічних умов для вибору найкращого.

Питання для самоконтролю

1. Куди транспортується ґрунт при улаштуванні свердловин в процесі обертання конусовидного робочого органу в буровому агрегаті?

2. Як забезпечується стійкість стінок свердловин при використанні конусовидного робочого органу в буровому агрегаті для їх улаштування?

3. Для яких ґрунтів найбільш ефективно використання методу ущільнення стінок свердловин їх розкаткою конусовидним робочим органом?

4. Якого результату можна досягти втрамбовуванням жорсткої бетонної суміші на дні свердловини?

5. Куди транспортується вибурений ґрунт зі свердловини та уширеної п'яти при використанні шнекового бурового наконечника, який має пристрій з ножами, які можуть розкриватися і розбурювати п'яту свердловини?

6. Як проводиться улаштування уширеної п'яти палі вибухом?

7. Куди транспортується ґрунт з порожнини палі в процесі розбурення свердловини для улаштування палі з наконечником, який залишається в п'яті палі?

8. Як транспортується наконечник до п'яти палі при її улаштуванні з наконечником, який залишається в п'яті палі?

9. Чому обсадну трубу витягають із свердловини після завершення бетонування палі обертаючи її в зворотному напрямку від напрямку при вдавлюванні при улаштуванні палі з наконечником, який залишається в її п'яті?

Тема 4. Суть технології струминної цементації («jet-grouting») та технічні засоби для її реалізації

4.1 Суть технології «jet-grouting»

Основною ідеєю технології «jet-grouting» (струминної геотехнології) є імітація за допомогою технічних засобів природних процесів, здійснювана напрямлено і з багатократним прискоренням. Ця технологія використовується з метою зміни характеристик ґрунтів, створення на їх основі матеріалів з необхідними властивостями і формування з вказаних матеріалів підземних конструкцій заданих форми і розмірів. Струминна геотехнологія дозволяє здійснювати процеси, зворотні по відношенню до природних: з штучно, хімічно пов'язаних дисперсних ґрунтів утворювати техногенну гірську породу (ґрунтобетон) для використання її як будівельного матеріалу.

Струминна цементація («jet-grouting») базується на використанні енергії високошвидкісного струменя рідини для обробки природних ґрунтів з метою:

- зменшення водопроникності і збільшення міцності незв'язаних піщаних ґрунтів;
- підвищення опору зрушенню і зниження деформативності пилувато-глинистих ґрунтів;
- заміщення органогенних і техногенних ґрунтів, закріплення яких не дозволяє досягти необхідної міцності, проникності і довговічності.

Залежно від конкретних цілей обробки ґрунтів застосовується однокомпонентна, двоконпонентна і триконпонентна струминна цементація. Крім того, можуть бути використані такі спеціальні прийоми, як часткове попереднє промивання оброблюваних ґрунтів («pre-washing») або повне їх заміщення після гідророзмиву і винесення на поверхню цементним розчином або цементним розчином з додаванням мармурової пудри.

Режим попереднього розмиву дозволяє при обробці підвищити співвідношення цемент/ґрунт і, отже, міцність закріплених ґрунтів, що особливо актуально в глинистих ґрунтах.

Використання цементно-піщаних розчинів для заміщення ґрунтів неприпустимо з причини високої абразивності зерен кварцу (швидко зношуються і виходять з ладу розчиноподаючі шланги високого тиску).

Останніми роками для підвищення стійкості і водонепроникності ґрунтових гребель, а також насипів різного призначення, все частіше

використовується, так звана, ламінарна струминна цементация - формування вертикальних і похилих панелей з обробленого ґрунту шириною 2,5-4,5 м і завтовшки 5-10 см.

Украй рідко використовується супер струминна цементация з діаметрами колон обробленого ґрунту до 5 м.

Міцність ґрунтоцементу або матеріалу, що отримується в результаті обробки (струминній цементации) ґрунту залежить безпосередньо як від особливостей ґрунту, так і від витрати цементу на його закріплення (рис. 4.1).

Однокомпонентна струминна цементация (рис. 4.2,а) характеризується розмивом, перемішуванням і закріпленням ґрунтів виключно струменем цементного розчину. У такому разі можливе досягнення діаметру колони обробленого ґрунту в межах 0,4-0,8 м. Як правило, цементний розчин має водоцементне відношення $V/C=0,8-1,0$.

Основні параметри однокомпонентної струминної цементации наступні:

- тиск подання розчину - 35-45 МПа;
- витрата розчину - 50-150 л/хв;
- швидкість підйому монітора - 25-50 см/хв;
- частота обертання монітора - 10-30 об/хв;
- питома енергія - 6-10 МДж/м.

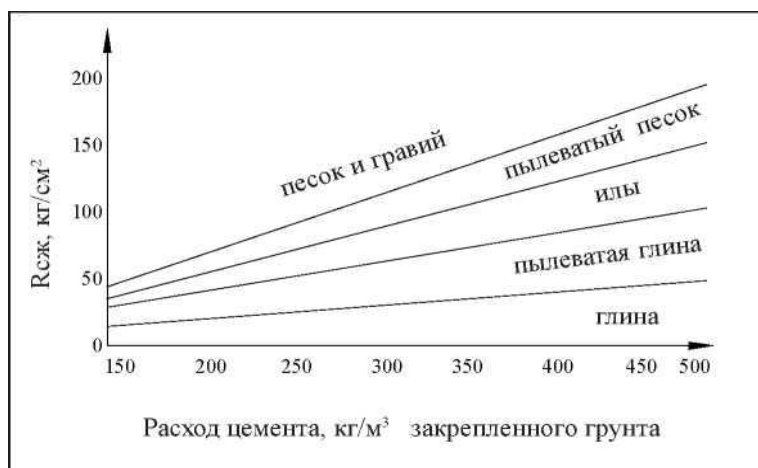


Рис. 4.1. Співвідношення між міцністю ґрунтоцементу і витратою цементу на 1 м³ закріплюваного ґрунту

Двокомпонентна струминна цементация (рис.4.2,б та рис.4.2,в) характеризується розмивом, перемішуванням і закріпленням ґрунтів за допомогою двох струменів. Розрізняють, так звані, повітряну сис-

тому (рис. 4.2,б), коли струмінь цементного розчину поміщається всередину струменя стислого повітря і за рахунок цього енергія розмиву істотно зростає, а також водну систему (рис. 4.2,в), при якій за допомогою окремого струменя води при обробці ґрунтів вдається використати режим попереднього розмиву. При двокомпонентній струминній цементації можливе досягнення діаметру колони обробленого ґрунту в межах 0,8-1,8 м. Як правило, використовується цементний розчин при водоцементному відношенні В/Ц=0,8-1,0, а при виконанні протифільтраційних завіс додатково в розчин додається бентонітовий порошок в межах 2% від маси цементу, що використався.

Основні параметри двокомпонентної струминної цементації (повітряна система) наступні:

- тиск подання розчину - 35-45 МПа;
- витрата розчину - 100-180 л/хв;
- тиск подання повітря - 0,7-1,7 МПа;
- витрата повітря - 8-12 м³/хв;
- швидкість підйому монітора - 15-25 см/хв;
- частота обертання монітора - 7-15 об/хв;
- питома енергія - 35-50 МДж/м.

Основні параметри двокомпонентної струминної цементації (водна система) наступні:

- тиск подання розчину - 5-8 МПа;
- витрата розчину - 50-100 л/хв;
- тиск подання води - 40-60 МПа;
- витрата води - 80-120 л/хв;
- швидкість підйому монітора - 4-7 см/хв;
- частота обертання монітора - 3-10 об/хв;
- питома енергія - 100-150 МДж/м.

Трикомпонентна струминна цементація характеризується розмином, перемішуванням і закріпленням ґрунтів за допомогою трьох струменів (рис. 4.2,г).

Струмінь води поміщається всередину струменя стислого повітря і подається через верхнє сопло, що дозволяє не лише збільшити енергію розмиву, але і використати відомий ефект «ерліфта» для винесення на поверхню легких часток ґрунтів, що розмиваються. Струмінь цементного розчину подається через нижнє сопло і служить для перемішування розмитих, як правило, важких часток ґрунтів. При

трикомпонентній струминній цементациї можливе досягнення діаметру колони обробленого ґрунту в межах 0,8-2,0 м.

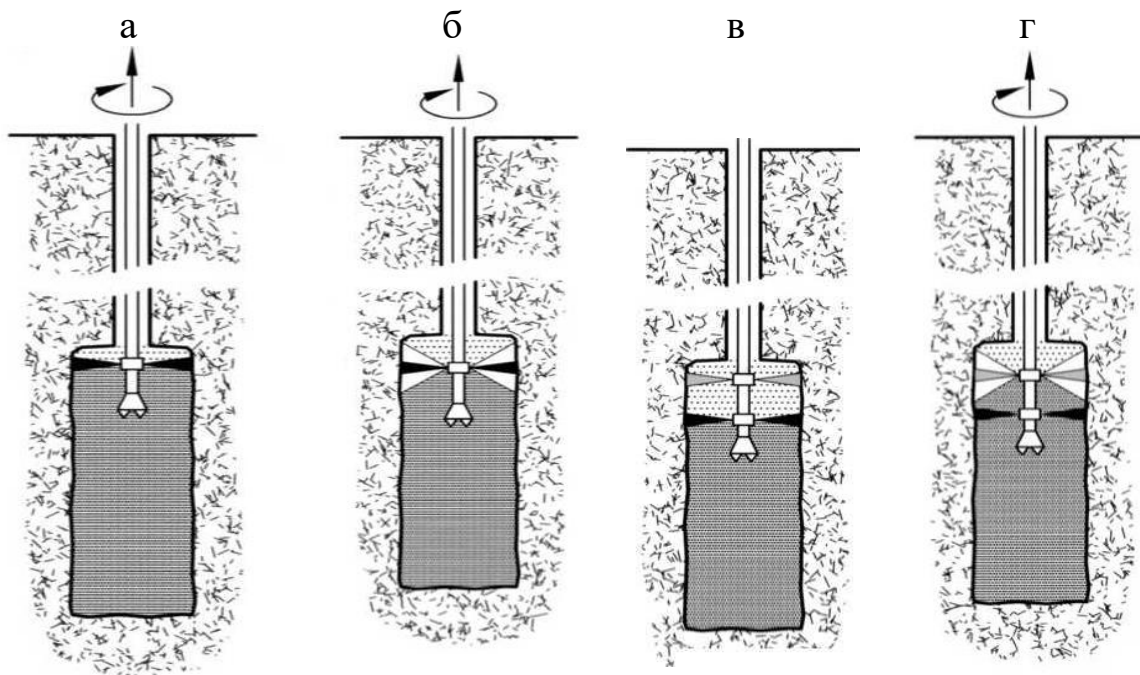


Рис. 4.2. Струминна цементация: однокомпонентна (а), двокомпонентна (повітряна система) (б), двокомпонентна (водна система) (в), трикомпонентна (г)

Основні параметри трикомпонентної струминної цементациї наступні:

- тиск подання розчину - 5-8 МПа;
- витрата розчину - 50-100 л/хв;
- тиск подання води - 40-60 МПа;
- витрата води - 80-120 л/хв;
- тиск подання повітря - 0,7-1,7 МПа;
- витрата повітря - 8-12 м³/хв;
- швидкість підйому монітора - 4-7 см/хв;
- частота обертання монітора - 3-10 об/хв;
- питома енергія - 100-150 МДж/м.

Струминна геотехнологія (Jet grouting method) - це підземний розмив ґрунту горизонтальними струменями із заздалегідь пробурених свердловин з утворенням порожнин в ґрунті заданих форми і розмірів, з синхронним заповненням цих порожнин матеріалом із заданими

властивостями і з синхронним перемішуванням, при необхідності, розпушеного ґрунту з тверднучим розчином.

Технічно струминна геотехнологія здійснювалося наступним способом. У заздалегідь пробурену технологічну свердловину (рис. 4.3) опускають спеціальний свердловинний монітор, що має бічну насадку (можливо і декілька бічних насадок).

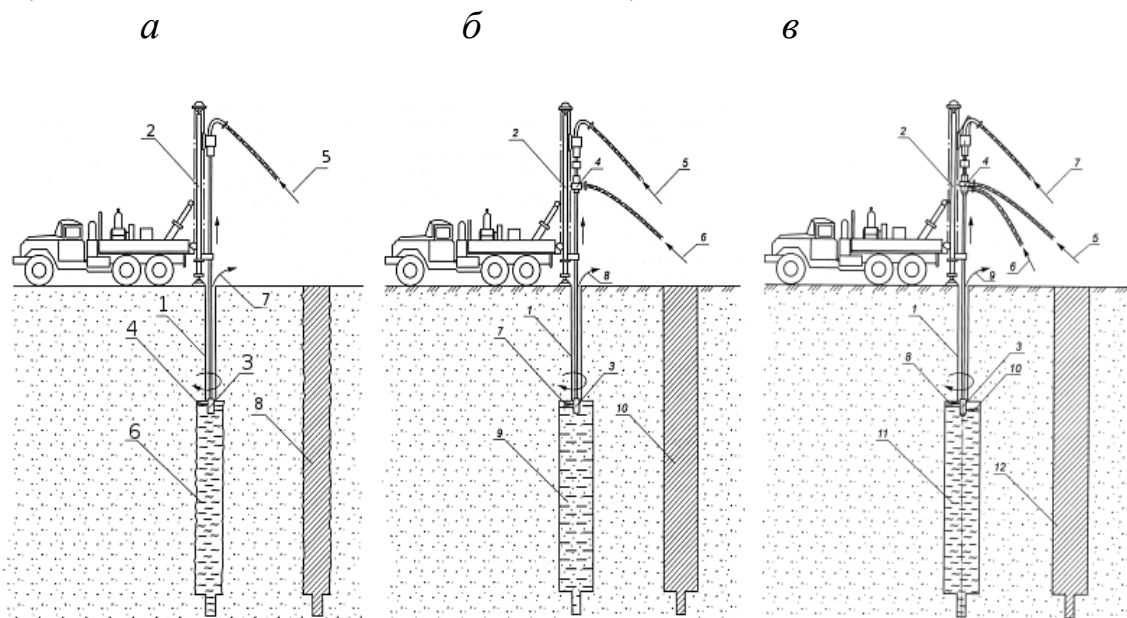


Рис. 4.3. Спорудження колон ґрунтобетонів за: *а* - однокомпонентною технологією: 1 - технологічна свердловина; 2 - гідравлічний буровий верстат; 3 - свердловинний струминний однокомпонентний монітор; 4 - високошвидкісний струмінь тверднучого розчину; 5 - розчин; 6 - розмита порожнина; 7 - розчинно-ґрунтова суміш, що виливається; 8 - готова колона ґрунтобетону. *б* - двокомпонентною технологією: 1 - технологічна свердловина; 2 - гідравлічний буровий верстат; 3 - свердловинний струминний двокомпонентний монітор; 4 - двокомпонентний вертлюг; 5 - розчин; 6 - стисле повітря; 7 - високошвидкісний струмінь тверднучого розчину в штучному повітряному потоці; 8 - пульпа розмитого ґрунту, що виливається; 9 - порожнина, що розмивається; 10 - готова колона ґрунтобетону. *в* - трикомпонентною технологією: 1 - технологічна свердловина; 2 - гідравлічний буровий верстат; 3 - свердловинний струминний трикомпонентний монітор; 4 - трикомпонентний вертлюг; 5 - напірна вода; 6 - стисле повітря; 7 - розчин; 8 - високошвидкісний водяний струмінь в штучному повітряному потоці; 9 - пульпа розмитого ґрунту, що виливається; 10 - струмінь тверднучого розчину; 11 - порожнина, що розмивається; 12 - готова колона ґрунтобетону

До монітора подають по гнучкому рукаву розмиваючу рідину, наприклад, цементний розчин. При цьому з насадки виходить високошвидкісний струмінь розчину, який робить розмив ґрунту, утворюючи в ній горизонтальну каверну. При цьому розмитий ґрунт разом з відпрацьованим розчином частково виноситься на поверхню у вигляді пульпи, яка по канавці спрямовується в спеціальний пульпоприймальник (траншею або зумпф).

Монітор приводять в обертання навколо вертикальної осі і одночасно починають повільно піднімати. В результаті, у міру підйому монітора, що обертається, частина розмитого струменем, що обертається, ґрунту (в межах радіусу розмиваючої здатності струменя) переміщується з розчином, і таким чином в ґрунтовому масиві утворюється циліндрична розмита порожнина, заповнена ґрунторозчинною сумішшю. Після завершення підйому монітора і твердіння цементу в ґрунті утворюється колона закріпленого ґрунту (ґрунтобетону). Сукупність вказаних операцій і складає однокомпонентну струминну геотехнологію.

Якщо, разом з бічною насадкою, в моніторі монтується співвісна з нею повітряна насадка, через яку одночасно з поданням розчину через центральну насадку подається стисле повітря, що створює штучний повітряний потік навколо струменя розчину (рис. 4.4), то тут має місце двокомпонентна технологія. При цьому розмитий ґрунт виноситься по свердловині в потоці аерованого розчину.

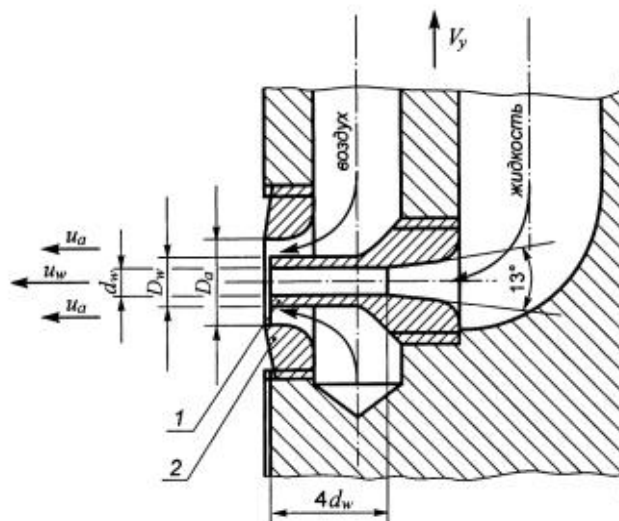


Рис. 4.4. Співвісні рідинна і повітряна насадки для створення рідинного струменя в штучному повітряному потоці 1 - рідинна насадка; 2 - повітряна насадка

При цьому розмитий ґрунт виноситься по свердловині в потоці аерованого розчину. На рис. 4.3,б показано спорудження колон ґрунтобетонів за двокомпонентною технологією.

При двокомпонентній геотехнології діаметр колони ґрунтобетону істотно більший, ніж при однокомпонентній (за умови рівності усіх інших характеристик процесу).

Трикомпонентна технологія виходить, коли розмив ґрунту роблять водяним струменем в штучному повітряному потоці, з винесенням розмитого ґрунту через свердловину у складі водоповітряної пульпи, а закріплюючий розчин подають у вигляді окремого струменя через насадку, розташовану нижче співвісних розмиваючих насадок (рис. 4.3,в).

При цьому колона ґрунтобетону, що утворюється, в даному випадку має найбільший діаметр (при інших рівних характеристиках процесу розмиву). В цьому випадку розчин витрачається безпосередньо на закріплення ґрунту, хоча певна частина розчину все ж виноситься разом з водою, повітрям і частиною розмитого ґрунту.

Якщо монітор не обертати навколо вертикальної осі, а повільно піднімати з напрямом розмиваючої насадки, що фіксується, то в ґрунті формується плоский проріз, заповнений тверднучим розчином. Після твердіння вказаного розчину утворюється плоска (панельна) конструкція середньою товщиною близько 15 см. Такі плоскі конструкції використовуються зазвичай як секції протифільтраційних завіс. При спорудженні плоскої конструкції за трикомпонентною технологією розмитий ґрунт видаляється практично повністю. Тому розчин в розмиту порожнину подається в цьому випадку не через окрему бічну насадку, а через вертикальний розчинний патрубок в нижній частині монітора, і далі він вільно розтікається по прорізу.

Існує дві основні схеми споруди плоских конструкції за допомогою струминної геотехнології: наскрізна і тупикова.

Для отримання плоскої конструкції за «наскрізною» схемою (рис. 4.5) в ґрунті бурять, окрім основної робочої свердловини, в яку занурюється монітор, також і другу (через яку виливається розчин) свердловину, яку розташовують на напрямі розмиву ґрунту, що задається відповідною орієнтацією розмиваючої насадки монітора і механічною фіксацією цього напрямку.

При розмиві ґрунту за такою схемою відбувається так званий «пробій» між свердловинами або «збійка», як це називають в гірській

справі. Цей «пробій» підтримують впродовж усього часу розмиву плоского прорізу. Пульпа розмитого ґрунту в цьому випадку виливається на поверхню через виливаючу свердловину.

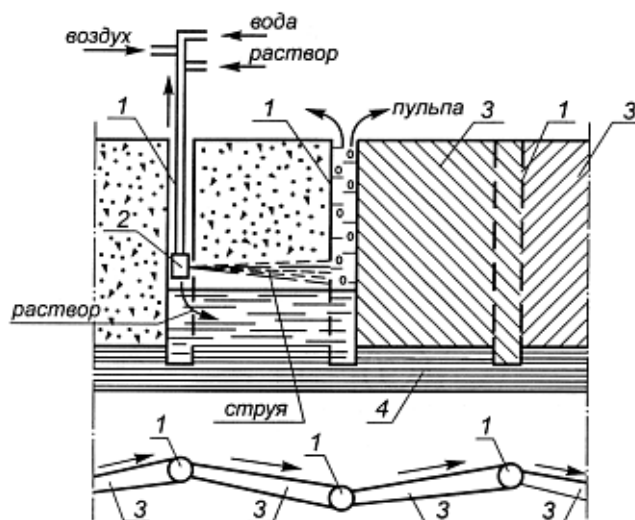


Рис. 4.5. Спорудження тонких протифільтраційних завіс за «наскрізною» схемою 1 - струминний монітор; 2 - технологічна свердловина; 3 - готова секція; 4 – водоупор

Для отримання плоскої конструкції за «тупиковою» схемою (рис. 4.6) просто механічно фіксують заданий напрям розмиваючої насадки.

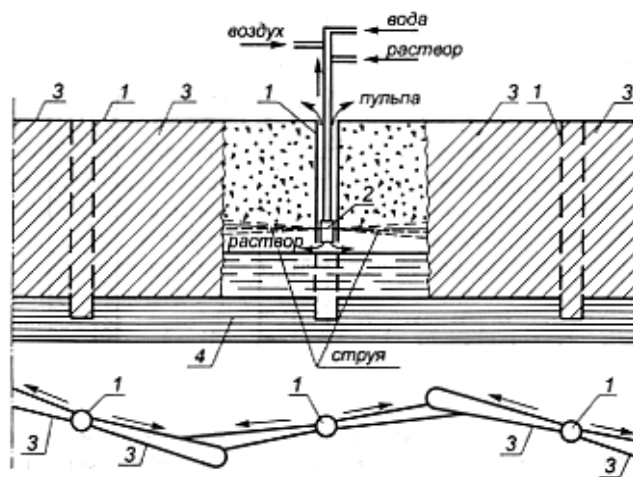


Рис. 4.6. Спорудження тонких протифільтраційних завіс за «тупиковою» схемою: 1 - струминний монітор; 2 - технологічна свердловина; 3 - готова секція; 4 - водоупор

У цьому випадку пульпа розмитого ґрунту виливається через ту ж свердловину, в якій переміщається монітор, по проміжку між трубча-

стою конструкцією монітора і стінками свердловини. Як правило, в цьому випадку плоскі конструкції виконуються при двосторонньому розмиві, тобто двома розмиваючими насадками (при трикомпонентній технології - з відповідними співвісними повітряними насадками), зазвичай спрямованими один до одного під кутом 180°.

Для забезпечення усіх вказаних операцій використовується комплект відповідного технологічного устаткування.

За допомогою струминної геотехнології під землею споруджуються плоскі (панельні) цементні і глиноцементні конструкції або циліндричні конструкції (колони) ґрунтобетонів, з поєднання яких утворюються споруди або елементи споруджень різного призначення: несучі, захисні, підпірні, протифільтраційні.

4.2 Технічні засоби та приклади використання технології «jet-grouting»

Для струминної цементації ґрунтів використовуються високо-механізовані та в значній мірі автоматизовані комплекти машин та механізмів, які можуть в автоматичному режимі забезпечити буріння скважин, приготування цементно-водного розчину потрібної консистенції, подачу в пробурену скважину під заданим тиском всіх необхідних компонентів з заданими режимами. . На рис. 4.7 представлена принципіальна схема комплексу для струминної цементації ґрунтів «jet-grouting». А на рис. 4.8 загальний вигляд такого комплексу.

Оснащення такого комплексу може бути різним. В комплект машин та механізмів входять силоси для зберігання цементу, пневмотранспорт для його розвантаження та транспортування, дозатори води та цементу, розчинозмішувач та насоси для подачі під потрібним тиском цементно-піщаного розчину, води та компресори для подачі повітря. Сучасні комплекси для проведення значних об'ємів робіт в складних гідрогеологічних умовах, як правило високо-механізовані і автоматизовані, оснащені комп'ютерами, які забезпечують автоматизований режим дозування, перемішування, транспортування всіх компонентів та управління роботою практично всього комплексу. Основним робочим органом є монітор, який закріплюється в нижній частині бурової колонки і забезпечує улаштування скважини та подачу в неї всіх необхідних компонентів.

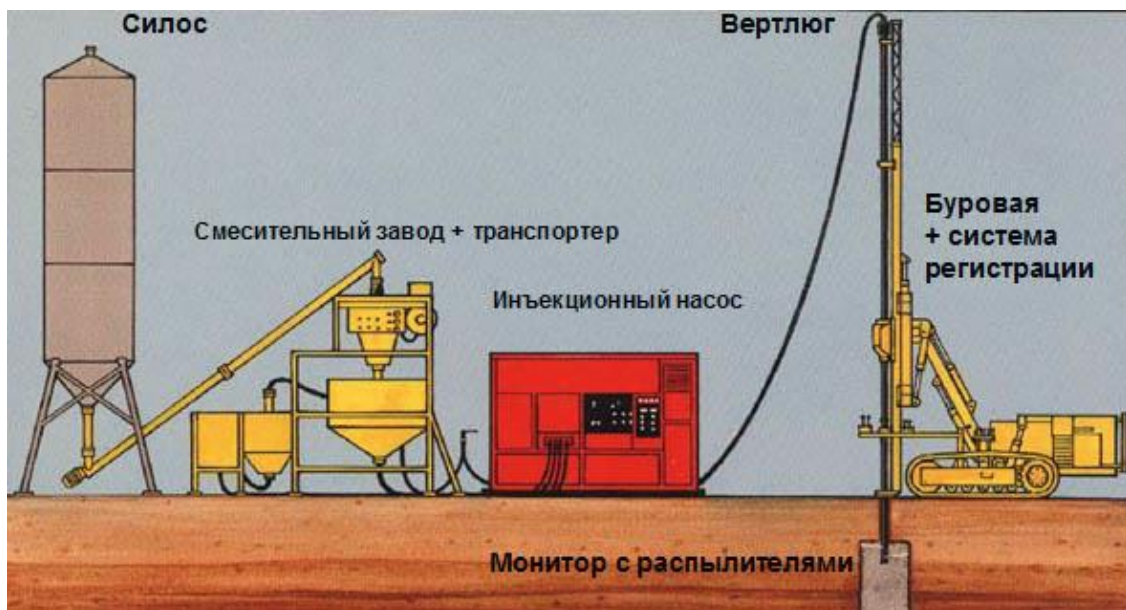


Рис. 4.7. Принципіальна схема комплексу для струминної цементації ґрунтів «jet-grouting»



Рис. 4.8. Загальний вигляд комплексу для струминної цементації ґрунтів «jet-grouting»

Конструкція монітора відрізняється в залежності від використання одно- двох- чи трьохкомпонентної цементациї. Схеми моніторів різних видів та принцип їх дії представлені на рис. 4.9.

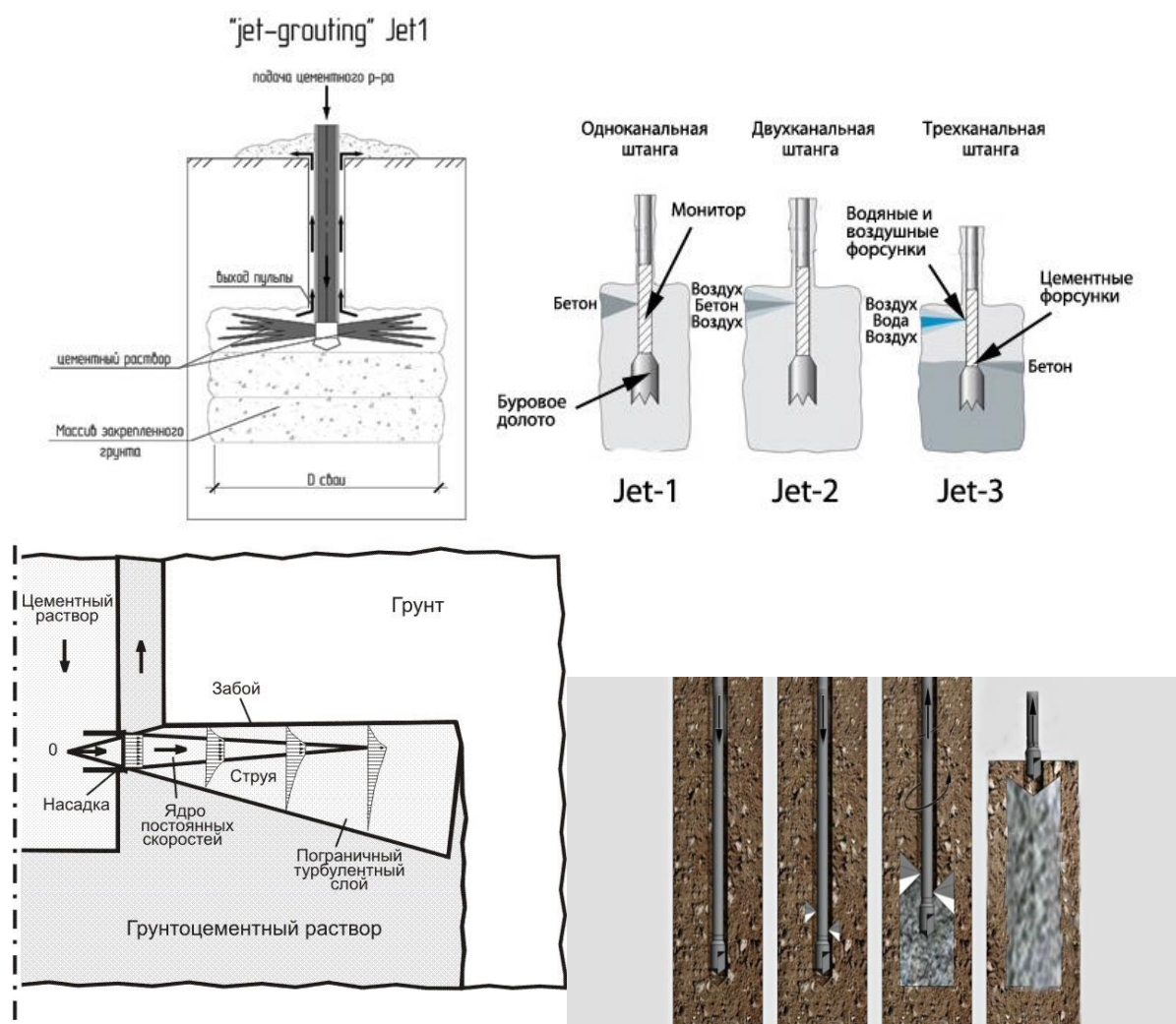


Рис. 4.9. Схеми робочих органів бурових колонок (моніторів) та принцип їх роботи

Загальний вид бурових колонок для виконання робіт за технологією «jet-grouting» представлено на рис. 4.10.

Монитор обов'язково оснащений буровою колонкою і закріплюється на нижній частині бурової штанги, яка в свою чергу закріплена на копровій установці, оснащений механізмами приводу в дію бурової штанги. Копрова установка закріплена на базовій машині, яка забезпечує необхідну її маневреність на будмайданчику.



Рис. 4.10. Бурові колонки для виконання робіт за технологією «jet-grouting»

Агрегат для виконання робіт за технологією «jet-grouting» та закріплення колонки в цьому агрегаті представлено на рис. 4.11.



Рис. 4.11. Агрегат та закріплення бурової колонки для виконання робіт за технологією «jet-grouting»

Заключення

Спеціальна технологія струминної цементації ґрунтів «jet-grouting» успішно використовується в будівництві. Вона забезпечує суттєве покращення основ, на яких влаштовуються фундаменти, в тому числі і під раніше збудованими будівлями та спорудами, які мають проблеми в процесі експлуатації. Добре розроблене і впроваджене різноманітне обладнання забезпечує використання технології «jet-grouting» в різних складних гідрогеологічних умовах. Технологія «jet-grouting» може успішно використовуватися для улаштування

огорожень котлованів і траншей, надійно забезпечуючи стійність вертикальних стінок та захисту котлованів від ґрунтових вод. Тому майбутнім фахівцям важливо знати суть цієї нової спеціальної технології, переваги та недоліки, необхідне обладнання для її реалізації та на основі цих знань уміти визначати раціональні області її застосування.

Питання для самоконтролю

1. Який струмінь подається в ґрунт при використанні однокомпонентної струминної цементації?
2. При якому водоцементному відношенні В/Ц застосовується цементний розчин в струминній цементації?
3. Яке найбільше збільшення міцності ґрунтів забезпечує струминна цементація («jet-grouting»)?
4. Що необхідно мати в комплексі для струминної цементації ґрунтів «jet-grouting» крім бурової установки?
5. Які форсунки містить робочий орган (монітор) для струминної цементації ґрунтів за технологією «jet-grouting» у вигляді триканальної штанги для трикомпонентної струминної цементації?
6. Який необхідний розчин для струминної цементації ґрунтів за технологією «jet-grouting»?

Тема 5. Раціональні області та досвід використання технології «jet-grouting» в будівництві

5.1 Раціональні області використання технології «jet-grouting» в будівництві

За останні 30-40 років накопичений позитивний досвід ефективного використання технології «jet-grouting» в будівництві. До основних переваг цієї технології відносяться:

- висока швидкість робіт за рахунок малого діаметру буріння свердловин;
- можливість виконання робіт в обмежених умовах (висота від 2 м, ширина від 1,5 м);
- відсутність динамічних дій.

При обгороджуванні котлованів (підпірних стін) конструкція з паль ґрунтобетонів виконує декілька функцій:

- сприймає горизонтальні і вертикальні навантаження;
- є вертикальною протифільтраційною завісою.

За допомогою технології струминної цементації ґрунтів можливе рішення наступних завдань:

- улаштування підпірних стін і огороження котлованів;
- посилення усіх типів фундаментів;
- улаштування протифільтраційних завіс і екранів;
- армування ґрунтів і геомасивів;
- закріплення ґрунтів при проходці тунелів і будівництві автодоріг;
- зміцнення укосів і схилів;
- закріплення ґрунтів в основі запроектованих фундаментів з метою підвищення міцнісних і деформаційних характеристик;
- облаштування бурових паль;
- контрольоване заповнення підземних вироблень і карстових порожнеч.

Найчастіше технологія «jet-grouting» використовується для улаштування огорожуючих суцільних стін котлованів і траншей. На рис. 5.1 представлені принципові схеми послідовності улаштування таких конструкцій.

Ця технологія також дозволяє вирівняти міцнісні і деформаційні властивості ґрунту, впровадженням в нього армуючих елементів. При цьому ґрунт і впроваджені в нього палі ґрунтобетонів розглядаються як єдиний геотехнічний масив.

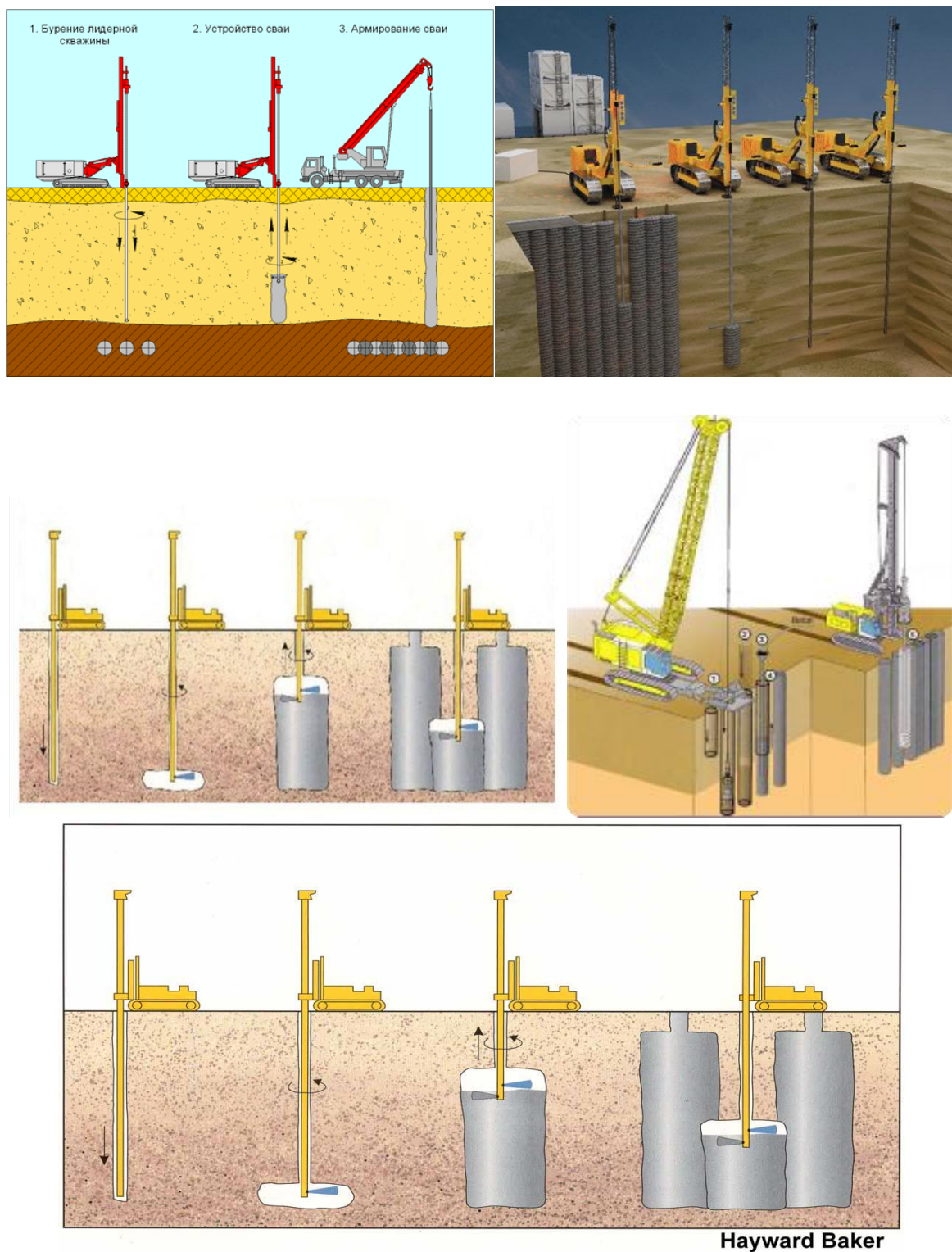


Рис. 5.1. Послідовність улаштування огорожуючи стін котлованів за технологією «jet-grouting»

У порівнянні з традиційними технологіями ін'єкційного закріплення ґрунтів струминна цементація дозволяє зміцнювати практично

увесь діапазон характеристик ґрунтів - від гравієвих відкладень до дрібнодисперсних глин.

Іншою важливою перевагою технології струминної цементації (jet-grouting) є надзвичайно висока передбачуваність результатів зміцнення ґрунтів. Це дає можливість вже на етапі проектування досить точно розрахувати геометричні і міцнісні характеристики створюваної підземної конструкції (паля, ділянка підпірної стінки і так далі), а відповідно - трудовитрати, матеріали і вартість підрядних робіт.

Проведенню робіт по закріпленню ґрунтів повинна передувати розробка проектної документації, в якій мають бути задані необхідні міцнісні і фільтраційні властивості закріпленого масиву ґрунту. Тому для модифікації ґрунтів залежно від поставленого завдання повинні застосовуватися відповідні технології і розчини.

Посилення фундаментів будівель, облаштування котлованів поблизу існуючих будівель, облаштування паль підвищеної несучої здатності, закріплення ґрунтів, створення протифільтраційних завіс може вирішуватися з використанням струминної технології. За струминною технологією можуть виконуватися як циліндричні палі, анкери, колони закріпленого ґрунту діаметром до 2 м, так і плоскі горизонтальні і вертикальні елементи в ґрунті при підйомі монітора без обертання (панельні, щілинні).

Ця технологія також дозволяє поліпшити (вирівняти) міцнісні і деформаційні властивості ґрунту, впровадженням в нього армуючих палевих елементів. При цьому ґрунт і впроваджені в нього палі ґрунтобетонів розглядаються як єдиний геотехнічний масив.

Закріплення ґрунтів основи, методом струминної технології, для нового будівництва, як правило, застосовується в наступних випадках:

- за наявності в основі проектного спорудження слабких водонасичених і заторфованих ґрунтів, що мають модуль деформації $E \leq 5,0$ МПа;
- при значних навантаженнях на фундаменти (тиск на ґрунт 0,3 МПа і більше);
- у разі примикання до існуючої будівлі і спорудження нової будови.

Окрім вказаних вище переваг, порівняно з альтернативними способами виконання вказаних споруд, таких, наприклад, як «стіна в

грунті», буронабивні і буроін'єкційні палі та ін., струминна геотехнологія дозволяє:

- при спорудженні протифільтраційних завіс забезпечувати надійне стикування суміжних секцій - завдяки обробці високошвидкісним струменем поверхонь суміжних секцій;

- при спорудженні підземних гаражів примикати їх впритул до будівлі - оскільки виїмка ґрунту робиться після виконання основних несучих конструкцій;

- при спорудженні опорних колон (паль) забезпечувати необхідний їх діаметр без використання обсадних труб або глинистого розчину для підтримки стінок скважин в ході технологічного процесу, споруджувати вказані конструкції при великій потужності слабких ґрунтів в основі - завдяки можливості виконувати розширену підшову без ускладнення технологічного процесу і ін.

На рис. 5.2 представлена схема улаштування горизонтального водоупорного шару. Цей шар може також слугувати основою для майбутнього фундаменту, оскільки фізико-механічні характеристики такого шару значно вищі ніж материкового ґрунту. Важливо також, що такий штучний водоупорний шар улаштовується до розробки котловану з поверхні майбутнього котловану.

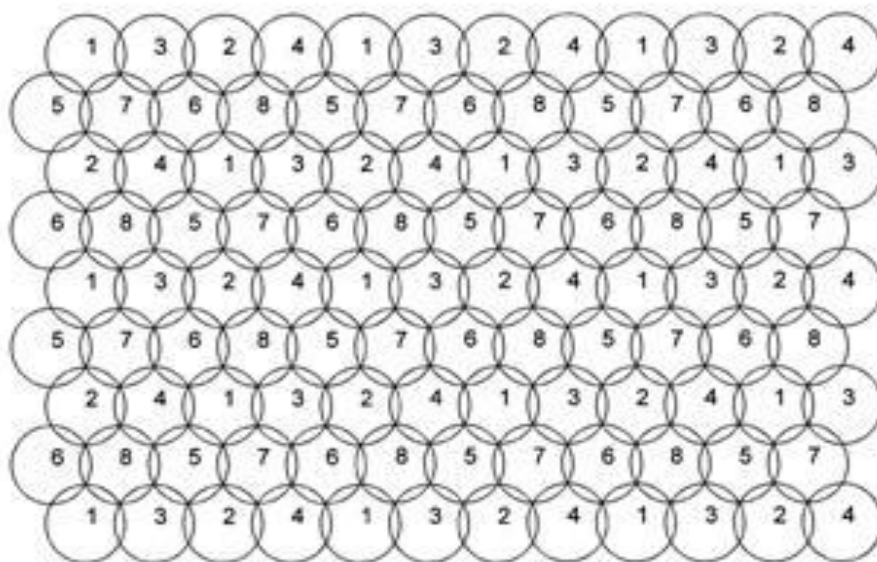


Рис. 5.2. Принципова схеми улаштування горизонтального водоупорного шару за технологією «jet-grouting» на дні котловану до початку його розробки

Улаштовані за технологією «jet-grouting» конструкції мають потрібні запроектовані характеристики. Їх загальний вигляд представлений на рис. 5.3.



Рис. 5.3. Улаштовані конструкції за технологією «jet-grouting»

На рис. 5.4-5.6 приведені деякі варіанти використання технології «jet-grouting» в будівництві.



Рис. 5.4. Улаштування огородження котловану за технологією «jet-grouting»



Рис. 5.5. Анкерування підпірної стіни за технологією «jet-grouting»



Рис. 5.6. Влаштована паля за технологією «jet-grouting»

Суттєвою перевагою цієї технології є можливість улаштування огорожуючих суцільних стін котлованів і траншей до початку їх розробки. Такі палі можуть армуватися, чим забезпечується значне підвищення їх несучої здатності. По мірі розробки котлованів стінки можуть анкетуватися, чим забезпечується надійне огородження стінок котлованів і траншей. Влаштовані стіни можуть також надійно захищати котлован від ґрунтових вод. Якщо палі, влаштовані за цією технологією, занурюються в водоупорний шар ґрунту, котлован може надійно захищатися від потрапляння води в нього. Якщо ж водоупорного шару досягти неможливо або економічно чи технічно недоцільно, то за технологією «jet-grouting» може влаштовуватися горизонтальний водоупорний шар зі щільно влаштованих ґрунтоцементних паль потрібної товщини, як правило, 2-3 метри.

5.2 Досвід використання технології «jet-grouting» в будівництві

В розвинених країнах світу накопичений позитивний досвід ефективного використання технології «jet-grouting» в різноманітних умовах виконання будівельних процесів при новому будівництві в ущільнених умовах міської забудови, реконструкції існуючих будівель та споруд та інших. Цей досвід важливо добре вивчити для можливості його подальшого використання у власній інженерній практиці.

На рис. 5.7 представлено приклад використання одно- і двокомпонентної струминних цементаций попереднього закріплення ґрунтів (технології «jet-grouting») в основі монумента перед початком будівництва основного і сервісного тунелів метрополітену під монументом в столиці Португалії - м. Лісабоні. Для виключення можливих деформацій і ушкодження монументу за допомогою струминної цементации (технології «jet-grouting») виконано 786 ґрунтоцементних колон діаметром 1,00 м по двокомпонентній (повітряній) системі і 102 ґрунтоцементні колони діаметром 0,60 м по однокомпонентній системі. Для цього пробурено 13315 п.м. свердловин, з них за допомогою двокомпонентної струминної цементации оброблено 6035 п.м. Кут нахилу свердловин варіювався від 0° до 68°.

При будівництві автодорожніх тунелів в Італії на автостраді проходка в м'яких ґрунтах здійснювалася під захистом випереджаючого закріплення цих ґрунтів ґрунтоцементними колонами діаметром 0,60 м, армованих сталевими трубами діаметром 88,9x10 мм з боку пів-

денного і північного порталів (рис. 5.8).

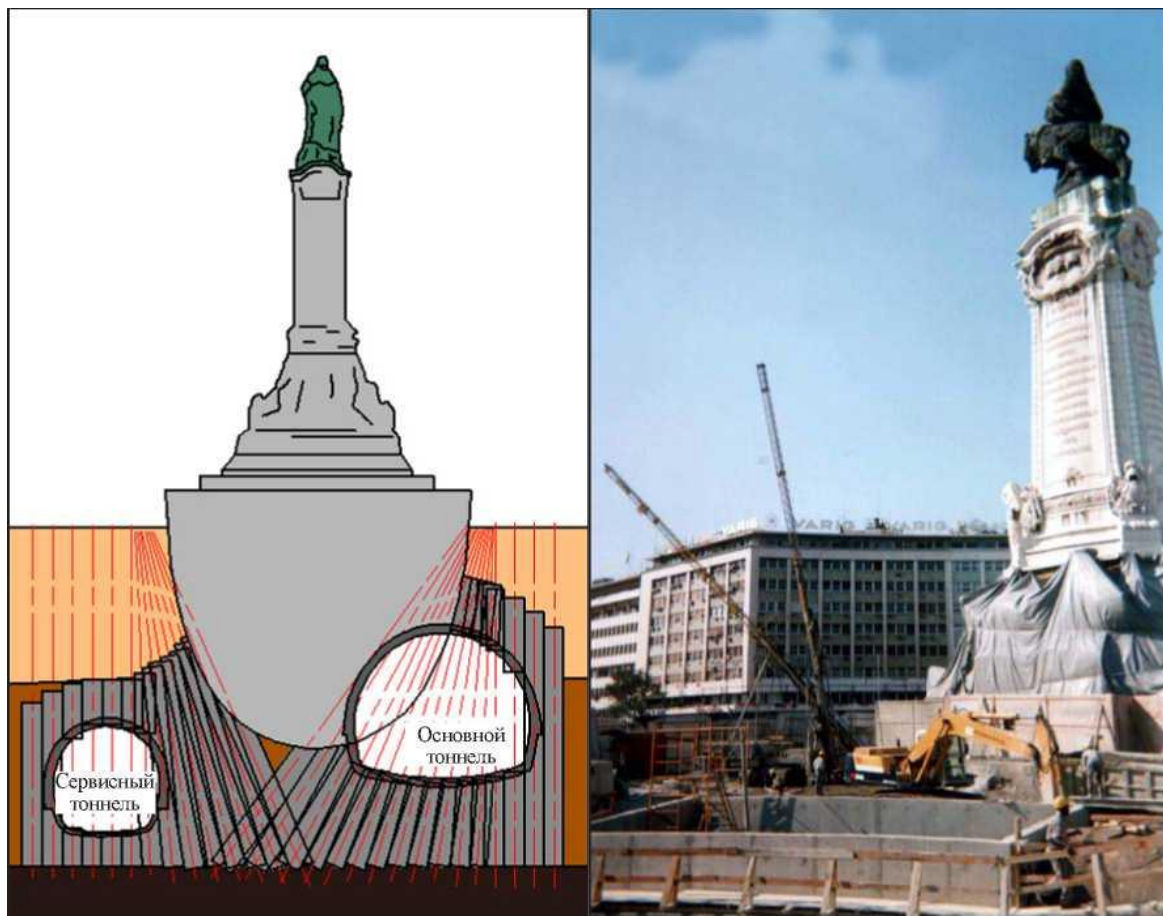


Рис. 5.7. Струминна цементация ґрунтів на будівництві основного і сервісного тунелів метрополітену під монументом в м. Лісабоні. Принципове рішення (зліва) та процес виконання робіт (справа)

Ґрунтоцементні колони парасольок формувалися із забоїв однокомпонентною струминною цементациєю з нахилом свердловин в 6% по відношенню до подовжніх осей тунелів і кроком приблизно 60 см. Довжина ґрунтоцементних колон парасольок складала 13 м, а їх нахльостування з урахуванням 10 м фронту екскавації - 3 м.

П'яти ґрунтоцементних конструкцій з дотичних колон парасольок підкріплювалися рядами неармованих ґрунтоцементних колон діаметром 0,60 м з кроком 60 см і завдовжки 3,0-3,5 м, нахилених під кутами від 29° до 54° до вертикалі.

Північний і південний портали зміцнювалися чотирма рядами ґрунтоцементних колон діаметром 0,60 м з кроком 1 м і завдовжки 18 м, виконуваних однокомпонентною струминною цементациєю з

армуванням згаданими сталевими трубами.

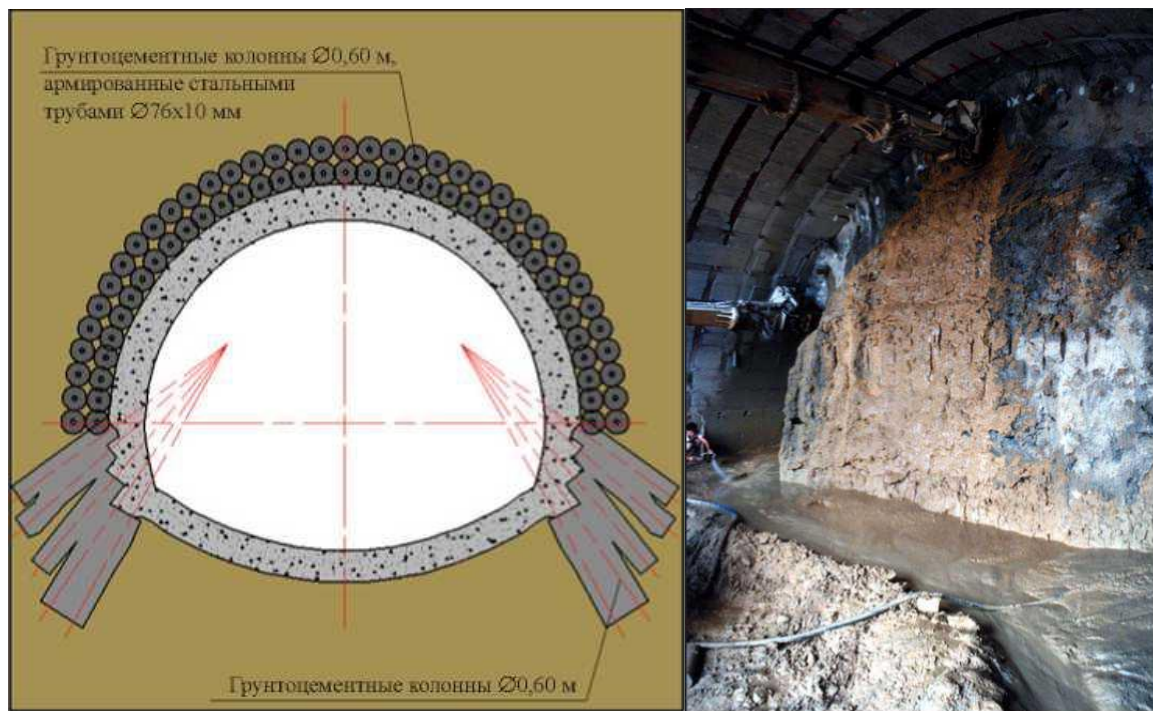


Рис. 5.8. Струминна цементація ґрунтів на будівництві автодорожнього тунелю на автостраді. Поперечний переріз в зоні нахльстування ґрунтоцементних колон парасольки випереджаючого кріплення (зліва), процес виконання робіт (справа)

Ряди порталних колон мали нахил 5%, 10%, 15%, 20% по відношенню до вертикалі відповідно. Зверху ці колони об'єднувались монолітними залізобетонними обв'язувальними балками (рис. 5.9).

На будівництві цих тунелів виконано 69000 п.м. ґрунтоцементних колон парасольок. При проходці тунелів випереджаюче кріплення підкріплювалося сталевими двотавровими арками які встановлюються з кроком 1 м. Потім арки омоноличувались бетоном. Двосмуговий автодорожній тунель під насипом залізниці споруджувався методом продавлювання постійного монолітного залізобетонного оброблення без припинення руху потягів. Продавлювання оброблення робилося із стартового котловану у бік приймальної камери, розташованої по зворотну сторону ж.д. шляхів (рис. 5.10, 5.11).

Огородженням стартового котловану і приймальної камери служили траншейні стіни завтовшки 60 і 80 см і глибиною 13 м, тимчасовим кріпленням яких були буроін'єкційні ґрунтові анкери з кроком

2,5 м і несучою здатністю 45 т кожен. Було зведено 1920 м² траншейних стін, встановлено 1250 п.м. анкерів завдовжки 9 і 15 м.



Рис. 5.9. Вид на північний портал автодорожніх тунелів , укріплений ґрунтоцементними колонами

Для запобігання вивалів ґрунту в процесі продавлювання безпосередньо під залізничним насипом співвісно з траншейними стінами товщиною 80 см виконувалися захисні стіни з ґрунтоцементних пересічних колон діаметром 0,80 м.

Для виключення неприпустимих осідань залізничних шляхів в процесі продавлювання додатково під насипом в основі тунелю, що будується, була виконана плита завтовшки 2,25 м з пересічних ґрунтоцементних колон з кроком 0,5х0,52 м діаметром 0,80 м, а також тимчасова стіна уздовж насипу з боку стартового котловану. Крім того, самі рейки в зоні проходки тунелю вивішувалися на сталевих балках-пакетах.

Усі ґрунтоцементні колони виконувалися за допомогою однокомпонентної струминної цементації ґрунтів. 4307 п.м. колон було виконано вертикальними і 7694 п.м. – похилими.

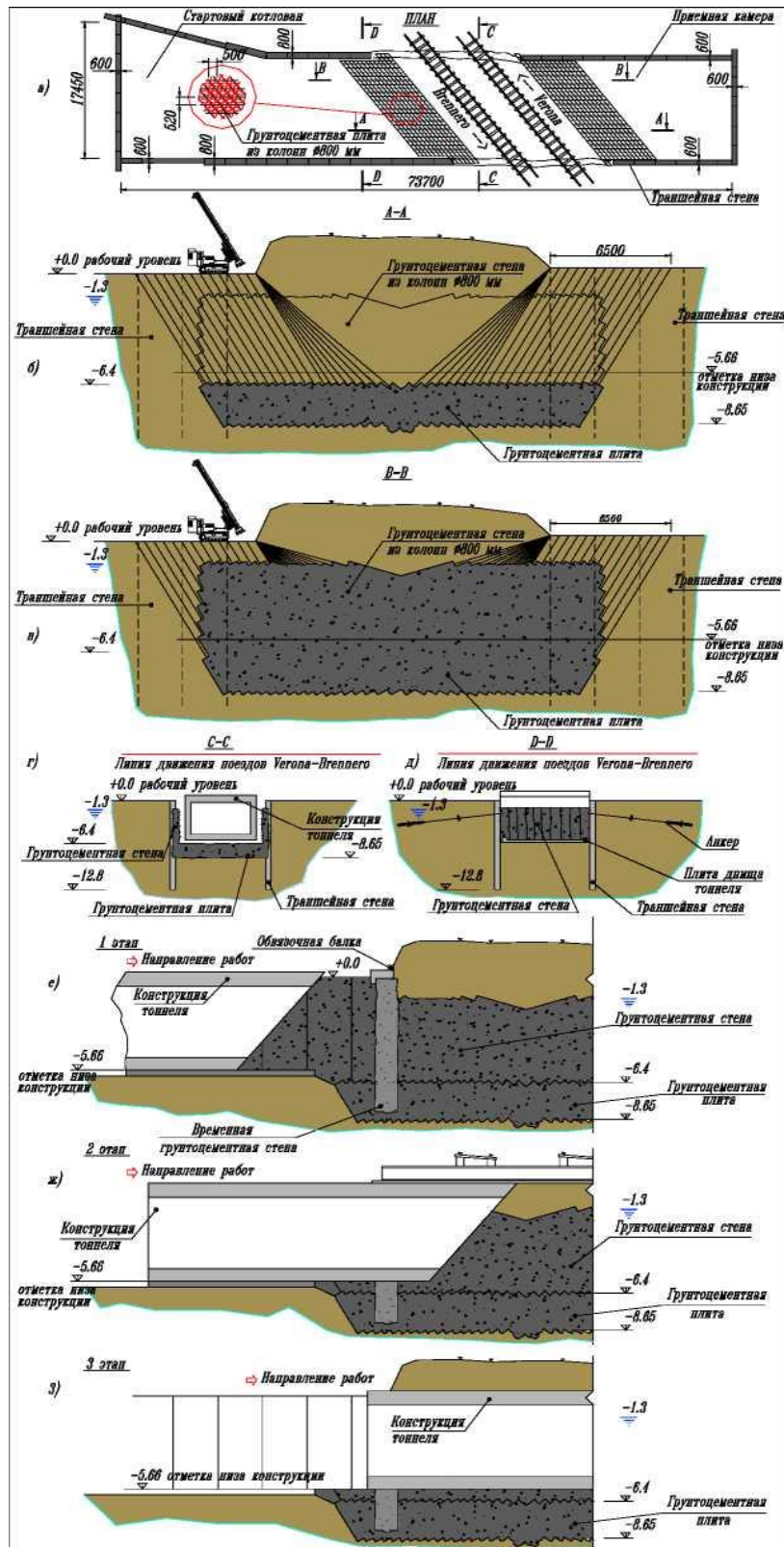


Рис. 5.10. Використання струминної цементації ґрунтів на будівництві двосмугового автодорожнього тунелю під насипом залізниці. Принципові схеми виконання робіт струминної цементації і спорудження тунелю



Рис. 5.11. Струминна цементация ґрунтів на будівництві двосмугового автодорожнього тунелю під насипом залізниці без припинення руху потягів

448 п.м. колон захисних стін, а також тимчасова стіна уздовж насипу з боку стартового котловану, були армовані сталевими трубами діаметром 73х8. Крім того, самі рейки в зоні проходки тунелю вивішувалися на сталевих балках-пакетах.

При спорудженні колектора відкритим способом в Мілані огороження котловану виконувалося з вертикальних ґрунтоцементних паль-колон завдовжки 9-11 м, кроком 1 м і діаметром 0,80м, армованих сталевими трубами діаметром 73х9 мм (рис. 5.12).

За допомогою однокомпонентної струминної цементації виконано 12500 п.м. ґрунтоцементних паль-колон. Тимчасове кріплення огороження відкритого котловану було прийняте металевим розпором.

В якості огороження котловану нульового циклу нової офісної будівлі в Мілані поблизу будівель, що зберігаються, використовувалися стіни з ґрунтоцементних пересікаючихся (буросікучих) паль-колон діаметром 0,60 м, армованих сталевими трубами діаметром 60,3х6,6 мм, які виконувалися за допомогою однокомпонентної струминної цементації (рис. 5.13).

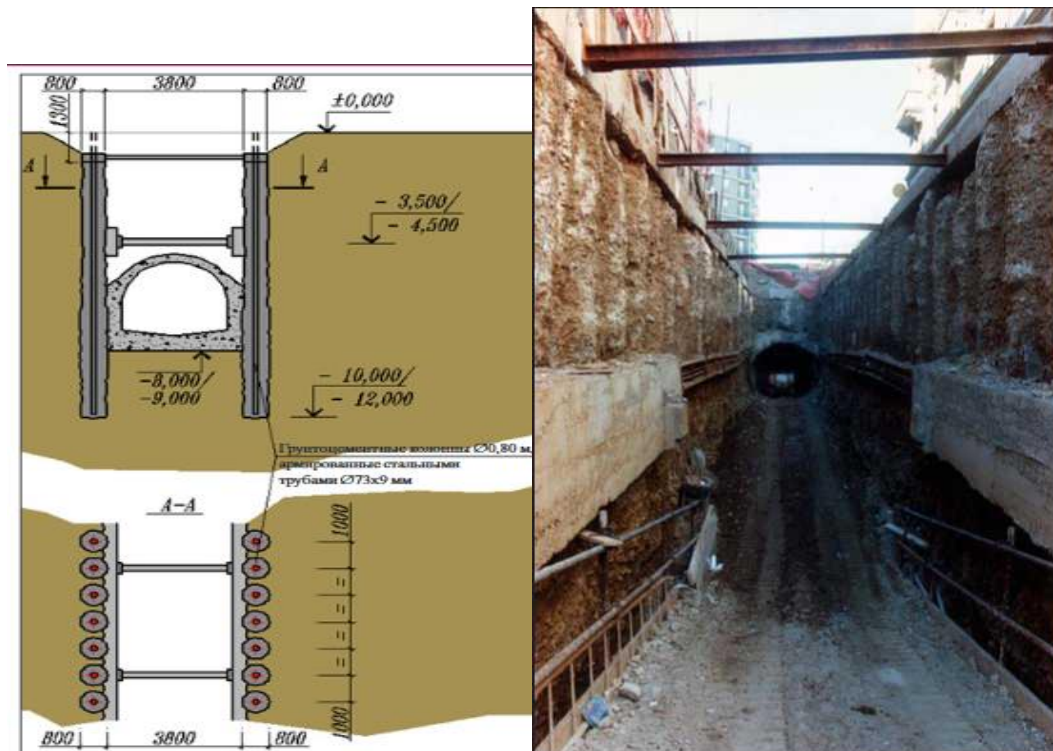


Рис. 5.12. Огородження котловану з ґрунтоцементних паль-колон на будівництві колектора відкритим способом в Мілані (зліва принципове рішення, справа процес робіт)

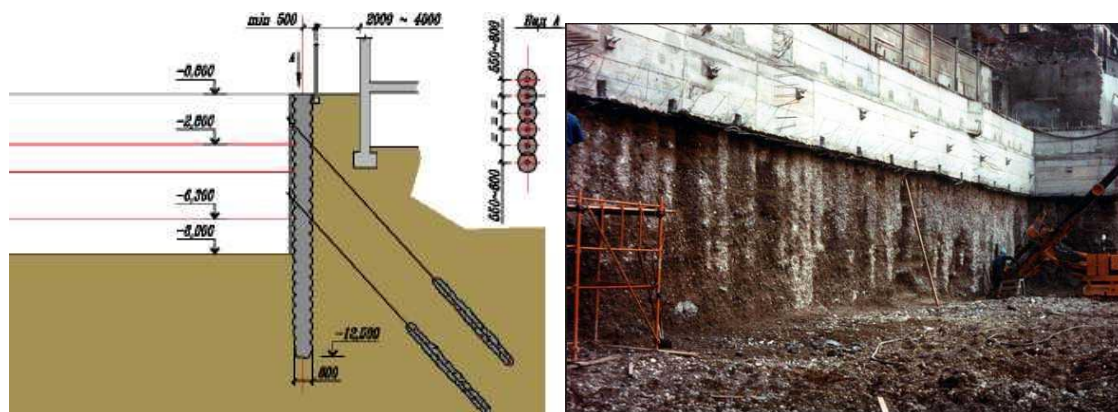


Рис. 5.13. Огородження котловану з ґрунтоцементних пересікаючихся паль-колон на будівництві нульового циклу нової офісної будівлі в Мілані (зліва принципове рішення, справа процес улаштування другого ярусу анкерів)

Крок паль-колон 0,55-0,6 м. Тимчасове кріплення огороження котловану глибиною 8 м робилося бурін'єкційними ґрунтовими ан-

керами несучою здатністю 30 т (верхній ярус при кроці 3,3 м і довжині 16,0 м) і 60 т (нижній ярус при кроці 2,2 м і довжині 14,0 м).

Однокомпонентна струминна цементация ґрунтів (технологія «jet-grouting») також широко використовувалася під час будівництва нульового циклу адміністративної будівлі в Мілані (рис. 5.14).



Рис. 5.14. Використання струминної цементації ґрунтів на будівництві нульового циклу адміністративної будівлі в Мілані. Принципове рішення огороження і тимчасового кріплення котловану

Огороження котловану глибиною 12 м з основними габаритними розмірами в плані 33,8х40,75 м виконувалося з трьох рядів ґрунтоцементних паль-колон завдовжки 11-15 м і діаметром 0,60 м, армованих сталевими трубами діаметром 88,9х10 мм і підкріплювалося

додатковими 2-3 рядами аналогічних колон зсередини майбутнього котловану нижче відмітки його дна. Виконувалося також посилення ґрунтової основи під фундаментною плитою куцями аналогічних перетинаючих колон. Всього на цьому об'єкті виконано 32000 п.м. ґрунтоцементних колон. Тимчасове кріплення огороження котловану робилося чотирма ярусами буроін'єкційних ґрунтових анкерів із несучою здатністю від 30 т до 120 т.

Для виключення водоприпливу під час будівництва підземної автостоянки в Мілані з проміжної відмітки дна котловану або з глибини 18,0 м від поверхні усередині контуру огороження котловану з траншейних стін завтовшки 60-80 см виконувалася горизонтальна протифільтраційна завіса (ПФЗ) завтовшки 2 м.

Використовувалася двокомпонентна струминна цементация (повітряна система). Протифільтраційна завіса формувалася з 1140 п.м. ґрунтоцементних пересікаючихся колон діаметром 1,80 м, що виконуються в шаховому порядку з кроком 132x150 см (рис. 5.15).

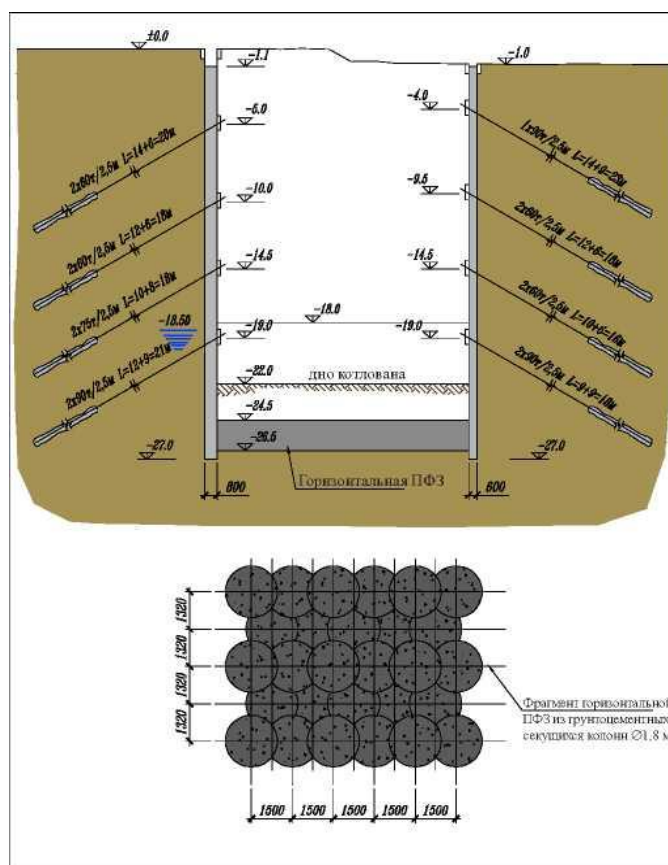


Рис. 5.15. Будівництво підземної стоянки в Мілані. Принципове рішення горизонтальної протифільтраційної завіси з ґрунтоцементних пересікаючихся колон

На цьому об'єкті було зведено 3600 м² траншейних стін глибиною 27 м, встановлено 21230 п.м. буров'єкційних ґрунтових анкерів завдовжки від 16 до 23 м і із несучою здатністю від 60 до 90 т.

Для підвищення водонепроникності ґрунтових гребель в Італії широко застосовується облаштування вертикальних протифільтраційних завіс (ПФЗ), які виконуються з гребенів гребель однокомпонентною струминною цементацією(технологія «jet-grouting»), як це показано на рис. 5.16. Вертикальна протифільтраційна завіса в даному випадку сформована з неармованих ґрунтоцементних пересікаючих колон діаметром 0,70 м і кроком 50 см.

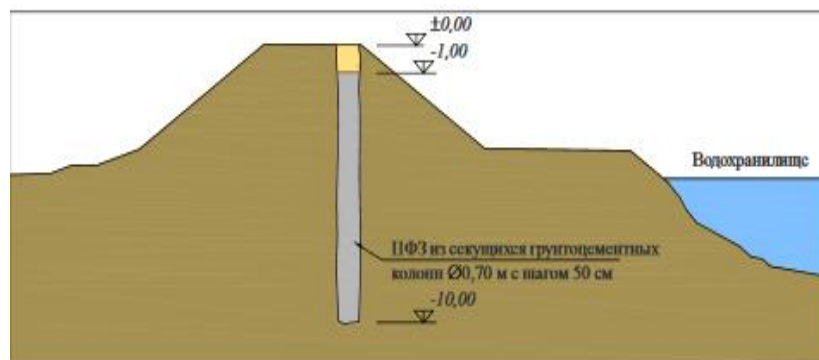


Рис. 5.16. Вертикальна протифільтраційна завіса з ґрунтоцементних пересікаючих колон. Схема

На березі озера Комо в Італії зведена автомобільна двосмугова дорога антресольного типу (рис. 5.17). Тут також використовувалася однокомпонентна струминна цементація(технологія «jet-grouting»), а ґрунтоцементні фундаментні палі-колони діаметром 0,60 м і кроком 80 см.

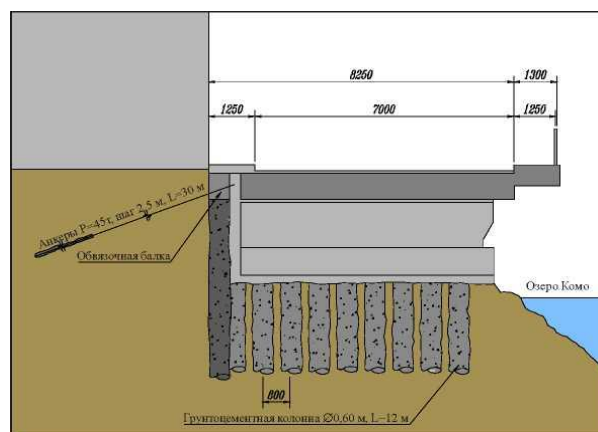


Рис. 5.17. Будівництво автомобільної дороги антресольного типу на березі озера Комо. Принципове рішення конструкції і фундаментів

Можна привести велику кількість прикладів використання струминної цементації (технології «jet-grouting») при будівництві опор нових мостів, а також посиленні ґрунтових основ опор під час реконструкції старих мостів в Італії. Характерний приклад застосування однокомпонентної струменевої цементації під час спорудження опор нового моста приведений на рис. 5.18.

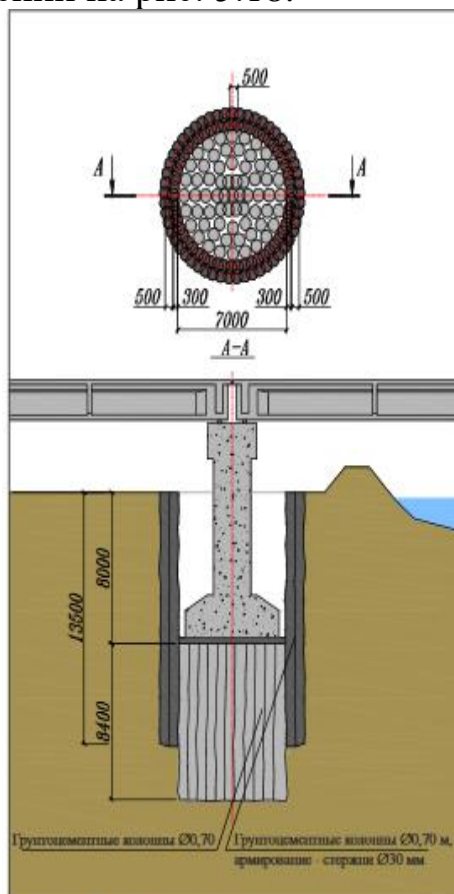


Рис. 5.18. Використання струминної цементації ґрунтів під час будівництва опор моста в Італії

Під час будівництва чотирьохочкового гідротехнічного тунелю-сифона для подальшого облаштування пересічних меліораційних каналів в регіоні Ломбардія (Італія) в 2003 р. широко використовувалася як однокомпонентна, так і двокомпонентна струминні цементації (рис. 5.19).

Спочатку робилося відведення у бік русла існуючого каналу і лише потім на його місці зводився поруч тунель-сифон. Паралельно зводилася одна з гілок нового каналу, що розташовувалася над сифоном практично перпендикулярно його подовжній осі. Після завершення будівництва тунелю-сифона, русло старого каналу підключа-

лося до тунелю-сифона, потім зводилася інша гілка нового каналу.

Огородження котловану при спорудженні тунелю-сифона виконувалося з трьох рядів ґрунтоцементних пересікаючихся паль-колон діаметром 1,20 м² кроком 1 м і міжосьовою відстанню між рядами 0,75 м. Ґрунтоцементні колони суміжних рядів виконувалися в шаховому порядку. Армування ґрунтоцементних паль-колон здійснювалося сталевими трубами діаметром 88,9x10 мм.

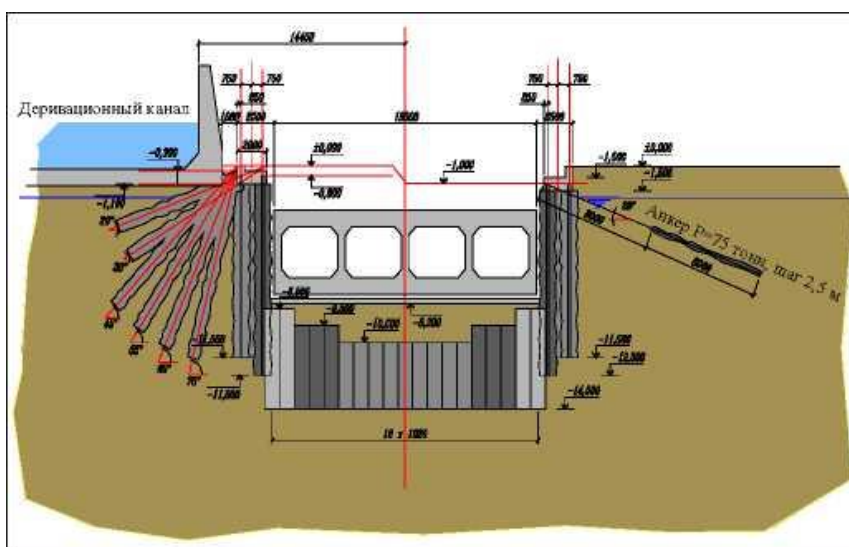


Рис. 5.19. Будівництво чотирьохочкового гідротехнічного тунелю-сифона в регіоні Ломбардія. Принципові рішення

В межах контуру огороження котловану під днищем тунелю-сифона влаштовувалася протифільтраційна завіса арочного типу завтовшки від 4 до 6 м з ґрунтоцементних пересікаючихся колон діаметром 1,60 м, які виконуються в шаховому порядку з кроком 1,02x1,18 м.

З боку відведеного русла існуючого каналу з метою зміцнення його ґрунтової основи і в якості кріплення огороження котловану тунелю-сифона виконувалися комплекти анкерних ґрунтоцементних паль-колон діаметром 0,80 м з кроком 2 м.

Кожен комплект включав 6 ґрунтоцементних паль-колон, армованих сталевими трубами і виконаних під кутами 20°, 30°, 45°, 55°, 65° і 75° до горизонталі.

Стіна з протилежного боку від відведеного русла, а також торцеві стіни огороження котловану з ґрунтоцементних пересікаючихся паль-колон закріплювалася тимчасовими буроін'єкційними ґрунтовими анкерами завдовжки 16 м, кроком 2,5 м і несучою здатністю

75 т. Усі стіни потім об'єднувалися по верху монолітними залізобетонними обв'язувальними балками.

Останніми роками для зміцнення насипів і гребель все частіше використовується в Італії ламінарна струминна цементация. На відміну від вищеописаних способів струминної цементации, при ламінарній в процесі обробки ґрунтів бурова штанга із закріпленим монітором на її кінці не обертається навколо своєї осі, а лише піднімається поступово знизу-вгору (у такому разі відсутня турбулентність струї). Так в ґрунті формуються не колони, а панелі (рис.5.20).



Рис. 5.20. Дослідна панель в ґрунті, яка виконана ламінарною струминною цементациєю

Обробка ґрунтів ламінарною цементацією виконувалося з гребенів насипів і гребель в їх товщі під кутами до вертикалі, крутішими, ніж кути нахилу їх укосів. При цьому формуються в ґрунті похилі діафрагми, що зникаються під гребенями насипів і гребель. При необхідності для гребель з боку дзеркала води в їх основі влаштовуються ще і вертикальні протифільтраційні завіси з ґрунтоцементних сікучих колон, які виконуються вищеописаним способом. Тоді одна з похилих діафрагм, що виконуються ламінарною струминною цементацією після облаштування вертикальної протифільтраційної завіси щільно сполучається своєю основою з нею.

Заключення

Розглянутий матеріал з вивчення раціональні області використання технології «jet-grouting» в будівництві та практичного досвіду його застосування підтверджує ефективність цієї технології. Накопичений практичний досвід використання в будівництві технології «jet-grouting» підтверджує, що особливо ефективно його можна використовувати при необхідності будівництва на слабких ґрунтах, при високому рівні ґрунтових вод, поблизу існуючих будівель та споруд. Технологія «jet-grouting» ефективна також для улаштування протифільтраційних завіс, підвищення несучої здатності існуючих фундаментів та інших випадках будівництва в складних гідрогеологічних умовах та ущільненій забудові.

Питання для самоконтролю

1. Які основні переваги технології «jet-grouting»?
2. Які завдання можуть вирішуватися за допомогою технології струминної цементації ґрунтів («jet-grouting»)?
3. В яких випадках застосовується закріплення ґрунтів основи, методом струминної технології («jet-grouting»), для нового будівництва?
4. Як використовується технологія струминної цементації ґрунтів («jet-grouting») при будівництві автодорожніх тунелів?
5. Як використовується технологія струминної цементації ґрунтів («jet-grouting») при улаштуванні глибокого котловану поблизу існуючої будівлі?

Тема 6. Проблеми забезпечення якості при використанні технології «jet-grouting» та інших технологій улаштування підземних споруд

6.1 Методи технологічного контролю якості влаштування паль за технологією «jet-grouting»

Для забезпечення необхідної якості спеціальних будівельних робіт з використанням технології «jet-grouting» перш за все треба розробити проект конструктивного рішення та детальний проект виконання робіт. Зважаючи на улаштування конструкцій в підземному просторі та залежність якості отримуваних конструкцій від характеристик ґрунтів, в яких вони влаштовуються, необхідно отримати детальні достовірні дані їх геологічних досліджень. На основі аналізу результатів геологічних досліджень ґрунтів та вивчення досвіду виконання робіт з улаштування конструкцій за технологією «jet-grouting» в аналогічних гідрогеологічних умовах визначаються конструктивні рішення та технологія виконання робіт. Для цього визначаються, яку з технологій (одно- дво- чи трьохструминну) краще застосувати в конкретних умовах її використання. Визначаються також з потрібними витратами цементу на м³ конструкції, швидкістю підйому монітору та іншими найважливішими технологічними характеристиками роботи агрегату з улаштування конструкцій.

Перевірку правильності прийнятих рішень проводять пробним улаштуванням одиночної конструкції та проведенням необхідних випробувань за детально розробленою програмою з визначенням потрібних фізико-механічних характеристик, а за необхідності і несучої здатності влаштованої конструкції.

Технологічний контроль за виконанням робіт з улаштування конструкцій за технологією «jet-grouting», як і інших спеціальних робіт, виконують з щоденним заповненням спеціального журналу реєстрації робіт зі струминної цементації. В журнал щозміни заносяться наступні дані:

- дата буріння;
- реєстраційний номер колони;
- відмітка горловини колони;
- використовувана бурова установка та її бурова колонка;
- діаметр отвору використовуваного сопла;
- швидкість поступальної ходи улаштування колони;
- висота буріння і колони струминної цементації;

- тип ґрунту;
- водоцементне співвідношення суміші нагнітання;
- марка і витрати в колоні цементу;
- усі характерні особливості, якщо такі є, відзначаються в поясненні.

Контроль якості матеріалів, які використовуються виконувалося відповідно до діючих нормативних документів.

Перевірка якості цементації залежить від виду ґрунту:

- скельний (тріщинуваті і закарстовані ґрунти перевіряють за допомогою буріння, гідравлічного випробування, цементації спеціальних контрольних свердловин);
- слабозчинний, скельний, закарстований (проводять контрольне буріння і оцінюють розміри карстових порожнеч по провалу бурового інструменту);
- легкозчинний (гіпсові і інші види ґрунтів перевіряють, визначаючи питоме водопоглинання, рівень якого встановлений в проекті).

Для визначення геометричних характеристик і перевірки міцності ґрунтоцементних паль використовують наступні методи контролю:

- вибурювання;
- випробування зразка гірської породи зі свердловини;
- аналіз особливостей шламу, що вимивається;
- випробування статичними навантаженнями;
- перевірка за допомогою ультразвукового, електромагнітного, електрометрії і акустичного методів.

Усі представлені способи контролю відрізняються трудомісткістю. При цьому в комплексі вони характеризуються максимальною точністю і надійністю.

При дослідженні штучно закріплених ґрунтів проводять малоглибинні свердловинні роботи з використанням електроіскрового джерела. Відсутня необхідність його притиску до стінки. Це дозволяє отримати свідчення, безперервно переміщаючи вимірювальну установку уздовж свердловини.

Висновки про якість цементації ґрунтів також можна зробити на основі акустичних спостережень. Про характеристики конструкцій судять по динаміці поширення звукових хвиль. У складних гідрогеологічних умовах якість штучного закріплення ґрунтів може бути не-

задовільною. Саме тому потрібно постійне спостереження за конструкціями.

При улаштуванні паль в складних інженерно-геологічних і гідро-геологічних умовах спочатку виготовляються експериментальні палі для вибору оптимального технологічного режиму. Для визначення міцнісних і геометричних характеристик експериментальних ґрунтоцементних паль, виготовлених по різних технологічних режимах, використовуються і можуть бути використані наступні способи контролю:

- аналіз характеристик шламу, що вимивається;
- виривання паль на можливу глибину;
- вибурювання і випробування керна;
- випробування паль статистичними навантаженнями;
- свердловинні каротажні спостереження методами ультразвукового, акустичного, електрометрії і електромагнітного (георадар) каротажу.

Кожен з перелічених вище методів контролю має певні недоліки: трудомісткість і висока вартість, локальний характер отримуваних результатів, невисока точність, що вимагає спільного їх застосування. Отримання усереднених характеристик не завжди достатнє для практичних цілей, і у більшості випадків потрібно повнішу інформацію: зокрема визначення деформаційних, міцнісних і геометричних характеристик, суцільності, проникності і інших параметрів по всій глибині палі. В принципі це завдання найстрогіше вирішується за допомогою колонкового буріння з відбором монолітів для подальших лабораторних випробувань. За результатами таких випробувань визначаються основні фізико-механічні характеристики ґрунтобетону, та визначають відповідність їх запроектованим вимогам. На рис. 6.1 представлені зразки кернів, отримані з влаштованих паль за технологією «jet-grouting». Проте на практиці при бурінні ґрунтоцементних паль неможливо отримати 100% -й вихід керна, більше того, частина монолітів може виявитися з порушеною структурою.

Достовірну інформацію щодо якості влаштованих ґрунтоцементних паль отримують за результатами візуальних спостережень, відбору зразків та їх випробуванням після розкопування таких паль. На рис. 6.2 представлені зразки розкопаних ґрунтоцементних паль, та процес визначення їх геометричних характеристик.



Рис. 6.1. Зразки кернів з влаштованих паль за технологією «jet-grouting»



Рис. 6.2. Зразки розкопаних ґрунтоцементних паль

Такі обстеження досить трудомісткі, тому, як правило, вони виконуються тільки на етапі попередніх досліджень для визначення та уточнення потрібних режимів улаштування ґрунтоцементних паль на новому об'єкті в нових гідрогеологічних умовах. До того ж, незважаючи на об'єктивність та достовірність такої інформації, вона не може характеризувати весь улаштований масив в цілому за відсутності достатньої кількості досліджень з урахуванням статистичних результатів.

6.2 Вимоги ДСТУ Б.В.2.1-1-95 щодо випробування паль статичним навантаженням

Достовірну інформацію щодо несучої здатності влаштованих ґрунтоцементних паль отримують за результатами статичних або динамічних випробувань влаштованих паль за вимогами ДСТУ Б.В.2.1-1-95 (ГОСТ 5686-94) «ґрунти. Методи польових випробувань палями».

У відповідності до вимог цього стандарту випробування паль проводяться для забезпечення проектування пальових фундаментів, а також оцінки технології улаштування і якості робіт. По суті проводиться випробування несучої здатності ґрунтів, в яких влаштована паля або палі разом з цим ґрунтом. Такі випробування виконуються безпосередньо на будівельному майданчику за раніше розробленою програмою випробувань паль статичними навантаженнями.

Програма польових випробувань ґрунтів палями, які проводяться на етапі інженерних досліджень для будівництва, має бути складена з урахуванням:

- наявних результатів інженерних досліджень;
- прогнозу можливості зміни інженерно-геологічних і гідрогеологічних умов в процесі зведення і експлуатації будівель і споруд;
- характеристик запроектованих будівель і споруд і їх несучих конструкцій;
- розрахункових навантажень, діючих на фундаменти запроектованих будівель і споруд;
- проектних відміток планування території будівництва і положення підшви палевих ростверків;
- експлуатаційних вимог щодо обмежено-допустимих переміщень конструкцій і, зокрема, переміщень на рівні підшви палевого ростверка;

- результатів польових випробувань ґрунтів палями, які раніше виконувались на поблизу розташованих об'єктах з аналогічними ґрунтовими умовами, а також досвіду їх будівництва і експлуатації.

Програма польових контрольних випробувань паль при будівництві має бути складена з урахуванням прийнятих в проекті:

- виду і конструкцій паль, їх форми і розмірів;
- способів занурення паль або їх улаштування;
- розрахункових навантажень на палі;
- ґрунтових умов об'єкту, прийнятих в проекті за результатами інженерно-геологічних досліджень.

У програмі польових випробувань ґрунтів палями мають бути передбачені:

- місця проведення випробувань;
- кількість випробовуваних паль;
- конструктивна схема установки для випробування паль;
- напрямки і значення ступенів навантажень при випробуваннях;
- найбільші навантаження або найменші переміщення паль при випробуваннях;
- матеріали, вид, розміри і конструкції випробовуваних паль, глибина їх занурення;
- способи занурення або улаштування випробовуваних паль;
- вид, матеріал, розміри, конструкція, глибина занурення при використанні анкерних паль.

Кількість випробовуваних паль при будівництві повинно складатися:

- при випробуванні паль динамічним навантаженням - до 1 % від загальної кількості паль на цьому об'єкті, але не менше 6 шт.;
- при випробуванні паль статичним вдавлюючим навантаженням - до 0,5 % від загальної кількості паль на цьому об'єкті, але не менше 2 шт.;
- при випробуванні паль статичним висмикуючим або горизонтальним навантаженням - не менше 2 шт.

Робота з випробування паль складається з таких етапів:

- ознайомлення з програмою випробувань паль статичними навантаженнями;
- проведення польових досліджень;
- камеральна обробка результатів за результатами випробувань;
- складання звіту.

До складу установки для випробування ґрунтів палями статичними навантаженнями повинні входити:

- установка для навантаження палі (домкрати або тарований вантаж);
- опорна конструкція для сприйняття реактивних сил (система балок або ферм з анкерними палями і/або вантажна платформа);
- улаштування для замірів переміщень палі в процесі випробування (реперна система з вимірювальними приладами).

Усі конструкції установок, які приміняються для випробувань, мають бути розраховані на навантаження, яке, перевищує на 20 % найбільше навантаження, що передбачене програмою випробувань.

Установка для навантаження паль повинна забезпечувати співвісність і центральну передачу навантажень на палю, можливість передачі навантажень ступенями, постійність тиску на кожному ступені навантаження. Рекомендуюмі принципові схеми установок наведені в додатку Б ДСТУ Б.В.2.1-1-95 і представлені на рис. 6.3.

Прилади для вимірів деформацій (переміщень) паль (індикатори, прогиноміри, прилади для автоматичного запису деформацій і тому подібне) повинні забезпечувати неточність вимірювань не більше 0,1 мм. Кількість приладів, встановлюваних симетрично на рівних (не більше ніж 2 м) відстанях від випробовуваної палі, повинно бути не менше двох. Переміщення палі визначають як середнє арифметичне значення результатів замірів усіх приладів.

Межі замірів і ціну ділення манометрів і динамометрів, використовуваних для визначення навантаження на палю в процесі випробувань, вибирають залежно від найбільшого навантаження на палю, передбаченого програмою випробувань, із запасом не менше 20 %.

Усі прилади, використовувані для замірів переміщень паль і навантажень, мають бути протарировані і періодично перевірятися згідно паспортних даних. Перед їх відправленням на місце випробувань проводять позачергову перевірку.

При випробуваннях набивних (буронабивних) паль початок випробувань призначають не раніше досягнення бетоном палей 80% проектної міцності.

Навантаження випробовуваної палі проводять рівномірно, без ударів, інтервалами навантажень, значення яких встановлюється програмою випробувань, але приймається не більше 1/10 заданої в програмі найбільшого навантаження на палю.

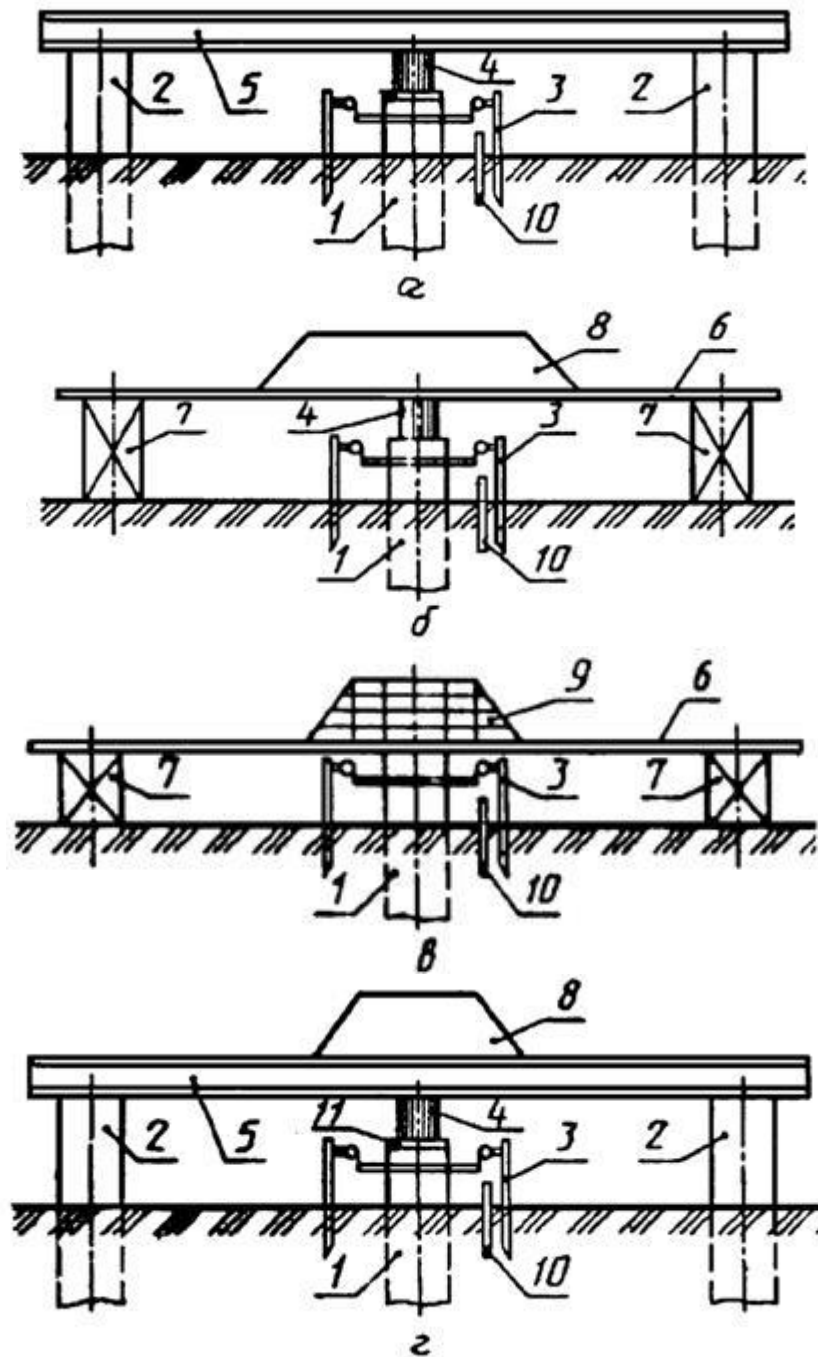


Рис. 6.3. Схеми установок для випробувань ґрунтів статичним вдавлювальним навантаженням, установки: *а* – з гідравлічним домкратом, системою балок та анкерними палями; *б* – з вантажною платформою, що служить підпорою для гідравлічного домкрата; *в* – з тарованим навантаженням; *г* – комбінована; 1 – паля, що підлягає випробуванню; 2 – анкерна паля; 3 – реперна система з прогиномірами; 4 – домкрат з манометром; 5 – система підпор, балок; 6 – вантажна платформа; 7 – опора; 8 – вантаж (підпора для домкрата); 9 – тарований вантаж; 10 – термометричний пристрій; 11 – підпорна плита-оголовок

При заглибленні нижніх кінців паль в крупнообломочні ґрунти, гравелисті і щільні піски, а також глинисті ґрунти твердої консистенції допускається перші три інтервали навантажень приймати рівними $1/5$ найбільшого навантаження.

На кожному інтервалі навантаження палі знімають відліки по усіх приладах для замірів деформацій в наступній послідовності: нульовий відлік - перед навантаженням палі, перший відлік - зразу після прикладання навантаження, потім послідовно чотири відліки з інтервалом 30 хвилин і далі через кожну годину до умовної стабілізації деформації (загасання переміщення).

За критерій умовної стабілізації деформації при випробуванні палі приймають швидкість осідання палі на цьому ступені навантаження, яка не перевищує 0,1 мм за останні:

- 60 хвилин спостережень, якщо під нижнім кінцем палі залягають піщані ґрунти або глинисті ґрунти від твердої до тугопластичної консистенції;

- 2 години спостережень, якщо під нижнім кінцем палі залягають глинисті ґрунти від м'якопластичної до текучої консистенції.

Навантаження при випробуванні натурною палею має бути доведено до значення, при якому загальне осідання палі складає не менше 40 мм.

При заглибленні нижніх кінців натурних паль в крупнообломочні, щільні піщані і глинисті ґрунти твердої консистенції навантаження має бути доведено до значення, передбаченого програмою випробувань, але не менше 1,5 значення несучої здатності палі, визначеного розрахунком, або розрахункового супротиву палі за матеріалом.

Розвантаження палі проводять після досягнення найбільшого навантаження інтервалами (ступенями), рівними подвоєним значенням інтервалів навантаження, з витримкою кожного ступеня не менше 15 хвилин.

Відліки по приладах для замірів деформацій знімають зразу після кожного ступеня розвантаження і через 15 хвилин спостережень.

Після повного розвантаження (до нуля) спостереження за пружним переміщенням палі проводять впродовж 30 хвилин при піщаних ґрунтах, що залягають під нижнім кінцем палі, і 60 хвилин при глинистих ґрунтах, зі зняттям відліків через кожні 15 хвилин.

Результати випробування ґрунтів палею фіксують в спеціальному журналі, форма якого наведена в цьому ДСТУ і оформляють у ви-

гляді графіків залежності деформації палі від навантаження і замірів деформації у часі по ступенях навантаження. Рекомендований вид таких графіків надано в додатку К ДСТУ Б.В.2.1-1-95 та приведено на рис. 6.4.

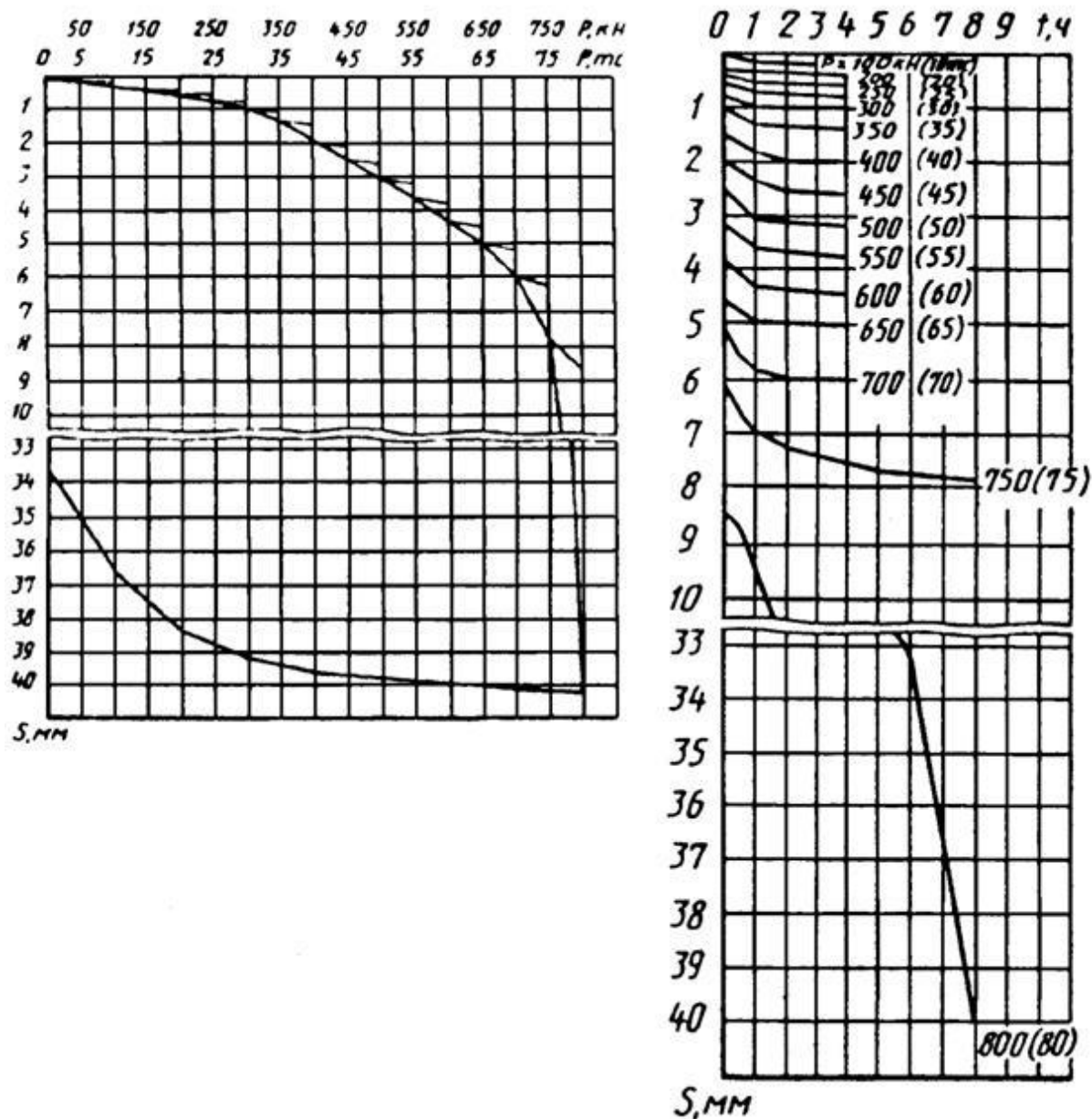


Рис. 6.4. Рекомендований вигляд графіків залежності осідання палі S від навантаження P та у часі t (за ступенями навантаження) для представлення результатів випробування ґрунтів палями

6.3 Особливості випробування паль статичним навантаженням

Незважаючи на складність і трудомісткість випробування паль статичним навантаженням, цей вид контролю дає можливість отримання найбільше достовірних даних і призначається найчастіше при складному будівництві великих об'єктів і великого числа фундаментних опор. В ході перевірки визначається можливість занурення опори на намічувану глибину і відносна оцінка однорідності ґрунту в плані його опору зануренню паль. Випробування можуть проводитися як на стадії вишукувань (визначається довжина, перетин і несуча здатність опори) так і в процесі улаштування (визначається фактична несуча здатність і відповідність її проекту).

По суті, випробування паль статичним навантаженням полягає в навантаженні влаштованого стовпа зверху і відстеження його занурення при ступінчастому збільшенні тиску. Існує декілька способів натискання на опору, обладнання підбирається в залежності від прийнятого методу навантаження. Поширене застосування системи з використанням анкерних стовпів і оснащеного манометром гідравлічного домкрата. Він розміщується між випробуваною палєю і металевою балкою, що має велику вагу. Домкрат, що спирається на балку (або кілька балок), при збільшенні тиску навантажує випробувану палю заданим навантаженням.

Для виготовлення анкерного каркаса можуть застосовуватися металеві палі, які загвинчуються в ґрунт або залізобетонні. Оголовки анкерних залізобетонних (в кількості 2-6 штук) стовпів розбивають і до їх арматури приварюють металеву балку, як це зображено на рис. 6.5. При випробуванні паль, які влаштовані на просідаючих ґрунтах, необхідно виконувати замочування ґрунту навколо палі. Рекомендуються схема розміщення виробок, які заповнюються щебенем, представлена на рис. 6.6.

На рис. 6.7-6.9 зображена послідовність улаштування анкерного каркаса та проведення навантаження палі, яка влаштована на просідаючих ґрунтах.

На рис. 6.7 зображено оголовок влаштованої палі на просідаючих ґрунтах та влаштовані і заповнені щебенем виробки для замочування ґрунту навколо палі. Таким чином створюють найбільш несприятливі умови опору влаштованої палі вдавлюючим навантаженням.



Рис. 6.5. Загальний вигляд конструкцій статичного навантаження палі

Ґрунт при замочуванні значним об'ємом води за рахунок сил тертя по сторонах палі не тільки не чинить опору її просіданню під дією навантаження, а додатково привантажує її в результаті осідання. Подібна ситуація може виникати в реальних умовах, якщо після влаштування палевого фундаменту на посадочних ґрунтах і обпирання на нього збудованої будівлі основа буде замочена і почне осідати, передаючи значне навантаження на палевий фундамент від маси осідаючого ґрунту.

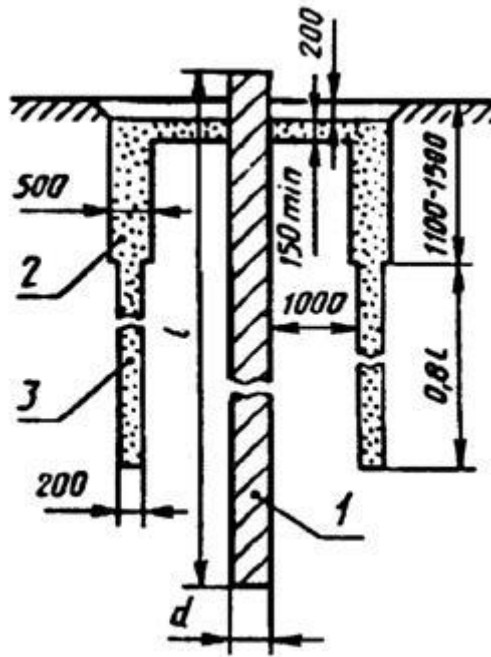


Рис. 6.5. Схема розміщення виробок для локального замочування ґрунту при випробуванні палі на просідаючих ґрунтах: 1 – палі; 2 – траншея; 3 – дренажна скважина



Рис. 6.7. Підготовлена до випробування палі, яка влаштована на просідаючих ґрунтах



Рис. 6.8. Монтаж анкерних паль та металевих балок опорної конструкції

Заповнена щебенем виробка навколо палі дає можливість воді, яка подається через шланг, замочувати ґрунт навколо влаштованої палі на всю просадочну товщу. Оголовок палі підсилюють трубою, щоб уникнути на ньому місцевих перевантажень і розрушень в процесі передачі на неї навантажень від домкрата. До металевої труби підсилення оголовка палі наварені штирі з арматурної сталі, через які забезпечується контакт з місурою і фіксуються переміщення палі з точністю до 0,1 міліметра.

На рис. 6.8 зображено процес установки гвинтових анкерних паль та монтаж балок і елементів кріплення домкратної рами. Значна кількість гвинтових анкерних паль необхідна, щоб гарантовано зі значним запасом по відношенню до зусиль, які передаються на випробовувану палю, утримати домкратну раму. Масивні жорсткі елементи домкратної рами також запроектовані та виготовлені для тих же цілей. На рис. 6.9 зображено установлені між оголовком випробову-

ваної палі і закріпленою опорною конструкцією домкратів з манометром, якими передають фіксоване ступінчате навантаження на палю.



Рис. 6.9. Установка домкратів з манометром та проведення випробувань

В процесі навантаження палі у відповідності до вимог діючого стандарту ведеться запис в журналі установленної форми відліків манометра та місур з послідуною обробкою отриманих результатів та підготовки звіту про проведені випробування. На основі проведених випробувань проектувальники приймають остаточне рішення щодо палевого фундаменту. Аналогічні випробування окремих паль проводяться після улаштування палевого фундаменту.

Показники осідання випробовуваної палі фіксуються на кожній ступені навантаження, у разі перевищення заданого значення натиснення припиняють. Дана система застосовується для створення вдавлюючого навантаження. Цей спосіб є найменш трудомістким і най-

більш дешевим. Також застосовуються установки з вантажною платформою, тарованим вантажем.

Для вимірювань переміщення використовуються реперні системи з вимірювальними приладами.

При створенні ступінчастого навантаження на палю, реактивні зусилля через балку передаються на анкерні стовпи. Реєстрація можливого висмикування фіксується двома індикаторами. Критерієм стабілізації деформацій є швидкість осідання опори на даній ступені навантаження, що не перевищує 0,1 мм за часовий період 30 хвилин.

До початку статичних випробувань визначається кількість пробних випробовуваних опор і місця їх улаштування. Точки улаштування вибираються в місцях розташування ґрунтів з найбільш проблемними для даної ділянки ґрунтовими умовами.

Статичні випробування можуть призначатися на стадії вишукувань, до початку робочого проектування, в процесі улаштування паль, при прийманні влаштованих паль. Мета їх на стадії вишукувань - вибір довжини і перерізу паль та оцінка їх несучої здатності; в процесі улаштування та при прийманні влаштованих паль - визначення фактичної несучої здатності паль і зіставлення її з розрахунковою, прийнятою у проекті.

Дані, отримані в результаті статичних випробувань, відрізняються значною вірогідністю і точністю. Тому, незважаючи на велику складність і трудомісткість статичних випробувань, вони призначаються, як правило, при будівництві складних і великих об'єктів з великим числом паль у фундаменті.

Статичні випробування палі полягають у поступовому навантаженні паль статичним навантаженням і вимірами осад від цього навантаження паль. Розрізняють величини критичного і граничного навантаження. При критичному навантаженні відбувається різке і неадекватне збільшення осідання палі (палі «провалюється»), що перевищує осідання від попередньої ступені навантаження більш ніж у 5 разів. Граничне навантаження приймається на одну сходинку менше критичного.

Спостерігають за осіданням палі після кожного ступеня навантаження до загасання осідання, яке характеризується величиною осідання не більше 0,1 мм за останні дві години спостережень. Вимірювання осідання виконують з інтервалами: у першій годину спостережень - через 15 хвилин, у другій - через 30 хвилин і далі - через 1

годину до повного загасання осідання. Величина осідання фіксується з точністю до 0,1 мм.

Після доведення навантаження до критичного здійснювалося розвантаження також ступенями, але рівними подвоєним ступеням завантаження. Дані спостережень за осіданнями паль записуються в журнал статичного випробування палі.

Вибір обладнання для статичних випробувань залежить від прийнятого способу навантаження палі. В даний час відомі наступні способи навантаження: укладання вантажу на платформу, встановлену на палю, використання зусилля гідравлічних домкратів, застосування натяжних муфт або лебідок. Переважне поширення одержав спосіб з використанням гідравлічних домкратів - найменш трудомісткий і найбільш дешевий.

Для статичних випробувань зазвичай використовуються гідравлічні домкрати вантажопідйомністю 50, 100 і 200 т.

Реперна система призначена для кріплення приладів, якими вимірюють осідання випробовуваної палі. Вона складається із стійок і ригелів. Стійки (балки, швелери, тумби) закопуються в землю не менше ніж на 0,5 м. При випробуванні залізобетонних паль при кущовому або стрічковому розташуванні їх в якості стійок використовуються ті ж палі з куща або ряду. Ригелі (металеві кутники 75*75*8 мм) прикріплюються до стійок хомутами. До ригелів струбцинами кріпиться прогиномір. На кожну випробовувану палю встановлюються два прогиномири.

Документація на проведення статичних випробувань паль включає в себе:

- технічне завдання розробляється проектною організацією;
- проект виконання робіт;
- план будівельного майданчика із зазначенням на ньому випробовуваних і анкерних паль;
- геологічний розріз майданчика та фізико-механічна характеристика ґрунтів.

При створенні конструкторської частини проекту, що стосується пальових фундаментів, проектувальник користується даними інженерно-геологічних вишукувань, щоб розрахувати їх несучу здатність. Отримані значення можуть відрізнятися від фактичних, тому, згідно стандарту на випробування паль, перед початком будівництва влаштовують пробні палі.

Влаштованим конструкціям дають відстоятися, після чого проводять випробування, результати яких або підтверджують правильність проектних розрахунків, або стають приводом для внесення в них змін.

Всі розрахунки, що стосуються проектування пальових фундаментів, виробляються на основі наступних даних:

- відомості про навантаження, що надаються на фундамент споруди, що зводиться;
- дані про геологічну будову ґрунту будівельного майданчика.

Навантаження легко прораховуються, тому їх можна вважати величиною відомою і незмінною. Але результати інженерно-геологічних вишукувань по ряду причин не завжди виявляються точними.

Щоб виключити проблеми при будівництві та експлуатації будівлі, своєчасно внести корективи в проект необхідне проведення досліджень, що підтверджують або спростовують проектні розрахунки.

Такі дослідження щодо несучої здатності влаштованих ґрунтоцементних паль отримують за результатами статичних або динамічних випробувань влаштованих паль у відповідності до вимог ДСТУ Б.В.2.1-1-95 (ГОСТ 5686-94) «ґрунти. Методи польових випробувань палями».

Окрім статичного методу випробування влаштованих паль може також використовуватися і динамічний метод. Цей метод дає не такі точні результати, як статичний. Але він простіший, швидший і дешевший. Суть методу полягає у впливі на палю вантажу, скинутого з певної висоти, і вимірі її осідання у результаті цього впливу.

Для випробування буронабивних паль використовують металеві або бетонні «баби». Вони скидаються на них з певної висоти. Після кожного скидання вимірюють величину занурення палі високоточним нівеліром, оскільки використання вище приведених приладів може привести до їх руйнації вантажем, який скидається на палю. Отримані дані укупі з висотою скидання, масою вантажу і параметрами палі використовують для розрахунку несучої здатності ґрунту. Після чого порівнюють її з проектною і видають звіт.

Таким способом визначається саме несуча здатність ґрунту під пальовим фундаментом. Тому нормативний документ, що регламентує цей процес, носить назву ДСТУ на випробування ґрунтів палями.

Заключення

Забезпечити контроль якості влаштованих за спеціальною технологією струминної цементації ґрунтів «jet-grouting» влаштованих конструкцій досить складно. Влаштовані конструкції знаходяться під землею, тому візуально проконтролювати операції влаштування конструкцій складно. Крім того ґрунти, які змішуються з водно-цементною суспензією мають різноманітний склад і можуть впливати на якість отриманих конструкцій. Отже важливо використовувати методи технологічного контролю якості влаштованих за цією технологією конструкцій на кожному етапі їх улаштування. Але досить важливими є також методи перевірки якості влаштованих паль за несучою здатністю, тобто разом з ґрунтовим масивом, в якому вони розташовані. Тому треба знати особливості випробування влаштованих паль статичним навантаженням.

Питання для самоконтролю

1. Які найважливіші технологічні характеристиками роботи агрегату з улаштування конструкцій за технологією «jet-grouting»?
2. Які способи контролю можуть використовуватися для визначення міцнісних і геометричних характеристик експериментальних ґрунтоцементних паль?
3. Які технологічні параметри робіт зі струминної цементації ґрунтів щозміни заносяться до спеціального журналу виконання цих робіт?
4. Що необхідно включити до програми польових випробувань ґрунтів палями, які проводяться на етапі інженерних досліджень для будівництва?
5. Як закріплюються прогиноміри, якими визначають переміщення палі під навантаженням?
6. Що входить до складу установки для випробування ґрунтів палями статичними навантаженнями?
7. Який ефект створює замочування ґрунту навколо палі в посадочних ґрунтах в процесі її випробування статичним навантаженням?
8. Для яких цілей призначена реперна система при випробуванні паль статичним навантаженням?
9. З якою точністю фіксується величина осідання випробовуваної палі в процесі навантаження?
10. Для яких цілей призначаються статичні випробування паль?

Тема 7. Контроль якості улаштування заглиблених споруд

7.1 Вимоги нормативних документів щодо неруйнівних методів контролю заглиблених споруд

Неруйнівні методи контролю влаштованих залізобетонних конструкцій необхідно проводити у відповідності до діючих нормативних документів ДСТУ Б В.2.7-220:2009 «Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю» та ДСТУ Б В.2.7-226:2009 «Ультразвуковий метод визначення міцності».

7.1.1 Основні вимоги ДСТУ Б В.2.7-220:2009 «Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю»

Міцність бетону визначають за попередньо встановленими градувальними залежностями між міцністю бетонних зразків на стиск згідно з ДСТУ Б В.2.7-214 та непрямыми характеристиками міцності.

У залежності від застосовуваного методу непрямыми характеристиками міцності є:

- значення відскоку бойка від поверхні бетону (або притиснутого до неї ударника);
- параметр ударного імпульсу (енергія удару);
- розміри відбитка на бетоні (діаметр, глибина тощо) або співвідношення діаметрів відбитків на бетоні і стандартному зразку при ударі чи вдавлюванні індентора в поверхню бетону;
- значення напруження, необхідного для місцевого руйнування бетону при відриві приклеєного до нього металевого диска, рівного зусиллю відриву, поділеному на площу проекції поверхні відриву бетону на площину диска;
- значення зусилля, необхідного для сколювання ділянки бетону на ребрі конструкції;
- значення зусилля місцевого руйнування бетону при відриві з нього анкерного пристрою.

Механічні методи неруйнівного контролю застосовують для визначення міцності бетону всіх видів нормованої міцності, що контролюються згідно з ДСТУ Б В.2.7-224, а також для визначення міцності бетону при прийманні конструкцій та обстеженні.

Міцність бетону визначають за допомогою приладів, призначених для визначення непрямих характеристик, що пройшли державну метрологічну атестацію згідно з ДСТУ 3215.

Для визначення міцності бетону в конструкціях попередньо встановлюють градувальну залежність між міцністю бетону і непрямою характеристикою міцності (у вигляді графіка, таблиці або формули).

Для методу відриву зі сколюванням, у випадку застосування анкерних пристроїв, і для методу сколювання ребра, допускається використовувати градувальні залежності цього стандарту.

Для методів пружного відскоку, ударного імпульсу, пластичної деформації і відриву градувальні залежності встановлюють безпосередньо для кожного виду бетону та його міцності; для методів сколу ребра та відриву зі сколюванням допускається встановлювати єдину градувальну залежність.

Градувальну залежність встановлюють заново при зміні виду та розміру фракції крупного заповнювача, технології ущільнення, умов тверднення бетону, при введенні добавок, а для методів відскоку, ударного імпульсу і пластичної деформації - також при зміні виду цементу, внесенні кількісних змін у номінальний склад бетону, що перевищують за витратами цементу $\pm 20\%$, крупного заповнювача $\pm 10\%$.

Для встановлення градувальних залежностей використовують не менше 15 серій зразків-кубів згідно з ДСТУ Б В.2.7-214 або не менше 30 окремих зразків-кубів. При встановленні градувальної залежності для методу відриву зі сколюванням у кожену серію додатково включають не менше трьох зразків-кубів.

Зразки виготовляють згідно з ДСТУ Б В.2.7-214 у різні зміни протягом не менше п'яти діб з бетону одного складу, однієї і тієї ж технології і при тому ж режимі тепловологісної обробки або тих же умовах тверднення, що і конструкції, що підлягають контролю. П'ять серій зразків рекомендується виготовляти із бетонної суміші, що відрізняється за складом від проектного за цементно-водним співвідношенням у межах плюс 0,4 і п'ять серій зразків - у межах мінус 0,4.

Розміри зразків для встановлення градувальної залежності слід вибирати у відповідності з найбільшою крупністю заповнювача в бетонній суміші згідно з ДСТУ Б В.2.7-214, але не менше ніж:

- 100 мм х 100 мм х 100 мм - для методів відскоку, ударного імпульсу, пластичної деформації для випробування неруйнівними методами та згідно з ДСТУ Б В.2.7-214 і відриву зі сколюванням для випробування згідно з ДСТУ Б В.2.7-214;

- 200 мм х 200 мм х 200 мм - для методів відриву і сколювання ребра конструкції.

Розміри ребра додаткових зразків-кубів, що випробовуються методом відриву зі сколюванням, повинні бути не менше шести глибин установки анкерного пристрою.

Вік зразків, що використовується при встановленні градуовальної залежності, для методів відскоку, ударного імпульсу та пластичної деформації не повинен відрізнятися від встановленого строку випробувань конструкцій більш ніж:

- на 40 % - при контролі міцності бетону природного тверднення;
- в два рази - при контролі міцності бетону після теплової обробки.

Температура бетону окремих зразків при визначенні непрямой характеристики не повинна відрізнятися від середньої температури зразків більше ніж на ± 10 °С, а від температури конструкцій - більше ніж на 10 °С.

Відносна вологість зразків, що використовуються при встановленні градуовальної залежності, не повинна відрізнятися від вологості випробовуваної конструкції більше ніж на ± 2 %.

Градуовальну залежність для методів пружного відскоку, ударного імпульсу, пластичної деформації, відриву і сколювання ребра встановлюють за результатами випробувань зразків-кубів спочатку неруйнівним методом, а потім згідно з ДСТУ Б В.2.7-214.

При встановленні градуовальної залежності для методу відриву зі сколюванням непряму характеристику визначають на додатково виготовлених зразках-кубах, а згідно з ДСТУ Б В.2.7-214 випробовують зразки основних серій.

При проведенні обстеження конструкцій не допускається використання градуовальних залежностей виробників приладів.

Випробування проводять на ділянці конструкції площею від 100 см² до 600 см².

Міцність бетону ділянки конструкції, що контролюється визначають за градуовальною залежністю за умови, що отримані значення непрямой характеристики знаходяться в межах між найменшим і найбільшим значеннями непрямой характеристики в зразках, що випробовувались при побудові градуовальної залежності.

Число і розташування ділянок, що контролюються при випробуванні конструкцій повинно відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-224

або вказуватись у стандартах і (або) технічних умовах на збірні або в робочих кресленнях на монолітні конструкції і (або) технологічних картах на контроль.

При визначенні міцності конструкцій, що обстежуються, число і розташування ділянок повинно прийматись за програмою проведення обстеження.

Число випробувань на одній ділянці, відстань між місцями випробувань на ділянці і від краю конструкції, товщина конструкції на ділянці випробувань повинні відповідати вимогам цього стандарту.

При випробуванні методом пружного відскоку, ударного імпульсу та пластичної деформації відстань від місць проведення випробування до арматури повинна бути не менше ніж 50 мм.

При випробуванні методом відриву ділянки повинні розташовуватись у зоні найменших напружень, що викликаються експлуатаційним навантаженням або зусиллям обтискування попередньо напруженої арматури.

При випробуванні методом сколювання ребра на ділянці випробування не повинно бути тріщин, відколювань бетону, напливів або раковин висотою (глибиною) більше ніж 5 мм. Ділянки повинні розташовуватись в зоні найменших напружень, що викликаються експлуатаційним навантаженням або зусиллям обтискування попередньо напруженої арматури.

При випробуванні методом відриву зі сколюванням ділянки повинні розташовуватись у зоні найменших напружень, які виникають при експлуатаційних навантаженнях або зусиллям обтискування попередньо напруженої арматури.

Якщо найбільший і найменший розміри вирваної частини бетону від анкерного пристрою до меж руйнування по поверхні конструкції відрізняються більш ніж в два рази, а також якщо глибина вириву відрізняється від номінальної глибини закладення анкерних пристроїв більше ніж на 5 %, то результати випробувань допускається враховувати тільки для орієнтовної оцінки міцності бетону.

7.1.2 Основні вимоги ДСТУ Б В.2.7-226:2009 «Ультразвуковий метод визначення міцності»

Цей стандарт поширюється на конструкційні (важкий, легкий, дрібнозернистий і щільний силікатний) бетони збірних і монолітних бетонних і залізобетонних виробів, конструкцій і споруд (далі - конструкцій) і встановлює ультразвуковий імпульсний метод (далі - ульт-

развуковий метод) визначення міцності бетону на стиск у діапазоні від 10 МПа до 50 МПа, у тому числі в процесі тверднення бетонів у теплових установках (крім бетонів, виготовлених автоклавною обробкою) або в природних умовах.

Контроль міцності бетону конструкцій виконують згідно з ДСТУ Б В.2.7-224.

Ультразвуковий метод заснований на зв'язку між швидкістю поширення ультразвукових коливань у бетоні та його міцністю.

Ультразвукові вимірювання в бетоні проводять способами наскрізного або поверхневого прозвучування.

При вимірюванні часу поширення ультразвуку способом наскрізного прозвучування ультразвукові перетворювачі встановлюють з протилежних сторін зразка або конструкції відповідно до рис. 7.1,а.

Швидкість ультразвуку (v) у м/с, обчислюють за формулою: $v = L/T$,

де

T - час поширення ультразвуку, мкс;

L -- відстань між центрами установки перетворювачів (база прозвучування), мм.

При вимірюванні часу поширення ультразвуку способом поверхневого прозвучування ультразвукові перетворювачі встановлюють на одній стороні зразка або конструкції відповідно до рис. 7.1,б та 7.1, в.

Міцність бетону в конструкціях визначають за експериментально встановленими градувальними залежностями "швидкість поширення ультразвуку - міцність бетону" (далі - швидкість - міцність) або "час поширення ультразвуку - міцність бетону" (далі - час - міцність) у залежності від способу прозвучування.

Ультразвуковий метод застосовують для визначення відпускної, передатної, міцності бетону в установленому нормативно-технічною і проектною документацією проміжному і проектному віці, у процесі тверднення, а також при експертному контролі.

Міцність бетону визначають на ділянках конструкцій, які не мають видимих ушкоджень (відшарування захисного шару, тріщин, каверн тощо). Ультразвукові випробування проводять при додатній температурі бетону. Допускається проведення ультразвукових випробувань конструкцій при від'ємній температурі бетону, але не нижче ніж мінус 10 °С за умови, що в процесі їх подальшого збереження відносна вологість повітря не перевищує 70 %.

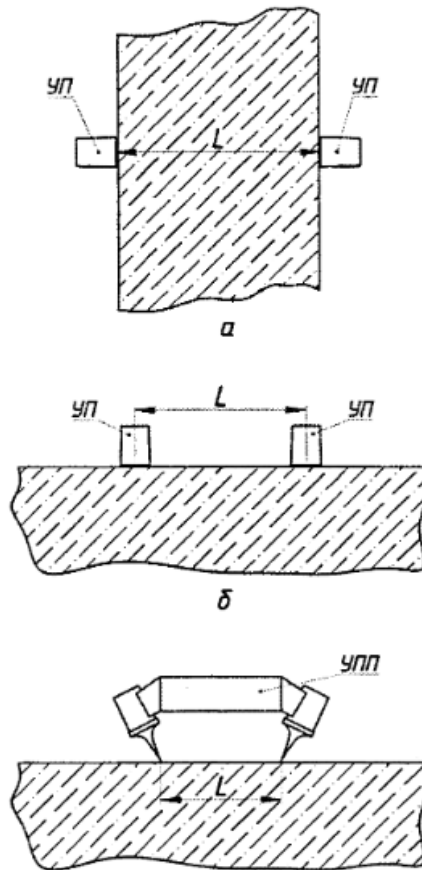


Рис. 7.1. Ультразвукові вимірювання: а - схема випробування бетону способом наскрізного прозвучування; б, в - схеми випробування бетону способом поверхневого прозвучування; УП - ультразвукові перетворювачі; L - база прозвучування; УПП - пристрій для поверхневого прозвучування з механічно з'єднаних на постійній базі ультразвукових перетворювачів з насадками для точкового контакту з бетоном

Ультразвукові вимірювання проводять приладами для вимірювання часу поширення ультразвуку в бетоні, що пройшли державні випробування згідно з ДСТУ 3400, або державну метрологічну атестацію згідно з ДСТУ 3215.

Між бетоном і робочими поверхнями ультразвукових перетворювачів має бути забезпечений надійний акустичний контакт.

Допускається застосування перехідних пристроїв або прокладок, що забезпечують сухий спосіб акустичного контакту.

Спосіб забезпечення контакту повинен бути однаковим при контролі бетону в конструкції і встановленні градуовальної залежності.

Градуювальну залежність "швидкість - міцність" встановлюють при випробуваннях конструкцій способом наскрізного прозвучування. Градуювальну залежність "час - міцність" установлюють при випробуваннях конструкцій способом поверхневого прозвучування.

Градуювальну залежність установлюють за результатами ультразвукових вимірювань у бетонних зразках-кубах і випробувань тих же зразків на стиск згідно з ДСТУ Б В.2.7-214, які проводять безпосередньо після ультразвукових вимірювань.

Градуювальні залежності встановлюють окремо за кожним видом нормованої міцності, використовуючи не менше 15 серій зразків-кубів.

Градуювальну залежність установлюють заново при зміні номінального складу бетону згідно з ДСТУ Б В.2.7-215.

При проведенні обстеження конструкцій не допускається використання градувальник залежностей виробників приладів.

Кількість та розташування ділянок контролю на конструкції повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-224, вказуватись у технологічних картах на контроль або в нормативно-технічній і проектній документації на конструкції чи встановлюватись програмою обстеження, погодженою з проектною організацією. На кожній ділянці контролю проводять одне вимірювання часу поширення ультразвуку при наскрізному і не менше двох при поверхневому прозвучуванні. В останньому випадку міцність бетону визначають за середнім значенням отриманих результатів вимірювань часу поширення ультразвуку.

Збірні лінійні конструкції (балки, ригелі, колони тощо) випробовують, як правило, способом наскрізного прозвучування в поперечному напрямку.

Вироби, конструктивні особливості яких ускладнюють здійснення наскрізного прозвучування, а також плоскі конструкції (плоскі, ребристі і багатопустотні панелі перекриття, стінові панелі тощо) випробовують способом поверхневого прозвучування. При цьому база прозвучування при вимірюваннях на конструкціях повинна бути такою, як і на зразках при встановленні градувальної залежності.

Вік бетону контрольованих конструкцій не повинний відрізнятися від віку бетону зразків, що випробувались для встановлення градувальної залежності, більш ніж на 50 % - при контролі нормованої міцності бетону, і 25 % - при визначенні міцності бетону в процесі тверднення.

Вимірювання часу поширення ультразвуку в бетоні конструкцій слід проводити в перпендикулярному напрямку до ущільнення бетону. Відстань від краю конструкції до місця установлення ультразвукових перетворювачів повинна бути не меншою ніж 30 мм.

Вимірювання часу поширення ультразвуку в бетоні конструкцій слід проводити в перпендикулярному напрямку до робочої арматури. Концентрація арматури уздовж обраної лінії прозвучування не повинна перевищувати 5 %.

Допускається прозвучування уздовж лінії, розташованої паралельно до робочої арматури, якщо відстань від цієї лінії до арматури складає не менше ніж 0,6 від довжини бази.

7.2 Суть та особливості застосування неруйнівних методів контролю якості влаштованих заглиблених споруд

Останнім часом в будівництві широко використовуються неруйнівні методи контролю влаштованих конструкцій. В цих методах використовується сучасне ефективне обладнання, яке забезпечує отримання надійних результатів щодо якості влаштованих конструкцій.

7.2.1 Ультразвуковий метод контролю якості влаштованих заглиблених споруд

Для дослідження монолітів з непорушеною структурою застосовуються ультразвукові методи. Сучасний прилад для проведення такого контролю представлено на рис. 7.2, принцип його застосування на рис. 7.3, а приклад отриманого результату ультразвукового контролю на рис. 7.4.

При використанні ультразвукового контролю в палі заздалегідь на усю їх довжину закладають металеві трубки певного діаметру для розміщення в них ультразвукового перетворювача. Кількість трубок залежить від площі поперечного діаметру палі.

У практиці робіт використовують п'єзоелектричні і електромеханічні перетворювачі. Акустичний контакт досягають шляхом заливки у трубки води або незамерзаючої рідини (за умови проведення випробувань нижче 0°C). Суть методу контролю суцільності при використанні системи міжсвердловинного моніторингу паль полягає в контролі суцільності бетону, розташованого між трубками. Присутність на шляху хвиль яких-небудь дефектів у бетоні зменшує швидкість проходження ультразвукового імпульсу, амплітуду і змінює форму сигналу, що приймається.



Рис. 7.2. Прилад для ультразвукового контролю якості палі



Рис. 7.3. Принципова схема контролю якості палі ультразвуковим методом

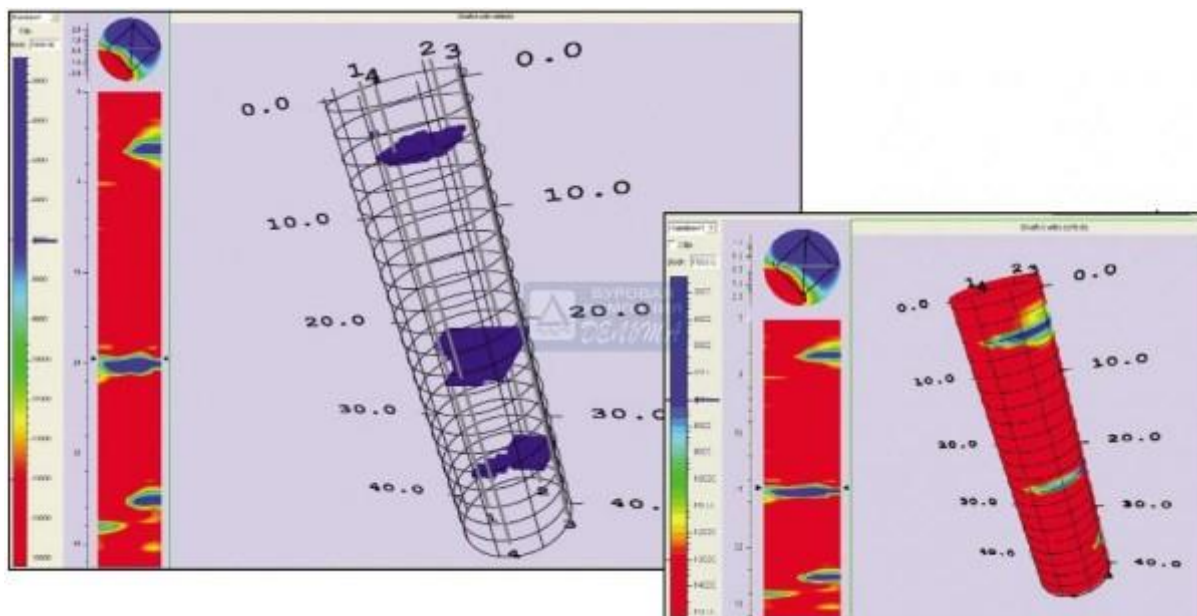


Рис. 7.4. Приклад результатів обробки даних дослідження суцільності палі ультразвуковим методом

Велику роль в якнайповнішому виявленні дефектів бетону грають розташування трубок по периметру палі, їх число, матеріал, з якого вони виготовлені, а також характер установки їх по довжині палі. При установці трубок необхідно зберігати відносну паралельність їх одну одній.

Для обчислення часу проходження сигналу, його амплітуди і швидкості з метою визначення числових значень міцності бетону необхідно знати відстань прозвучування.

При використанні системи міжсвердловинного моніторингу паль можуть бути виявлені дефекти, що займають більше чверті перерізу палі. Дефекти виявляють тим більш чітко, чим ближче вони розташовані до однієї з трубок.

У стволі свердловини проводиться ультразвуковий каротаж, а у виділених монолітах визначається швидкість поширення ультразвуку. Монолітом на непорушену структуру може зважати моноліт, якщо швидкість ультразвуку в ній співпадає зі швидкістю, визначуваною по ультразвуковому каротажу в місці його відбору. Очевидно, що детальна методика контролю є досить трудомісткою, хоча і забезпечує достатню точність і надійність вимірів. Природно, що для широкого контролю за виготовленням ґрунтоцементних паль і масивів необхідно мати і методи, що дозволяють оперативно і без знач-

них витрат вести контроль за великим числом об'єктів, хоч би і з втратою точності вимірів.

7.2.2 Акустичний метод контролю якості влаштованих заглиблених споруд

Для вирішення подібних завдань досить зручними виявилися методи, засновані на спостереженні хвиль тиску, що збуджуються у водонаповненій свердловині електроіскровим джерелом типу Sparker в низькочастотному акустичному діапазоні коливань. Геофізичні методи використовуються спільно з буровими, лабораторними і польовими методами випробування палі і у більшості випадків є хорошим доповненням останніх завдяки своїй продуктивності і невисокій вартості.

Для проведення акустичних спостережень в штучно закріплених масивах можуть бути використані технологічні свердловини, пробурені в ході проведення струминної цементації, які обсаджуються пластиковими трубами відразу ж після закінчення виготовлення палі для проведення геофізичних спостережень. Установка пластикової труби в ще не застиглу палю дозволяє скоротити об'єми бурових робіт і вести спостереження з перших днів формування палі. Подібна технологія облаштування спостережливих свердловин схожа з технологією, використовуваною у вітчизняній і зарубіжній практиці для дослідження буронабивних палей.

Застосування свердловинних сейсмоакустичних спостережень дозволяє стежити за якістю штучного закріплення ґрунтів, на підставі вивчення кінематики і динаміки поширення об'ємних хвиль і гідрохвиль уздовж осі свердловини. Гідрохвилі у більшості свердловинних методів відносяться до розряду хвиль-перешкод, в даному випадку використовується їх корисна властивість - спрямованість поширення акустичної енергії. Поширюючись уздовж свердловини, гідрохвилі випробовують відображення від неоднорідностей в тілі палі і від земної поверхні і забою свердловини. Таким чином, гідрохвилі можуть використовуватися для отримання інформації про будову і властивості матеріалу палі. Динамічні характеристики гідрохвиль (амплітуда, спектральний склад, коефіцієнт поглинання) також дозволяють оцінити міцнісні і геометричні характеристики палі і зробити висновки щодо її суцільності.

Режимні спостереження в ґрунтоцементних палях і палевих масивах дозволяють стежити за динамікою тверднення ґрунтоцемент-

ного масиву, що необхідно для вибору оптимальних технологічних режимів проведення робіт методом струминної технології, зокрема, таких як водно-цементне співвідношення, відсотковий вміст добавок, тиск, швидкість підйому монітора і так далі. Для оцінки міцнісних характеристик матеріалу паль і масивів, що формуються на основі паль, використовуються заздалегідь встановлені на підставі лабораторних або польових випробувань емпіричні кореляційні залежності між швидкостями пружних хвиль і модулем деформації або межею міцності матеріалу паль.

У більшості випадків завданням інтерпретації акустичних спостережень у свердловинах є визначення однорідності і міцнісних характеристик штучно закріпленого масиву (межі міцності, модуля деформації, модуля зрушення) і відповідності їх проектним значенням.

Сейсмоакустичні свердловинні методи спостереження в ґрунтоцементних палях і масивах можуть застосовуватися для вирішення наступних завдань:

- дослідження поодиноких експериментальних паль з метою спостереження за динамікою набору міцності;
- контролю якості поодиноких ґрунтоцементних паль, використовуваних для армування ґрунтової основи дорожнього полотна;
- контролю якості конструкцій котлованів і протифільтраційних захисних завіс;
- контролю якості ґрунтоцементних масивів лоткової частини котловану;
- контролю якості ґрунтоцементних масивів, що використовуються як основа буронабивних паль і мостових опор, основ фундаментів.

Для проведення сейсмоакустичних свердловинних методів спостереження в ґрунтоцементних палях і масивах використовується апаратура, представлена на рис. 7.5.

На рис. 7.6 представлені принципові схеми методів сейсмоакустичних досліджень ґрунтоцементної плити з використанням апаратурного комплексу АПЗ-1.

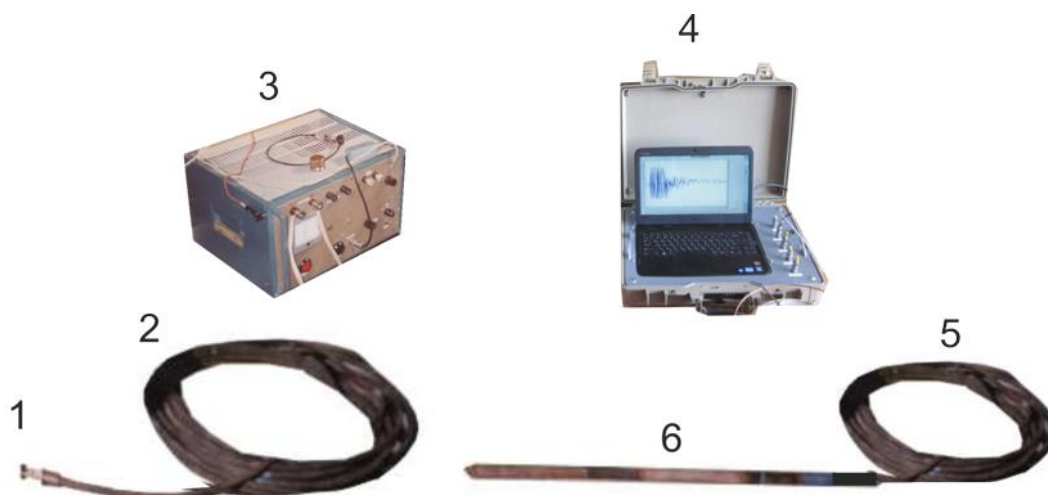


Рис. 7.5. Апаратурний комплекс АПЗ-1 в комплектації для міжскважинного акустичного прозвучування: 1 – електроіскровий випромінювач; 2 - кабель випромінювача; 3 – генератор імпульсів струму; 4 — комплекс програмно-апаратних засобів; 5 – кабель скважинного приймача; 6 –скважинний приймач

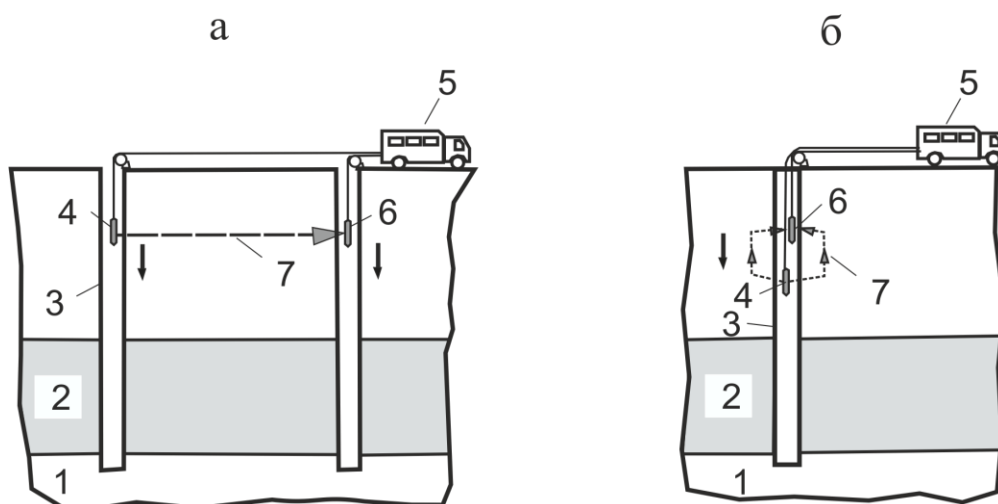


Рис. 7.6. Методи сейсмоакустичних досліджень ґрунтоцементної плити: міжскважинне акустичне прозвучування (а) і акустичний каротаж (б): 1 - масив природних ґрунтів; 2 - ґрунтоцементна плита, 3 - спостережлива свердловина; 4 - випромінювач пружних хвиль; 5 - автомашина з апаратурою; 6 - приймач пружних хвиль; 7 - напрям поширення пружної хвилі

Перед проведенням випробувань необхідно провести попередні дослідження, використовуючи вибурені зразки з влаштованих масивів, та побудувати відповідні залежності між швидкістю розповсюдження гідрохвиль та відповідними характеристиками ґрунтоцемент-

ту влаштованих конструкцій. На рис. 7.7 – 7.9 представлені такі характерні залежності.

Для проведення випробувань необхідно у влаштованій з ґрунтоцементу palі або масиві улаштувати скважини. Приклад схеми між-скважинного прозвучування ґрунтоцементної стіни приведено на рис. 7.10.

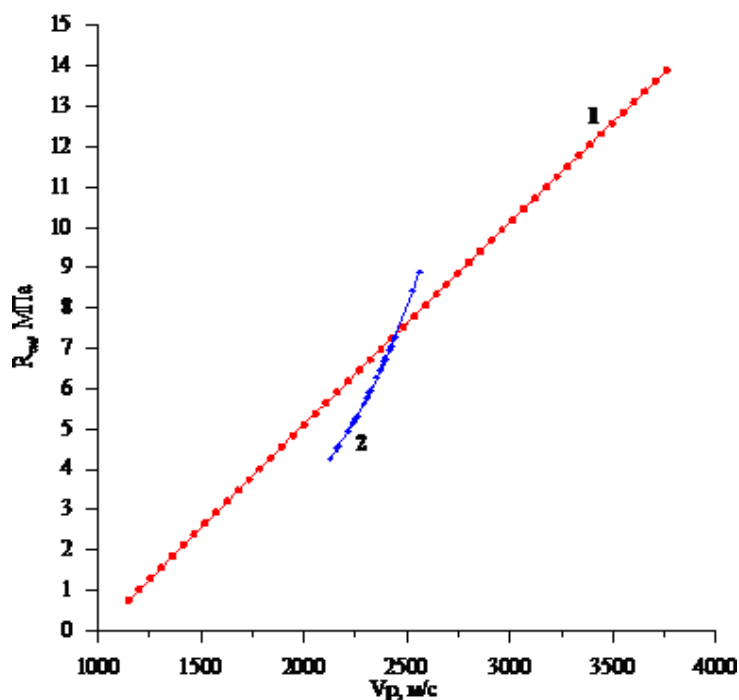


Рис. 7.7. Залежності між швидкістю розповсюдження подовжніх гідрохвиль (пружних) і міцністю на стиск ґрунтоцементу

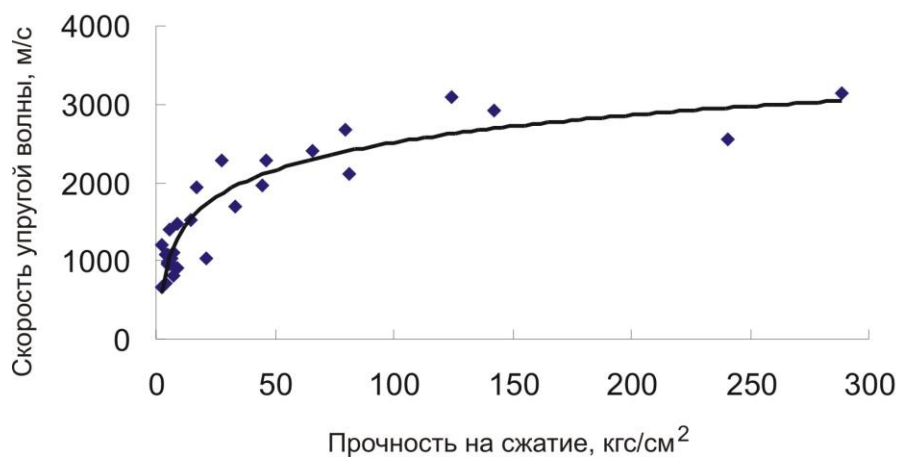


Рис. 7.8. Залежність між швидкістю пружної хвилі і міцністю ґрунтоцементу на стиск

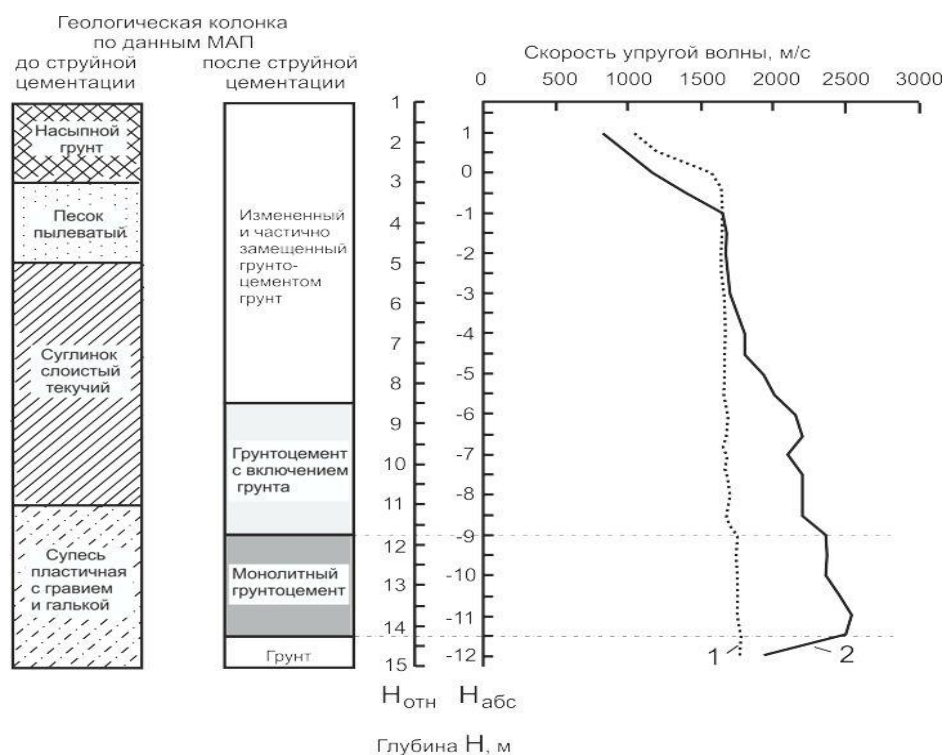


Рис. 7.11. Графік залежності швидкості пружної хвилі від глибини до (1) і після (2) струминної цементації

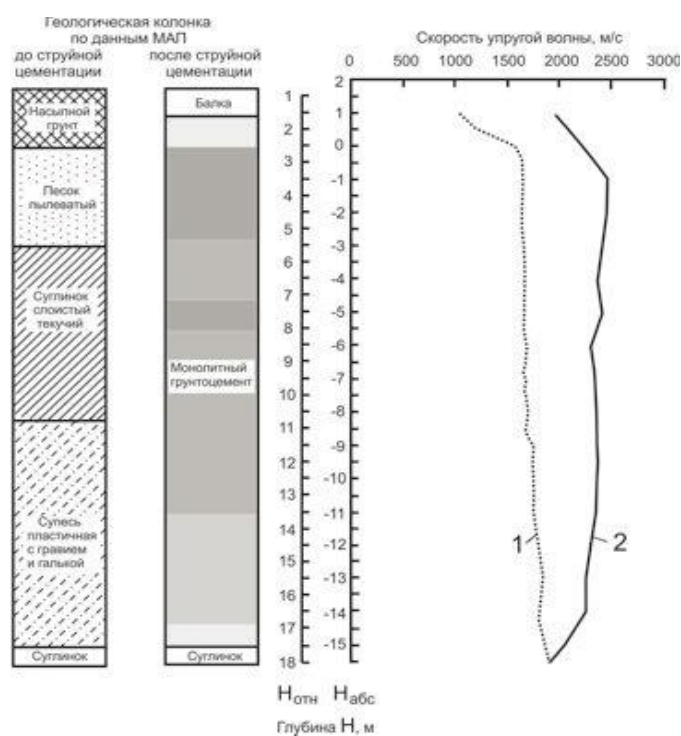


Рис. 7.12. Графік залежності швидкості пружної хвилі від глибини до (1) і після (2) струминної цементації між свердловинами на відстані 6,33 м

7.2.3 Ехо-метод контролю якості влаштованих заглиблених споруд

Ефективним сучасним методом неруйнівного контролю влаштованих паль є також ехо-метод. Випробування паль ехо-методом здійснюється за допомогою приладу палевий Луна Тестер (Pile Echo Tester (PET)) виробництва Piletest (рис. 7.13). Він представляє собою модульну, комп'ютерну незалежну систему, що підключається до USB порту або через Bluetooth звичайного планшета або смартфона. Для тестування палі, оператор постукує по ній легким ручним молотком (рис. 7.14). Відбитий сигнал (рефлектограма) реєструється цифровим акселерометром і аналізується. Після додаткової автоматичної обробки сигналів виводиться інформація (рефлектограма) про довжину і суцільність тіла палі (рис. 7.15).



Рис. 7.13. Палевий Луна Тестер (Pile Echo Tester) виробництва Piletest



Рис. 7.14. Процес тестування палі Свайним Луна Тестером (Pile Echo Tester) виробництва Piletest

Ефективним сучасним методом неруйнівного контролю влаштованих палей є також ехо-метод. Випробування палей ехо-методом здійснювалося за допомогою приладу палевий Луна Тестер (Pile Echo Tester (PET)) виробництва Piletest. Він представляє собою модульну, комп'ютерну незалежну систему, що підключається до USB порту або через Bluetooth звичайного планшета або смартфона. Для тестування палей, оператор постукує по ній легким ручним молотком. Відбитий сигнал (рефлектограма) реєструється цифровим акселерометром і аналізується. Після додаткової автоматичної обробки сигналів

виводиться інформація (рефлектограма) про довжину і суцільність тіла палі (рис. 7.11).

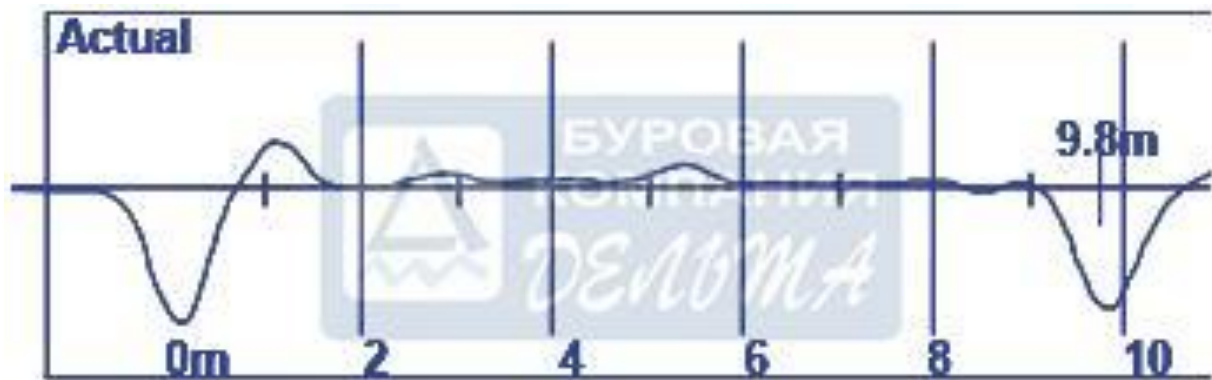


Рис. 7.15. Приклад рефлектограмми дослідження на суцільність буронабивної палі завдовжки 10 м

Після введення початкових даних, під час проведення контролю користувач вже бачить фактичні координати дефектів і довжини палі в метричній системі координат. Метод повністю відповідає міжнародному стандарту ASTM D5882 щодо проведення випробувань на суцільність неруйнівним методом.

Метод випробування паль на суцільність при використанні акустичного тестера РЕТ ґрунтується на теорії поширення звукових хвиль (високо і низькочастотних) в твердому тілі. Це один з найсучасніших методів випробувань паль у світовій практиці за останні роки. Випробування дозволяє виконати аналіз суцільності усіх типів паль і визначити дефекти в тілі палі.

Використовуючи програмне забезпечення, що поставляється з устаткуванням, вже безпосередньо на ділянці виконання робіт за отриманими даними дослідження палі можна отримати зображення тіла ствола палі відповідне рефлектограмі (рис. 7.16).

Подальший аналіз результатів обробки даних дозволяє уточнити умови виконання робіт, правильність улаштування палі, а також зформулювати заходи щодо подальшого виконання послідовних робіт.



Рис. 7.16. Результат побудови тіла ствола палі за даними дослідження

Важливою перевагою неруйнівних методів контролю є можливість отримати достатній обсяг результатів досліджень всього об'єкту з достатньою статистичною достовірністю.

Заключення

Забезпечення якості заглиблених споруд є однією з найважливіших задач їх улаштування. Для її успішного вирішення важливо своєчасно проконтролювати кожну операцію – забезпечити операційний контроль якості. Проведення операційного контролю якості заглиблених споруд необхідно проводити у відповідності до попередньо розробленої схеми (таблиці) у складі проекту виконання робіт. Результати контролю кожної операції повинні відповідати проекту та діючим стандартам, їх необхідно підтверджувати відповідним документом, як правило, актом на закриття прихованих робіт, оскільки послідуною операцією закриваються конструкції, які влаштовані попередньою. Вся технологічна та виконавча документація на улаштування заглиблених споруд приймається комісією у складі представників замовника підрядника та проектувальника та перевіряється на етапі приймання влаштованої підземної споруди. Необхідно також контролювати якість влаштованих заглиблених споруд неруйнівними методами. Важливо знати принцип дії приладів цих методів та характер і достовірність отриманих з їх допомогою інформації.

Питання для самоконтролю

1. Де повинні розташовуватись ділянки установки анкера при випробуванні залізобетонних конструкцій методом відриву?
2. Яка відстань від місць проведення випробування до арматури повинна бути при випробуванні методом пружного відскоку, ударного імпульсу та пластичної деформації?

3. Які розміри зразків для встановлення градуовальної залежності для методів відриву і сколювання ребра конструкції повинні бути?
4. Де розміщують ультразвукові перетворювачі при використанні ультразвукового контролю влаштованих заглиблених споруд?
5. Що контролюють при використанні ультразвукового контролю заглиблених споруд паль?
6. У якому випадку дефекти виявляють більш чітко при використанні ультразвукового контролю заглиблених споруд?
7. Для яких способів прозвучування визначають міцність бетону в конструкціях за експериментально встановленими градуовальними залежностями?
8. Що має бути між бетоном і робочими поверхнями ультразвукових перетворювачів?
9. При випробуваннях конструкцій яким способом встановлюють градуовальну залежність "швидкість - міцність"?
10. Як залежить швидкість пружної хвилі при використанні сейсмоакустичних досліджень від характеристик матеріалу підземної споруди?
11. Де розташовуються випромінювач і приймач пружних хвиль при використанні сейсмоакустичних досліджень підземних споруд?
12. Що необхідно влаштовувати в підземних спорудах при використанні сейсмоакустичних досліджень для визначення міцності бетону в них?
13. Що визначається при використанні ехо-методу для досліджень підземних споруд?

Тема 8 Забезпечення стійкості та надійності огорожуючих конструкцій виїмок

8.1 Основні види закріплення огорожуючих конструкцій виїмок, їх переваги та недоліки

Огорожуючі стінки котлованів і траншей за технологією «jet-grouting» та іншими методами влаштовують до розробки ґрунту з котловану. Влаштовані суцільні стінки з окремих паль по верхній частині об'єднують спеціально влаштованими обв'язочними балками, які забезпечують сумісну їх роботу по забезпеченню стійкості влаштованої огорожуючої конструкції. Але по мірі розробки ґрунту в котловані тиск на влаштовану вертикальну конструкцію від ґрунту, будівель, техніки, які знаходяться поряд з котлованом за його межами, збільшується з заглибленням котловану. Тому, щоб не допустити надмірних деформацій влаштованих стінок або їх обвалення, а відповідно і будівель, які знаходяться поряд з котлованом, їх необхідно додатково закріплювати по мірі заглиблення котловану.

Ненадійне закріплення вертикальних стінок котлованів, влаштованих за технологією «jet-grouting», та іншими видами огорожень може приводити до значних матеріальних збитків, а інколи і втрат життя та здоров'я будівельників.

Існує два принципово різних методи закріплення влаштованих підпірних вертикальних стінок котлованів і траншей. Перший – установка розпірок або підкосів з труб діаметром до 0,5 метра (рис. 8.1). Їх установлюють поярусно по мірі заглиблення котловану приблизно через 3-4 метри в плані. Опірають такі труби на стінки з паль через металеві елементи, які закріплюються до попередньо влаштованих стінках за технологією «jet-grouting», методом «стіна в ґрунті» або шпунтове огороження.

Надійність такого кріплення стінок може забезпечуватися не тільки попередньо проведеними точними розрахунками і правильним конструюванням розпірок, але й правильним виконанням монтажних робіт. Надто важливо забезпечити надійну передачу навантажень від ґрунту через огорожуючі конструкції на розпірки. Для цього необхідно передбачити і можливі значні температурні деформації металевих розпірок та ретельно виконати попереднє притиснення розпірних конструкцій через огорожуючі конструкції в ґрунт домкратами, які установлюються на кожній розпірці і забезпечують

попереднє обтиснення кріплення бортів котловану після улаштування розпірок.



Рис. 8.1. Приклади виконання робіт в котлованах з закріпленням огорожень вертикальних стінок розпірками з труб

В широких котлованах розпiрнi труби мають значну довжину i при перепадах температур вдень та вночi можуть мати температурнi деформацiї, якi знижують надiйнiсть такого розкрiплення. Тому в таких котлованах перевагу вiддають пiдкосам. Тому в таких котлованах перевагу вiддають пiдкосам (рис. 8.2).

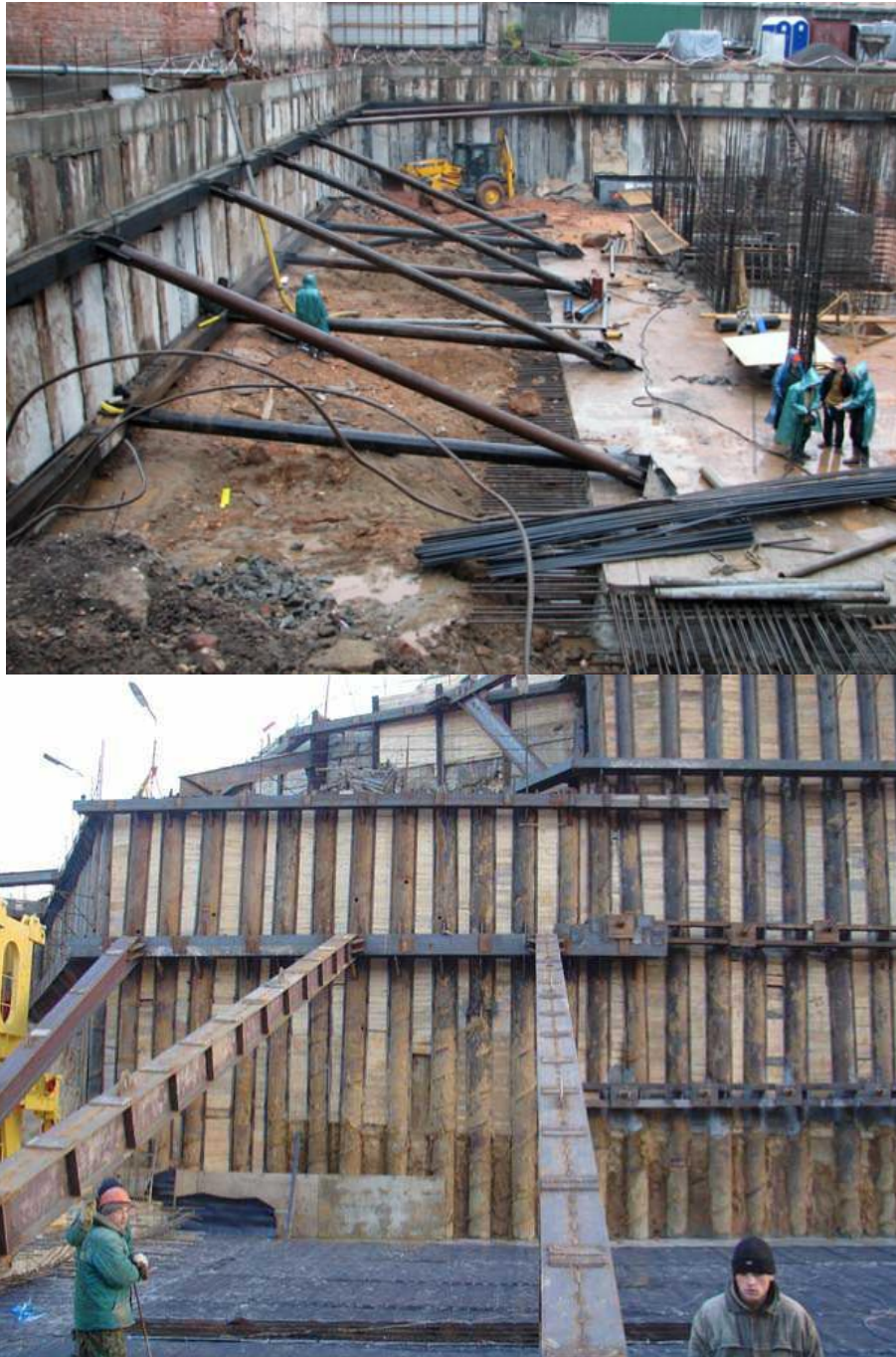


Рис. 8.2. Кріплення вертикальних огорожуючих конструкцій стінок котлованів підкосами

Головним недоліком кріплення як розпівками так і підкосами є суттєве збільшення трудомісткості виконання основних робіт з розробки ґрунту в котловані та виконання в ньому інших робіт. До того ж значну трудомісткість мають і роботи з монтажу та демонтажу таких кріплень. Послідовність виконання основних видів робіт треба також ув'язувати з виконанням монтажу та демонтажу такого кріплення огороження стінок котлованів. Тому останнім часом кріплення розпівками виконують тільки траншеї шириною до 5-6 метрів, а кріплення вертикальних огорожень стінок котлованів частіше виконують анкеруванням.

8.2 Види анкерів, їх конструктивні особливості

Застосовуються різні види анкерів, але в їх основі є конструктивне рішення фірми «Бауер». На рис 8.3 представлені принципові конструктивні рішення анкерів, які найчастіше використовують на практиці. Розрахунок та конструювання анкерних кріплень можна виконувати у відповідності до діючих нормативних документів або ВСН 506-88 Минмонтажспецстроя СССР. Проектирование и устройство грунтовых анкеров. – М., 1989.

Спеціалізовані організації, які мають ліцензії та відповідний досвід виконання таких робіт, для розрахунків та конструювання, як правило, використовують спеціальні програмні комплекси. В розрахунках враховують навантаження від ґрунту можливої призми обрушення, будівель, споруд, транспортних засобів, матеріалів, які знаходяться в її межах. Навантаження на анкер, яке підтверджується випробуванням на витягування, залежить від виду ґрунту, конструкції анкеру та інших параметрів, найчастіше знаходиться в межах 500-600 кН, але може бути і значно більшим. Його установлюють не тільки за результатами розрахунків, але обов'язково і за результатами попередніх випробувань влаштованих в конкретних умовах анкерів за спеціальною методикою їх навантаження. Довжину анкеру завжди приймають такою, щоб зона його закріплення (корінь) знаходилася за межами можливої призми обрушення.

Тимчасовий анкер із стрижневою арматурою має основні елементи, представлені на рис. 8.4. Тяга анкера виконувалося із стрижневої арматури, зміцненої термообробкою або витягуванням. Для закріплення анкера на конструкції огороження котловану використовують гайки, шайби, опорні плити зі сферичними поверхнями.

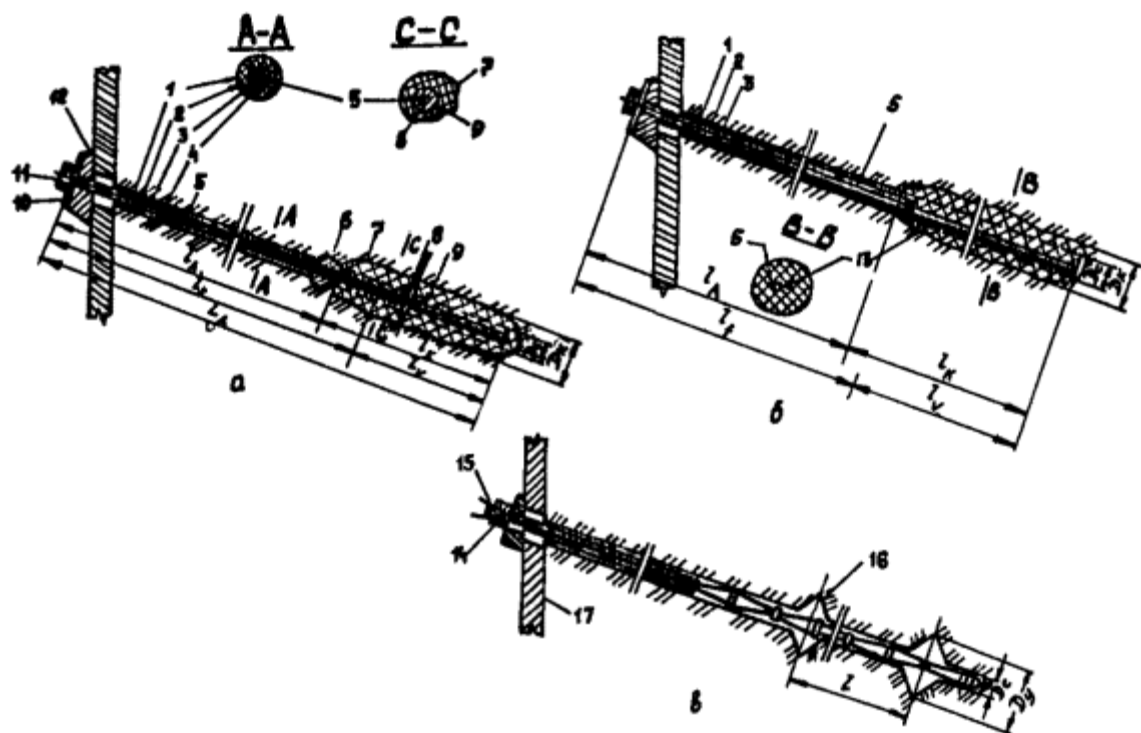


Рис. 8.3. Принципові конструктивні рішення анкерів: *а* – ін'єкційний анкер з вільною тягою в зоні закріплення анкера; *б* – те ж із замоноличеною тягою в зоні закріплення; *в* – анкер із розбуреним уширенням; 1 – скважина; 2 – обойма; 3 – ізолююча оболонка; 4 – антикорозійна маса; 5 – тяга; 6 – пакер (ушільнюючий пристрій у вигляді розширеної камери, який упереджує вихід розчину зі скважини в процесі інекціювання зони закріплення анкера); 7 – зона защемлення (корінь) анкера; 8 – цементне защемлення тяги в манжетній трубі; 9 – манжетна труба (труба з випускними отворами, які закриті резино-вими клапанами-манжетами); 10 – шайба; 11 – гайка; 12 – опорна плита; 13 – ін'єкційна трубка; 14 – колодка; 15 – конус; 16 – уширення; 17 – конструкція, яка закріплюється

Вони виготовляються з міцного сталюого лиття марки 35ГЛ або 20Л (ГОСТ 977-75). До тяг, які виготовлені зі стрижневої арматури, приварюють ванною або контактною стиковою зваркою шпильку довжиною 0,5 метра, забезпечуючи однакову міцність зі стрижневою арматурою. На кінці тяги приварюють п'яту зі сталюого диска. Защемлення анкера в скважині виконують способом фірми «Бауер» - поетапним нагнітанням цементного розчину з пластифікуючими до-

мішками під тиском через обсадні труби або по спеціальній ін'єкційній трубці.

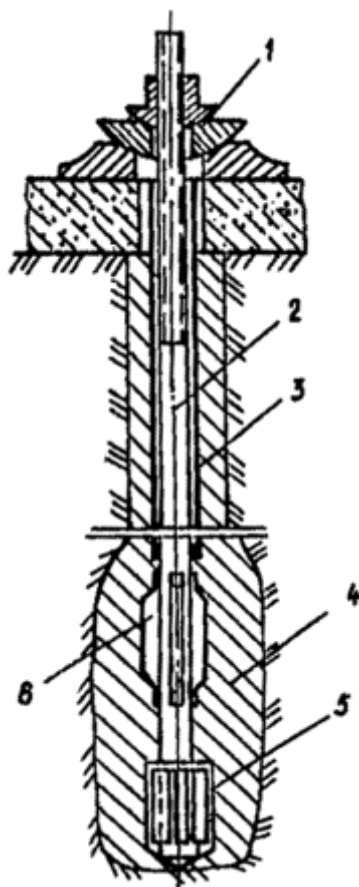


Рис. 8.4. Тимчасовий анкер із стрижневою арматурою: 1 – оголовок анкера; 2 – тяга; 3 – ізолююча пластмасова оболонка (трубка); 4 – заземлення з цементного розчину; 5 – п'ята; 6 – фіксатори

Тимчасовий анкер з канатною арматурою представлено на рис. 8.5. Тяга складається з 3-12 семидротяних канатів 15К7. Замок з канатів виконувалося в межах заземлення анкера у вигляді хвилеподібної просторової конструкції з допомогою по чергово встановлених розділювачів і стяжних хомутів (скруток) кроком 500-800 мм. Розділювачі в зоні заземлення виготовляються з сталевих відрізків труб довжиною 20 мм, товщиною 1-2 мм. Колодку виготовляють із сталі Ст5, а конус – із сталі 40Х. Заземлення анкера виконують ін'єкцією цементного розчину через обсадні труби по мірі їх витягування або повторною ін'єкцією розчину через стаціонарну ін'єкційну трубку.



Рис. 8.6. Фото канатної арматури, яка використовується для улаштування анкерів, вузли закріплення анкерів з канатної арматури та загальний вид поярусно установленого анкерного закріплення на огорожуючих конструкціях

Необхідно також визначити розташування анкерів з вказівкою їх конструкції, глибини закладення, кута нахилу до горизонту, довжини анкерів, діаметрів свердловин і допустимих відхилень по напрямках; дані пробних випробувань анкерів; перелік бурового, ін'єкційного обладнання, змішувача і іншого обладнання для проведення робіт, а також устаткування для натягнення анкерів; технологічну послідовність виконання робіт по облаштуванню анкерів з інформацією параметрів ін'єкції (загальна кількість розчину, що нагнітається, витрата, тиск і тому подібне). Крім того необхідно також розробити програму випробувань анкерів з вказівкою розрахункового навантаження, що допускається на анкер, максимального випробувального навантаження і контролюючого навантаження, при якому слід закріплювати анкер на конструкції; заходи щодо проведення випробувань з включенням контролю навантажень; заходи щодо забезпечення безпеки праці, включаючи роботи по натягненню при випробуваннях.

Матеріали, вироби та конструкції, вживані при виготовленні і облаштуванні анкерів, повинні відповідати проекту, вимогам стандартів технічних умов. Заміна матеріалів і зміни конструкції повинні робитися тільки за узгодженням з проектною організацією.

Усі роботи щодо виготовлення і облаштування анкерів слід виконувати у відповідності з діючими будівельними нормами і правилами зі складанням актів на приховані роботи. У акти мають бути включені: кількість і склад інектуємого розчину, тиск і витрати при ін'єкції закладення по етапах, межі між шарами ґрунту, встановлювані при бурінні свердловин, рівень ґрунтових вод та ін.

Необхідно передбачити заходи щодо збереження від можливих ушкоджень анкерів в процесі транспортування, зберігання, підйому і установки в проектне положення.

Способи буріння свердловин повинні передбачати заходи щодо зниження розущільнення ґрунту стінок свердловин.

В залежності від інженерно-геологічних умов майданчика, конструкції і технології облаштування анкерів буріння свердловин слід виконувати з використанням інвентарних обсадних труб або під глинистим розчином.

В стійких ґрунтах допускається буріння свердловин без кріплення їх стінок.

Буріння свердловин для установки анкерів виконувалося спеціальною технікою (рис. 8.7).



Рис. 8.7. Буріння скважин під установку анкерів

Слід контролювати відповідність дійсних шарів ґрунтів проектному. У разі істотних відхилень необхідно про це ставити до відома проектну організацію.

Свердловини слід бурити верстатами, спеціально призначеними для улаштування анкерів, а також буровим устаткуванням, що забезпечує облаштування свердловин у відповідності з проектом.

Перед установкою арматури анкера свердловина має бути очищена від шламу.

При бурінні через ґрунтові води, що знаходяться під артезіанським тиском, або при наявності метану необхідно застосовувати захисні заходи (попередня цементация, пониження рівня води та ін.).

У скельних ґрунтах перед установкою анкера свердловина має бути випробувана на водонепроникність.

У сильно обводнених і тріщинуватих ґрунтах, коли розчин закладення може витікати, свердловину необхідно зацементувати, пробувати знову і провести повторне випробування на водонепроникність.

Опускати арматуру анкера у свердловину слід плавно, без ривків. Після установки арматури анкера в проектне положення вона має бути закріплена по центру гирла свердловини.

Цементний розчин для утворення закладення слід готувати на будівельному майданчику безпосередньо перед нагнітанням у свердловину. Для запобігання розшаровування розчин впродовж усього періоду нагнітання повинен періодично перемішуватися.

Склади розчинів, що відповідають вимогам проекту, повинні проектуватися і контролюватися будівельною лабораторією. З кожної порції виготовляють 9 кубиків розмірами 7*7*7см і випробовують їх у віці 1, 3 і 7 діб.

При закладенні анкера слід забезпечувати нагнітання проектного об'єму розчину з обов'язковою реєстрацією витрати і тиску. При різкому підйомі тиску ін'єкція має бути припинена. Допускається підйом тиску спочатку ін'єкції при прориві обойми у разі ін'єкції розчину через ін'єкційну трубу або манжет.

Анкери для кріплення конструкцій повинні влаштовуватися за тією ж технологією і мати ті ж розміри, що і анкери, виготовлені до пробних випробувань.

Несуча здатність кожного анкера має бути перевірена до включення його в роботу спільно із закріплюваною конструкцією шляхом проведення контрольних або приймальних випробувань на максимальне випробувальне навантаження.

Контрольним випробуванням слід піддавати перші три анкери в кожному новому шарі ґрунту і кожен 10-й з подальших, встановлених в цьому шарі ґрунту.

Приймальним випробуванням слід піддавати усі анкери, окрім тих, що перевірені контрольним випробуванням.

Оцінка несучої здатності анкерів повинна робитися порівнянням результатів контрольних випробувань з показниками, отриманими при пробних випробуваннях, і результатів приймальних випробувань з контрольними.

Після закінчення контрольних або приймальних випробувань анкер має бути закріпленим на конструкції під блокувальним навантаженням.

Випробування анкерів слід здійснювати тільки після досягнення розчином защемлення встановленої проектом міцності.

Результати контрольних і приймальних випробувань слід вносити в «Звідні відомості встановлених анкерів». Пробні випробування завершуються складанням акту, що підписується проектною і підрядною організацією, яка проводила випробування анкерів.

Результати пробних випробувань вносять в акт і відомість пробних випробувань.

8.4 Технологічні особливості улаштування окремих видів анкерів

Технологія облаштування анкера з зануренням обсадної труби забиванням з наконечником, що втрачається (рис. 8.8), включає:

а) – буріння свердловини забиванням обсадних труб з наконечником, що втрачається;

б) – установку тяги з ізолюючою оболонкою всередину обсадних труб і збиття нею наконечника в ґрунт;

в) – поінтервальне, починаючи із забою, нагнітання цементного розчину під тиском в зону закладення анкера через обсадні труби у міру їх витягання на кожні 0,5 м;

г) – повне витягання обсадних труб із заповненням свердловини цементним розчином;

д) – контрольні або приймальні випробування анкера (після набору цементним розчином проектної міцності) і блокування анкера на будівельній конструкції.

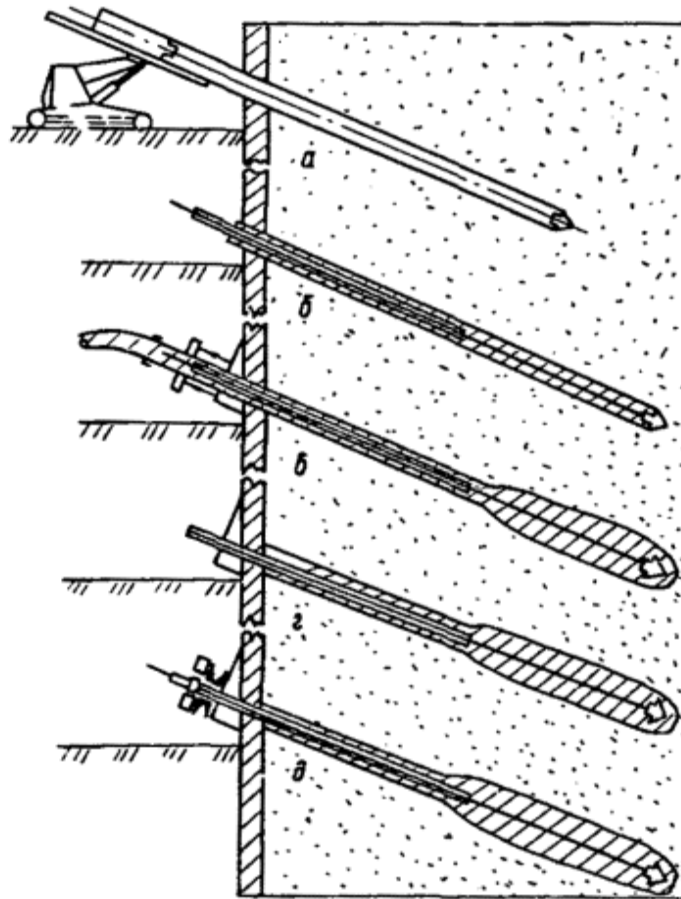


Рис. 8.8. Послідовність облаштування анкера з зануренням обсадної труби забиванням з наконечником, що втрачається

Технологія облаштування анкера з зануренням обсадної труби обертальним бурінням і винесенням породи через обсадну трубу (рис. 8.9), включає:

- а) – буріння свердловини;
- б) – установку тяги з ізолюючою оболонкою всередину труби;
- в) – поінтервальне, починаючи із забою, нагнітання цементного розчину під тиском в зону закладення анкера через обсадні труби у міру їх витягання на кожні 0,5 м;
- г) – повне витягання обсадних труб із заповненням свердловини цементним розчином, контрольні або приймальні випробування анкера (після набору цементним розчином проектної міцності) і блокування анкера на будівельній конструкції.

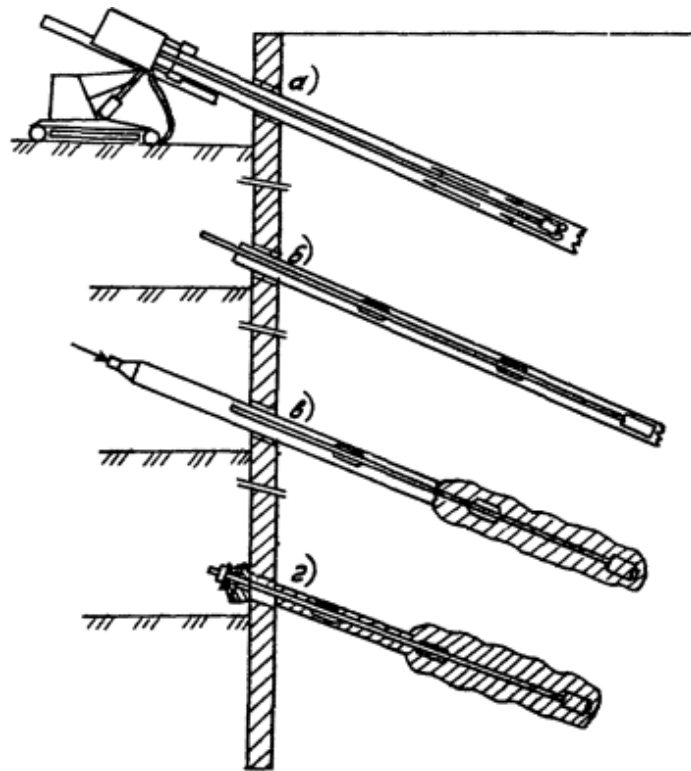


Рис. 8.9. Послідовність облаштування анкера з зануренням обсадної труби обертальним бурінням і винесенням породи через обсадну трубу

Технологія облаштування анкера в незв'язних і зв'язних ґрунтах з ін'єкцією цементного розчину через ін'єкційну трубку (рис. 8.10) включає:

а) - буріння свердловини з обсадною трубою або без неї під глинистим розчином або шнеком в стійких ґрунтах;

б) - установку тяги у свердловину з ізолюючою оболонкою та з стаціонарними інвентарними ін'єкційними трубками у разі незв'язних ґрунтів або заповнення скважин цементним розчином в стійких ґрунтах;

в) - заповнення свердловини цементним розчином і витягання інвентарної ін'єкційної трубки в незв'язних ґрунтах або установку тяги у свердловину з ізолюючою оболонкою і стаціонарною ін'єкційною трубкою в стійких ґрунтах;

г) - технологічна перерва протягом доби на тверднення розчину у свердловині;

д) - нагнітання цементного розчину під тиском по стаціонарній ін'єкційній трубці після попереднього подання води в трубку під тиском для прориву цементної обійми;

е) - контрольні або приймальні випробування анкера (після набору цементним розчином проектної міцності) і блокування анкера на будівельній конструкції.

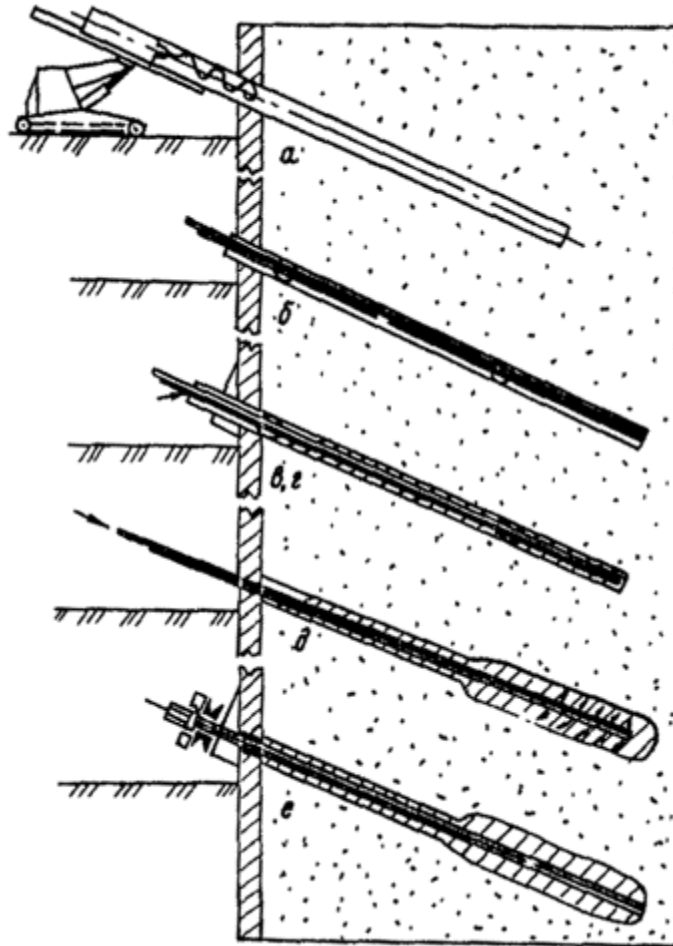


Рис. 8.10. Технологія облаштування анкера в незв'язних і зв'язних ґрунтах з ін'єкцією цементного розчину через ін'єкційну трубку

Технологія облаштування анкера у зв'язних ґрунтах з розбурюванням розширень (рис. 8.11) включає:

- а) - буріння свердловини шнеком на глибину, що перевищує довжину анкера на 1-1,5 м;
- б) - розбурювання розширень інвентарним розширювачем і видалення шламу;
- в) - заповнення свердловини цементним розчином;
- г) - установку анкера у свердловину;

д) - контрольні або приймальні випробування анкера (після набору цементним розчином проектної міцності) і блокування анкера на будівельній конструкції.

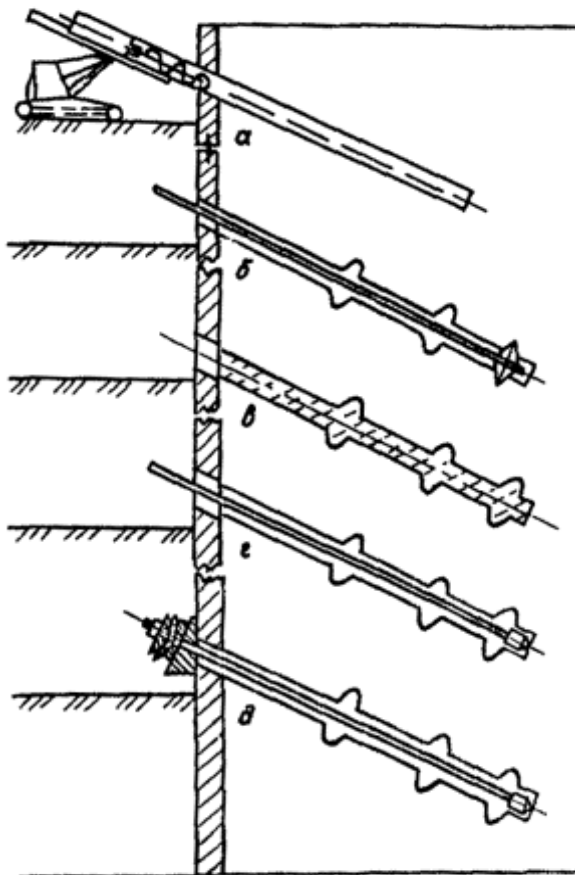


Рис. 8.11. Технологія облаштування анкера у зв'язних ґрунтах з розбурюванням розширень

8.5 Випробування анкерів

Випробування анкерів проводять за трьома видами: пробними, контрольними та приймальними.

Пробні випробування проводять з метою остаточного вибору типу і конструкції анкерів, що відповідають вимогам проекту в частині несучої здатності, надійності, довговічності, умовам будівництва і вартості. Їх проводять в польових і заводських або лабораторних умовах. Заводські або лабораторні випробування повинні включати: випробування на міцність елементів конструкції анкера, матеріалів і антикорозійного захисту; відпрацювання технології виготовлення елементів і збирання конструкції, а також антикорозійного захисту.

Пробні польові випробування анкерів на висмикування проводять, як правило, на місці будівництва, розташовуючи закладення в

грунтових шарах, намічених проектом. Відхилення кутів нахилу анкерів від проектних, як правило, не повинне бути більше 5° .

Кількість анкерів, що піддаються пробним польовим випробуванням на висмикування, слід приймати залежно від загальної кількості встановлюваних анкерів за проектом в кожному шарі ґрунту в наступній пропорції: 1,5 %, але не менше 3 шт. для тимчасових анкерів і 2 %, але не менше 3 шт. - для постійних.

Частина анкерів, що піддаються пробним випробуванням на висмикування, але не менше 2, слід доводити до руйнування з метою встановлення граничного навантаження, що відповідає втраті несучої здатності по ґрунту. Для проведення цих випробувань слід збільшити переріз тяги або зменшити довжину защемлення анкера в порівнянні з проектними значеннями і довести навантаження до напруження в тязі біля 0,95 від руйнівного.

При проведенні пробних польових випробувань на висмикування слід зафіксувати наступні дані: гідрогеологічні і ґрунтові умови на місці випробування, тип бурового устаткування, тривалість проходки свердловин, кількість і вид промивального бурового розчину; водоцементне відношення і склад цементного розчину; марку цементу; кількість і вид домішок; тип устаткування для приготування цементного розчину; тривалість перемішування; тиск нагнітання розчину; кількість розчину, який нагнітається по кожній стадії; метеорологічні умови проведення випробувань; повні дані про випробування.

Перед початком випробувань анкерів на висмикуєче навантаження слід провести атестацію вимірювальної апаратури (манометри і динамометри) і натяжних пристроїв (домкрат і маслостанція).

Для контролю зусиль натягнення анкера необхідно мати: робочий манометр, контрольний манометр для перевірки робочого, еталонний манометр, за допомогою яких можна вимірювати впродовж тривалого часу навантаження на анкер.

Вимір переміщень вільного кінця тяги анкера і конструкції (опорної плити), що анкерується, роблять відносно реперного пристрою, який представляє собою жорстку раму, розташовану перед плитою (стілкою) на відстані від анкера 1,5-2 м. Переміщення вільного кінця тяги слід вимірювати з точністю 0,01 мм з допомогою прогиномірів.

При випробуванні тяги, виконаної з канатної арматури, для виключення спотворення вимірів із-за можливого прослизання тяги в затисках слід дублювати вимірювання переміщень тяги за допомо-

гою прогиномірів, виміром переміщень відміток, зроблених на каналах (пасмах), відносно втулки, в яку запресовується анкер, за допомогою кронциркуля або сталевий лінійки.

Після завершення пробних польових випробувань слід відкопати анкери і установити: стан і вільну довжину анкерів; довжину, конфігурацію і розміри защемлення, вид і характер руйнування; стан антикорозійного захисту; вид ґрунту і його характеристики.

Контрольні випробування на висмикуюче навантаження здійснюються для анкерів, встановлених на споруді, за укороченою програмою пробних випробувань з метою установлення несучої здатності і надійності використовуваних анкерів у порівнянні з перевіреними анкерами, випробуваними при пробних випробуваннях.

Контрольні випробування слід проводити ступінчасто зростаючим навантаженням за програмою пробних випробувань з тією лише різницею, що випробувальне навантаження на анкери 1,5 рази більше. Залишкові переміщення, викликані максимальними навантаженнями, не повинні перевищувати значень, отриманих при пробних випробуваннях для відповідних навантажень.

Приймальні випробування розпочинають з навантаження рівного 0,2 від максимального, при цьому фіксують початкові відліки переміщення голівки анкера, і доводять до величини максимального навантаження, витримуючи його на протязі 15 хвилин і вимірюючи переміщення голівки анкера через 1, 3, 5, 7, 10 і 15 хвилин, далі зменшують навантаження до величини початкового, заміряють пружне переміщення голівки анкера, збільшують навантаження до блокуючого і закріплюють анкер на конструкції.

На фото, представленому на рис. 8.12 зафіксовано процес контрольного випробування влаштованого анкера з канатної арматури.

Анкер вважається придатним, якщо результати випробувань відповідають отриманим при контрольних випробуваннях.

8.6 Ефективність розрядно-імпульсної технології улаштування анкерів

Розрядно-імпульсні технології (РІТ)- технології, засновані на використанні ефектів вибухоподібного перетворення електричної енергії в інші її види у момент розряду імпульсу струму високої напруги.



8.12. Контрольні випробування влаштованого анкера з канатної арматури

У розрядно-імпульсних технологіях, де переважно використовуються механічна енергія, для підвищення ефективності її отримання електроди розміщують в рідкому середовищі, в якому відбувається розряд імпульсу струму.

У момент пробою міжелектродного (розрядного) проміжку утворюється канал розряду, де за десятитисячні частки секунди перетворюються десятки, а іноді сотні кілоджоулів електричної енергії. Таку енергію узяти із звичайної енергомережі без збитку для інших споживачів електроенергії неможливо. Тому було створено спеціальне устаткування: генератори імпульсів струму (ГІС) і генератори імпульсів напруги (ГІН), що дозволяють впродовж деякого часу без жодного збитку для енергомережі накопичувати потрібну для електричного розряду енергію.

При енергії розряду 200-250 кДж, що запасасться, її зазвичай накопичують в конденсаторних батареях у формі електричних полів.

При енергії, що запасасться, більше 250 кДж технічно виправданими стають індуктивні накопичувачі, що накопичують енергію у формі магнітних полів.

В той же час, при електричному розряді практично не нагрівається довкілля, оскільки процес відбувається в адіабатичному режимі. Наприклад, в електродах сферичної форми температура падає обернено пропорційно до четвертої міри відстані від центру сфери, тому, область прогрівання на десяти долі градуса складає 2-3 радіусу електроду.

За перші 10-20 мкс канал розряду розширюється на декілька міліметрів, а породжена розрядом ударна хвиля за цей час устигає пройти в рідині перші сантиметри.

Конденсоване середовище, отримавши потужний імпульс механічної енергії, переміщається від центру каналу розряду на всі боки. У цей період гідродинамічна течія рідини може здійснювати корисну роботу (дроблення, деформацію, штампування, ущільнення, запресовку труб, очищення труб і так далі).

На місці каналу розряду утворюється порожнина, що швидко розширюється, тиск в якій також швидко, у міру розширення порожнини, знижується до гідростатичного тиску рідини і нижче. Потім порожнина згортається. При згортанні порожнини формується додатковий імпульс тиску. Увесь простір навколо електродної системи, включаючи розрядний проміжок між електродами, заповнюється рідиною і електродна система готова до чергового розряду.

До цього часу закінчується процес накопичення енергії в ГПHe, і усе технологічне устаткування готове до чергового розряду імпульсного струму.

У будівництві РІТ застосовують найчастіше для глибинного ущільнення ґрунтів основ, виготовлення буронабивних паль і ґрунтових анкерів, цементації стін, фундаментів і зони контакту «фундамент-ґрунт», компенсаційного ущільнення ґрунту.

Тут в якості конденсованого середовища використовують цементний розчин, бетонну суміш, бурові розчини або навіть звичайну воду.

При дії на бетонну суміш серії розрядів імпульсного струму покращуються споживчі властивості отриманого бетону: підвищується міцність, щільність, водонепроникність, сульфатостійкість, збільшується стійкість бетону до дії агресивних середовищ і так далі.

Використання РІТ дозволяє створювати надійні геотехнічні конструкції безпосередньо під старими будівлями. Незважаючи на високі тиски і температури в каналі розряду, їх дія обмежена локальною зо-

ною, тому не приводяться в рух великі маси ґрунту. Частотний спектр швидкостей зміщення часток ґрунту, створений електричним розрядом, практично «чутний» для існуючих будівель. Німецькі експерти цю технологію виготовлення паль назвали ощадною технологією.

Основне устаткування, необхідне для здійснення розрядів імпульсного струму, включає:

1) Генератор імпульсів струмів (ГІС).

Вбудований в ГІС трансформатор підвищує робочу напругу електромережі, наявну на будівельному майданчику до 10кВ. Далі змінний струм у блоці діодів перетворюється в постійний, який накопичується в конденсаторних батареях. При використанні усієї місткості батарей можна подавати імпульс струму до електродів. Для цієї мети в ГІС вбудований високовольтний комутатор.

2) Електродна система, занурювана в цементний розчин, бетонну суміш, воду та ін. рідкі середовища, в яких здійснювалося розряд.

Електродна система повинна витримувати дії високих тисків і температур, що багаторазово повторюються, у момент електровибуху.

3) Електролінія (спеціальний кабель), що сполучає ГІС з електродною системою.

Управляючи енергією імпульсних розрядів і їх кількістю, можна формувати необхідні камуфлетні розширення в палях, здійснювати глибинне ущільнення ґрунту, створювати інші геотехнічні конструкції.

При здійсненні імпульсного розряду в конденсованих середовищах (рідинах, емульсіях, суспензіях, пульпах і тому подібне) струм між електродами протікає по плазмовому каналу, провідність якого порівняна з провідністю металевих провідників. Момент пробую чітко фіксується падінням напруги і стрибком струму до 30...50кА в розрядному проміжку. Час пробую істотно залежить від напруги, геометрії електродів, провідності середовища в міжелектродному проміжку і ряду інших чинників.

З ростом електропровідності середовища до деякої порогової величини зростає швидкість пробую, після чого різко падає. Різке зниження швидкості розвитку лідерної системи каналу пробую призводить до розрядів, що не завершуються пробоем з утворенням ударної хвилі (розрядам стікання, кистьовим розрядам).

В результаті імпульсного електричного пробую виникає ударна хвиля, фронт якої поширюється в рідині з надзвуковою швидкістю. Середовище навколо каналу розряду зміщується зі швидкістю на порядок меншим, а на місці каналу пробую утворюється парогазова порожнина.

При безпробійному механізмі імпульсного розряду в результаті великого градієнта щільності струму в локальній області утворюється різко локалізована область нагріву середовища, що у результаті призводить також до вище описаного ефекту, але зі значним нагрівом усього об'єму середовища.

У будівництві за роки використання РІТ виготовлені близько 100 тисяч паль-РІТ і ґрунтових анкерів-РІТ.

Палі-РІТ і анкери-РІТ відрізняються від паль і анкерів, виготовлених по традиційних технологіях, високою несучою здатністю ґрунту і малою деформацією.

Правильно виготовлені палі-РІТ діаметром 250 мм під навантаженням 100-130 тс (1000-1300 кН) дають осадку не більше 10-12 мм, а палі-РІТ діаметром 320 мм сприймають навантаження 260 тс (2600 кН) при осіданні 5-7 мм. Ґрунтовий анкер з коренем завдовжки 5 м витримує навантаження 60 тс (600 кН) без істотних деформацій. Висока несуча здатність паль-РІТ і анкерів-РІТ досягається завдяки створенню в заданих місцях камуфлетних розширень необхідного розміру за рахунок ущільнення ґрунту. РІТ, основою якої є електровибух, поступаючись вибуху хімічних вибухових речовин (ВР) по енергоємності і амплітудах ударних хвиль, має унікальну особливість багатократного повторення на заданій глибині. Параметри електровибуху легко регулюються. Виключаються проблеми, пов'язані з ліквідацією вибухових речовин, що залишилися у свердловині у разі відмови. РІТ також відрізняється набагато більшою екологічною безпекою у порівнянні з традиційними вибуховими речовинами.

Принципова відмінність електровибуху від вибухів зарядів хімічних ВР, полягає у відсутності у електровибуху геометричних розмірів заряду, тобто радіусу заряду і продуктів детонації. Ця обставина не дозволяла використати величезний досвід, отриманий при дослідженні зон ущільнення навколо камуфлетних вибухів ВР, у розрахунках розмірів зон ущільнення, що отримуються при електровибухах.

В результаті проведених досліджень зону ущільнення навколо камуфлетної порожнини визначають в приведених радіусах умовної

камуфлетної порожнини, що формується серією електровибухів. Враховуючи, що формована камуфлетна порожнина одночасно заповнювалася бетонною сумішшю, визначення радіусу зони ущільнення ґрунту електровибухами в конкретній локальній зоні, зводилося до визначення об'єму бетонної суміші і обчислення радіусу сфери.

Принципова відмінність анкерів-РІТ від інших типів ґрунтових анкерів полягає в системі опресовування ґрунту в корені анкера. У ін'єкційних анкерах опресовування роблять статичним тиском через заздалегідь встановлені разом з анкерною тягою нагнітальні трубки (1; 2 і більше) для збільшення несучої здатності кореня анкера. У анкері-РІТ опресовування робиться за рахунок здійснення серії електровибухів - електричних розрядів імпульсного струму (РІТ) високої напруги в цементному розчині до установки анкерної тяги. Таким чином, після РІТ обробки і установки анкерної тяги про анкер можна забути до моменту його випробування і натягнення. Інші технологічні операції: утворення свердловини, заповнення її цементним розчином, установка анкерної тяги, технологічна перерва для набору міцності цементним розчином, випробування, натягнення і установка на блокувальне навантаження при виготовленні ін'єкційних анкерів і анкерів-РІТ практично співпадають.

За рахунок високої несучої здатності анкерів-РІТ скорочується їх кількість, а значить і час кріплення стінок котловану. Максимальне випробувальне навантаження, що прикладається до анкера-РІТ, складало 350 т. В якості анкерної тяги може застосовуватися: - арматурна сталь із спеціальним гвинтовим профілем, на жаль заводи України і Росії відмовляються її випускати; - звичайна сталь, у випадках, коли не вимагається створювати попереднє натягнення; - спеціальні канати в комплекті з цанговими затисками; - канати, що виготовляються підрядними організаціями з дроту В-ІІ або Вр-ІІ, в підсобних майстернях.

Чи можна встановлювати анкера під існуючі будівлі. Звичайно можна, у всьому світі це роблять. Спроба заборонити установку ґрунтових анкерів під будівлі, це також прийом недобросовісної конкуренції.

На рис. 8.13 та 8.14 зображено операції установки електродної системи для обробки кореня палі за розрядно-імпульсною технологією, підготовки та буріння скважин для улаштування анкерів-РІТ.



Рис. 8.13. Установка электродной системы для обработки корня палі за розрядно-імпульсною технологією



Рис. 8.14 Улаштування засобів підмоцнення на бермі та буріння свердловин для установки анкерів-РІТ

При пробних польових випробуваннях несучої здатності анкерів-РІТ після визначення їх несучої здатності їх розкопують та візуально визначають надійність защемлення анкера в досліджуваному виді ґрунту.

Заключення

Необхідно забезпечувати надійне огородження влаштованих котлованів та траншей для упередження обвалення ґрунту. Для цього влаштоване огородження необхідно закріплювати. Відомими методами закріплення влаштованих огорожень є улаштування розпірок, підкосів та анкерування. Краще використовувати анкерування для закріплення огорожень виїмок, щоб дати вільний простір у котловані та забезпечити належну продуктивність виконання в ньому робіт. Для забезпечення безаварійної безпечної роботи в котлованах і траншеях при надійному закріпленні стінок від обвалення важливо знати світовий досвід анкерування огорожень та чітко виконувати вітчизняні стандарти при їх улаштуванні. Сучасні технології їх улаштування, особливо використання розрядно-імпульсних ефектів, забезпечують високу несучу здатність влаштованих анкерів.

Питання для самоконтролю

1. В яких випадках установлюють розпірки для закріплення стінок огорожень котлованів?
2. Як опирають розпірки на стінки огорожувальних конструкцій котлованів?
3. Як змінюється трудомісткість виконання робіт в котловані при улаштуванні розпірок для закріплення стінок огорожень котлованів у порівнянні з котлованом без розпірок?
4. Які найбільш поширені конструкції анкерів?
5. Що використовують для закріплення анкера із стрижневої арматури на конструкції огороження котловану?
6. В яких гідрогеологічних умовах влаштовуються свердловини для улаштування анкерів з використанням інвентарних обсадних труб, а в яких з використанням глинистого розчину?
7. Що необхідно зробити безпосередньо після установки арматури анкера в проектне положення?
8. Як перевіряється несуча здатність анкерів при проведенні контрольних та приймальних випробувань?
9. Коли анкер установлюється в свердловину при облаштуванні анкера у зв'язних ґрунтах з розбурюванням розширень?

10. В якій послідовності виконуються операції при облаштуванні анкера з зануренням обсадної труби забиванням з наконечником, що втрачається?

11. Які види випробування влаштованих анкерів необхідно проводити?

12. Яку кількість тимчасових анкерів, що піддаються пробним польовим випробуванням на висмикування, необхідно випробовувати залежно від загальної кількості встановлюваних анкерів за проектом в кожному шарі ґрунту?

13. Яке випробувальне оснащення підлягає атестації перед початком випробувань анкерів на висмикуюче навантаження?

14. З якою метою застосовують найчастіше у будівництві розрядно-імпульсні технології?

15. Завдяки яким характеристикам досягається висока несуча здатність паль-РІТ і анкерів-РІТ?

16. З якою метою відкопують влаштовані анкери після завершення випробувань?

17. Де розміщують електроди при улаштуванні анкерів за розрядно-імпульсною технологією?

Тема 9. Вимоги нормативних документів щодо улаштування спеціальних фундаментів заглиблених і глибокого закладання

9.1 Основні вимоги ДБН В.2.1-10-2009 щодо проектування та улаштування основ та фундаментів

У відповідності до вимог ДБН В.2.1-10-2009 за конструкцією фундаменти поділяють на:

- окремо розташовані стовпчасті, стрічкові, щільові просторові, спеціальні з анкерами, із забивних блоків чи коротких паль, перехресні системи стрічок, плитні, коробчасті, просторово-рамні, які можуть бути малозаглиблені, мілкового закладання та заглиблені для споруд, що влаштовують у котлованах;

- підземні просторові системи "палі-колони - перекриття - огорожувальні конструкції", що застосовують як заглиблені фундаменти для споруд із більш ніж одним підземним поверхом, які виконують з поверхні (без улаштування котловану);

- палі-колони, стовпи, глибокі опори, оболонки, кесони, "стіни в ґрунті"; комбіновані системи паль, глибоких опор або оболонок, об'єднаних кущовими, стрічковими, плитними ростверками або просторово-рамними чи коробчастими системами, які застосовують як фундаменти глибокого закладання.

Різновидом паль-колон є бурові опори. Буровими опорами є бетонні стовпи, які зводять шляхом укладання бетонної суміші в заздалегідь пробурені свердловини. Укладання бетонної суміші проводиться під захистом або глинистого розчину, або обсадних труб, витягуваних при бетонуванні.

Технологія влаштування бурових опор та ж, що і буронабивних паль. По суті, вони є буронабивними палями великого поперечного перетину ($d > 80\text{см}$).

Нижні кінці буронабивних опор обов'язково доводять до щільних ґрунтів, тому вони працюють як стійкі. Іноді їх роблять з розширеною п'ятою.

Бурові опори володіють значною несучою здатністю ($\geq 1000\text{т}$) і розраховуються як палі-стійки.

За видом несучих конструкцій розрізняють фундаменти під колони, стіни, розпірні конструкції, стовпи, споруди в цілому.

До спеціальних типів фундаментів заглиблених і глибокого закладання слід відносити:

- опори глибокого закладання;

- конструкції стін, що заглиблені у ґрунт (далі - стіни у ґрунті);
- опускні колодязі, кесони;
- конструкції підземних або фундаментно-підвальних частин (далі - ФПЧ) споруд, що зводяться методом «зверху-вниз».

Конструкції стін, що заглиблені у ґрунт, опускних колодязів, кесонів, ФПЧ, що зводяться способом «зверху-вниз», можуть бути як заглибленими, так і глибокого закладання в залежності від конструктивного рішення споруди.

До опор глибокого закладання слід відносити конструкції глибиною закладання (довжиною) 20 м і більше: набивні чи складені забивні палі, палі-оболонки, барети.

Опори влаштовують у виїмках, які розробляють буровим, механічним, забивним або гідравлічним способами.

Розроблення буровим чи механічним способами виконують під захистом обсадних труб або глинистого розчину з послідовним закладанням арматури та бетону.

При виконанні виїмок забивним чи гідравлічним способами закладання цементно-піщаного розчину або бетону виконують одночасно з виконанням виїмок (джет-палі, палі-оболонки, палі РІТ тощо).

Опори, голови яких об'єднані ростверком (переважно плитним), створюють плитно-пальовий або плитно-баретний фундамент.

У якості окремо розташованих опор використовують набивні палі, палі-оболонки чи барети.

Опори, голови яких затиснуті у перекритті створюють безростверкові пальові чи баретні фундаменти.

Опори, що влаштовують траншейним способом "стіна у ґрунті" з котлованів, створюють щільні фундаменти чи фундаментно-підвальні частини споруд із щільними опорами.

Опори глибокого закладання застосовують для передачі навантаження від споруди на несучі шари ґрунту, розташовані на глибині 20 м і більше.

Для важких (висотних) та/чи з малою площею спирання споруд застосовують переважно опори об'єднані ростверком: барети, набивні палі, палі-оболонки.

У безростверкових пальових чи баретних фундаментах голову опор (паль, барет) затискають у рівні перекриття над підвалом. Опори працюють як стояки багатоповерхової рами, ригелями рами є плити перекриттів підсилені стіновими панелями.

Така конструкція сприяє зменшенню ексцентриситету в опорах і перерозподілу вертикальних зусиль в окремих опорах від навантаження надземної частини споруди.

Щілинні опори застосовують у випадках, коли необхідно влаштувати глибоке технічне підпілля або багатопверховий підвал із котловану в ґрунтах, які дозволяють відкопувати ділянки між опорами для влаштування стін шляхом установки стінових панелей чи іншими способами.

ФПЧ з щілинними опорами складаються з опор прямокутного поперечного перерізу, розташованих довгою стороною по периметру споруди, і встановленими між ними панелями.

Щілинні опори влаштовують з певним кроком і закладають нижче підлоги підвалу. Між ними встановлюють L-подібні панелі, які знизу затискають горизонтальною полицею у бетон підлоги підвалу і зверху об'єднують поясом з опорами.

У ФПЧ з щілинними опорами відстань між опорами призначають у залежності від характеристик міцності ґрунтів виходячи з необхідності забезпечення несучої здатності фундаменту, стійкості вертикальних опор і ґрунту між ними для подальших робіт із влаштування стін, у т. ч. установки L-подібних панелей.

Барети влаштовують шляхом розроблення траншеї механічними способами під захистом суспензії з подальшим опусканням арматури (за необхідності армування) і бетонуванням.

Послідовність виконання барет відповідає послідовності виконання однієї ділянки "стіни у ґрунті", що влаштовують траншейним способом.

При аналізі інженерно-геологічних умов слід звертати увагу на наявність крупних включень в інженерно-геологічних елементах, що складають товщу основи, в якій будуть влаштовуватись барети (великоуламкові та інші ґрунти), за яких суспензія не зможе без додаткових заходів утримувати стійкість траншеї.

При аналізі гідрогеологічних умов слід враховувати можливий тиск води на підшву траншеї і вживати заходи проти її розуцільнення внаслідок тиску води.

Баретні фундаменти завдяки можливості проектувати опори великих розмірів застосовують при високих навантаженнях, як правило, - при висотному будівництві.

Барети працюють за принципом буронабивних паль.

При виборі геометричних параметрів барет необхідно виходити з технологічних можливостей їх виконання, наявності необхідних механізмів і матеріалів (грейфера, фрези, суспензії тощо).

Барети можуть застосовуватись як окрема опора під колону чи об'єднуватись плитним ростверком у групу чи декілька груп барет, розташованих у місцях концентрації навантажень від надземних конструкцій, утворюючи баретно-плитний фундамент.

При застосуванні барет як окремих опор для визначення їх розмірів слід керуватись можливістю їх розташування по осі передачі навантажень від вертикальних несучих елементів верхньої будови (стіни, колони, пілони тощо).

При проектуванні баретних фундаментів слід забезпечувати стійкість траншеї для влаштування барети шляхом розрахунку необхідної щільності суспензії.

За наявності в основі великоуламкових ґрунтів, стійкість яких не може бути забезпечена тиском суспензії, слід приймати додаткові заходи захисту - попереднє ін'єктування, спеціальні огорожувальні конструкції тощо.

Визначення несучої здатності барет за результатами випробувань у зв'язку з їх великими розмірами і значною несучою здатністю виконують наступними методами:

- випробування натурних барет - при влаштування масивної анкерної конструкції;
- випробування натурних барет, розділених на сегменти, за допомогою гідравлічних домкратів;
- випробування за допомогою стандартних статичних випробувань паль менших розмірів і за їх результатами за допомогою аналітичного рішення зворотної задачі визначати тертя за бічною поверхнею і під нижнім кінцем палі;
- випробування спеціальними пристроями, які не потребують застосування реактивних балок чи анкерних паль.

Стіни у ґрунті застосовують при будівництві несучих і огорожувальних конструкцій підземної частини споруд цивільного, промислового і транспортного будівництва, огорожень котлованів, тунелів і станцій метрополітену, гідротехнічних споруд, фундаментно-підвальних частин нових споруд в умовах щільної забудови, для влаштування протифільтраційних завіс.

Стіни у ґрунті застосовують у якості глибоких фундаментів за необхідності передачі навантажень від споруд на несучі шари ґрунту, розташовані на значній глибині, несучих конструкцій підземних частин споруд, як підземні споруди і тимчасові конструкції стін огороження котлованів, які забезпечують стійкість стін котловану на період зведення фундаментно-підвальної частини споруд.

На рис. 9.1 представлено огороження котловану, яке виконано за системою «стіна в ґрунті» з розташованих переривчасто на невеликій відстані бурових паль. Для лесових ґрунтів таке огороження є раціональним навіть без улаштування забірки між палями, оскільки вивалів ґрунту не очікується.



Рис. 9.1. Використання огороження котловану із бурових паль в огорожуючій стіні підвалу будівлі

Ефективне використання такого огороження в процесі експлуатації будівлі авторами проекту забезпечено улаштуванням поряд з палями монолітної залізобетонної огорожувальної стіни підвалу будівлі. До початку армування цієї стіни з паль збивається захисний шар в місцях їх контакту з огорожуючою стіною. Арматура палі з'єднується з арматурою стіни, таким чином після бетонування стіни забезпечується її сумісна робота з палями. Таке рішення досить ефективне і економічне, оскільки забезпечує надійне огороження котловану на період улаштування нульового циклу, а після його улаштування надійну експлуатацію будівлі.

Стіни у ґрунті улаштовують у дисперсних ґрунтах усіх видів, що не мають крупних включень (валунів).

Застосування стіни у ґрунті не допускається на ділянках із геологічно нестійкими умовами (карст, зсуви тощо), у крупноуламкових ґрунтах із незаповненими пустотами між частками, в мулах і інших ґрунтах текучої консистенції.

За конструкцією розрізняють стіни у ґрунті, які виготовляють: траншейним чи пальовим способами або за спеціальними технологіями.

Матеріалом для виготовлення стін у ґрунті служать: бетон, залізобетон, ґрунтобетон, цементно-глинопіщані розчини, бітумні суміші тощо у залежності від її призначення і характеру роботи споруди.

Траншейний спосіб влаштування стін у ґрунті передбачає розроблення траншей механічним способом (грейфером, гідрофрезою, машинами для розроблення ґрунту загального призначення) чи влаштування траншей із свердловин, що перетинаються, під захистом суспензії (глинистого розчину) за необхідності.

У якості пристрою для влаштування траншеї використовують також: елемент, що занурюється і виймається, забивну палю, шпунт, вібратор, металевий канат або струменево-водяний монітор для розроблення ґрунту чи розрядно-імпульсну чи джет-технології.

Стіни споруд, що влаштовують траншейним способом, проектують суцільними із монолітного залізобетону, збірних залізобетонних панелей або змішаного типу.

Стіни змішаного типу застосовують, коли вони можуть бути заглиблені до водотривкого шару. Верхню частину стін (на глибину підземних приміщень плюс величина заглиблення у ґрунт) влаштовують із збірних панелей, а нижню (до водотривкого шару) - з моно-

літного бетону. При цьому нижня частина конструкції виконує роль протифільтраційної завіси і слугує основою для збірних панелей.

При пальовому способі стіни у ґрунті виготовляють з буронабивних паль, розташованих переривчасто, дотичних або паль, що перетинаються (буросічних), чи з буроін'єкційних паль (вертикальних і похилих) при їх багаторядовому розташуванні (за необхідності).

Для влаштування тонких стін (в основному для протифільтраційних завіс) застосовують спеціальні технології з обладнанням, в основу якого покладено ударний, вібраційний, ріжучий чи водоповітряний принцип дії або розрядно-імпульсну чи джет-технології.

При влаштуванні стіни у ґрунті суспензія повинна забезпечувати стійкість стін ґрунтових виробок (траншей, свердловин) і утримувати стіни траншеї від обвалення у період їх розроблення і заповнення бетоном або збірними елементами.

Розроблення нестійких ґрунтів із напірними водами повинно виконуватись з використанням суспензії підвищеної щільності.

Якість суспензії для повторного її використання слід відновлювати очисткою та/або додаванням глини.

Споруди, що зводять способом "стіна у ґрунті", можуть бути у плані будь-якої форми, яка визначається їх технологічним призначенням: лінійної, прямокутної, ломаної, кільцевої або змішаної.

Лінійні стіни застосовують для влаштування відсікаючих стін при щільній забудові, підпірних стін, фільтраційних завіс тощо.

Прямокутної, ломаної форми виконують стіни підземної частини будівель і підземних споруд, тунелі тощо.

Круглими у плані виконують стіни насосних станцій, резервуарів тощо.

Змішаної форми виконують підземні частини будівель і споруди складної конфігурації у плані.

Глибину споруд обмежують, як правило, можливостями механізмів для розроблення траншеї і технологічними вимогами.

Якщо стійкість стін на горизонтальні навантаження не забезпечена їх заглибленням у ґрунт, то проектом повинні передбачатись тимчасові та/чи постійні розпірки, анкерні конструкції (ґрунтові анкери), контрфорси у поєднанні з поясами жорсткості.

У якості розпірних конструкцій можуть використовуватись постійні міжповерхові перекриття підземної частини споруд.

Влаштування підземної фундаментно-підвальної частини (ФПЧ) споруд способом «зверху-вниз» застосовують при зведенні висотних будівель в умовах щільної забудови у разі неможливості влаштування анкерів для кріплення стін котловану, при влаштуванні глибоких котлованів, багаторівневого підземного простору, за необхідності одночасного ведення робіт із влаштування надземної і підземної частин висотних споруд.

Конструкція ФПЧ, що зводиться способом «зверху-вниз», складається з паль-колон, з'єднаних між собою і з стінами огороження котловану плитами перекриттів, які разом повинні забезпечувати просторову жорсткість підземної частини споруди.

Конструкції перекриттів повинні виконувати функції розпірних систем.

Для забезпечення вертикальності улаштування колон і обмеження відхилення їх від осі у разі необхідності колони слід виконувати з жорсткою арматурою у вигляді металевих профілів.

Дозволяється використання збірних залізобетонних колон; у разі відхилень вони можуть вирівнюватись за допомогою гідравлічних домкратів або пневматичних подушок.

Заглиблені частини споруд впливають на геомасив і навколишню забудову на відстані, що залежать від розмірів, навантажень, способу зведення підземної частини чи влаштування котловану новобудови. Зону впливу для проектування в умовах щільної забудови визначають розрахунком.

Влаштування стін у ґрунті траншейним способом включає наступні етапи.

Виготовлення напрямних стінок (форшахти) із збірного чи монолітного залізобетону для влаштування траншей по контуру споруди.

Приготування глинистої суспензії.

Розроблення між напрямними стінками ґрунту траншей під захистом глинистої суспензії.

Заповнення траншей монолітним або збірним залізобетоном. Тампонаж простору із зовнішньої сторони при зведенні стін із збірного залізобетону.

Влаштування обв'язувального (розподільчого) залізобетонного поясу по верху стін і розпірних конструкцій або анкерів.

Розроблення (екскавація) ґрунту з котловану.

Влаштування гідроізоляції та/чи дренажу (за необхідності).

Влаштування днища, перегородок, перекриттів.

Зведення стін у ґрунті з буронабивних паль, що перетинаються (буросічних), дотичних або розташованих переривчасто включає наступні етапи.

Виготовлення напрямних стінок для буріння свердловин по контуру споруди.

Виготовлення (за необхідності) глинистої суспензії.

Буріння свердловин під захистом глинистої суспензії, обсадних труб або без них.

Встановлення арматурних каркасів.

Бетонування свердловин з одночасним видаленням обсадних труб (за необхідності) або відкачуванням глинистої суспензії.

Зведення стін у ґрунті з буроін'єкційних паль у т.ч. при їх багаторядному розташуванні потребує виконання наступних етапів.

Розпланування точок буріння свердловин.

Буріння свердловин.

Армування шляхом занурення арматурного каркасу, металевого профілю чи товстостінної сталеві манжетної труби з перфорацією.

Заповнення свердловин розчином шляхом одноразової ін'єкції цементного розчину – при використанні обсадної труби, заливання свердловини тампонажним розчином - при видаленні обсадної труби і послідуєчого одноразового чи багаторазового нагнітання розчину через трубу з перфорацією.

Процес улаштування барет включає наступні етапи.

Виконання форшахти.

Форшахту необхідно виконувати перед початком робіт із влаштування самих барет для забезпечення вертикального введення грейфера при розробленні ґрунту траншеї.

Форшахти не є елементами несучої конструкції, їх влаштовують виключно з умов виробництва робіт.

Рівень, з якого влаштовують барети повинен знаходитись вище рівня підземних вод, зважаючи на те, що влаштування барет при проведенні водозниження недопустиме. Ця вимога обумовлена тим, що при роботі глибинних насосів у свердловинах водозниження можливе попадання суспензії та/чи бетону у свердловини, що може призвести до руйнування свердловин і екологічного порушення гідрогеологічного режиму. Крім того можливе зниження несучої здатності конструкції барети.

Заповнення траншеї суспензією по мірі її розроблення.

Очищення підшви траншеї від ґрунту, яке проводять після завершення робіт із влаштування траншеї перед бетонуванням.

Встановлення арматури і бетонування.

Видалення і відведення верхнього шару бетону біля 1 м, який внаслідок змішуванням із суспензією, як правило, не відповідає якості бетону, передбаченої проектом.

9.2 Основні вимоги ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів

У відповідності до вимог ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 при облаштуванні буронабивних паль забій свердловини має бути очищений від разрихленого ґрунту або ущільнений трамбуванням. Ущільнення неводонасичених ґрунтів слід проводити шляхом скидання у свердловину трамбівки (при діаметрі свердловини 1 м і більше - масою не менше 5 т, при діаметрі свердловини менше 1 м - 3 т). Трамбування ґрунту в забої свердловини необхідно робити до величини "відмови", що не перевищує 2 см за останні п'ять ударів, при цьому загальна сума "відмов" трамбівки повинна складати не менше діаметру свердловини.

В цілях запобігання підйому і зміщенню в плані арматурного каркаса бетонною сумішшю, яка укладається в свердловину, і в процесі витягання бетонолитної або обсадної труби, а також в усіх випадках армування не на повну глибину свердловини каркас необхідно закріпити в проектному положенні.

Рівень глинистого розчину у свердловині в процесі її буріння, очищення і бетонування має бути вищий за рівень ґрунтових вод (чи горизонту води на акваторії) не менше чим на 0,5 м.

Якщо не можна здолати перешкоди, що зустрілися в процесі буріння, рішення про можливість використання свердловин для облаштування паль повинні прийняти організація, яка проектувала фундамент.

Після закінчення буріння слід перевірити відповідність проекту фактичних розмірів свердловин, відмітки їх гирла, забою і розташування кожної свердловини в плані, а також встановити відповідність типу ґрунту основи даним інженерно-геологічних досліджень (при необхідності із залученням геолога). При бетонуванні сухих свердловин перед установкою арматурного каркаса і після має бути зроб-

лений огляд свердловини на наявність рихлого ґрунту в забої, осипів, вивалів, води і шламу.

У піщаних обводнених, просадочних і в інших нестійких ґрунтах бетонування паль повинне робитися не пізніше 8 годин після закінчення буріння, а в стійких ґрунтах - не пізніше 24 годин. При неможливості бетонування в зазначені терміни буріння свердловин починаєти не слід, а вже початих - припинити, не довівши їх забій на 1-2 метри до проектного рівня і не розбурюючи розширень.

Безпосередньо перед підводним укладанням бетонної суміші в кожену свердловину, пробурену в скельному ґрунті, необхідно з поверхні забою змити буровий шлам. Для промивання слід забезпечити подання води під надмірним тиском 0,8-1 МПа при витраті 150-300 м³/годину. Промивання слід продовжувати 5-15 хвилин до зникнення залишків шламу (про що повинен свідчити колір води в обсадній трубі, що переливається через край). Промивання необхідно припинити тільки у момент початку руху бетонної суміші у бетонолитній трубі.

Для контролю суцільності бетонного ствола бурових паль, що виконуються методом підводного бетонування, необхідно вибірково порядком здійснювати випробування зразків, узятих з вибурених в палях кернів, або контролювати суцільність неруйнівними методами (з однієї палі на кожні 100, але не менше чим з двох паль на об'єкт будівництва), а також в усіх палях, при облаштуванні яких були допущені порушення технології. При вибурюванні керна слід звертати особливу увагу на режим буріння в зоні контакту шару бетону, укладеного з порушенням вимог бетонування (наприклад, тривалих перерв в укладанні суміші), з нормально укладеним, а також в зоні контакту із забоем свердловини в скельному ґрунті. Швидке занурення (провал) бурового інструменту в цих зонах свідчить про наявність прошарку шламу, що утворився в результаті порушення режиму підводного бетонування. Цю обставину необхідно відмітити в журналі вибурювання керна, вказавши відмітку і глибину провалу інструменту.

Об'єм суміші, укладеної перед вибухом камуфлетного заряду, має бути достатнім для заповнення об'єму камуфлетної порожнини і ствола паль на висоту не менше 2 м. В процесі облаштування камуфлетного розширення кожної палі необхідно контролювати відмітки

опущеного в забій заряду і поверхні бетонної суміші в трубі до і після вибуху.

Буріння свердловини при облаштуванні буроін'єкційних паль в нестійких обводнених ґрунтах слід здійснювати з промиванням свердловин глинистим (бентонітовим) розчином або під захистом обсадних труб. Щільність глинистого (бентонітового) розчину слід приймати рівним 1,05-1,15 г/см³.

При облаштуванні буроін'єкційних паль діаметром більше 0,4 м з напірним бетонуванням через порожнистий шнек (далі - буроін'єкційні палі великих діаметрів) додатково необхідно виконувати наступні заходи щодо контролю якості і приймання робіт:

а) до журналу виготовлення паль повинні прикладатися по кожній палі графіки моменту обертання шнека при бурінні свердловини, тиску бетонної суміші у бетоноводі, витрати бетонної суміші по довжині палі;

б) у кінці кожної зміни повинні робитися роздрукування і аналіз перерахованих у позиції а) графіків на предмет дотримання умов щоб об'єм укладеного в скважину бетону був рівним об'єму скважини або більшим до 26%;

в) у водонасичених і інших нестійких ґрунтах паля, при облаштуванні якої порушене хоч би одне з перерахованих у позиції б) умов, має бути обстежена неруйнівними методами контролю для визначення якості ствола і прийняття проектною організацією рішення про використання цієї палі;

г) для підтвердження несучої здатності паль за рішенням проектною організацією в процесі виробництва робіт по облаштуванню буроін'єкційних паль великих діаметрів проводяться контрольні статичні випробування робочих паль (вибірково в об'ємі 2 % від загальної кількості паль, але не менше 3 штук);

д) для підтвердження довжини, діаметру і суцільності ствола палі додатково робиться контроль паль неруйнівними методами (ультразвук, ехолокація та ін.) в об'ємі не менше 10 % від загальної кількості паль.

При облаштуванні буроін'єкційних паль великих діаметрів повинні виконуватися наступні технологічні вимоги:

а) забурювання шнека в ґрунт робиться через інвентарний кондуктор завдовжки 0,7 м, закріплений на нижній частині копрової стійки. При цьому необхідно контролювати наступні параметри:

- 1) правильність установки заглушки в нижньому кінці шнека;
 - 2) діаметр шнека (вимірюється перед початком буріння);
 - 3) глибину буріння (в процесі буріння фіксується глибиноміром і відображається графічно);
 - 4) вертикальність буріння;
 - 5) обертальний момент, що прикладається до шнека (контролюється приладами і відображається графічно);
- б) після закінчення бетонування і підйому шнека необхідно контролювати відповідність ґрунту в забої свердловини даним досліджень;
- в) клапан або заглушка, встановлені в нижньому кінці шнека, повинні мати конструкцію, що перешкоджає попаданню ґрунту в порожнину шнека в процесі буріння;
- г) перед початком підйому шнека система бетоноводів (включаючи порожнину шнека) має бути заповнена бетонною сумішшю. Починати підйом шнека допускається після створення тиску бетонної суміші у бетоноводі не менше 0,10 МПа (за свідченнями датчика, встановленого у верхній точці системи бетоноводів);
- д) при заповненні свердловини бетонною сумішшю в процесі підйому шнека повинно постійно підтримуватися і контролюватися умова щоб об'єм бетонної суміші при підйманні шнеку на конкретній глибині завжди був дещо більшим об'єму скважини на цій же глибині;
- е) для виготовлення буроін'єкційних паль великих діаметрів застосовується бетон класу не нижче С20/25 на дрібній фракції щебеню (5-10 мм) з осіданням конуса не менше 18-22 см;
- ж) доставлятися бетон на будмайданчик повинен автобетонозмішувачами (міксерами). Додавання води в міксер або бетононасос не допускається;
- з) перерва у бетонуванні палі не повинна перевищувати величини часу, що залишився до початку тужавлення бетону, що знаходиться в порожнині шнека. При більшій тривалості перерви буроін'єкційна паля великого діаметру вважається бракованою і влаштовується дублююча паля;
- и) при перерві у бетонуванні і припиненні підйому шнека порожнина шнека має бути заповнена бетонною сумішшю. До відновлення бетонування палі шнек треба занурити в раніше укладений у свердловину бетон на величину не менше 1 м;

к) об'єм бетону, укладеного у свердловину, повинен бути дещо більшим об'єму свердловини, при порушенні цієї умови бурін'єкційна паля великого діаметру вважається бракованою і замість неї влаштовується дублююча паля. Якщо об'єм укладеного бетону перевищує об'єм свердловини більше ніж на 26%, роботи по облаштуванню паль треба призупинити до з'ясування і усунення причин перевитрати бетону;

л) армування бурін'єкційних паль великого діаметру робиться шляхом примусового занурення арматурного каркаса у свіжоукладену бетонну суміш;

м) голову палі слід формувати в інвентарній опалубці (з 2-х половинок труби);

н) при відстанях між осями паль менше трьох діаметрів їх пристрій робиться не менше чим через одну. Буріння свердловини поряд із забетонованою може робитися не раніше чим через 8 годин після закінчення бетонування;

о) при температурі зовнішнього повітря нижче мінус 12 °С облаштування бурових бурін'єкційних паль великих діаметрів забороняється.

На рис. 9.2 представлено послідовність улаштування бурін'єкційних паль з напірним бетонуванням через порожнистий шнек.

Улаштування анкерів.

Перед установкою анкера свердловина має бути очищена від шламу в межах довжини анкера.

У анкерах з манжетною трубою для утворення обойми (див. поз. 2 на рис. Рис. 9.3) слід застосовувати, як правило, глиноцементний розчин, міцність якого у віці 7 днів повинна складати 1-2 МПа. Використання цементного розчину для утворення обойми допускається тільки за узгодженням з проектною документацією.

Цементний розчин для утворення закладення (як правило, з В/Ц = 0,4 -0,6) слід готувати на будівельному майданчику безпосередньо перед нагнітанням у свердловину.

Щоб уникнути розшаровування розчин впродовж усього періоду нагнітання слід періодично перемішувати.

При закріпленні арматури анкера у свердловині (при утворенні закладення анкера) (див. поз. 7 та 8 на рис. 9.3) слід забезпечувати нагнітання проектного об'єму розчину з обов'язковою реєстрацією витрати і тиску.



Рис. 9.2. Послідовність улаштування буроін'єкційних паль з напірним бетонуванням через порожнистий шнек

У разі різкого підйому тиску ін'єкція має бути припинена.

Допускається різкий підйом тиску тільки на початку ін'єкції при прориві обойми у разі ін'єкціювання розчину через манжетну трубу.

При облаштуванні анкерів, закладення (зона защемлення) яких утворюється шляхом багатократної ін'єкції через манжетну трубу (див. поз. 9 на рис. 9.3) за допомогою ін'єктора з подвійним тампоном при глиноцементній обоймі, кожна подальша ін'єкція повинна виконуватися не раніше чим через 16 годин після закінчення попередньої.

При цементній обоймі інтервал між ін'єкціями слід визначати проектом.

Несучу здатність кожного анкера, як правило, має бути перевірена до включення його в роботу спільно із закріплюваною конструкцією шляхом контрольних або приймальних випробувань на максимальне випробувальне навантаження.

Контрольним випробуванням слід піддавати не менш одного з кожних десяти встановлених анкерів, приймальним - всі анкери, окрім контрольних.

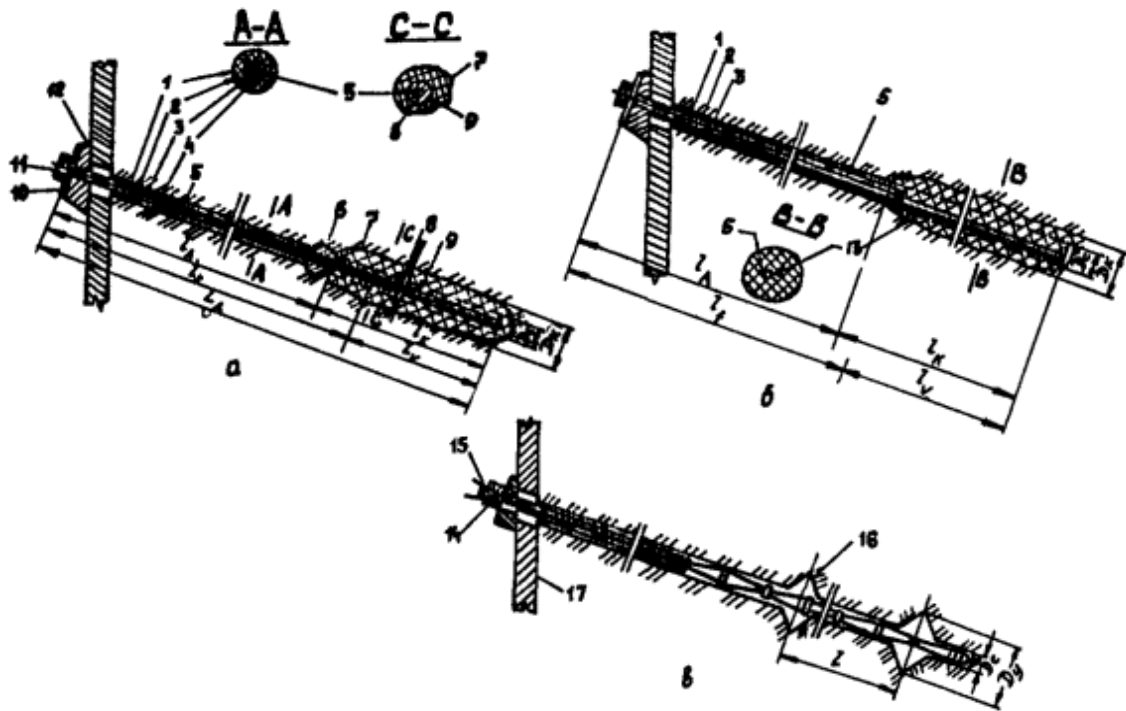


Рис. 9.3. Принципові конструктивні рішення анкерів: *а* – ін’єкційний анкер з вільною тягою в зоні закріплення анкера; *б* – те ж із замоноліченою тягою в зоні закріплення; *в* – анкер із розбуреним уширенням; 1 – скважина; 2 – обойма; 3 – ізолююча оболонка; 4 – антикорозійна маса; 5 – тяга; 6 – пакер (ущільнюючий пристрій у вигляді розширеної камери, який упереджує вихід розчину зі скважини в процесі ін’єкціювання зони закріплення анкера); 7 – зона защемлення (корінь) анкера; 8 – цементне защемлення тяги в манжетній трубі; 9 – манжетна труба (труба з випускними отворами, які закриті резиновими клапанами-манжетами); 10 – шайба; 11 – гайка; 12 – опорна плита; 13 ін’єкційна трубка; 14 – колодка; 15 – конус; 16 – уширення; 17 – конструкція, яка закріплюється

Улаштування споруд способом «стіна в ґрунті».

Для приготування глинистих розчинів слід застосовувати бентонітові глини, а при їх відсутності місцеві глини, що мають потрібні фізико-механічні характеристики, вказані в табл. 20 цього стандарту.

Остаточна придатність місцевих глин визначається за результатами лабораторних випробувань глинистих розчинів, що отримуються на основі цих глин.

Якість глинистих розчинів повинна забезпечувати стійкість стін ґрунтових траншей і свердловин в період їх улаштування і заповнення.

При розробці нестійких ґрунтів з напірними водами для підвищення щільності глинистого розчину допускається застосовувати барит, магнетит і інші обважнювачі розчину в кількості, залежній від необхідної щільності розчину, але не більше 7 % маси глини.

При розробці крупнопористих ґрунтів в цілях зниження водовіддачі і втрат глинистого розчину в нього можна додавати рідке скло (силікат натрію або силікат калію) в межах від 2 до 6 % маси глини.

Якість глинистих розчинів для повторного їх використання слід відновлювати очищенням або добавкою глин.

До початку робіт по заповненню траншеї бетоном, залізобетонними конструкціями або протифільтраційним матеріалом належить очистити її дно від осаду.

Бетонування стін під захистом глинистого розчину слід робити не пізніше чим через 8 годин після утворення траншеї на захватці.

Конструкція обмежувачів повинна сприймати тиск бетону, виключати попадання бетону з однієї захватки в іншу і забезпечувати задану водонепроникність стиків.

В процесі укладання бетону в траншею необхідно періодично відбирати зайвий глинистий розчин, що витісняється, не допускаючи зниження його рівня в траншеї.

Подання глиноцементного розчину або бетону при облаштуванні протифільтраційних завіс слід здійснювати безперервно, причому низ труб, що подають розчини, на початку робіт повинен знаходитися на рівні дна траншеї, а потім нижче рівня глиноцементного розчину або бетону не менше чим на 1 м.

Подання в траншею глинистого протифільтраційного матеріалу належить здійснювати способами, що виключають утворення в траншеї порожнеч з матеріалу заповнювача.

При виробництві робіт по зведенню споруд способом "стіна в ґрунті" склад контрольованих показників, граничні відхилення, об'єм і методи контролю повинні відповідати вимогам цього стандарту.

9.3 Основні вимоги ДСТУ-Н Б В.2.1-29:2014 щодо проектування і влаштування заглиблених споруд способом «стіна в ґрунті»

ДСТУ-Н Б В.2.1-29:2014 «Конструктивні вимоги. Настанова щодо проектування і влаштування заглиблених споруд способом «стіна в ґрунті»» вимагає виконання наступних основних вимог.

Заглиблені споруди, які виконуються методом «стіна в ґрунті» (далі ЗССГ) слід виконувати з окремих захваток, розмір яких обумовлений властивістю технологічних розчинів та можливістю виконання робіт із виготовлення конструкцій (безперервно чи з технологічними перервами). Захватки слід розміщувати вздовж виїмки послідовно або через одну. Геометричні розміри захваток по ширині та глибині слід контролювати за допомогою спеціальних приладів або габаритів, що підвішені до монтажного крана.

При розміщенні захваток послідовно виникає необхідність розділяти виїмку вертикальними обмежувачами, які повинні запобігати перетіканню конструкційного матеріалу в сусідню захватку та створювати можливість для влаштування стику між ними.

Обмежувачі захваток повинні бути жорсткими, інвентарними, як правило, виготовлені з металу або залізобетону. У перерізі вони повинні мати просту форму з ущільнювачами по боках. За необхідності закріплення на обмежувачі ватерстопа, що повинен залишитися в конструкції, необхідно мати поздовжній виріз відповідної форми. Відхилення змонтованого обмежувача від вертикалі вздовж виїмки не повинно перевищувати 1 % від його довжини. Поперечні перерізи найбільш поширених тимчасових обмежувачів захваток зображено на рис. 9.4, а виготовлений з металевої труби обмежувач – на рис. 9.5.

Верхню частину виїмки слід облаштовувати напрямними стінками або форшахтою, які повинні забезпечувати стійкість верхньої частини виїмки при розробці ґрунту та вкладанні у виїмку конструкційного матеріалу. Денна поверхня напрямної стінки повинна бути горизонтальною, розміщуватись вище рівня підземних вод на 1,5 м. Напрямні стінки слід розташовувати так, щоб забезпечити необхідні допуски при влаштуванні конструкцій ЗССГ, не заважати пересуванню над нею важкого будівельного обладнання. Вони повинні мати необхідну міцність для утримання арматурного каркаса, збірної панелі або бути опорою під домкратами за необхідності витягування

обмежувача захваток з виїмки. Напрямні стінки слід виготовляти з монолітного або збірного залізобетону, а також з металу.

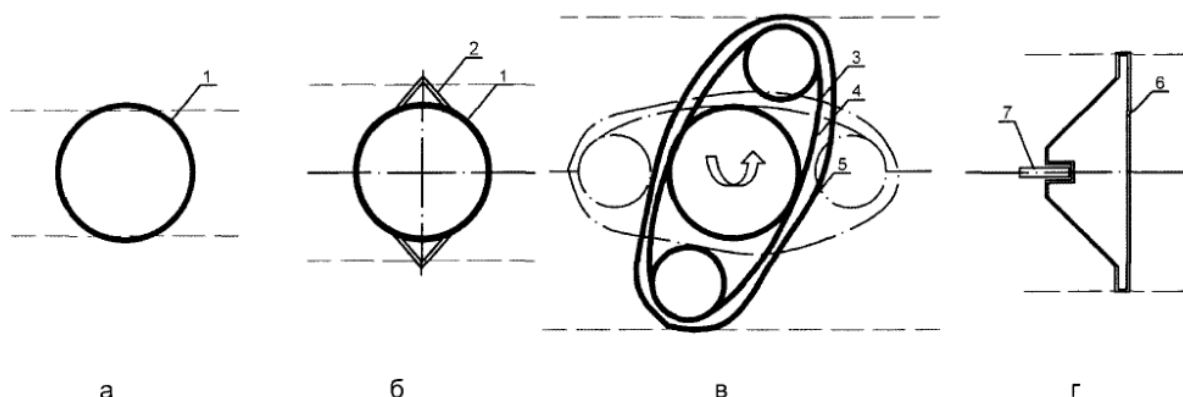


Рис. 9.4. Варіанти перерізів найбільш поширених тимчасових обмежувачів захваток: а - круглої форми; б - з ущільнювачами; в - еліпсоподібний поворотний; г - трапецієподібний з ватерстопом; 1 - труба; 2 - кутик; 3 - обшивка; 4 - консистентне мастило; 5 - захисний плівковий чохол; 6 - металевий корпус; 7 - ватерстоп



Рис. 9.5. Обмежувач з металевої труби

Довжина просвіту між напрямними стінками повинна бути від 5 см до 10 см більша ширини або діаметра ґрунторозроблювального обладнання для забезпечення його вільного руху у виїмці. Найбільш поширені конструкції напрямних стін зображені на рис. 9.6.

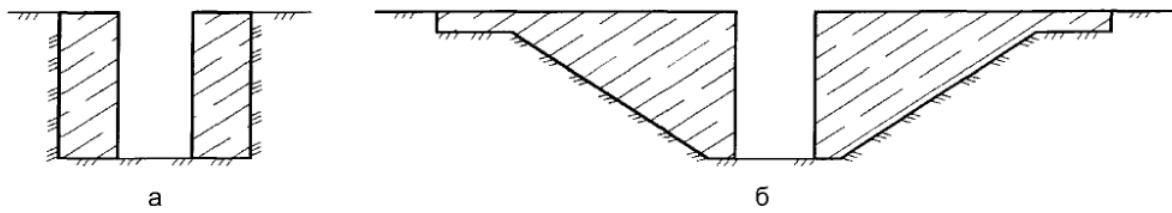


Рис. 9.6. Конструкції напрямних стін (форшахт): а - у зв'язних ґрунтах; б - у незв'язних ґрунтах

На рис. 9.7 зображена форшахта, яка улаштована з металевих листів. В заповнену глинистою суспензією траншею змонтовано обмежувач з металевої труби.



Рис. 9.7. Змонтований в траншею з металевою форшахтою обмежувач з металевої труби

Ґрунтові виїмки при влаштуванні ЗССГ слід виконувати за допомогою спеціальних або пристосованих для цього землерийних, бурових і гідрофрезерних машин.

При розробці ґрунтових виїмок рівень глинистого розчину повинен постійно знаходитися в межах висоти напрямних стінок, як при зануренні робочого органу землерийної машини, так і при видаленні.

У процесі розробки виїмок слід візуально визначати вид ґрунту на відмітці забою та його відповідність даним інженерно-геологічних вишукувань. За наявності розбіжностей можуть залучатися представники проектної організації.

Розробку ґрунтових виїмок для ЗССГ, що розташовані вздовж інженерних комунікацій, слід виконувати на наступних мінімальних відстанях:

- для сталевих зварних, керамічних, чавунних, полімерних і азбестоцементних трубопроводів, а також каналів і колекторів - 0,5 м;
- для інших підземних комунікацій - 2 м.

Технологія влаштування ЗССГ передбачає влаштування форшахти, приготування технологічного (глинистого) розчину, розробку ґрунтової виїмки під захистом глинистого або технологічного розчину, встановлення обмежувачів захватки та заповнення її конструкційним матеріалом з одночасним витісненням глинистого або технологічного розчинів.

При влаштуванні конструкцій ЗССГ глинистий або технологічний розчини повинні забезпечувати стійкість ґрунтових виїмок і утримувати їх стінки у період розроблення і заповнення виїмок конструкційним матеріалом. Для цього глинистий або технологічний розчини повинні мати відповідні показники.

Влаштування ЗССГ слід, як правило, виконувати захватками, довжина та черговість виконання яких визначається у залежності від технічних характеристик ґрунторозроблювальної техніки та забезпечення можливості безперервного заповнення захватки конструкційним матеріалом.

При влаштуванні конструкцій ЗССГ необхідно застосовувати обмежувачі захваток, конструкція яких повинна забезпечувати сприймання зусиль від одностороннього тиску матеріалу-заповнювача та не допустити його перетікання у суміжну захватку.

Зусилля, необхідне для видалення обмежувача захваток, слід визначати з урахуванням тертя матеріалу заповнювача, вакуумного

ефекту, що виникає між дном обмежувача і дном виїмки, маси обмежувача. Інвентарні обмежувачі захваток повинні бути видалені одразу після тужавлення конструкційного матеріалу.

Перед заповненням ґрунтової виїмки конструкційним матеріалом необхідно визначити вміст піску у глинистому розчині, кількість якого біля дна не повинна перевищувати 4 %.

Несучу здатність ЗССГ слід визначати на окремих відрізках або дослідних ділянках, на яких можна прикласти навантаження.

Несучу здатність залізобетонних барет слід визначати розпиранням домкратами зсередини методом "опускного домкрата", в якому гідравлічні домкрати закріплюються на армокаркасі та приводяться в дію після набрання бетоном барети проектної міцності. Зсув верхньої частини барети показує зусилля на бічне тертя, а нижньої - на несучу здатність основи під її підшвою.

Підготовчі роботи слід виконувати у відповідності з ДБН А.3.1-5.

При прокладанні траси ЗССГ слід дотримуватися умов максимальної рівності, за яких ухил денної поверхні ґрунтової виїмки у межах всієї траси або окремих її ділянок не перевищував 30 %.

До початку розробки ґрунтової виїмки ємкість, що розташована між напрямними стінами, повинна бути заповнена глинистим розчином, об'єм якого повинен бути не менше триразового об'єму ємкості робочого органу механічної ґрунторозроблювальної машини.

Для приготування глинистих розчинів слід застосовувати глини та бентонітові порошки.

При розробці нестійких ґрунтів або ґрунтів з напірними водами для підвищення тиску глинистого розчину слід збільшити рівень ґрунтового насипу під виїмку. Повторне використання глинистих розчинів слід здійснювати після їх відновлення.

У процесі виконання робіт потрібно регулярно перевіряти показники якості глинистого розчину.

Глинистий розчин до виїмок потрібно подавати по трубах діаметром не менше 100 мм, які слід вкладати з ухилом не менше 3 %. Ділянка трубопроводу, що прокладається вздовж ґрунтової виїмки, повинна мати випуски для зливу розчину у виїмку не рідше ніж кожних 20 м.

У зимових умовах при достатньому обґрунтуванні можливе застосування тампонажного розчину з протиморозними добавками.

При влаштуванні ЗССГ з монолітного залізобетону спочатку в глинистий розчин слід опустити арматурний каркас із прорізами для встановлення вертикально пересувної труби (ВПТ) або шланга від бетононасоса, а потім по них подати тверднучий матеріал, який поступово витискає з траншеї глинистий розчин.

На рис. 9.8 представлено виготовлені армокаркаси перед їх монтажем в підготовлену траншею.



Рис. 9.8. Підготовлені до монтажу каркаси «стіни в ґрунті»

Бетоноукладальне обладнання повинне забезпечувати укладання бетонної суміші в захватку з інтенсивністю, що забезпечує рівномірне заповнення бетоном виїмки і складатися з комплекту ланцюгів бетонолитних труб, завантажувального бункера на бетонолитній трубі, оснащеного затвором, пристосувань для встановлення, підйому і опускання труб; підмосток для розміщення обладнання і обслуговуючого персоналу. Зазор між нижнім кінцем труби і дном виїмки по-

винен бути не більше 100 мм. Перед початком робіт змонтована бетонолитна труба повинна бути перевірена на водонепроникність.

Строк встановлювання арматурних каркасів до початку бетонування не повинен перевищувати 12 год.

При бетонуванні бетонолитні труби слід розміщувати в отворах арматурних каркасів. Кількість бетонолитних труб на одну захватку необхідно встановлювати, виходячи з радіуса розтікання бетонної суміші. У процесі бетонування нижній кінець бетонолитної труби повинен бути заглиблений у бетонну суміш не менше ніж на 1 м. Перерви при бетонуванні не повинні перевищувати 1,5 год.

Безперервне бетонування захватки слід виконувати до рівня, що перевищує проектну відмітку на 2 % висоти конструкції, але не менше 0,4 м, з подальшим видаленням верхнього забрудненого шару бетону.

У зимових умовах перед подачею в завантажувальний бункер бетонну суміш слід підігріти. Її температура в момент укладання повинна бути не нижче 10 °С. У межах глибини промерзання необхідно передбачити обігрівання бетону, в тому числі за допомогою електронагрівачів.

Заключення

Сучасні спеціалісти будівельної галузі зобов'язані знати ефективні методи освоєння підземного простору, особливо в умовах ущільненої забудови та складних гідрогеологічних умовах. Для успішної реалізації цих задач необхідно використовувати спеціальні конструктивно-технологічні рішення, які використовуються в розвинених країнах. В Україні розроблені в достатній кількості нормативних документів для реалізації цих задач. Важливо знати основні їх положення для успішної реалізації в інженерній практиці.

Питання для самоконтролю

1. Які фундаменти відносяться до спеціальних типів фундаментів заглиблених і глибокого закладання ?

2. У якості яких конструктивів застосовують стіни у ґрунті:

3. Як влаштовують форшахту при влаштуванні барет?

4. Які складові включає конструкція фундаментно-підвальної частини (ФПЧ), що зводиться способом «зверху-вниз»?

5. Які етапи включає зведення стін у ґрунті з буронабивних паль?

6. До якої величини "відмови" необхідно робити трамбування ґрунту в забої свердловини при улаштування буронабивної палі?

7. Як здійснювалося буріння свердловини при облаштуванні бурін'єкційних паль в нестійких обводнених ґрунтах?
8. Які технологічні вимоги повинні виконуватися при облаштуванні бурін'єкційних паль великих діаметрів?
9. Як має перевірятися несуча здатність анкера?
10. Як виконувалося бетонування стін у ґрунті під захистом глинистого розчину?
11. Як слід розмішувати вздовж виїмки окремі захватки при улаштуванні заглиблених споруд, які виконуються методом «стіна в ґрунті»?
12. Які повинні бути обмежувачі захваток при улаштуванні заглиблених споруд методом «стіна в ґрунті»?
13. З якою метою влаштовують форшахту при улаштуванні заглиблених споруд методом «стіна в ґрунті»?
14. Як арматурний каркас монтують в траншею при влаштуванні заглиблених споруд методом «стіна в ґрунті» з монолітного залізобетону?
15. Де повинен бути нижній кінець бетонолитної труби у процесі бетонування методом вертикально переміщеної труби?

Тема 10. Улаштування огорожуючих конструкцій котлованів за технологією «стіна в ґрунті»

10.1 Технологія улаштування підземних несучих і захисних огорожуючих конструкцій за методом «стіна в ґрунті»

Спорудження підземних несучих і захисних огорожуючих конструкцій за методом «стіна в ґрунті» виконувалося до розробки ґрунту усередині споруди.

Спосіб «стіна в ґрунті» слід застосовувати для будівництва стін підземних і заглиблених частин будівель і споруд, захисних конструкцій котлованів, щільних фундаментів, для створення протифільтраційних завіс.

Конструкції, що виконуються способом «стіна в ґрунті», найраціональніше застосовувати для будівництва:

- у складних інженерно-геологічних і гідрогеологічних умовах, при високому рівні підземних вод і можливому великому припливі підземних вод у будівельний котлован;
- в умовах щільної міської забудови при розташуванні котловану поблизу існуючих будівель, споруд і підземних комунікацій.

Захисні конструкції «стіна в ґрунті», як правило, недоцільно влаштовувати для котлованів глибиною менш 5м.

За функціональним призначенням споруди, що зводяться способом «стіна в ґрунті», підрозділяються на несучі, захисні і протифільтраційні.

За конструктивно-технологічними особливостями несучі і огорожуючі споруди, що зводяться способом «стіна в ґрунті», підрозділяються на монолітні і виконувані зі збірних залізобетонних елементів.

Конструкція «стіна в ґрунті» може бути використана в якості стіни підземної частини споруди або захисної конструкції котловану в якості несучої або ненесучої.

«Стіна в ґрунті» може застосовуватися в ґрунтах будь-якої категорії складності, як обводнених, так і необводнених. При облаштуванні «стіни в ґрунті» в слабких пилувато-глинистих ґрунтах можуть знадобитися спеціальні підготовчі заходи з укріплення ґрунту. Спосіб «стіна в ґрунті» може застосовуватися при спорудженні стін, фундаментів і протифільтраційних завіс як в обводнених, так і в необводнених ґрунтах: супіщаних і піщаних, суглинках і глинах. Виконання стін і протифільтраційних завіс у вигляді замкнутого контуру

із закладенням їх нижньої частини у водотривкий шар ґрунту запобігає доступу ґрунтових вод всередину споруди, що дозволяє відмовитися від водопонижувальних робіт.

Найбільш ефективні захисні конструкції «стіна в ґрунті», заглиблені в шар водоупору, що дозволяє їх розглядати в якості протифільтраційних завіс досконалого типу. Така конструкція дає можливість відмовитися від будівельного водопониження і обмежитися поверхневим водовідливом усередині котловану.

Зведення споруд способом «стіна в ґрунті» може здійснюватися при будівництві і реконструкції підземних частин будівель промислового і цивільного призначення;

При зведенні несучих і захисних конструкцій заглиблених споруд способом «стіна в ґрунті» необхідна стійкість і міцність стін досягаються за рахунок наступних рішень:

- у спорудах з глибиною розташування днища до 5-6 м будь-яких розмірів прямокутного і кругового контуру в плані шляхом заглиблення стін нижче днища, що забезпечує надійне їх защемлення в ґрунті (рис. 10.1,а);

- у цих же випадках, але при глибині розташування днища до 8 м шляхом застосування контрфорсів або анкерних пристроїв у верхній частині стін і забезпечення надійного затискання нижньої частини за рахунок більшої глибини стіни (рис. 10.1,б);

- у цих же випадках, але при глибині понад 9 м шляхом облаштування систем рамних розпорів, поясів жорсткості або анкерів, розташованих в два і більше ярусів, або контрфорсів із затисканням нижньої частини стіни (рис.10.1, в);

- у прямокутних спорудах з шириною у світу до 10 метрів і глибиною понад 5 метрів - шляхом облаштування конструкцій підкосів з обов'язковим затисканням нижньої частини стіни (рис. 10.1,г);

- улаштування анкерів (рис. 10.1,д) та комбінованого варіанту (рис. 10.1,е).

Використання способу «стіна в ґрунті» можливо при будівництві в обмежених умовах і поблизу існуючих будівель, споруд і комунікацій, у тому числі при реконструкції і розширенні промислових підприємств.

Схеми кріплення повинні визначатися в конструктивній частині проекту на основі розрахунків міцності і стійкості споруди на всіх стадіях його будівництва з урахуванням технології виконання робіт.

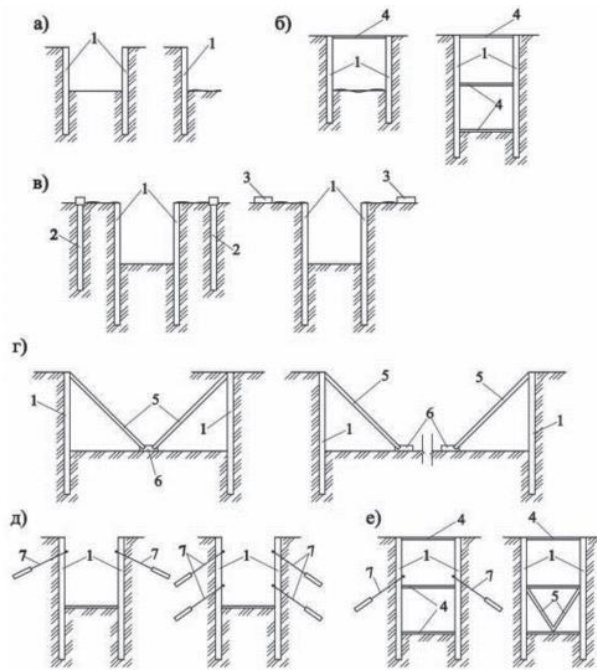


Рисунок 10.1. Конструктивно-технологічні варіанти, що забезпечують стійкість «стін в ґрунті»: а) консольний; б) розпирний; в) утримуючий; г) підпирний; д) анкерний; е) комбінований; 1 - стіна в ґрунті; 2 – утримуюча паля; 3 – утримуюча плита; 4 – розпирна конструкція; 5 – підкіс; 6 – опорна конструкція підкосу; 7 - анкер

Зведення споруд способом «стіна в ґрунті» може бути здійснена в усіх піщаних, глинистих, тріщинуватих, невисокій міцності скельних ґрунтах і міцних вапняках, за винятком випадків, коли вертикальність стінок траншеї не може бути забезпечена глинистою суспензією.

Застосування способу «стіна в ґрунті» може бути обмежена наступними умовами:

- наявністю ґрунтів з кавернами і порожнечами, мулу в рихлих насипних ґрунтах;
- включенням уламків бетонних і залізобетонних плит, заліза і інших перешкод на трасі траншеї;
- малою глибиною споруди (до 3-5 метрів) за умов, що дозволяють вести будівництво об'єкту у відкритому котловані;
- наявністю ґрунту або його прошарків, розробити які неможливо наявним устаткуванням.

Процес будівництва підземних споруд із застосуванням способу «стіна в ґрунті» складається з наступних операцій:

- спорудження кріплення верху траншеї для утримання ґрунту від обвалів і напряду робочого органу землерийного устаткування (форшахти);
- приготування глинистого розчину;
- заповнення глинистим розчином простору між стінками кріплення верху траншеї;
- розробка під глинистим розчином траншеї на глибину, рівну глибині заставляння підземної стіни;
- поповнення об'єму глинистого розчину в траншеї у міру розробки ґрунту;
- установка арматурних каркасів і бетонування секцій-захваток, монтаж в траншеї збірних елементів з подальшим тампонажем пазух або заповненням траншеї протифільтраційним матеріалом;
- поярусна розробка ґрунтового ядра усередині споруди з облаштуванням тимчасових або постійних кріплень, якщо вони передбачені проектом;
- поярусна або на усю висоту замонолічування стиків між збірними елементами;
- облаштування днища споруди;
- постійний контроль якості, як використовуваних матеріалів, так технології на різній стадії виконуваних і виконаних робіт.

Застосування способу «стіна в ґрунті» дозволяє уникнути ушкодження будівель, споруд і підземних комунікацій, розташованих в зоні будівництва, значно понизити рівень шуму і виключити вібрації ґрунту, скоротити площі котлованів, отримати значну економію сталевих шпунта, металопрокату, бетону і пиломатеріалів, повністю виключити або обмежити застосування дорогих спеціальних способів будівництва, таких, як водопониження, штучне заморожування ґрунтів та ін., використати стіну на час будівництва для кріплення котловану, а в закінченій споруді - в якості несучої або захисної конструкції, повністю механізувати роботи в обмежених умовах будівельного майданчика, скоротити терміни робіт і знизити вартість будівництва. На рис. 10.2 представлено варіант використання влаштованої «стіни в ґрунті» для огороження котловану та виконання під її захистом робіт з улаштування підземної частини споруди.

Застосування способу «стіна в ґрунті» необхідно обґрунтовувати техніко-економічними розрахунками шляхом порівняння варіантів будівництва підземних споруд, що влаштовуються із застосуванням

способу «стіна в ґрунті», з їх будівництвом у відкритих котлованах (у тому числі з використанням шпунтових обгороджувальних), із застосуванням опускних колодязів і з іншими способами, а варіанту будівництва протифільтраційних завіс способом «стіна в ґрунті» - із завісами інших конструкцій і іншими засобами захисту від підземних вод.



Рис. 10.2. Виконання робіт в котловані з огороженням його стін попередньо влаштованою «стіною в ґрунті»

Матеріали інженерно-геологічних досліджень для проектування і облаштування «стіни в ґрунті» за допомогою набивних паль у свердловинах з ущільненими стінками, повинні містити детальні відомості:

- про види ґрунтів, що складають майданчик будівництва, їх фізико-механічні характеристики, товщину шарів і просторове розташування в плані і по глибині;
- про гідрогеологічні умови, що склалися на забудовуваній території, і довгостроковому прогнозі можливої зміни гідрогеологічних умов на забудовуваній території;

- про можливий вплив проектового будівництва «стіни в ґрунті» на зміну гідрогеологічних умов в процесі її будівництва і при експлуатації.

При виконанні інженерно-геологічних досліджень, а також при облаштуванні «стіни в ґрунті» і завершенні цих робіт повинен проводитися інженерно-геофізичний контроль стану товщі ґрунтів, що складають майданчик і змін, що відбуваються в ній. Цей контроль прихованих робіт має бути елементом технології облаштування «стіни в ґрунті».

У матеріалах досліджень для робочого проектування «стіни в ґрунті» мають бути дані інженерно-геологічні і гідрогеологічні рекомендації:

- щодо проектування «стіни в ґрунті» в інженерно-геологічних і гідрогеологічних умовах, що склалися на майданчику будівництва;
- щодо усунення або зниження впливу специфічних особливостей інженерно-геологічних і гідрогеологічних умов на технологічний процес облаштування «стіни в ґрунті».

Інженерно-геологічними дослідженнями повинні визначатися фізико-механічні властивості ґрунтів, характер їх залягання, наявність карстових порожнеч, валунів і інших чужорідних включень, хімічний склад ґрунтових вод, режим і характер фільтраційного потоку для усіх різновидів ґрунтів. Окрім цього, мають бути виявлені розташування діючих і відключених комунікацій, можливість використання глинистих ґрунтів в якості сировини для приготування глинистої суспензії і в якості заповнювача для протифільтраційних пристроїв. Матеріали інженерно-геологічних досліджень повинні містити також матеріали про відмітки залягання водоупору і його потужності, про стан фундаментів і їх основ, розташованих поблизу будівель і споруд, а також дані про навантаження, що передаються на основу.

Розвідувальні геологічні свердловини на майданчику зведення споруди мають бути розміщені по сітці не більше 20×20 м або по трасі споруди не рідше, ніж через 20м.

Матеріали інженерно-геологічних досліджень повинні містити:

- розрізи і бурові колонки з кількісною і якісною оцінкою великих включень, що зустрічаються;
- фізико-механічні характеристики ґрунтів, у тому числі питома вага, кут внутрішнього тертя, коефіцієнт пористості, коефіцієнт фільтрації, модуль пружності, крім того, для піщаних ґрунтів - грану-

лометричний склад, а для глинистих - пластичність, консистенцію і зчеплення;

- дані про рівні і режими підземних вод, міру їх агресивності і відмітки залягання водотривких шарів ґрунту.

Підготовчі роботи.

Замовник (забудовник) повинен визначити підрядника на основі договору будівельного підряду при підрядному способі будівництва по виробництву робіт способом «стіна в ґрунті».

Виконавець робіт (підрядник) повинен отримати від забудовника (замовника) або генпідрядника ПОБ, робочу документацію на певний етап робіт способом «стіна в ґрунті».

Робоча документація має бути допущена до виконання робіт забудовником (замовником) підписом відповідальної особи з відповідним штампом організації забудовника (замовника).

Виконавець робіт (підрядник) повинен виконати вхідний контроль переданої йому для виконання документації і передати забудовникові (замовникові) перелік виявлених в ній недоліків для їх усунення. Одночасно виконавець робіт повинен перевірити можливість реалізації проекту «стіна в ґрунті» відомими методами, при необхідності, потребу в розробці нових технологічних прийомів і устаткування, можливість придбання матеріалів, виробів і устаткування, застосування яких передбачене проектною документацією, відповідність фактичного знаходження місць і умов підключення тимчасових інженерних комунікацій до постійних мереж для забезпечення робіт електроенергією, водою, теплом і т. д. вказаним в проектній документації.

На основі проектною документації виконавець робіт повинен підготувати проект виробництва робіт і технологічні карти на складні процеси виконання робіт способом «стіна в ґрунті».

Виконавець робіт, при необхідності, зобов'язаний виконати навчання персоналу, а також укласти з акредитованими лабораторіями договори на виконання тих видів випробувань, які виконавець робіт не може виконати власними силами.

Початку робіт щодо зведення споруд способом «стіна в ґрунті» повинні передувати: планування будівельної площі, заходи з відведення поверхневих вод і глинистої суспензії, облаштування доріг і під'їзних шляхів. Склад, послідовність і об'єми виконання перерахованих підготовчих робіт мають бути встановлені при розробці ПОБ і

ПВР. При цьому для зберігання готової глинистої суспензії у складі глинистого господарства і поблизу із спорудою, що зводиться, мають бути обладнані спеціальні місткості, розміри яких визначаються в ПВР залежно від об'єму добової потреби в глинистій суспензії.

Для забезпечення цілеспрямованого стоку глинистої суспензії, що витісняється при заповненні траншеї, мають бути виконані відвідні канали або лотки і місткості для її збору і накопичення.

Підготовчі роботи, що виконуються на будівельному майданчику і передуючі основним роботам, складаються з:

- винесення усіх конструкцій і комунікацій, розташованих в зоні споруди, що зводиться, облаштуванню обгороджувальних;
- підведення ліній тимчасового водопостачання, каналізації, енергопостачання;
- облаштування тимчасових автодоріг, майданчиків для складування матеріалів, виробів і конструкцій.

Перед початком робіт на будмайданчику має бути проведена перевірка готовності будівельного устаткування до роботи, необхідно випробувати на холостому ходу змонтоване устаткування по частинах і в комплексі з усуненням виявлених неполадок і випробувати устаткування в робочих режимах.

Організація комплексної механізації облаштування будівельних конструкцій способом «стіна в ґрунті».

Умови підбору засобів механізації для облаштування споруд «стіна в ґрунті».

Особливістю облаштування споруд «стіна в ґрунті» являється їх різноманітність по функціональному призначенню (несучі, захисні і протифільтраційні) і по конструктивно-технологічних особливостях (монолітні, виконувані зі збірних залізобетонних елементів, пальові, шпунтові, ґрунтоцементні, влаштовані за технологією струминної цементзації ґрунтів «jet-grouting»).

«Стіна в ґрунті», як правило, влаштовується траншейним або пальовим способами:

- траншейний спосіб облаштування «стіни в ґрунті» передбачає розробку траншей і зведення в них стін під захистом глинистого розчину, що утримує стіни траншеї від обвалення (рис. 10.3);
- при пальовому способі «стіну в ґрунті» зводять з буронабивних паль (можливий варіант з буросікучими палями), що січуться, влаш-

товуються за допомогою бурових установок, обладнаних інвентарними обсадними трубами.

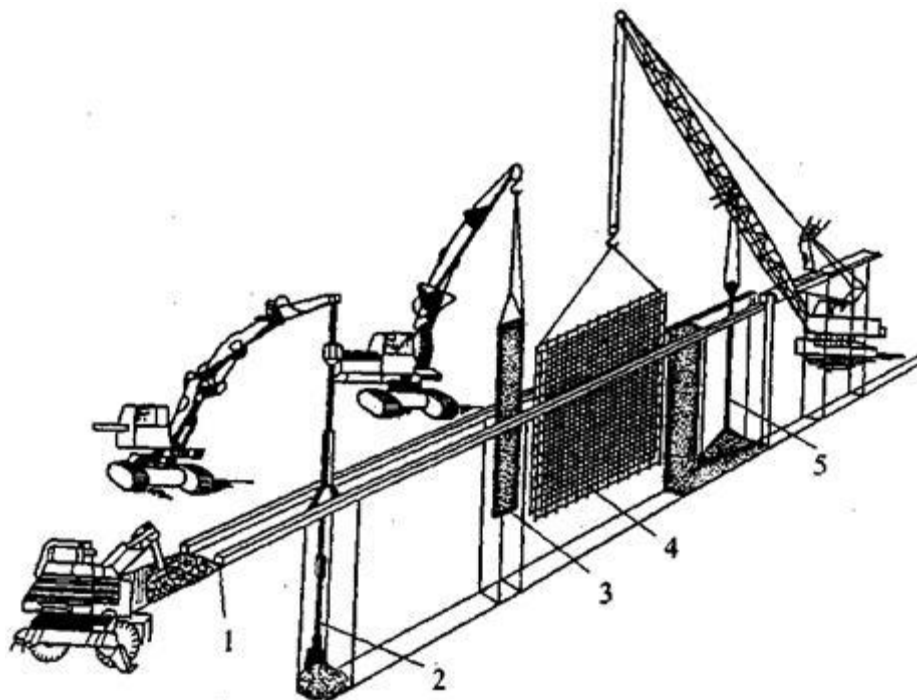


Рис.10.3. Технологічна схема влаштування стіни в ґрунті:

1 – влаштування форшахти (зміцнення верху траншеї); 2 – риття траншеї на довжину захватки; 3 – установлення обмежувачів (перемичок між захватками); 4 – монтаж арматурних каркасів; 5 – бетонування на захватці методом вертикально переміщуваної труби

Послідовність робіт при влаштуванні монолітних конструкцій за методом «стіна в ґрунті» наведена на рис. 10.3: влаштування форшахти і розробка ґрунту в піонерній траншеї; забурювання торцевих свердловин на захватці; розробка траншеї ділянками або послідовно на всю довжину при постійному заповненні відкритої порожнини бентонітовим розчином з обмежувачами, що розділяють траншею на окремі захватки; встановлення обмежувачів між захватками; монтаж на повністю відритій захватці арматурних каркасів й опускання на дно траншеї бетонолитних труб; укладання бетонної суміші методом вертикально переміщуваної труби з витисненням глинистого розчину в запасну ємкість або на сусідню, розроблювану ділянку траншеї.

На фото рис. 10.4 зображена розробка ґрунту в траншеї грейфером. Траншея обладнана форшахтою з монолітного залізобетону. Ро-

зробка ґрунту ведеться під захистом суспензії з бентонитової глини, якою заповнена траншея.

На рис. 10.5 представлені фото процесів виготовлення армокаркасів та їх монтаж у влаштовану траншею для огорожувальної стіни котловану, яка влаштовується за технологією «стіна в ґрунті».

На рис. 10.6 представлені фото установленої в заповнену суспензією з бентонитової глини траншею та змонтованим в неї армокаркасом бетонолитної труби з приймальним бункером та фрагмент влаштованої «стіни в ґрунті».



Рис. 10.4. Розробка ґрунту в оздобленій форшахтою траншеї грейфером. Стіни форшахти влаштовані з монолітного залізобетону, траншея заповнена суспензією з бентонитової глини



Рис. 10.5. Виготовлення та монтаж каркасів при улаштуванні «стіни в ґрунті»



Рис. 10.6. Монтаж бетонолитної труби з приймальним бункером у влаштовану траншею, заповнену суспензією з бентонитової глини та змонтованим армокаркасом, фрагмент забетонованої «стіни в ґрунті»

Арматура - просторовий каркас зі сталі періодичного профілю має бути вужче траншеї на 10-12 см. Перед опусканням арматурних каркасів у траншею стрижні доцільно змочувати водою для зменшення товщини налипної глиняної плівки й збільшення зчеплення арматури з бетоном.

Бетонування здійснюють методом вертикально переміщуваної труби (ВПТ) з безперервним укладанням бетонної суміші й рівномірним заповненням сумішшю всієї захватки знизу вгору.

Бетонолитні труби - металеві труби діаметром 250-300 мм, товщина стінок 8-10 мм, горловина - на обсяг труби, знімний клапан нижче горловини, пижі з мішковини.

При довжині захватки більше 3 м бетонування звичайно здійснюють через дві бетонолитні труби одночасно. Для підвищення пластичності бетону і його зручного укладання застосовують пластифікуючі добавки - спиртову барду, суперпластифікатори.

Бетонну суміш укладають до рівня, що перевищує висоту конструкції на 10-15 см для наступного видалення шару бетону, забрудненого глинистими частками. При використанні віброущільнення вібратори укріплюють на нижньому кінці бетонолитної труби. При трубах довжиною до 20 м застосовують один вібратор, при більших довжинах - два вібратори.

Труби (обмежувачі захваток) на межі захваток обов'язково витягують. Раннє витягування приводить до руйнування крайок сферичної оболонки, які утворилися, що небажано, а пізніше приводить до защемлення труби між бетоном і землею й тому потрібні значні зусилля для її витягування. Тому часто просто ставлять невитягуючі перемички з листового заліза, швелерів або двотаврів, які обов'язково приварюють до арматурних каркасів споруди.

Недоліки монолітного рішення «стіни в ґрунті»: погіршується зчеплення арматури з бетоном, тому що на поверхню арматури налипають частки глинистого розчину; багато складностей виникає при проведенні робіт у зимових умовах, тому, коли дозволяють умови, використовують збірний і збірно-монолітні варіанти.

Застосування збірного залізобетону дозволяє: підвищити індустріальність проведення робіт; застосовувати конструкції раціональної форми: пустотні, таврові й двотаврові; мати гарантії якості зведеної споруди

Недоліки збірного залізобетону: потрібне спеціальне технологічне оснащення для виготовлення виробів, щоразу свого перерізу й довжини; складність транспортування виробів на будівельний майданчик; потрібні потужні монтажні крани; вартість збірного залізобетону значно вище, ніж монолітного.

Вертикальні зазори між збірними елементами заповнюють цементним розчином при сухому способі провадження робіт. При мокрому способі зовнішню пазуху траншеї заповнюють цементно-піщаним розчином, а внутрішню - піщано-гравійною сумішшю. Зовнішнє заповнення далі служитиме як гідроізоляція.

Застосовують два варіанти збірно-монолітного рішення: перший - нижня частина споруди до певного рівня складається з монолітного бетону, конструкції, що лежать вище, - зі збірних елементів; другий - збірні елементи застосовують у вигляді опалубки - облицювання встановлюють до внутрішньої поверхні траншеї, зовнішня порожнина заповнюється монолітним бетоном.

Після влаштування стін ґрунт витягають із внутрішньої частини споруди і відвозять у відвал, бетонують днище або влаштовують фундаменти під внутрішні конструкції.

Стіна в ґрунті може також влаштовуватися за струминною цементацією ґрунтів («jet-grouting»), суть якої розглянуто раніше.

Приступати до будівництва підземних споруд способом «стіна в ґрунті» можна тільки за наявності проекту виконання робіт (ПВР), що включає технологічні карти на виконання окремих видів робіт відповідними засобами механізації.

Найчастіше розробка ґрунту в траншеї виконувалося з навісним устаткуванням грейфера. Схема розробки ґрунту грейфером представлена на рис.10.7.

Після розробки траншеї на повну глибину робиться перевірка глибини траншеї, зачистка траншеї від шару ґрунту, що обсипався, і осаду глинистого розчину шляхом плавного опускання і переміщення грейфера по усій площині траншеї.

Розробка ґрунту в траншеї для облаштування «стіни в ґрунті» може також виконуватися баражними машинами безперервної дії.

Розробка ґрунту в траншеї баражними машинами також робиться під захистом глинистого розчину. Зруйнований ґрунт у вигляді пульпи витягається з траншеї ерліфтною установкою.

Пульпа поступає на очисну установку, або у відстійник. Очищений від породи глинистий розчин, що відстоявся, повертається в траншею. У міру просування баражної машини з утворенням траншеї ведеться підготовка вже розроблених ділянок до заповнення проти-фільтраційними матеріалами.

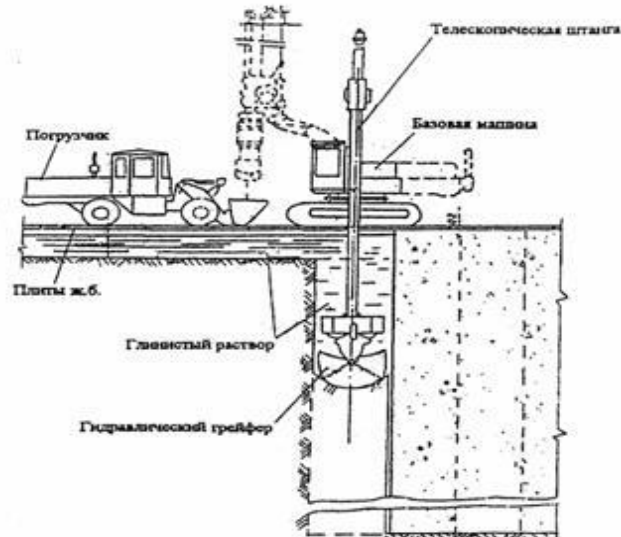


Рис. 10.7. Розробка захватки траншеї за один прохід грейфером

Для цього ділянка ізолюється від порожнини іншої траншеї за допомогою сталевих розділових інвентарних елементів.

Діапазон геологічних умов для машин такого типу обмежений однорідними, без великих кам'янистих включень, розрізами, представленими породами з межею міцності на стиск до 40 МПа.

Схема розробки ґрунту в траншеї баражними машинами безперервної дії з видаленням пульпи з траншеї ерліфтною установкою представлена на рис. 10.8.

Може також використовуватися фрезерна машина для розробки ґрунту в траншеї для облаштування «стіни в ґрунті». Фрезерні машини призначені для утворення траншей в незв'язних, напівскельних і скельних ґрунтах. Машина забезпечується спеціальним візком з двох платформ на рейковому ході, кожна з яких забезпечена електролебідкою вантажопідйомністю 8 тс.

На першій платформі розміщено устаткування для приводу бурового інструменту, а на другому - для очищення глинистого розчину. Буровий інструмент виконаний у вигляді електробура з вбудованим електроприводом.

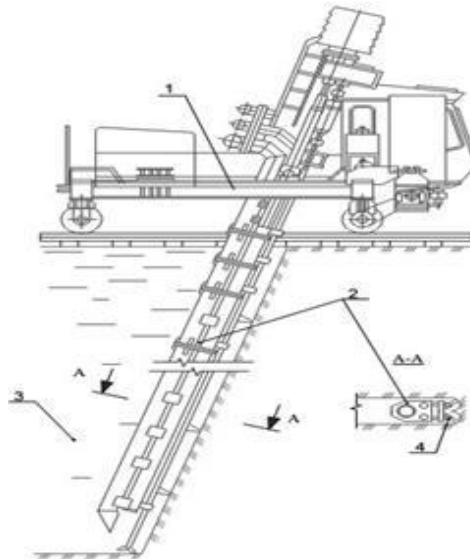


Рис. 10.8. Баражна машина безперервної дії: 1 - базова платформа баражної машини; 2 - робочий орган; 3 - траншея, що розробляється, заповнена глинистим розчином; 4 - породорозрушаючий інструмент

Буровий інструмент, підвішений до базової машини, ковзає по полозах направляючого шаблону, фіксуючи його положення.

Фрезерна машина забезпечує розробку траншеї глибиною до 25м. Роботою машини управляє машиніст-оператор з кабіни, в якій встановлений пульт управління. Машина при проходці переміщається на заданий інтервал автоматично, при цьому величина переміщення задається виходячи з контрольних геологічних умов ґрунту.

Схема розробки ґрунту в траншеї фрезерними машинами для облаштування «стіни в ґрунті» приведена на рис. 10.9.

Бетонування при облаштуванні «стіни в ґрунті» виконувалося методом ВПТ і напірного бетонування.

Устаткування для бетонування траншей під глинистим розчином методом ВПТ повинно складатися з:

- комплекту бетонолитних труб цілісних або зі збірних секцій завдовжки 2 – 3 м і діаметром 250-350 мм;
- завантажувальної воронки на трубі;
- пристосувань для розділення бетонної суміші і глинистого розчину при первинному заповненні труби;
- пристосувань для підвішування, підйому і опускання труб.

Стики бетонолитних труб повинні виконуватися на швидкорознімних з'єднаннях.

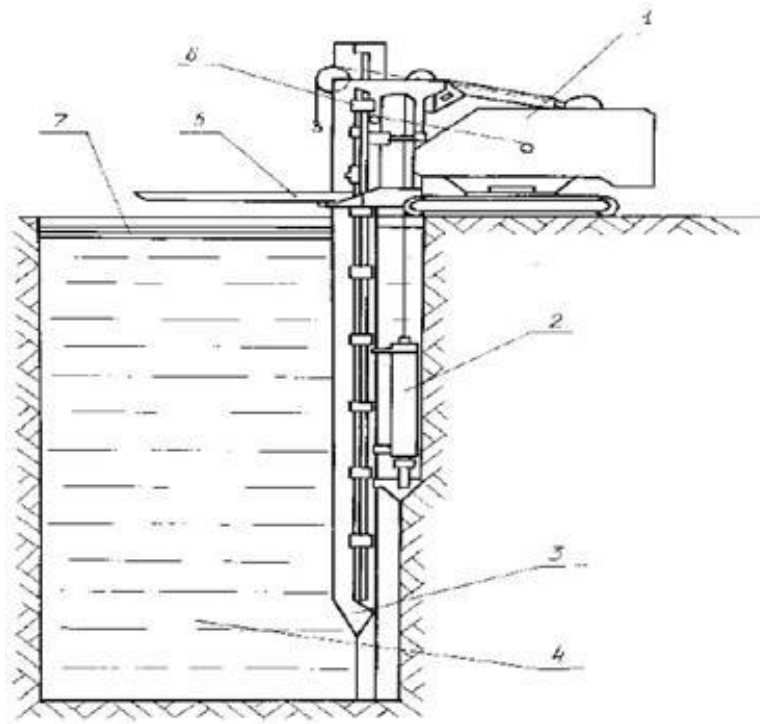


Рис. 10.9. Бурова фрезерна машина: 1 - базова машина; 2 - буровий снаряд; 3 - ерліфт; 4 - влаштована траншея; 5 - пульпопровід; 6 - навісне устаткування; 7 - рівень глинистого розчину

При укладанні бетонної суміші методом напірного бетонування застосовуються спеціалізовані бетононасоси і бетоноукладачі, забезпечені телескопічною стрілою для подання гнучкого бетоновода в траншею.

При пальовому способі «стіну в ґрунті» можуть влаштовувати за струминною цементациєю ґрунтів («jet-grouting») або з буронабивних паль, що січуться. Влаштування таких паль виконувалося за допомогою спеціальних бурових установок, обладнаних інвентарними обсадними трубами, принцип дії яких розглянуто раніше. Можливе також застосування забивних або задавлюваних паль.

Одна з визначальних технологічних ознак, що лежить в основі класифікації набивних паль - спосіб утворення свердловин. Широко використовуються два способи: буріння з витяганням зруйнованого ґрунту і проходка свердловини шляхом ущільнення її стінок.

Для кожної роботи при облаштуванні «стіни в ґрунті» залежно від способу буріння підбирається необхідне устаткування, пристосування, інвентар, оснащення, інструмент та ін.

Роботи, способи їх виконання і необхідне устаткування, пристосування, інвентар і оснащення для облаштування обгороджувальних буронабивних паль представлено в табл. 10.1.

Таблиця 10.1

Устаткування для облаштування обгороджувальних котлованів за технологією «стіна в ґрунті»

Найменування робіт, способи їх виконання	Найменування устаткування, пристосувань, інвентаря, оснащення та ін.
1	2
1. Підготовчі роботи по будівельному майданчику	
Доставка і розвантаження секцій інвентарних обсадних труб	Автомобіль бортовий, автомобільний кран
Доставка і розвантаження елементів арматурних каркасів буронабивних паль	Автомобіль бортовий, автомобільний кран
2. Земляні роботи для облаштування форшахти	
Облаштування котловану	Екскатор. Автосамоскид
3. Облаштування форшахти	
Установка опалубки	Автомобільний кран
Бетонування форшахти	Автобетонозмішувач
4. Підготовка обсадних труб	
Підготовка секцій інвентарних обсадних труб :	
- очищення внутрішніх поверхонь обсадних труб від налиплистого ґрунту і цементного молока;	Металеві щітки, тимчасовий водопровід
- миття секцій обсадних труб.	Трубна розводка від тимчасового водопроводу
5. Улаштування свердловин	
Спосіб грейфера (у піщаних, і глинистих ґрунтах)	Машина з двухчелюстним грейфером зі змінними щелепами
Інструментальна перевірка відмітки і положення осі буронабивної палі	Геодезичні інструменти
Перевірка відмітки забою	Гнучка мірна нитка і спеціальний лот

Продовження таблиці 10.1

1	2
Спосіб буріння желонкою (буровим клапаном) у водонасичених пілеватих пісках, текучих супісках та ілах Інструментальна перевірка відмітки і положення осі буронабивної палі Перевірка відмітки забою	Бурильна машина крану Робочий орган - желонка Геодезичні інструменти Гнучка мірна нитка і спеціальний лот
Обертальний спосіб буріння (глинисті ґрунти від мягкопластичної до твердої консистенції, піски середньої крупності і крупні) Інструментальна перевірка відмітки і положення осі буронабивної палі Буріння лідерної свердловини розрахункового діаметру глибиною, рівній довжині першої секції інвентарної обсадної труби Перевірка відмітки забою Закачування води у свердловину (при розробці нестійких ґрунтів).	Бурильна машина крану Робочий орган - шнековий бур Геодезичні інструменти Машина бурильного крану Гнучка мірна нитка і спеціальний лот Тимчасовий водопровід або автоцистерна для доставки води
Занурення першої та послідовних секцій інвентарної обсадної труби Буріння свердловини розрахункового діаметру з одночасним зануренням інвентарної обсадної труби	Бурильна машина крану Бурильна машина крану
Очищення арматурного каркаса від бруду і іржі	Ручна електрична машина Металева щітка
Опускання арматурного каркаса з обмежувачами, за необхідності з окремих секцій з їх з'єднанням	Автомобільний кран
Установка бетонолитної труби з приймальним бункером для бетону	Автомобільний кран
Доставка бетонної суміші	Автобетонозмішувач

Закінчення таблиці 10.1

1	2
Подання бетонної суміші в тіло палі	Автобетононасос або автобетонозмішувач
Зняття бетонолитної труби	Автомобільний кран
Витягання інвентарних секцій обсадної труби, включаючи роз'єднання інвентарних секцій, і їх складування	Бурильна машина і пристрій для згвинчування обсадних труб
Ущільнення бетонної суміші у верхній частині палі Оформлення оголовка палі і догляд за ним	Глибинний вібратор Влітку: покрити тирсою або піском, періодично зволожувати. Взимку: електропрогрівання на глибину промерзання ґрунту

Технологія облаштування буронабивних паль у водонасичених ґрунтах включає наступні основні операції:

- установка бурильної машини, крану і занурення обсадної труби;
- витягання ґрунту з обсадної труби за допомогою бурового снаряда;
- установка у свердловину усередині обсадної труби арматурного каркаса;
- бетонування свердловини і витягання обсадної труби.

10.2 Технологія улаштування підземних конструкцій за методом «стіна в ґрунті» зі збірних елементів

Організація і технологія облаштування «стіни в ґрунті» з монолітного залізобетону і збірних елементів.

Розрізняють стіни палеві і траншейні, такі, що зводяться сухим або мокрим способом. Палеві стіни влаштовуються у вигляді ряду набивних паль, що зводяться через одну палю. У проміжках між виготовленими таким чином палями вибирається ґрунт ковшами грейферів або бурінням, встановлюється арматура і виконувалося бетонування проміжних паль. На рис. 9.1 зображено огороження стін котловану з буронабивних паль, які влаштовані через одну, а проміжок між ними влаштовується не з окремих паль, а суцільної монолітної залізобетонної стіни.

Траншейні стіни влаштовуються у збірному або монолітному варіанті. На глибину 1-1,5 метра влаштовується форшахта і спеціальним штанговим екскаватором або широкозахватним грейфером відривається траншея на усю висоту стіни (див. рис. 10.3, 10.4). На межі захватки встановлюється обмежувач (при необхідності закачується суспензія бентонітової глини). При облаштуванні монолітних стін потім встановлюється арматурний каркас і укладається бетонна суміш (див. рис. 10.5, 10.7).

Збірні залізобетонні панелі встановлюють на ущільнений щебеневий шар або бетонну подушку, а пазухи траншеї заповнюють засипкою: зовнішню - глинощебневою сумішшю, яка надалі служить гідроізоляцією, внутрішню - ґрунтопісчаною сумішшю, яка при розробці ґрунту в котловані видаляється.

Підземну частину висотних будівель іноді також виконують з використанням методу «стіна в ґрунті» (рис. 10.10). Підземна частина влаштовується палевим способом в монолітному варіанті, надземна - у монолітному або збірному. Після облаштування каркаса у міру вибірки ґрунту бетонуються перекриття. У іншому порядку робіт залишається традиційним.

Загальна технологія робіт при влаштуванні заглиблених споруд способом «стіна в ґрунті» зі збірних елементів (панелей) заводського виготовлення в основному така ж, як і при зведенні цим способом монолітних стін, тобто спочатку влаштовують кріплення верхніх крайок траншеї, а потім розробляють траншеї під глинистою суспензією.

Далі замість установки арматури і бетонування стін їх монтують з готових залізобетонних панелей, після чого порожнину між збірною стіною й стінами траншеї заповнюють глиноцементним розчином і яким-небудь сипучим матеріалом. Потім по арматурних випусках зі стінових панелей влаштовують верхній монолітний пояс, розробляють і видаляють ґрунт усередині споруди з влаштуванням кріплень стиків збірних елементів й їхнім замонолічуванням, бетонують днище й зводять внутрішні конструкції споруди.

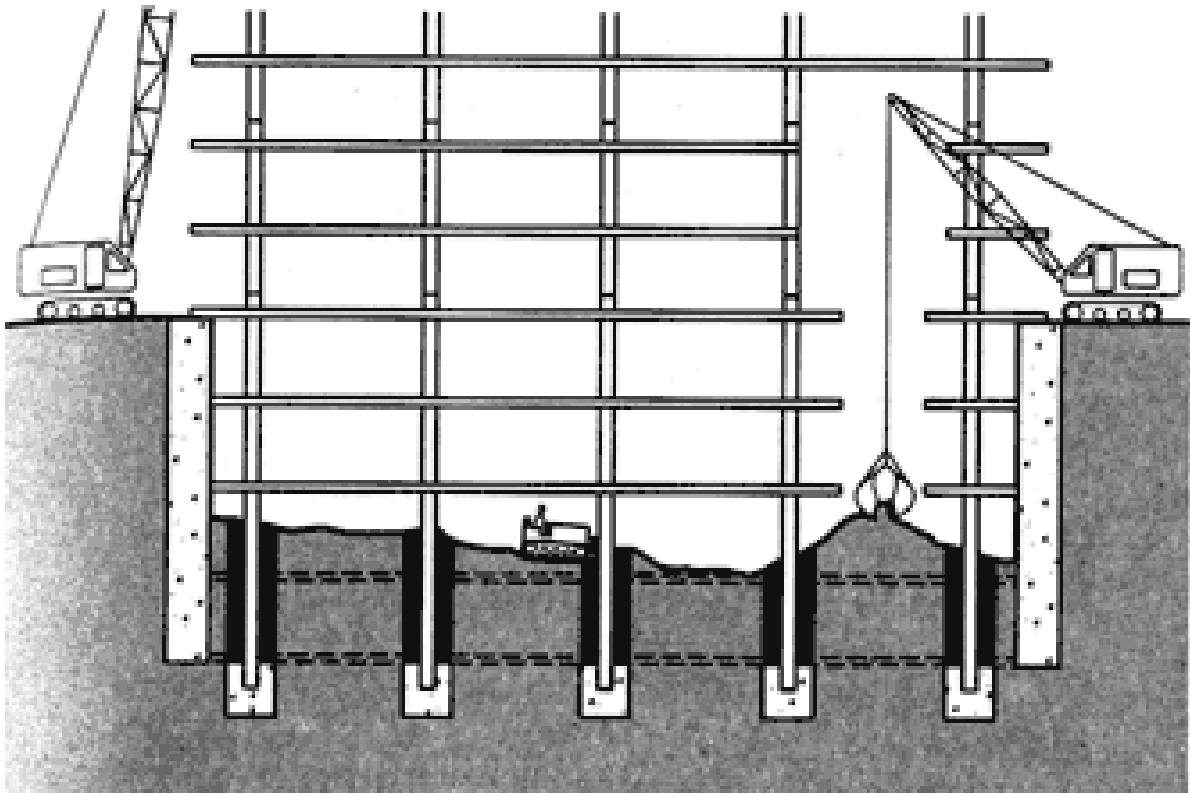


Рис. 10.10. Зведення підземної частини висотних будівель з використанням методу «стіна в ґрунті» для огороження котловану

Технологія за способом «збірна стіна в ґрунті» (рис. 10.11), передбачає наступний порядок робіт.

У відкритій і заповненій глинистою суспензією траншеї за допомогою кондукторів монтують збірні стінові панелі, які з'єднують між собою за допомогою вертикальних стиків. Панелі у проектному положенні закріплюють спочатку внизу, укладаючи на дно траншеї в пазухи між її стінками й панелями однометровий шар бетону або щебеню, а вгорі - приварюючи арматурні випуски панелей до петель коміра траншеї. Вище шару бетону пазухи із зовнішньої сторони споруди заповнюють цементно-глинистим розчином, а з внутрішньої - легкорозробним матеріалом (піском, щебенем, гравієм або їхньою сумішшю). По закінченні монтажу всіх панелей і закладення пазух по периметру збірної стіни споруди бетонують монолітну обв'язувальну балку, сполучену з вертикальними випусками арматури з панелей. Стики між панелями стін заповнюють після закінчення твердіння бетону обв'язувальної балки, причому з внутрішньої сторони споруди - в міру розробки і видалення ґрунту.

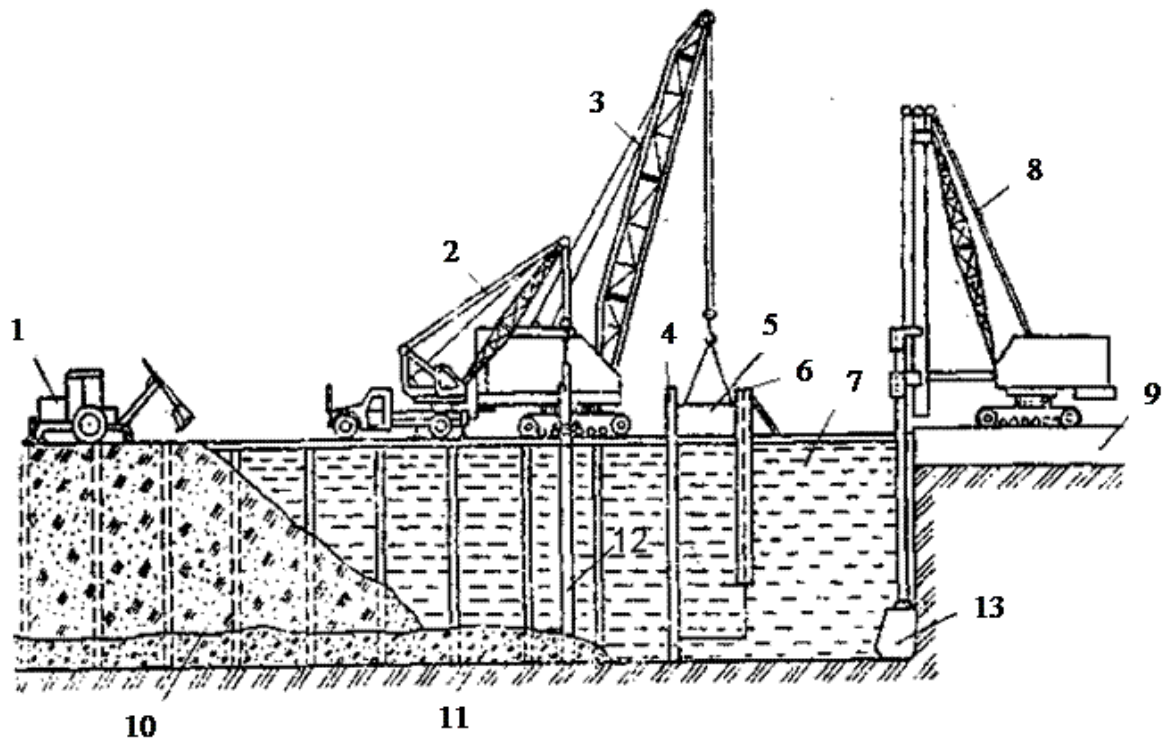


Рис. 10.11. Технологічна схема влаштування збірних стін заглиблених споруд, що зводяться способом «стіна в ґрунті»: 1 – бульдозер-екскаватор на зворотному засипанні пазух; 2 – кран для подачі бетону нижнього защемлення; 3 – монтажний кран; 4 – монтажний шаблон – двотавр; 5 – стінова панель; 6 – направляючий кондуктор; 7 – траншея, заповнена глинистим розчином; 8 – штанговий екскаватор для розробки траншеї; 9 – облицювання піонерної траншеї (форшахта); 10 – зворотне засипання (забутовка) пазух підземної частини; 11 – бетон нижнього защемлення; 12 – здвоєна бетонолитна труба; 13 – ківш екскаватора

При будівництві способом «стіна в ґрунті» із застосуванням збірних елементів їх запас на майданчику повинен відповідати довжині ділянки стіни, рівній змінній продуктивності агрегату, яким влаштовується траншея. Забороняється розробка траншеї без наявності необхідного запасу збірних елементів.

Монтаж збірних елементів повинен починатися тільки за наявності готової траншеї завдовжки 6-7 метрів і вестися з інтенсивністю, що відповідає швидкості розробки траншеї. Розрив між робочим ор-

ганом розроблюючої траншею машини і монтованим елементом має бути не менше 2-3 метри.

Монтаж збірних елементів може робитися стріловими, баштовими або козовими кранами відповідної вантажопідйомності і вильоту, що знаходяться, як правило, із зовнішнього боку споруди, що зводиться, за межами призми обвалення траншеї.

Перед установкою збірного елемента повинна замірятися глибина траншеї. Розробка траншеї має бути зроблена з перебором дна на 200-250мм. Глибина траншеї заміряється по відношенню до горизонтальних плит кріплення верху траншеї лотом з бирками на тросі через 0,1 м.

Проектна відмітка верху стінних панелей досягається їх підвіскою на кріплення верху траншеї або відсипанням в траншею шару щебеню або гравію. По мірі підсипання здійснюють проміри глибин не менше чим в трьох точках по краях проектного положення плити і в центрі.

Установка першої стінної панелі в ряду повинна здійснюватися з ретельним вивірянням її положення як в плані, так і по висоті за допомогою жорсткого направляючого кондуктора (рис. 10.12).

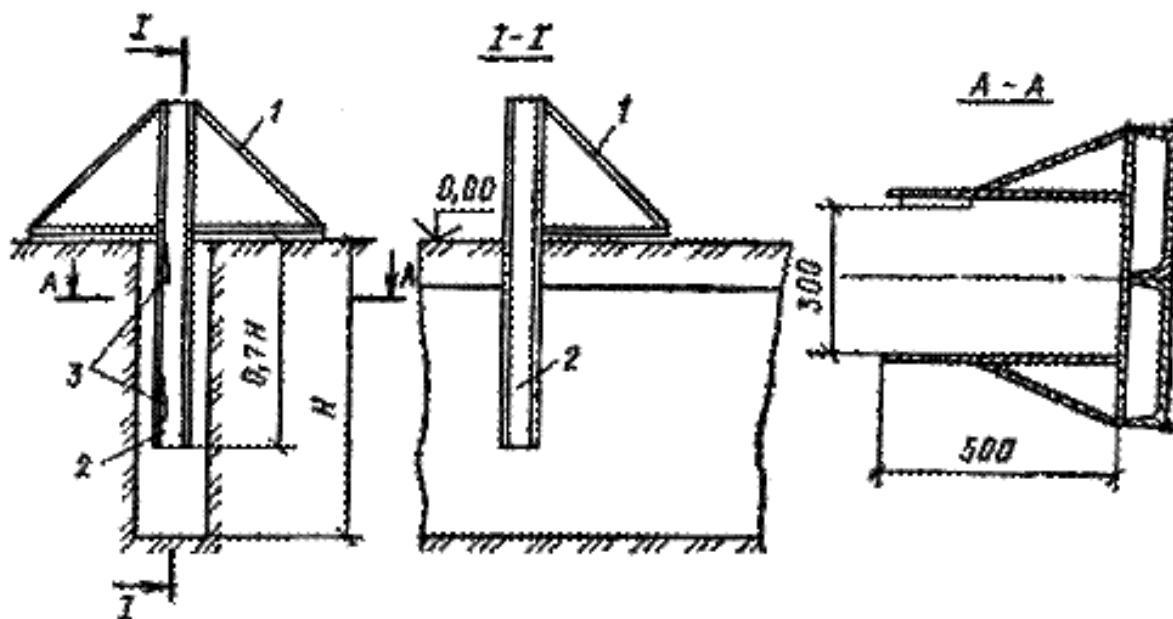


Рис. 10.12. Кондуктор для монтажу стінних панелей: 1 - опорна рама; 2 - кондуктор; 3 - притискна пружина

Монтаж другої і подальших панелей робиться за допомогою спеціальних, направляючих - знімних (інвентарних) і постійних (незнімних).

Знімні направляючі застосовуються переважно при стиках відкритої форми, коли порожнина стику достатня для розміщення направляючого шаблону (рис. 10.13).

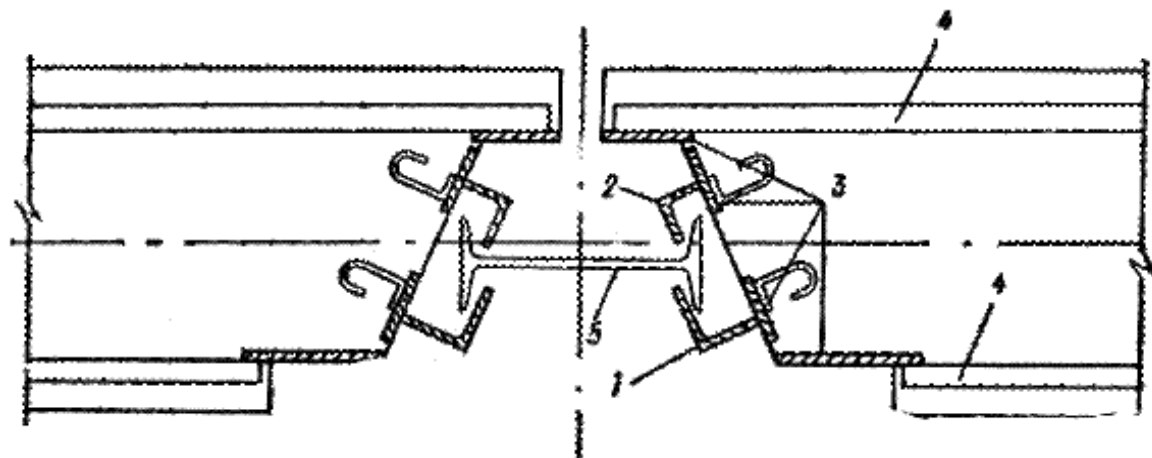


Рис. 10.13. Стик панелей з інвентарним направляючим шаблоном: 1,2 - направляючі кутники; 3 - закладні деталі; 4 - робоча арматура; 5 – інвентарний направляючий шаблон

Постійні направляючі застосовуються при стиках з малою порожниною.

Знімні направляючі (рис.10.14) виконуються у вигляді стрижня - шаблону будь-якого симетричного перерізу - двотавр, рейка, труба і т. д., і з'єднуються зі збірним елементом за допомогою фіксаторів-коротишів завдовжки 150 – 200мм. Форма фіксаторів повинна відповідати формі направляючого стрижня-шаблону.

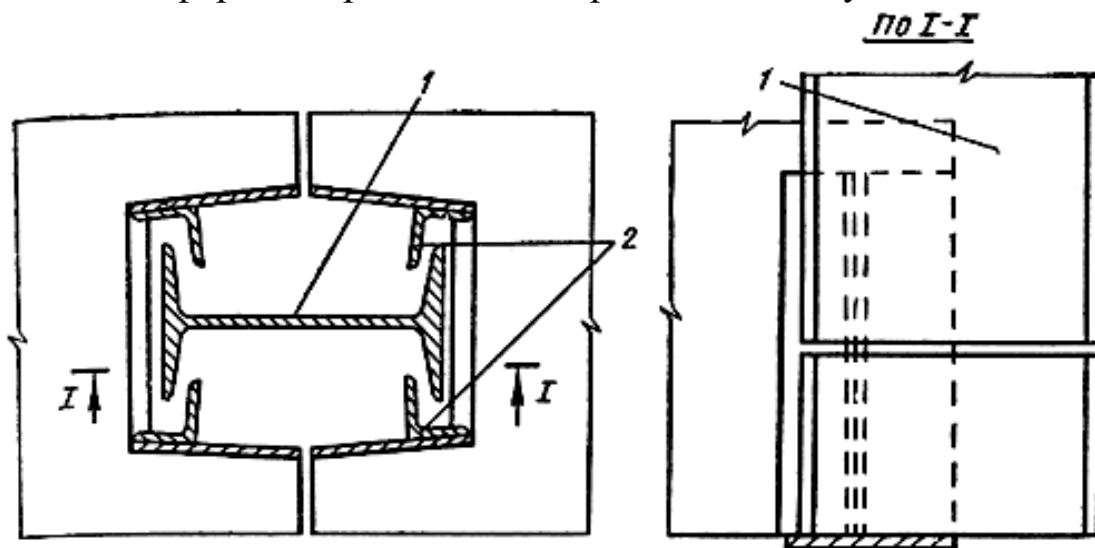


Рис. 10.14. Стик панелей з прямокутним облаштуванням шва: 1 – знімний направляючий шаблон; 2 - фіксатори коротиші

Постійні направляючі (рис. 10.15) складаються з шаблону і двох фіксаторів і виконуються у вигляді накладних частин, що приварюються до закладних частин панелі перед її установкою в проектне положення. При цьому фіксатори встановлюються на задній (по напрямку монтажу) грані монтованої панелі, а шаблон - на передній грані.

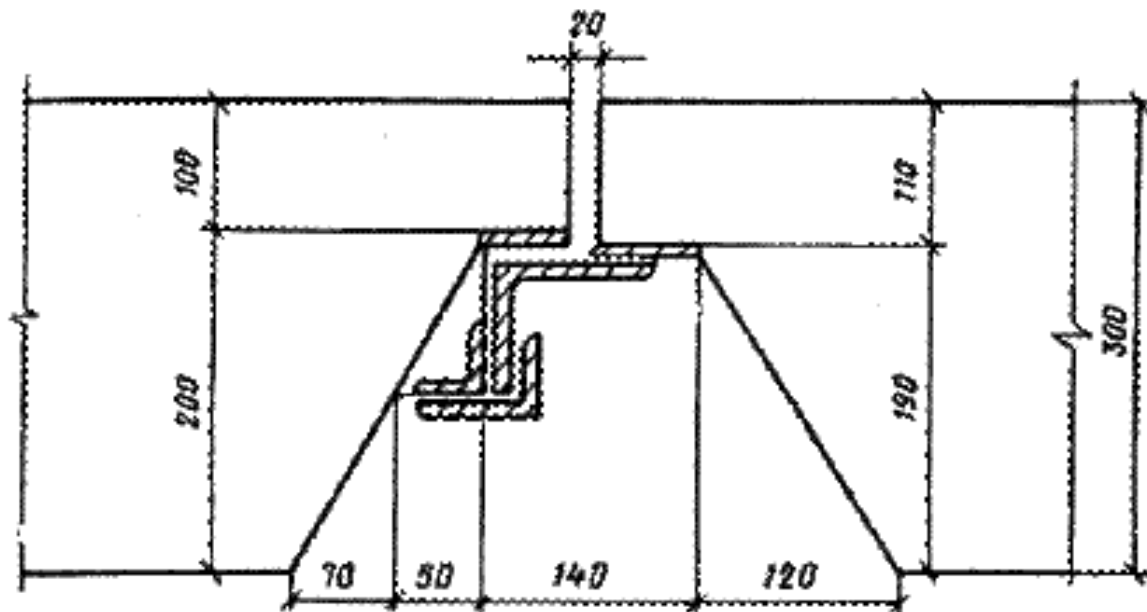


Рис. 10.15. Стаціонарна направляюча

На першій змонтованій панелі в спорудах круглої або овальної форми в плані шаблони встановлюються на передній і задній гранях. Передня і задня грані останньої монтованої панелі оснащуються фіксаторами.

Монтаж панелей зі знімними направляючими виконувалося так, щоб фіксатори задньої грані елемента, який монтується, увійшли в зачеплення з направляючими фіксаторами раніше встановленого елемента через знімний направляючий шаблон. Після установки елемента в проектне положення направляючий шаблон, який знаходиться між змонтованими елементами, витягається краном для закладання в черговий елемент.

Для забезпечення безперебійного монтажу потрібна наявність двох направляючих шаблонів.

Збірні елементи зі стаціонарними направляючими слід монтувати так само, як і елементи зі змінними направляючими.

Висотне положення верхнього торця збірної елементу слід перевіряти після його занурення в траншею. При цьому, якщо панель підвішується на кріплення верху траншеї (форшахту), то її висотне положення слід змінювати шляхом установки підкладок різної товщини під балку, на якій підвішений збірний елемент.

У разі, коли елемент спирається на дно траншеї, вивіряння по висоті треба здійснювати шляхом зміни товщину щебеневої основи. Якщо верх збірної панелі розташований нижче проектною відмітки, її слід підняти краном і в траншею підсипати щебінь.

Якщо відмітка верхнього торця стінної панелі вища за проектну, збірний елемент слід підняти краном, а потім різко опустити вниз, утрамбовуючи щебінь в дно траншеї.

Заповнення пазух між панеллю і стінками траншеї і залежності від природних умов, габаритів споруди, методу розробки ґрунту і облаштування днища виконувалося ін'єкцією цементно-глинопіщаним розчином, внутрішньої пазухи - гравієво-піщаним матеріалом, а зовнішньою - низькомарочним цементно-глинопіщаним розчином або гравієво-піщано-глинистою сумішшю.

Склад тампонажного розчину повинен прийматися таким, щоб його міцність була не менше міцності навколишнього ґрунту.

Підбір складів слід робити у кожному конкретному випадку з матеріалів, що маються в наявності.

Заповнення пазух траншеї слід робити захватками. Довжина захватки приймається залежно від ґрунтових умов в межах 3-6 метрів. При цьому чим менш стійкі ґрунти, тим коротше приймається захватка. Слід обмежити захватки торцевою опалубкою «обмежувачами».

Тампонажний розчин повинен подаватися по ін'єкційних трубах діаметром 50-60 мм, довжина яких дорівнює глибині траншеї. Верхній кінець має бути загнутий під кутом 90° і обладнаний фланцем, а також петлями для підвіски до крюка крану.

Ін'єкційна труба переставляється краном з кроком 1,5 метра уздовж траншеї. Подання розчину в трубу здійснювалося розчинонасосами через бункер, обладнаний ситом.

Гравієво-піщано-глинисті суміші складаються з гравію або щебеню і крупного або середньої крупності піску в об'ємному співвідношенні 1:1. Розмір фракцій щебеню або гравію має бути не більший 10-15 мм. Їх подають в пазуху цебрами місткістю до 1 м³. Розвантаження робиться в одне місце до тих пір, поки конус матеріалу не по-

кажеється з під глинистого розчину. Наступна порція матеріалу подається на укіс конуса.

У тому випадку, якщо зовнішня і внутрішня пазухи заповнюються одним і тим же матеріалом, інтенсивність подання його повинна прийматися однаковою для обох пазух. У разі заповнення зовнішньої пазухи цементно-піщаним розчином інтенсивність подання матеріалу у внутрішню пазуху має бути вища, ніж інтенсивність ін'єкції в зовнішню.

Після закінчення засипання пазух і закритих стиків (у разі їх наявності) усі зібрані стінні панелі з'єднуються зверху шляхом облаштування залізобетонної обв'язувальної балки. Арматурний каркас обв'язувальної балки повинен мати випуски арматурних стрижнів з верхніх площин панелей.

Після набору цією балкою необхідної міцності починають розробку ґрунту всередині споруди «зверху-вниз» ярусами 1-1,5 м.

Стики замонолічують поярусно «зверху-вниз» в міру їхнього оголення в результаті розробки ґрунту усередині споруди. Перед замонолічуванням стики очищають від матеріалу засипання пазух, протирають сталевими щітками й промивають водою зі шлангу під тиском. Стики замонолічують методом пневмонабризку, шприцбетонування або торкретування.

Після повного видалення ґрунту зі споруди й замонолічування стиків на всю висоту влаштовують бетонну підготовку, гідроізоляцію й днище заглибленої споруди.

10.3 Приготування, транспортування і очищення глинистих розчинів для використання в технології «стіна в ґрунті» та розробка ґрунту в котловані під її захистом

В процесі зведення підземних споруд способом «стіна в ґрунті» повинно передбачатися і контролюватися якість заповнення порожнин і пазух тампонажним розчином. Приготування, транспортування і очищення, наприклад глинистих суспензій, слід виконувати з урахуванням нижче приведених положень щодо організації і технології будівельного виробництва.

Склад і властивості бентонітової суспензії повинні забезпечувати стійкість бортів траншеї на період її улаштування і заповнення бетонною сумішшю.

Бентонітова суспензія повинна відповідати вимогам табл. 20 ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 (СНІП 3.02.01-87, MOD) «Настанова щодо

проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів», зокрема:

- в'язкість - 18-30с;
- водовідокремлення - не більше 4%;
- стабільність - не більше 0,02 г/см³;
- вміст піску - до 2%;
- водовіддача - не більше 30см за 30 хв.

Для виробництва бентонітової суспензії слід використати бентонітовий порошок, який відповідає вимогам діючих стандартів, допускається використовувати місцеві глини, якщо є можливість забезпечити потрібні характеристики глинистих суспензій.

Для поліпшення параметрів глинистих суспензій в необхідних випадках застосовуються хімічні реагенти і добавки.

Основні параметри бентонітової суспензії мають бути визначені будівельною організацією до початку виробництва робіт залежно від вживаного початкового матеріалу (бентонітового порошку) і погоджені з представником проектної організації з фіксацією у відповідних журналах.

Кожна партія бентонітового порошку повинна мати документ про якість (сертифікат) заводу-виробника.

Для оберігання стінок траншеї від обвалення і утримання часток розпушеного ґрунту в зваженому стані при розробці траншеї способом «стіна в ґрунті» застосовують тиксотропні глинисті суспензії.

Для приготування глинистих суспензій слід застосовувати бентонітові глини, а при їх відсутності — місцеві, такі, що мають число пластичності не менше 0,2, містять не більше 10 % часток більше 0,5 мм і не менше 30 % часток дрібніше 0,005 мм. Можливе використання суміші небентонітових і бентонітових глин. Придатність місцевих глин визначають лабораторними випробуваннями глинистих суспензій, що отримуються на основі цих глин.

Параметри тиксотропних суспензій підбирають з урахуванням ґрунтових умов майданчика виходячи з таких вимог:

- в'язкість, що характеризує рухливість в межах 18-30 с (по віскозиметру СПВ-5);
- добовий відстій (водовідокремлення) і стабільність суспензії, що характеризують стійкість, проти розшаровування;
- водовідокремлення не більше 4%;
- стабільність не більше 0,05 г/см³ (по приладу ЦС-1);

- вміст піску, що характеризує міру забрудненості розчину до 4% (по відстійнику ОС-2);

- водовіддача, що характеризує здатність віддавати воду вологоємким породам, - не більше 17 см^3 за 30 хвилин (по приладу ВМ-6). Товщина глиняної шкуринки при цьому не повинна перевищувати 4 мм;

- статична напруга зрушення, що характеризує міцність структури і тиксотропність суспензії 1-5 МПа, через 10 хвилин після її перемішування (по приладу СНС);

- щільність $1,03\text{-}1,1 \text{ г/см}^3$ при використанні бентонитових глин і $1,13\text{-}1,25 \text{ г/см}^3$ при використанні інших глин. Переважно повинні застосовуватися суспензії, що мають мінімальну щільність, при дотриманні інших параметрів у вказаних межах.

Для отримання вказаних параметрів суспензії можна додатково обробити хімічними реагентами (кальцинованою содою, фтористим натрієм та ін.). Глина, використовувана для приготування суспензій, повинна мати яскраво виражену, переважно комову структуру. Великі грудки глини перед засипкою розбивають. Вологість глини перед засипкою не повинна перевищувати межу розкочування, а об'ємна маса має бути $1,8\text{-}2,0 \text{ г/см}^3$ (ГОСТ 5180-84).

Для збільшення питомої ваги в глинисту суспензію додають спеціальні обважнювачі у вигляді меленого бариту або оксиду заліза за рецептурою, встановленою лабораторними дослідженнями.

Вуглецеволужний реагент є найбільш ефективним, дешевим і доступним хімічним реактивом для диспергації твердої фази суспензії, створення міцної структури, запобігання злипанню глинистих часток і зниження водовіддачі.

При проходці гравієвих-галечникових ґрунтів для запобігання великим втратам глинистої суспензії рекомендується збільшувати його в'язкість шляхом обробки рідким склом або вапном по рецептурі, підібраний в лабораторії залежно від водопроникності ґрунтів.

На фото рис. 10.16 представлено мобільний цех для приготування, очищення і транспортування суспензії з бентонитової глини. На передньому плані в білих мішках сухий порошок бентонитової глини.

Приготовлена глиниста суспензія повинна зливатися в запасну ємність і залежно від потреби перекачуватися в траншею.

Склад глиноцементних розчинів визначають у будівельних лабораторіях.

Приготовлений глинистий розчин очищають від часток, що не диспергують, на віброситах і у відстійниках. Шлам видаляють за межі вузла розчину по лотках. Очищений розчин перед поданням в траншею зливають в спеціальну приймальню місткість, обладнану пристроєм для механічного або гідравлічного перемішування. Місткість забезпечує рівномірну роботу вузла розчину і дозволяє вести розробку траншеї при ремонті або техобслуговуванні пристроїв змішувачів. Об'єм приймальної місткості визначається ПВР.



Рис. 10.16. Мобільний цех для приготування, очищення і транспортування суспензії з бентонитової глини

На вузлі розчину необхідно вести журнали приготування глинистого і глиноцементного розчинів.

Роботи з виїмки ґрунту, зачистці дна і огляду котловану, зведенню фундаменту і зворотній засипці котловану слід робити в гранично стислі терміни, щоб унеможливити розущільнення (влітку) або промерзання (взимку) поверхні шару несучої основи.

Розробку з водовідливом котлованів, розташованих поблизу діючих споруд, слід виконувати в строгій відповідності з проектом проведення робіт по зведенню фундаментів.

Воду слід відкачувати з приямків, заглиблених нижче дна котловану, що розробляється. Стіни приямків мають бути укріплені дерев'яним або металевим ящиком, що опускається у міру поглиблення котловану.

Розробка ґрунту усередині і виїмка зсередини споруди повинні робитися рівномірно по усій площі з улаштуванням, у разі потреби, елементів, що підтримують окремі ділянки конструкції стіни (розпірок, ґрунтових анкерів, перегородок). Ці роботи повинні супроводжуватися постійним спостереженням за станом і можливими деформаціями стін споруд. Роботи повинні робитися в строгій відповідності з ПВР і ТК. У табл. 10.2 приведені рекомендовані способи виробництва робіт в осушенні котловану і дана рекомендована сфера їх застосування.

Таблиця 10.2


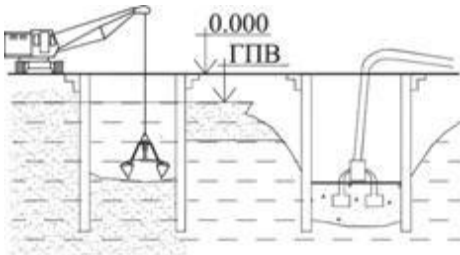
Способи розробки ґрунту з водовідливом

Спосіб захисту котловану від доступу ґрунтових вод	Схема виробництва робіт	Рекомендована сфера застосування
1	2	3
Виробництво робіт без водопониження шляхом врізання стін у водоупор		Водоупор вище за днище споруди або нижче основи днища на 2-3м
Виробництво робіт без водопониження шляхом облаштування досконалої протифільтраційної завіси		Водоупор нижче днища на 3-6м

Продовження таблиці 10.2

1	2	3
Виробництво робіт без водопониження шляхом розробки і виїмки ґрунту з-під води і облаштування бетонної основи під днище методом підводного бетонування		Глибина споруди до 10-12м і розмірах в плані до 10м
Виробництво робіт з відкритим водовідливом шляхом облаштування в основі стін протифільтраційних завіс		Глибина споруди до 12-15м, відсутність або глибоке залягання водоупору і за наявності суфізійно-стійких ґрунтів
Виробництво робіт з відкритим водовідливом в процесі виїмки ґрунту		При незначних припливах підземних вод і виконанні виїмки ґрунту із споруди засобами гідромеханізації
Виробництво робіт з глибинним водопониженням, з розташуванням свердловин в межах контуру споруди		При ґрунтах, які допускають глибинне водопониження
Виробництво робіт з глибинним водопониженням, з розташуванням свердловин в межах контуру споруди		При ґрунтах, що допускають глибинне водопониження, і розмірі споруди в плані до 15м

Закінчення таблиці 10.2

1	2	3
Виробництво робіт з відкритим водовідливом		Наявність суфійно-стійких ґрунтів, що допускають виробництво робіт з відкритим водовідливом
Виробництво робіт з розробкою і виїмкою ґрунту з-під води, пристроєм підводним способом зворотного фільтру з проникним привантажем і подальшим відкачуванням води зсередини споруди		При глибинах споруд і розмірах в плані до 20м

Вибір способу розробки ґрунту усередині споруди повинен здійснюватися одночасно з вибором способу осушення котловану і конструктивно-технологічними рішеннями щодо забезпечення стійкості стін споруди.

При зведенні заглиблених споруд способом «стіна в ґрунті» технологія розробки ґрунту зсередини споруди характеризується рядом специфічних особливостей: у більшості випадків роботи доводиться виконувати в замкнутому просторі, обмеженому вертикальними стінами; найчастіше розробку ґрунту можна виконувати тільки ярусами, висота яких визначається необхідністю закладення відкритих стиків по швах споруди і облаштування конструкцій (поясів жорсткості, анкерів, розпірок і т. п.) розпорів, що забезпечують стійкість стін при виробництві будівельно-монтажних робіт.

Приклади розробки ґрунту в котловані з влаштованим огородженням стінок методом «стіна в ґрунті» і додатковим закріпленням огородження розпірками представлено на рис. 10.17, 10.18.

Приклади розробки ґрунту в котловані з влаштованим огородженням стінок методом «стіна в ґрунті» і додатковим закріпленням огородження анкерами представлено на рис. 10.19, 10.20.

Засоби механізації і схеми розробки ґрунту залежать від глибини, геометричних розмірів споруди і гідрогеологічних умов будівельного майданчика. Досвід спеціалізованих трестів показує, що верхній ярус ґрунту на глибину 5-7 метрів найдоцільніше розробляти екскаватором-драглайном безпосередньо з поверхні землі з вантаженням ґрунту в транспортні засоби. У зв'язку з тим, що в межах цієї глибини, як правило, розташовуються конструкції, що забезпечують стійкість стін споруди (розпірки, пояси жорсткості, анкери), після розробки ґрунту першого ярусу влаштовують вказані конструкції, а також закладають стики. Тому у виробництві земляних робіт може мати місце технологічна перерва, яка має бути врахована при розробці проекту ПВР і в календарному графіку будівництва.

При розмірах замкнутих споруд в плані до 10-12 м і глибині до 15 м ґрунт зсередини споруди доцільно розробляти екскаваторами з ковшем-грейфера з розташуванням екскаватора на денній поверхні. Щільні ґрунти доцільно розробляти гідравлічними екскаваторами (прямою або зворотною лопатою) з ковшем об'ємом до 0,5 м з вантаженням ґрунту в цебри, що піднімаються краном.



Рис. 10.17. Розробка ґрунту в котловані з огороженням «стіною в ґрунті» з розпірками



Рис. 10.18. Розробка ґрунту в котловані з огородженням «стіною в ґрунті» з розпірками

При розмірах споруд більше 20 метрів, а також при зведенні лінійних споруд слід влаштовувати в'їзди до котловану і розробки вести поярусно екскаватором-драглайном з ковшем об'ємом 0,65-1,25 м³. У цих випадках іноді доцільно розміщувати драглайни на острівцях ґрунту нижче денної поверхні на 3-4 метри.



Рис. 10.19. Розробка ґрунту в котловані з огородженням «стіною в ґрунті», закріпленою анкерами



Рис. 10.20. Розробка ґрунту в котловані з огороженням «стіною в ґрунті», закріпленою анкерами

При будівництві круглих в плані споруд (діаметром 30 метрів і більше) застосовується наступна схема розробки ґрунту. Експаватором-драглайном ($0,65-1,25 \text{ м}^3$) розробляють верхній ярус ґрунту на глибину 4-5 метрів, рухаючись від стіни до центру споруди, з вантаженням ґрунту в автосамоскиди. Потім, після облаштування опорного кільця, ґрунт по усій площі споруди розробляють бульдозером переміщенням його в зону дії драглайну, що знаходиться на ґрунтового островці, що має відмітку денної поверхні. Розробку ґрунту у середині споруди дозволяється робити тільки після набору ін'єкційним розчином 75%-ної міцності і консолідації матеріалу забутування.

Заключення

Технологія улаштування заглиблених споруд способом «стіна в ґрунті» є одним з найбільш надійних і ефективних методів улаштування огорожуючих конструкцій котлованів. Розвиток цієї технології в останні десятиліття став можливим завдяки появі сучасної ефектвної техніки. Використовуючи цю технологію можна улаштувати надійне огороження котловану в складних гідрогеологічних умовах до початку розробки ґрунту в котловані. Подальше улаштування котловану та виконання в ньому робіт з улаштування підземної частини будівлі під захистом влаштованого надійного огороження забезпечує збереження навколишньої забудови, в тому числі в складних гідрогеологічних умовах.

Викладений в цій лекції накопичений досвід улаштування огорожуваних конструкцій котлованів за технологія улаштування заглиблених споруд способом «стіна в ґрунті» необхідно знати майбутнім спеціалістам будівельної галузі та успішно використовувати його у своїй практичній діяльності.

Питання для самоконтролю.

1. В яких випадках найраціональніше застосовувати для будівництва конструкції, що виконуються способом «стіна в ґрунті»?

2. Якими умовами може бути обмежено застосування способу «стіна в ґрунті»?

3. Які операції виконують при улаштуванні підземної конструкції за способом «стіна в ґрунті»?

4. Коли раціонально використовувати пальовий спосіб улаштування «стіни в ґрунті»?

5. Як встановлюють збірні залізобетонні панелі в процесі зведення «стіни в ґрунті»?

6. Чим заповнюють пазухи траншеї в процесі зведення «стіни в ґрунті» після монтажу збірних залізобетонних панелей?

7. Як з'єднуються зверху усі зібрані стінні панелі в процесі зведення «стіни в ґрунті» після монтажу збірних залізобетонних панелей і закінчення засипання пазух?

8. Як замоноличують стики збірних залізобетонних панелей після їх монтажу в процесі зведення «стіни в ґрунті»?

9. Як треба здійснювати вивіряння по висоті збірних елементів у разі їх спирання на дно траншеї?

10. На який період повинні забезпечувати стійкість бортів траншеї складом і властивостями бентонітової суспензії, яка використовується в технології «стіна в ґрунті»?

11. В яких межах повинна бути щільність суспензії при використанні бентонітових глин в процесі зведення «стіни в ґрунті»?

12. Які конструкції, що забезпечують стійкість огорожувальних стін котловану влаштованих за методом «стіни в ґрунті», слід улаштувати на кожному ярусі через 3-4 метри глибини котловану по мірі розробку ґрунту в ньому?

13. Які машини та технологію раціонально використовувати при розробці ґрунту в котловані з захисними стінами, виконаними за технологією «стіни в ґрунті», при його ширині 10-20 метрів і глибині 15-20 метрів?

Тема 11. Забезпечення якості улаштування заглиблених споруд

11.1 Основні вимоги щодо забезпечення якості заглиблених споруд, які влаштовуються за технологією «стіна в ґрунті»

Контроль якості земляних робіт за складом виконаних операцій визначається видом і призначенням земляних споруд. Він виконувався, як правило, в три етапи: вхідний (попередній), операційний (в ході виробництва робіт) і завершальний (приймально-здавальний). При вхідному контролі доцільно робити неруйнівний екологічно чистий інженерний - геофізичний контроль з отриманням розрізів (зрізів) томографій, що відображають реальну ситуацію в товщі ґрунтів, що складають майданчик будівництва з облаштуванням «стіни в ґрунті» на усіх етапах виконання робіт.

Вхідний контроль включає контроль матеріалів, що поступають, виробів, конструкцій; перевірку технічної документації, що визначає висотне і планове положення земляної споруди, що зводиться; дані гідрогеологічних досліджень і випробувань ґрунтів; акти винесення в натуру основних елементів і закріплення їх на місцевості. Вхідний контроль слід здійснювати переважно реєстраційним методом (по накладних, паспортах, сертифікатах, журналі робіт і т. п.), а при необхідності треба виконувати із застосуванням вимірювальних приладів і лабораторного устаткування.

Операційний контроль слід виконувати в процесі виробництва земляних робіт або безпосередньо після їх завершення вимірювальним методом або технічним оглядом. Результати операційного контролю слід фіксувати в загальних або спеціальних журналах робіт, журналах геотехнічного контролю і інших документах, передбачених діючою в цій організації системою управління якістю. Операційний контроль виконувалося в повній відповідності з ПВР, технологічними картами або картами трудових процесів.

При улаштуванні траншей і котлованів треба контролювати їх геометричні розміри з урахуванням умов розміщення в них елементів споруд або інженерних мереж, крутизну укосів, способи кріплення стінок, заходи, що забезпечують осушення або зміцнення слабких ґрунтів.

Завершальний або приймальний контроль виконувалося після закінчення будівництва або його етапів, прихованих робіт і інших об'єктів контролю. За його результатами приймається рішення щодо придатності об'єкту до експлуатації або для виконання подальших

робіт. Приймальний контроль за одними і тими ж показниками може здійснюватися на декількох рівнях і різними методами. При цьому результати контролю нижчого рівня можуть служити предметом контролю вищого рівня (наприклад, акти огляду прихованих робіт щодо приймання основи насипу представляються при прийманні в цілому). Результати приймального контролю фіксуються в актах огляду прихованих робіт або актах приймання відповідальних конструкцій, передбачених діючими нормативами.

При виробництві земляних робіт складаються акти прихованих робіт на:

- облаштування природних основ під земляні споруди, фундаменти у виїмках і на поверхні землі; виконання передбачених проектом інженерних заходів щодо закріплення ґрунтів і підготовці основ (цементация, силікатизация, смолизація і т. п., замочування, дренажування основ, облаштування термічних або ґрунтових паль, заглушення ключів, закладення тріщин, облаштування ґрунтових подушок та ін.);
- конструкції, що входять в тіло земляної споруди; елементи дренажів (дренажні шари і їх основи, колодязі, трубопроводи і їх обсіпання); межі зон розкладки ґрунтів з фізико-механічними характеристиками, що відрізняються; підстилаючі шари при установці контрольно-вимірювальної апаратури;
- зворотні засипки виїмок в місцях перетину з дорогами, тротуарами і іншими територіями з дорожнім покриттям;
- насипні основи під підлогу;
- зворотні засипки в посадочних ґрунтах (за наявності вказівок в проекті);
- заходи, необхідні для відновлення робіт при перервах у веденні робіт більше місяця, при консервації і розконсервації робіт;
- буріння усіх видів свердловин;
- втрамбовування в дно виїмки жорсткого матеріалу (щебінь, гравій);
- облаштування вертикальних дренажів і усіх видів дренажів;
- занурення голкофільтрів і усіх видів ін'єкторів;
- приготування і нагнітання ін'єкційних і тампонажних розчинів.

Технічна документація, яка пред'являється при здачі робіт, повинна містити:

- а) відомості постійних реперів;
- б) акти геодезичного розбиття земляних споруд;

в) робочі креслення споруд з внесеними в процесі виробництва робіт і погодженими з проектною організацією і замовником змінами;

г) журнал робіт;

д) акти огляду прихованих робіт або журнали поетапного приймання робіт.

Здача-приймання робіт робиться на підставі перевірки наявності технічної документації, вибіркової перевірки якості виконання робіт і геометричних розмірів споруд.

Контроль якості робіт щодо зведення захисних конструкцій методом «стіна в ґрунті» здійснювалося на декількох рівнях:

- перший рівень - вхідний контроль;
- другий рівень - операційний контроль;
- третій рівень - приймальний контроль.

Вхідний контроль здійснювалося виконавцем робіт, включає контроль якості проектно-кошторисної та технологічної документації, якості матеріалів (бентонітового порошку, арматури, бетонної суміші) на підставі документів про якість (сертифікатів) і проведення періодичних випробувань матеріалів, що поступають на будівельний майданчик. На цьому етапі виконувалося також контроль попередньо виконаних робіт, зокрема геодезичних розбивочних, земляних та інших зі складанням відповідної документації - актів приймання робіт, виконавчих схем та іншої виконавчої документації, яка підтверджує якість і завершеність цих робіт.

Цей вид контролю також включає контроль наявності на майданчику в достатній кількості електроенергії, води і будівельних матеріалів, їх об'єму і режиму постачання.

Операційний контроль здійснювалося виробником робіт (лабораторією підрядника, що знаходиться на майданчику будівництва), включає контроль за виконанням робочих процесів на будмайданчику (розробка ґрунту траншеї, виготовлення і регенерація бентонітового розчину, виготовлення і занурення в траншею арматурних каркасів і допоміжних пристосувань, проведення бетонних робіт) на відповідність їх вимогам проекту, діючих нормативних документів, ПОБ, ПВР.

Приймальний контроль здійснювалося авторським наглядом і технічним наглядом замовника, включає періодичні і приймально-здавальні випробування окремих блоків «стіни в ґрунті» і усієї конс-

трукції в цілому з урахуванням вхідного і операційного контролю на відповідність вимогам проекту і технологічного регламенту.

Контроль робіт щодо розробки ґрунту траншеї здійснювалося службою лінійного контролю виконавця робіт. Результати контролю пред'являються службам авторського нагляду проектної організації і технічного контролю замовника.

В процесі виконання робіт щодо розробки ґрунту виробник зобов'язаний вести журнал улаштування захватки «стіни в ґрунті», в якому відбиваються усі аспекти ведення цих робіт, а записи контролюються авторським наглядом і технічним контролем замовника. При розробці траншеї авторським наглядом робиться огляд ґрунтів. При необхідності авторським наглядом здійснювалося коригування проектних параметрів за інженерно-геологічними умовами, отриманими в процесі проходки траншеї.

Після закінчення розробки траншеї контролюються нахил і глибина траншеї відповідно до вимог нормативних документів. Цей контроль робиться у присутності авторського нагляду і технічного контролю замовника і оформляється відповідним актом приймання влаштованої траншеї.

На фото рис. 11.1 зображено процес визначення глибини траншеї.



Рис. 11.1. Вимірювання глибини траншеї перед монтажем каркасу

В процесі улаштування «стіни в ґрунті» слід контролювати якість бентонітового порошку і бентонітового розчину.

Якість бентонітового розчину оцінюється його відповідністю проектним параметрам.

Контроль якості бентонітового розчину як при виготовленні, так і при його регенерації повинен здійснюватися виконавцем робіт в лабораторії на будівельному майданчику періодично, не рідше за один раз в зміну, шляхом відбору і випробування проб розчину згідно діючих нормативних документів. Параметри бентонітового розчину записуються в спеціальний журнал.

Арматурну сталь приймають партіями, що складаються з профілів одного діаметру, одного класу, однієї плавки - ковша і оформленими одним документом про якість, - сертифікатом.

Окрім перевірки сертифікатів, бірок, візуального контролю характеристик профілю арматури, що поступає на будмайданчик, повинна піддаватися вхідному контролю, який полягає у вибіркових випробуваннях на розтягування і вигин згідно ГОСТ 5781.

Застосування поставленої на об'єкт арматури в конструкції допускається після отримання позитивних результатів контрольних випробувань, включаючи відповідність механічних властивостей даним сертифікату і вимогам ГОСТ 5781 для гарячекатаної сталі класу А400 (А-III) та для гарячекатаної і термомеханічно зміцненої арматури класу А500С. Допускається застосування арматурної сталі до проведення контрольних випробувань за умови, що результати цих випробувань будуть отримані до приймання каркасу і захватки для бетонування.

Результати випробувань арматури у вигляді висновків додаються до актів огляду прихованих робіт.

Результати випробувань арматури при вхідному контролі та їх порівняння з приведеними в сертифікатах якості даними про механічні властивості, а також дозвіл на застосування арматури для збирання каркасу заносяться в спеціальний журнал вхідного контролю арматури.

Контроль якості арматурних робіт здійснювалося на місці виготовлення арматурних каркасів і полягає в перевірці довжини перепускання стрижнів, кількості стиків в одному перерізі стрижнів, відхилень у відстанях між окремими арматурними стрижнями, товщина захисного шару бетону, наявність потрібної кількості вузлів з'єднан-

ня арматури і надійності фіксації арматури у вузлах, наявності спеціальних пристосувань (кондукторів, фіксаторів, шпильок і т. п.), що забезпечують проектне положення арматури і необхідну товщину захисного шару бетону.

Усі заходи щодо контролю якості арматурних робіт повинні робитися до того моменту, коли доступ до арматури може бути ускладнений по технологічних або інших причинах.

Контроль якості зварних монтажних з'єднань арматури і елементів каркасу здійснювалося відповідно до вимог ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015 і ГОСТ 10922, ГОСТ 23858.

Якість виготовлення арматурного каркаса повинна відповідати проекту і ГОСТ 14098.

Результати контролю з вказівкою відхилень в положенні арматури, неналежного виконання з'єднань, відсутності спеціальних пристосувань, що забезпечують проектне положення арматури в каркасі і необхідну товщину захисного шару бетону, заносяться в спеціальний журнал, який прикладається до акту на приховані роботи.

Приймання арматурного каркасу, підготовленого до бетонування, оформляється актом, в якому вказуються номери робочих креслень, відступи від проекту, даються оцінка якості арматурних робіт і висновки щодо можливості занурення каркаса в траншею.

Акти приймання арматурних каркасів складаються по кожній захватці «стіни в ґрунті».

До акту приймання арматурних каркасів мають бути прикладені заводські сертифікати для основних елементів металу або замінюючи їх аналізи лабораторії, висновки щодо результатів випробувань арматури при вибірковому контролі, копії або перелік документів про дозвіл змін, внесених в робочі креслення. За наявності зварних монтажних з'єднань арматури до акту приймання також прикладаються заводські сертифікати зварювальних матеріалів.

Загальна схема контролю якості арматури і арматурних робіт приведена в табл. 11.1.

Занурення арматурного каркаса в траншею без акту його приймання не допускається.

Після установки каркаса в траншею контролюється його положення в траншеї з урахуванням її глибини. Допустимі відхилення від проектного положення по висоті не мають бути більші ± 50 мм. Результати контролю оформляються відповідним актом за участю

представника авторського нагляду і технічного контролю замовника, після чого дається дозвіл на проведення бетонних робіт.

На першій стадії контролю бетонування «стіни в ґрунті» виконуються приймальний контроль відповідності доставленої на будмайданчик бетонної суміші вимогам проекту, технологічного регламенту і проекту виробництва робіт - ПВР або технологічної карти.

Якість бетонної суміші оцінюється за наступними характеристиками:

- рухливість (осідання або розплив стандартного конуса) за ГОСТ 10181;
- збереженість рухливості (стабільність рухливості в часі) за ГОСТ 10181 з урахуванням п.8.4.3 ГОСТ 30459;
- зв'язність-нерозшарованість (стійкість сегрегації), яка визначається за водовідокремленням, за ГОСТ 10181;
- температура;
- середня щільність за ГОСТ 10181.

Якість визначається випробуваннями суміші, що поступила на будівельний майданчик. Проби бетонної суміші для визначення вищезгаданих характеристик відбираються не пізніше чим через 20 хвилин після доставки бетонної суміші на будівельний майданчик.

На стадії підписання договору постачання бетонної суміші необхідно:

- перевірити наявність на заводі-постачальнику сертифікату відповідності і карти підбору складу бетону з проектними вимогами до бетонної суміші, а також системи автоматизованих роздруків про фактичний склад бетону (масі матеріалів, віддозованих в автобетонозмішувачі);
- здійснити випуск пробної партії бетонної суміші з доставкою її на будівельний майданчик і визначенням усіх показників якості бетонної суміші.

При постачанні партії бетонної суміші заданої якості на будмайданчик виробник (постачальник) повинен надати споживачеві в надрукованому і завіреному виді наступну супровідну документацію:

- для кожної партії бетонної суміші - документ про якість бетонної суміші і протокол випробувань за визначенням нормованих показників якості бетону;
- для кожного завантаження бетонної суміші - товарну накладну.

Контроль якості бетонної суміші здійснювалося з наступною періодичністю:

- на пробі суміші з першого автобетонозмішувача, що укладається в кожен захватку «стіни в ґрунті», визначаються наступні характеристики: осадка або розплив конуса, середня щільність, оцінка розшарованості за водовідокремленням і температура;

- на пробах суміші, відібраних з подальших автобетонозмішувачів і укладаються в ту ж захватку «стіни в ґрунті», визначаються: осадка або розплив конуса, візуальна оцінка розшарованості.

У разі невідповідності характеристик бетонної суміші вимогам технологічного регламенту і ПВР, ТК суміш не повинна прийматися для укладання в конструкцію, вона бракується і відправляється постачальникові.

У разі відповідності характеристик бетонної суміші вимогам діючих стандартів, технологічного регламенту, ПВР і ТК з партії суміші, що укладається в конструкцію «стіни в ґрунті», виготовляються контрольні зразки для контролю міцності на стиск, водонепроникності, морозостійкості і інших характеристик бетону, вказаних в проекті.

Виготовлення контрольних зразків здійснювалося випробувальною лабораторією в наступних кількостях і періодичністю:

- для визначення міцності бетону на стиск з партії бетонної суміші, що поставляється кожним заводом-постачальником і укладається в кожен захватку «стіни в ґрунті», виготовляється не менше шести контрольних зразків, що відповідають ГОСТ 10180, для проведення випробувань в проміжному і проектному віці, які мають бути вказані в проекті;

- для визначення марки бетону за водонепроникністю з партії бетонної суміші, що поставляється кожним заводом-постачальником і укладається в кожен десяту захватку «стіни в ґрунті», виготовляється не менше шести контрольних зразків, що відповідають вимогам ГОСТ 12730.5, для проведення випробувань в проектному віці, який має бути вказаний в проекті;

- для визначення марки бетону за морозостійкістю з однієї партії бетонної суміші, що поставляється кожним заводом-постачальником впродовж 6 місяців для облаштування «стіни в ґрунті», виготовляється залежно від методу випробувань від 6 до 12 контрольних зразків-кубів, що відповідають вимогам ГОСТ 10060.0, для проведення випробувань в проектному віці, який має бути вказаний в проекті;

- для визначення інших характеристик бетону, вказаних в проекті і нормативній документації, на відповідність якої мають бути виготовлені контрольні зразки, кількість і вид, а також періодичність їх виготовлення мають бути вказані в проекті або технологічному регламенті і ПВР або ТК.

У зв'язку з тим що забезпечити тверднення контрольних зразків в ідентичних умовах тверднення бетону в конструкції «стіна в ґрунті» неможливо, контрольні зразки повинні витримуватися в нормальних умовах (температурної вологості відносна вологість $(95\pm 5)\%$, температура $((20\pm 2)^\circ\text{C})$.

На стадії виконання робіт виконуються заходи за оцінкою відповідності виконання бетонних робіт на будмайданчику вимогам відповідних технологічних регламентів, ПВР і нормативних документів ДБН, ДСТУ, ГОСТ, ТУ.

Перед початком бетонних робіт необхідно проконтролювати:

- наявність оформлених актів огляду прихованих робіт щодо розробки траншей і армуванню траншеї захватки «стіни в ґрунті»;
- герметичність стиків і наявність зворотного клапана у бетонолитної труби - візуально;
- відстань між забоем траншеї і нижнім торцем бетонолитної труби шляхом порівняння виміру глибини траншеї і довжини занурення бетонолитної труби.

При виробництві бетонних робіт необхідно контролювати:

- безперервність укладання бетонної суміші в конструкцію, у тому числі тривалість перерв, пов'язаних з переустановленням бетонолитної труби (не більше 30 хвилин), і вимушених простоїв (не більше 60 хвилин);
- заповнення бетонолитної труби бетонною сумішшю (труба має бути повністю заповнена) - візуально;
- заглиблення бетонолитної труби в раніше укладену бетонну суміш (не менше 1м);
- вимір шляхом порівняння глибини траншеї до укладеної бетонної суміші і довжини використовуваної в даний момент бетонолитної труби.

Для досягнення необхідної якості «стіни в ґрунті» - темп бетонування має бути не менше 40-50 м³/годину.

Контроль якості бетону повинен підтвердити, що за своїми показниками бетон в конструкціях «стіна в ґрунті» відповідає вимогам

проекту. Контроль якості бетону в конструкціях «стіна в ґрунті» проводиться за показниками міцності, водонепроникності, морозостійкості і іншими характеристиками, вказаними в проекті.

Методи і періодичність контролю якості бетону в конструкціях «стіна в ґрунті» за показниками міцності при стиску, водонепроникності і морозостійкості і за іншими додатковими показниками, вказаними в проекті, мають бути указані в технологічному регламенті і ПВР, ТК.

Якість бетону по міцності на стиск оцінюється випробуваннями виготовлених на будмайданчику контрольних зразків бетону (для визначення міцності в партіях) і випробуваннями бетону безпосередньо в конструкціях («неруйнівні» методи, у тому числі радіоізотопні, ультразвукові, акустичні та ін., або по зразках-кернях (рис. 11.2), відібраних з конструкцій).



Рис. 11.2. Відібраний з конструкції «стіни в ґрунті» керн

Міцність партії бетону в кожній захватці «стіни в ґрунті» слід визначати за результатами випробувань контрольних зразків в проміжному і проектному віці для бетонів класів за міцністю на стиск менше В60 згідно ГОСТ 10180, а для бетонів класів за міцністю на стиск

В60 і більше - з урахуванням вимог нормативних документів та проекту.

Результати випробувань партій бетону на міцність на стиск за контрольними зразками згідно ГОСТ 10180 заносяться в журнал випробувань, а також оформляються у вигляді відомості.

Партія бетону для зведення конструкцій захватки «стіни в ґрунті» підлягає прийманню за міцністю, якщо фактична міцність (середнє значення міцності бетону в партії, визначене за результатами випробувань контрольних зразків) не нижче необхідної міцності для цього класу бетону, встановленого в проекті.

У зв'язку з неконтрольованим процесом ущільнення бетонної суміші в конструкції і неможливістю забезпечення умов тверднення контрольних зразків умовам тверднення бетону в конструкції «стіна в ґрунті» необхідна міцність бетону (як на заводах-постачальниках, так і на будмайданчику) визначається згідно ГОСТ 181051 при коефіцієнті варіації $U_n = 13,5\%$.

Оцінка міцності бетону в захисних конструкціях «стіна в ґрунті» може здійснюватися неруйнівними методами контролю у міру екскавації ґрунту з підземної частини споруджуваного об'єкту: для бетонів класів за міцністю на стиск менш С55/60 згідно ГОСТ 22690, а для бетонів класів за міцністю на стиск С55/60 і більше - з урахуванням вимог відповідних нормативних документів із залученням спеціалізованих організацій.

Оцінка міцності бетону в захисних конструкціях «стіна в ґрунті» може здійснюватися за зразками-циліндрами, виготовленими з кернів, відібраних безпосередньо з конструкції по спеціально розробленому плану.

План відбору кернів з конструкції «стіна в ґрунті» має бути вказаний в проекті і містити: координати (номери) захваток «стіни в ґрунті», з яких вибуруватимуться керни, місце розташування точок вибурування кернів в тілі конструкції на захватці, а також глибину і діаметр кернів.

Для контролю щільності і міцності укладеного в конструкцію на захватці бетону рекомендується також використати ультразвукове дослідження бетону через спеціально встановлені труби і сейсмоакустичне зондування.

Якість бетону за водонепроникністю оцінюється його маркою за водонепроникністю, визначуваній за результатами випробувань кон-

трольних зразків бетону, виготовлених на будмайданчику при бетонуванні конструкції кожної десятої захватки «стіни в ґрунті».

Марку бетону за водонепроникністю слід визначати за результатами випробувань контрольних зразків в проектному віці згідно ГОСТ 12730.5.

Бетон в конструкції «стіна в ґрунті» підлягає прийманню за водонепроникністю, якщо фактична марка за водонепроникністю, визначена за результатами випробувань контрольних зразків, не нижче марки, встановленої в проекті.

Якість бетону за морозостійкістю оцінюється його маркою за морозостійкістю, визначуваній за результатами випробувань контрольних зразків бетону, виготовлених на будмайданчику з однієї партії бетонної суміші, що поставляється кожним заводом-постачальником впродовж 6 місяців для конструкції «стіни в ґрунті».

Марку бетону за морозостійкістю слід визначати за результатами випробувань контрольних зразків в проектному віці згідно ГОСТ 10060.1 або ГОСТ 10060.2.

Бетон в конструкції «стіна в ґрунті» підлягає прийманню за морозостійкістю, якщо фактична марка за морозостійкістю, визначена за результатами випробувань контрольних зразків, не нижче марки, встановленої в проекті.

Основні види, методи і періодичність контролю якості бетонних сумішей, виробництва бетонних робіт і бетону повинні здійснюватися відповідно до діючих нормативних документів.

В процесі виконання робіт з улаштування «стіни в ґрунті» необхідно проводити моніторинг будівельного майданчика та прилеглої території.

Основною метою геотехнічного моніторингу при облаштуванні «стіни в ґрунті» являється забезпечення безпеки об'єкту будівництва і довкілля при проведенні геотехнічних і будівельних робіт.

В процесі облаштування «стіни в ґрунті», в комплексі з іншими будівельними роботами (виконання захисних заходів, відкопування котловану, проходка тунелю та ін.), слід виконувати моніторинг, що включає наступні роботи:

- вимір можливих переміщень захисної конструкції (при облаштуванні котловану);
- обстеження стану і вимір переміщень основних несучих конструкцій існуючих будівель або споруд;

- спостереження за станом ґрунтового масиву, що оточує майданчик будівництва;
- моніторинг гідрогеологічних умов майданчика.

Програма геотехнічного моніторингу в процесі облаштування «стіни в ґрунті» має бути пов'язана із загальною програмою моніторингу об'єкту, що будується або реконструюється.

Роботи з моніторингу мають бути розпочаті до виконання будівельно-монтажних робіт (включаючи роботи з облаштування захисних заходів) і тривати на протязі, як правило, двох років після закінчення будівництва будівлі, що має підземну (заглиблену) частину. Для унікальних будівель, що мають розвинену підземну частину, термін проведення моніторингу може бути збільшений.

Програма моніторингу повинна включати характеристики об'єкту будівництва (його конструктивні особливості), короткі відомості про інженерно-геологічну будову ділянки.

11.2 Контроль технологічних операцій улаштування заглиблених споруд

Якість конструкції ЗССГ повинна відповідати проекту і оцінюватися відповідно до діючих стандартів.

При зведенні ЗССГ належить виконувати всі види виробничого контролю у відповідності з ДБН А.3.1-5:

- вхідний;
- операційний;
- приймальний.

На етапі вхідного контролю перевіряють наявність паспортів, сертифікатів та інших документів, що встановлюють якість матеріалів і виробів, а також дотримання вимог розвантаження та зберігання. За необхідності, треба проводити випробування матеріалів. Вхідний контроль покладається на службу виробничо-технологічної комплектації організації-виконавця робіт. На етапі вхідного контролю необхідно також перевірити якість попередньо виконаних робіт, особливо ретельно необхідно перевірити правильність геодезичних розбивочних робіт, надійного закріплення розбивочних осей на місцевості зі складанням виконавчих схем та актів їх комісійного приймання представниками замовника, проектувальника та підрядника.

Матеріали і готові вироби для зведення споруд ЗССГ повинні відповідати вимогам проекту та нормативних документів.

Операційний контроль за виконанням робіт на всіх етапах будівництва проводиться інженерно-технічними працівниками будівельної організації-виконавця та установою, що здійснює науковий супровід у відповідності з ДБН В.1.2-5. Виконання конструкцій ЗССГ відноситься до прихованих робіт, тому їх якість і надійність залежать від ретельного виконання кожної технологічної операції в технологічному процесі.

Операційний контроль якості проведення робіт з улаштування заглиблених споруд є основним методом контролю, який може забезпечити належне виконання робіт у відповідності до вимог діючих нормативних документів та отримання конструкцій належної якості. Такий контроль особливо важливий для заглиблених споруд, які влаштовуються під землею, візуальний контакт з якими практично неможливий. Тому необхідно в процесі улаштування таких споруд передбачити належний контроль за якістю виконання кожної технологічної операції, визначити терміни контролю та конкретних виконавців. В процесі улаштування заглиблених споруд практично кожна проведена операція та отриманий в результаті її проведення конструктивний елемент закривається послідуєчим елементом. Тому необхідно в процесі його улаштування проконтролювати технологічний процес улаштування, визначити якісні характеристики у відповідності до вимог проекту та діючих нормативних документів та підтвердити результати контролю необхідною документацією. Тільки на основі такого ретельного технологічного контролю можна отримати необхідну якість влаштованих заглиблених споруд. В табл. 11.1 приведена рекомендована послідовність контролю технологічних операцій з улаштування заглиблених споруд способом «стіна в ґрунті» відповідно додатка В ДСТУ-Н Б В.2.1-29:2014 НАСТАНОВА ЩОДО ПРОЕКТУВАННЯ І ВЛАШТУВАННЯ ЗАГЛИБЛЕНИХ СПОРУД СПОСОБОМ "СТІНА В ҐРУНТІ". Улаштування заглиблених споруд, які виконуються іншими методами, також можливо контролювати за визначеною послідовністю та складанням відповідних документів щодо контролю кожної технологічної операції.

Таблиця 11.1

Технологічний контроль улаштування заглиблених споруд способом «стіна в ґрунті»

Підготовчі роботи						
1	2	3	4	5	6	7
Найменування технологічного процесу	Контрольований параметр	Допустимі параметри відхилів	Метод і засіб контролю	Період контролю	Документація	Відповідальний за виконання робіт і контроль
Земляні роботи з планування будівельного майданчика	Перевірка і усунення нерівностей робочого майданчика	Майданчик повинен бути рівним, без сторонніх предметів або устаткування, що заважають роботі	Візуальний, нівелір	У процесі робіт	Загальний журнал робіт	Бригадир, майстер
Винесення опорних точок і розбивочних осей в натуру	Перевірка відповідності розбивки осей	Повинна відповідати проекту	Геодезичний. Огляд на місцевості, порівняння з розбивочною схемою або проектом винесення в натуру	При отриманні документації від замовника перед початком робіт	Акт приймання розбивки осей за хваток	Геодезист, майстер

Продовження таблиці 11.1

1	2	3	4	5	6	7
	Прив'язка до опорної геодезичної мережі	Наявність і збереження розбивочних знаків	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме
Кріплення верхньої частини ґрунтової виїмки (форшахта)						
Влаштування форшахти	Напрямок осі	Поздовжня вісь форшахти повинна збігатися з поздовжньою віссю траншеї	Геодезичні методи	До початку робіт із розробки траншеї	Акт приймання кріплення верхньої частини траншеї (форшахти)	Майстер
	Відстань між стінками форшахти у світлі, мм	15	Рулетка-вимірювальна	Те саме	Те саме	Те саме
	Відмітка верху траншеї, мм	Відповідно до ПВР ± 50	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме

Продовження таблиці 11.1

1	2	3	4	5	6	7
Приготування глинистого розчину						
Приготування, подача, очищення, регенерація, заміна глинистого розчину	Відбір проб при приготуванні, а також з накопичувальних ємкостей і траншеї	Відповідність параметрів розчину контрольним показникам якості	Вимірювальний. Лабораторія глинистих розчинів на ділянці робіт	Не менше одного разу за зміну	Журнал контролю якості глинистого розчину в процесі виконання робіт	Оператор вузла розчину. Лаборант, майстер
	Визначення щільності технологічного розчину, г/см ³	1,03-1,10	Ареометр АБР-1	Кожен заміс при безперервному виготовленні через 30 хв	Те саме	Майстер, лаборант
	В'язкість, с	30 45	Віскозиметр ВБР1 Воронка Марша	Не менше одного разу за зміну	Те саме	Те саме
	Вміст піску, %	4	Відстійник ОМ-2	Те саме	Те саме	Те саме

Продовження таблиці 11.1

1	2	3	4	5	6	7
	Відбір проб перед початком робіт	Відповідність параметрів розчину контрольним показникам якості	Вимірювальний Центральна лабораторія	При підборі складу, перед початком робіт, потім для кожної нової партії бентоніту, але не рідше одного разу на місяць		
	Визначення стабільності, г/см ³	0,05	Циліндр ЦС-2	Те саме	Те саме	Те саме
	Водовіддача, см ³	17-22	ВМ-6 Фільтрпрес	Те саме	Те саме	Те саме
	Структурна міцність, Н/м ²	33,0	СНС-2	Те саме	Те саме	Те саме
	Товщина глинистої шкуринки, мм	4	ВМ-6 Фільтрпрес	Те саме	Те саме	Те саме

Продовження таблиці 11.1

1	2	3	4	5	6	
Розробка ґрунтової виїмки						
Розробка ґрунту	Положення захватки в плані і по глибині	Відповідно до проекту	Вимірювальний метод (геодезичний)	В процесі роботи і після закінчення, не рідше ніж через 10 м по довжині стіни	Журнал розробки траншеї при зведенні споруд методом "стіна в ґрунті", акт огляду і приймання траншеї захватки	Бригадир, майстер
	Зміщення осей споруди в плані, мм	±30	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме
	Тангенс кута відхилення траншеї від вертикалі	0,005	Штатний прилад контролю траншеєкопача. Ультразвуковий метод	Те саме	Те саме	Те саме
	Заглиблення траншеї, мм	+ 200	Штатний прилад контролю траншеєкопача. Ультразвуко. метод	Те саме	Те саме	Те саме

Продовження таблиці 11.1

1	2	3	4	5	6	7
	Рівень бен- тонітового роз- чину в траншеї, що ро- зробляється	Підтримува- ти на 0,2 м від верху форшахти	Візуальний	Те саме	Те саме	Те саме
Ме- ханічна зачистка дна виймки	Перевірка гли- бини траншеї перед установ- кою обмежу- вачів, мм	± 100	Штатний прилад ко- нтролю траншеєско- пача	Після закін- чення роз- робки тран- шеї	Журнал роз- робки траншеї при зведенні споруд мето- дом "стіна в ґрунті", акт огляду і прий- мання траншеї	Майстер
Уста- новка об- межува- ча захва- ток	Вертикаль- ність поло- ження обме- жувача	Відхил не більше 0,5 %	Висок	На кожній захватці	-	Майстер
	Відстань між обмежувачами	Відповідно до ПВР	Рулетка	Те саме	-	Те саме

Продовження таблиці 11.1

1	2	3	4	5	6	7
	Перевищення обмежувача над форшахтою	Повинно бути таким, щоб не допускався перелив глинистого розчину і бетонної суміші з бетонованої захватки в сусідню	Візуальний	Те саме	-	Те саме
	Верх обмежувачів	Повинен бути надійно закріплений до верху траншеї	Те саме	До бетонування	-	Те саме
Влаштування армокаркаса						
Контроль і приймання арматури і арматурних робіт	Перевірка наявності сертифікатів якості	Відповідно до партії, що надходить	Візуальний	Для кожної партії арматури	Сертифікат якості	Підрядна організація

Продовження таблиці 11.1

1	2	3	4	5	6	7
	Відбір зразків для вибіркового механічних випробувань	Те саме	Візуально-інструментальний	Те саме	-	Підрядна і спеціалізована організація
	Вибіркові випробування стрижньової арматури	Згідно з ДСТУ Б В.2.6-168, ГОСТ 12004	Механічні випробування на розривних машинах	За необхідності	Протокол випробувань арматури	Спеціалізована організація
	Контроль якості виготовлення арматурних каркасів і їх відповідності	Згідно з ДСТУ Б В.2.6-168, ДБН В.2.6-163	Візуально-інструментальний металевих каркасів	За необхідності	Акт комісійного огляду металевих каркасів для армування конструкцій "стіни в ґрунті"	Підрядна і проектна організація, служба замовника. За необхідності спеціалізована організація

Продовження таблиці 11.1

1	2	3	4	5	6	7
	Контроль точності установки стрижнів і забезпечення необхідної товщини захисного шару	Відповідно до проекту	Те саме	По мірі встановлення	Акт огляду арматурного каркаса захватки під "стіну в ґрунті"	Те саме
	Приймання арматурних робіт по захватках	Відповідно до проекту	Візуальний	По мірі готовності захваток	Акт на приховані роботи	Те саме
Встановлення арматурного каркаса в траншею	Вертикальність положення каркаса	Каркас опускають при геодезичному контролі за його вертикальністю і забезпеченням проектної величини захисного шару між арматурою і ґрунтом	Вимірний метод (геодезичний). Теодоліт, висок	По мірі готовності захваток	Те саме	Майстер
	Положення каркаса в площині	Повинно бути заздалегідь розмічено на комірці траншеї	Візуальний	Те саме	Те саме	Те саме

Продовження таблиці 11.1

1	2	3	4	5	6	7
	Відмітки верху	Повинні бути ви- тримані відповідно до проекту	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме
	Відхил каркаса від проектного положення		Вимірюва- льний метод (геодезич- ний)	Те саме	Те саме	Те саме
	- вздовж захватки, мм	± 30		Те саме	Те саме	Те саме
	- поперек захватки, мм	± 10		Те саме	Те саме	Те саме
	- по висоті, мм	± 50		Те саме	Те саме	Те саме
Вкладання бетону						
Складання секцій бето- нолитної труби (ВПТ) з ланок	Контроль герметич- ності сти- ків	Стики повинні бути герметичними і швидкорознімними	Візуальний	До почат- ку встано- влення ВПТ в за- хватку	Журнал розроб- ки траншеї при зведенні споруд методом "стіна в ґрунті»	Майстер

Продовження таблиці 11.1

1	2	3	4	5	6	7
	Перевірка клапанів	Труби повинні бути обладнані запобіжним і зворотним клапанами	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме
Встановлення ВПТ у виїмку	Точність встановлення ВПТ в проектне положення	Нижній кінець труби повинен бути розташований вище за забій на (20-25) см (початкове положення)	Візуальний (відлік по розмітці на трубі)	До початку бетонування	Акт огляду і приймання під бетонування розробленої захватки при виконанні робіт методом "стіна в ґрунті"	Майстер, лаборант
	З'єднання труб	З'єднання труб при їх опусканні і витягуванні не повинні зачіпати арматурного каркаса	Візуальний	До початку встановлення ВПТ у захватку	Те саме	Те саме

Продовження таблиці 11.1

1	2	3	4	5	6	7
Вкладання тверднучих матеріалів»	Продуктивність бетонування, м ³ /год	Не менше 20	Бетону, що укладається за об'ємом	У процесі бетонування	Журнал бетонування при зведенні ЗССГ, акт огляду і приймання захватки "стіни в ґрунті"	Те саме
	Рівень бетону чи тверднучого розчину після завантаження з кожного автобетоновоза або закачки 10 м ³	Відповідність об'єму укладеного матеріалу габаритам захватки	Те саме	Те саме	Графік підйому рівня бетону від кожного авто бетоновоза	Те саме
	Швидкість підйому бетонної суміші, м/год	3,0	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме
	Переміщення бетонної суміші в приймальній воронці труби	При зниженні рівня бетонної суміші до гирла воронки бункер заповнюють знову	Візуальний	У процесі бетонування	Графік підйому рівня бетону від кожного авто бетоновоза	Майстер, лаборант

Продовження таблиці 11.1

1	2	3	4	5	6	7
	Заглиблення труби або шлангу в бетон або тверднучий розчин	Без вібрації бетону не менше ніж на 2 м і не більше 6-8 м	Вимірювальний. Порівняння відліків по поділках на трубі з рівнем бетонної суміші у стіні, який визначається за допомогою лота або футштока	На кожній бетонолитній трубі	Те саме	Те саме
	Міцність бетону та розчину	Відповідати проекту та ДСТУ Б В.2.7-214	Центральна будівельна лабораторія. Виготовлення і випробування зразків, методи неруйнівного контролю	У процесі бетонування та установлені терміни	Журнал контролю якості бетону, укладеного в "стіну в ґрунті"	Те саме
	Морозостійкість	ДСТУ Б В.2.7-48	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме
	Водонепроникність	ДСТУ Б В.2.7-170	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме

Продовження таблиці 11.1

1	2	3	4	5	6	7
	Показники бетонної суміші та розчину:		Вимірювальний. Будівельна лабораторія на ділянці робіт	Те саме	Журнал бетонування при веденні робіт методом "стіна в ґрунті"	Те саме
	рухливість бетонної суміші без вібрації, см	16-20 згідно 3 ДСТУ Б В.2.7-214	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме
	- рухливість розчину	20-30	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме
	Водовіддача	0,01-0,02	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме
	Термін тужавлення бетонної суміші	Не менше часу транспортування і не менше 2 год	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме
	Розмір крупного заповнювача, мм	Не більше 20	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме

Продовження таблиці 11.1

1	2	3	4	5	6	7
	Розшарування, %	Не більше 5	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме
	Температура, °C	10-25	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме
	Початок бето- нування	Перевірка ная- вності ковзної пробки в бето- нолитній трубі	Візуаль- ний	Те саме	Те саме	Те саме
	Початок подачі розчину	Заглиблення шлангу до дна	Мірний	Те саме	Те саме	Те саме
	Терміни перерв: - в бетонуванні - в подачі розчи- ну	Перерви не більше 60 хв 120 хв	Візуаль- ний	У процесі бетону- вання та вкладання розчину	Те саме	Майстер
	Температура тверднення бе- тону (при бето- нуванні в зимо- вий період)	За температу- ри нижче 5° вживати захо- дів із попере- дження замер- зання бетону	Термо- метр елек- тричний	Те саме	Те саме	Те саме

Продовження таблиці 11.1

1	2	3	4	5	6	7
	Кінець бетонування та подачі розчину	Бетонування до рівня, що перевищує не менше ніж на 20 см проектну відмітку	Сталевий метр	В кінці бетонування	Те саме	Те саме
	Терміни витримки в траншеї обмежувачів	Не більше 5-6 год	Через (1-2) год після укладання бетону, коливання елемента краном, через (3-5) год витягання елемента домкратною установкою або витягання грейфером при проходці наступної захватки	Те саме	Те саме	Те саме
	Верхній рівень "стіни в ґрунті"	Видалення бетону з домішками глинистого розчину до проектної відмітки	Вимірювальний. Відбійний молоток	Після набору бетоном 75 % міцності	Акт огляду і приймання ділянки "стіни в ґрунті"	Те саме

Продовження таблиці 11.1

1	2	3	4	5	6	7
Оцінка якості укладеного бетону в конструкції	Міцність бетону або розчину на стиск	ДСТУ Б В.2.7-223	За зразками кернів, відібраних з конструкції	За необхідності	Журнал контролю якості матеріалів, укладених в "стіну в ґрунті"	Майстер, лаборант
	Марка бетону або розчину за водонепроникністю	ДСТУ Б В.2.7-170	Випробування контрольних зразків	Від кожної десятої захватки	Журнал бетонування при веденні робіт методом "стіна в ґрунті"	Те саме
	Марка бетону за морозостійкістю	ДСТУ Б В.2.7-48	Те саме	Від однієї партії бетонної суміші або розчину з кожного заводу-постачальника протягом шести місяців	Те саме	Те саме

Продовження таблиці 11.1

1	2	3	4	5	6	7
Влаштування ЗССТ зі збірного залізобетону						
Перевірка на відповідність проектним вимогам	Опалубка стінових залізобетонних елементів	Опалубку приймають в складеному вигляді. Геометричні форми, розміри і кріпильні елементи повинні відповідати проектним	Вимірвальний	Перед встановленням каркасів в опалубку	Технічний контроль виробника	Бригадир, майстер
	Арматурні каркаси, закладні деталі	Довжина стрижнів, діаметри, відстань між ними повинні відповідати проектним даним	Те саме	Те саме	Акт огляду металокаркасів для армування конструкцій "стіни в ґрунті"	Те саме
	Бетонування стінового елемента	Якість бетонної суміші, технологія укладання і ущільнення повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-224		Після встановлення каркасів в опалубку	Технічний контроль виробника	Те саме

Закінчення таблиці 11.1

1	2	3	4	5	6	7
Установ-ка стінових залізобетонних елементів в траншею	Положення елемента в плані, мм	± 30	Геодезичні методи. Шаблон. Монтажні пристосування	Після встановлення елемента	Журнал виконання робіт	Бригадир, майстер
	По висоті, мм	± 20	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме
	Тангенс кута відхилення від вертикалі	$\pm 0,005$	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме
Омонічування збірних залізобетонних елементів	Показники твєрднучого тампонажного (глиноцементного або цементно-піщаного) розчину	Склад розчину відповідно до прийнятої технології і виходячи з умови забезпечення проектної міцності і водонепроникності	Вимірювальний. Будівельна лабораторія	При заповненні пазах і стиків між стіновими елементами	Те саме	Майстер, лаборант
	Показники бетонної суміші	Згідно з проектом	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме
	Щільність	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме
	Розплив	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме
	Терміни тужавлення	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме

11.3. Особливості технологічного контролю процесу улаштування огорожувальної конструкції котловану за методом «стіна в ґрунті»

Процес улаштування огорожувальної конструкції котловану за методом «стіна в ґрунті» є відповідальним етапом виконання робіт, від якого в значній мірі залежить безпека виконання подальших робіт та збереження навколишньої забудови. Тому кожну операцію цього процесу треба ретельно контролювати, виконувати чергову операцію можна тільки після прийняття попередньо влаштованої конструкції або її окремого елементу.

При влаштуванні форшахти або напрямних стін контролюють:

- геометричні розміри опалубки;
- положення коміра по висоті;
- внутрішню відстань між стінками форшахти.

Точність геометричних вимірів повинна відповідати вимогам ДСТУ-Н Б В.1.3-1. Граничні відхилення позначки верху коміра форшахти складають ± 50 мм, відстані між стінками форшахти - 0-15 мм.

Зразки глинистого розчину відбирають за допомогою пробовідбірника з накопичувальних робочих ємкостей розчинового вузла, з кожної захватки при її розробці, а також перед бетонуванням або встановленням стінових збірних панелей. Перед бетонуванням контроль за параметрами розчину слід проводити, відбираючи зразки на 0,5 м від дна виїмки (захватки).

У процесі розробки ґрунту у виїмці слід контролювати:

- положення виїмки в плані (відповідність положення розмітці на комірі форшахти);
- вертикальність і глибину копання;
- рівень і показники глинистого розчину.

Контроль за вертикальністю і глибиною виїмки здійснюють за допомогою підвісних шаблонів, спеціальних приладів або геодезичними методами. При цьому відхил виїмки від вертикалі не повинен перевищувати 0,5 % (тангенс кута відхилення 0,005).

Перед опусканням обмежувачів захватки або установкою збірних залізобетонних елементів глибину траншеї необхідно перевірити додатково і, за необхідності, видалити ґрунт із дна виїмки. При установленні обмежувачів захваток необхідно дотримуватися вертикальності та щільного прилягання до внутрішніх розмірів виїмки, проектної відстані між ними.

Перед зануренням армокаркасів або вкладанням тверднучих розчинів у ґрунтову виїмку слід перевірити якість глинистого розчину у виїмці, вміст піску в якому не повинен складати більше 4% від його об'єму.

Контроль при встановленні арматурних каркасів повинен забезпечити дотримання проектного положення в захватці (вертикальність, задані відмітки верху і закладних деталей).

Граничні відхилення положення каркаса від проектного складають:

- вздовж захватки ± 30 мм;
- поперек захватки ± 10 мм;
- по висоті ± 50 мм.

У процесі бетонування, так само і при укладанні тверднучих розчинів, підлягають контролю:

- рухливість суміші;
- кількість укладеного матеріалу;
- продуктивність укладання матеріалу;
- рівень укладеного матеріалу;
- заглиблення бетонолитних труб або шлангів, які подають розчин у вкладений матеріал.

Контрольні зразки необхідно відбирати на місці укладання бетонної суміші відповідно до ДСТУ Б В.2.7-114. Контрольні зразки бетонної суміші для визначення міцності на стиск відбирають не менше двох серій для кожної секції (захватки).

Рухливість (марку за легкоукладальністю) бетонних сумішей контролюють згідно з ДСТУ Б В.2.7-214. Величина рухливості (легкоукладальності) бетонної суміші на місці укладання повинна відрізнятися не більше ніж на ± 2 см від прийнятої при підборі складу бетону. Рухливість та температуру бетонних сумішей на місці укладання слід контролювати з кожного автобетонозмішувача, відбираючи проби з випускного лотка.

Набір бетоном міцності на стиск контролюють відповідно до ДСТУ Б В.2.7-224 і ДСТУ Б В.2.7-214 шляхом випробувань двох серій контрольних зразків. Перша серія зразків повинна витримуватися в умовах, аналогічних твердненню бетону в ґрунтовій виїмці за температури не менше (8-10) °C і випробовуватися у віці (7-10) діб для оцінки набраної міцності і визначення можливості розробки ґрунту у суміжній захватці. Друга серія зразків повинна зберігатися в норма-

льних умовах і випробовуватися у віці 28 діб для оцінки якості бетону та можливості витримувати проектне навантаження.

Зразки для визначення міцності бетону на стиск, а також марок за водонепроникністю і морозостійкістю слід виготовляти у повірених формах відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.8-38.

Марки бетону за водонепроникністю і морозостійкістю слід визначати у віці 28 діб відповідно до ДСТУ Б В.2.7-170 і ДСТУ Б В.2.7-48.

Якість збірних залізобетонних панелей слід контролювати протягом всього технологічного процесу їх виготовлення та монтажу. Опалубку контролюють в складеному вигляді, перевіряючи відповідність її геометричних форм, розмірів і елементів кріплення проектним. Арматурні каркаси, закладні та накладні деталі приймають технічним контролем виготовлювача перед установкою в опалубку, перевіряючи довжину стрижнів, діаметри, відстані між ними, положення і розміри листової арматури, закладні деталі, отвори. У процесі бетонування контролюють якість бетонної суміші, технологію її укладання і ущільнення, правильність догляду за бетоном, терміни розпалублення згідно з ДСТУ Б В.2.1-28.

Після розпалублення панелі її поверхню візуально оглядають з метою виявлення можливих тріщин, сколів, раковин, дефектів закладних деталей, стропувальних пристосувань тощо. При виявленні дефектів та пошкоджень, які не можуть бути усунені за рахунок ремонту, виріб бракують. Окрім візуального огляду, перевіряють геометричні розміри панелі, беручи допустимі відхилення згідно з вимогами стандартів на збірні залізобетонні конструкції. При прийманні готових конструкцій складають технічний паспорт або сертифікат. На вимогу замовника або проектною організацією можуть проводитись вибіркові статичні випробування.

Правильність встановлення в ґрунтову виїмку стінових елементів контролюють геодезичними методами або із застосуванням спеціальних шаблонів і монтажних пристосувань. Визначають положення елементів у плані, відмітку верху і нахил щодо поздовжньої і поперечної осей виїмки відповідно до ДСТУ Б В.1.3-3.

Допустимі відхилення в положенні стінових елементів складають:

- в плані ± 30 мм;
- по висоті ± 20 мм;
- тангенс кута відхилення від вертикалі $\pm 0,005$.

При заповненні зазорів між стіновими елементами тампонажним розчином контролюють режим і якість бетонування у відповідності з вимогами ДБН В.2.6-163 і його основні показники:

- щільність;
- розплив;
- термін тужавлення;
- вихід цементного розчину;
- міцність цементного розчину.

Для контролю ступеня заповнення ґрунтової виїмки тверднучим матеріалом (бетоном та тампонажним розчином) необхідно заміряти його сталий рівень у виїмці після кожного вивантаження з бетонозмішувача (відомого об'єму) і порівнювати об'єм вкладеного матеріалу з габаритами виїмки, розташованої нижче сталого рівня. Виконані заміри сталого рівня тверднучих матеріалів, що вивантажені в виїмку з її проектними габаритами, слід подати у вигляді графіка підйому рівня бетону або тверднучого матеріалу від вивантаження кожного автобетонозмішувача.

Відхил від проекту положення стіни у плані, профілі та основні габаритні розміри не повинні перевищувати значень, наведених у табл. 11.2.

Таблиця 11.2

Граничні відхилення споруд, зведених способом "стіна в ґрунті", від проектного положення (ДСТУ Б В.2.1-28)

Показник	Величина відхилення	Метод і об'єм контролю
Зміщення осей споруди в плані, мм	± 30	Вимірювальний метод (геодезичний) Не рідше ніж через 10м по довжині стіни
Тангенс кута нахилу стіни від вертикалі	0,005	Те саме
Товщина стіни, мм	+ 10	Те саме
Заглиблення стіни, мм	+ 200	Те саме

Суцільність і міцність бетону збудованих конструкцій ЗССГ слід визначати методами неруйнівного контролю згідно з ДСТУ Б В.2.7-

220 (в т.ч. пружний відскік, ударний імпульс, відрив зі сколюванням), ультразвуковим просвічуванням згідно з ДСТУ Б В.2.7-226, неруйнівним методом акустичного контролю.

При використанні ультразвукового методу до складу кожного з 10 арматурних каркасів необхідно вводити не менше двох сталевих трубок з внутрішнім діаметром не менше 50 мм, розміщуючи їх вздовж стіни. Неруйнівний приймальний контроль суцільності і міцності конструкцій ЗССГ повинен проводитися у відповідності зі спеціальним регламентом, що розробляється проектною організацією, науковим супроводом.

Обсяг контролю повинен становити не менше одного зразка або контрольної точки на кожних 100 м поверхні стіни або на об'єкт будівництва, включаючи додатково ділянки, при влаштуванні яких була змінена або порушена технологія виконання робіт.

Приймання споруджених ділянок "стіни в ґрунті" проводиться комісією у складі відповідальних представників: організації-виконавця робіт, проектної організації, генпідрядника, замовника, організації, що здійснює науково-технічний супровід. За результатами приймання складається відповідний акт огляду та приймання, а за необхідності - відомість дефектів якості стіни і протокол щодо їх усунення.

Приймання проводиться на підставі:

- проектної документації;
- регламенту виконання робіт;
- актів приймання, сертифікатів, технічних паспортів матеріалів і виробів;
- журналів виконання і контролю якості робіт;
- графіка підйому рівня бетону в виїмці після вивантаження кожного автобетонозмішувача;
- актів або журналів випробувань бетонних сумішей і контрольних зразків бетону;
- актів на приховані роботи;
- виконавчої зйомки габаритів виїмки у межах захватки перед вкладанням конструкційного матеріалу.

В процесі проведення технологічного контролю та проведення всіх технологічних операцій необхідно вести відповідну документацію: загальний журнал робіт; журнали спеціальних робіт з армування, бетонування, зварювальних; акти приймання прихованих робіт;

акти приймання відповідальних конструкцій. Форми та порядок ведення цієї документації наведено в ДБН А.3.1-5-2016 «Організація будівельного виробництва». Загальний порядок проведення робіт, розробка технологічної документації, зокрема проектів організації будівництва, проектів проведення робіт, технологічних карт, в тому числі розділів контролю якості та ведення необхідної документації приведено в цьому ж нормативному документі. Без розробки проектів виконання робіт та ведення необхідної технологічної документації, в тому числі приведеної в табл. 11.1, виконання робіт заборонено.

Заключення

Заглиблені споруди «стіна в ґрунті», бурові палі та палі-колони влаштовуються до розробки ґрунту в котловані з спланованої поверхні будмайданчика. Оскільки візуально неможливо проконтролювати якість таких конструкцій, особливу увагу необхідно приділяти своєчасному контролю кожної операції з їх улаштування. В процесі улаштування таких споруд важливо не допустити змішування бетонної суміші, якою бетонується конструкція, з ґрунтом, який може обвалюватися зі стінок влаштованих траншей та скважин. Тому забезпеченню стійкості стінок траншей та скважин в процесі їх улаштування, монтажу армокаркасів та бетонування слід приділяти особливу увагу. Для цього необхідно розробити в проекті виконання робіт відповідні заходи зі своєчасного контролю кожної технологічної операції та чітко їх виконувати в процесі улаштування таких конструкцій.

Питання для самоконтролю.

1. Виконання яких робочих процесів необхідно контролювати на будмайданчику в процесі операційного контролю якості улаштування «стіни в ґрунті»?
2. Як контролюється якість бетону за водонепроникністю?
3. Яким має бути темп бетонування для досягнення необхідної якості «стіни в ґрунті»?
4. Що необхідно контролювати при бетонуванні «стіни в ґрунті»?
5. За якими показниками проводиться контроль якості бетону в конструкціях «стіна в ґрунті»?
6. Що необхідно перевіряти при улаштуванні форшахти?
7. Що необхідно контролювати в процесі розробки ґрунту в траншеї для «стіни в ґрунті»?
8. Що необхідно перевіряти при установці обмежувача захваток?

9. Що необхідно перевіряти в процесі контролю і приймання арматури і арматурних робіт?
10. Що необхідно контролювати в процесі укладання бетонної суміші?
11. Які слід відбирати зразки для контролю за параметрами глинистого розчину перед бетонуванням стіни в ґрунті?
12. Які граничні відхилення положення каркаса від проектного при улаштуванні стіни в ґрунті?
13. У складі яких відповідальних представників проводиться комісійне приймання споруджених ділянок "стіни в ґрунті"?
14. Які допустимі відхилення в положенні збірних стінових елементів в траншеї споруджених ділянок "стіни в ґрунті"?
15. На підставі яких документів проводиться приймання влаштованої стіни в ґрунті?

Тема 12. Улаштування нульових циклів за технологією «TOP-DOWN»

12.1 Головні вимоги щодо улаштування нульових циклів за технологією «TOP-DOWN»

Улаштування нульових циклів за технологією «TOP-DOWN» («вгору-вниз») регламентується ДБН В.2.2-24:2009 «Проектування висотних житлових і громадських будинків». В цьому нормативному документі надано рекомендації щодо одночасного улаштування підземної частина будівлі за технологією «зверху-вниз», а надземної за технологією «знизу-вверх», основні з яких наведено нижче.

Технологія спорудження висотних будинків (далі - технологія) методом «вгору-вниз» базується на одночасному суміщенні зведення наземної і підземної частин висотного будинку вгору і вниз.

Ця технологія широко застосовується при зведенні висотних будинків у стислих умовах міської забудови та при влаштуванні глибоких котлованів і багаторівневого підземного паркінгу.

Технологія передбачає влаштування огорожувальної конструкції котловану за методом «стіна в ґрунті» та паль-колон, які після видалення ґрунту із міжпальового простору об'єднуються системою монолітних перекриттів між собою і з огорожувальною стіною котловану, починаючи із верхнього перекриття підземної частини будинку. На рис. 12.1 представлена принципова схема улаштування підземної частини будівлі за технологією «зверху-вниз».

Цей спосіб передбачає влаштування отворів у перекриттях на окремих ділянках для роботи землерийної техніки та для влаштування ядра жорсткості. При цьому периферійні палі-колони, які розташовані по контуру, об'єднуються монолітними перекриттями із зовнішньою огорожею котловану для забезпечення просторової жорсткості підземної частини. Влаштування ядер жорсткості може здійснюватися як традиційним "відкритим" способом так і за технологією «зверху-вниз».

Одночасно із влаштуванням перекриттів підземної частини зведення наземної частини монолітного каркаса здійснювалося традиційним способом знизу вгору.

Враховуючи те, що тривалість влаштування підземної частини складає до 50 % від тривалості зведення наземної частини будинку, суміщення цих процесів зменшує загальні строки спорудження всього об'єкта.

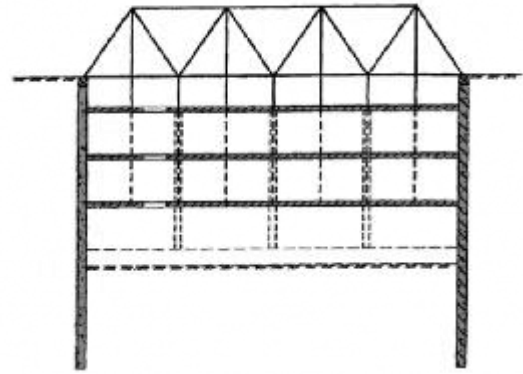
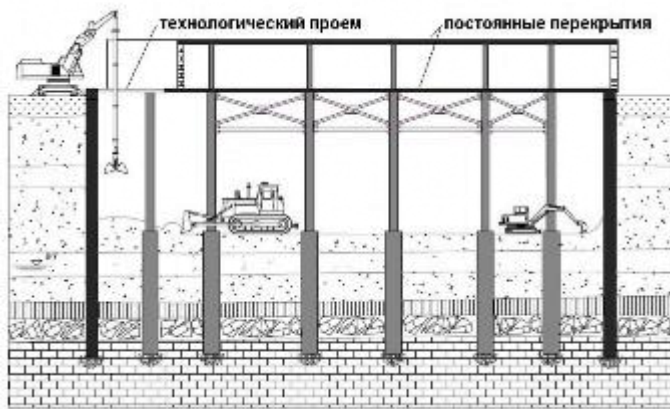


Рис. 12.1. Принципова схема виконання земляних робіт в котловані під захистом влаштованого перекриття, опертого на огорожувальні стіни та паль-колони

До основних переваг технології "вгору-вниз" слід віднести:

- відсутність ґрунтових анкерів для забезпечення стійкості огорожувальних стін котловану;
- можливість влаштування котлованів різної глибини та конфігурації;
- зменшення впливу на оточуючу забудову та залежності від інженерно-геологічних умов.

До основних технологічних етапів нульового циклу технології "вгору-вниз" відносяться:

- влаштування огорожувальних стін із буронабивних паль, методом "стіна в ґрунті" або їх комбінацій при криволінійній конфігурації підземної частини будинку;
- влаштування паль-колон (буронабивних паль);
- видалення ґрунту із міжпального простору;
- послідовне влаштування монолітних перекриттів із об'єднанням паль-колон та влаштування технологічних отворів;
- влаштування фундаментної плити (ростверку).

Роботи зі зведення наземної частини починаються після досягнення проектної міцності монолітного перекриття першого підземного поверху.

Технологічний регламент влаштування паль-колон передбачає точність буріння свердловин із відхиленням у межах $1/200$ глибини та розташування в плані із допусками ± 5 см. Це досягається шляхом влаштування спеціальних форшахт і сучасного бурильного обладнання. Для монтажу армокаркасів застосовуються спеціальні кондук-

тори із гідравлічними домкратами, які забезпечують точність розміщення їх у плані і за глибиною. На фото рис. 12.2 представлено етап установки армокаркасу палі-колони у форшахту та його переміщення спеціальними домкратами точно в проектне положення.



Рис. 12.2. Установка армокаркасу палі-колони в проектне положення

Для унеможливлення переміщення верхньої частини армокаркасів від проектного положення їх фіксують до закладних деталей форшахти.

Монтаж армокаркасів виконується із застосуванням самохідних кранів із телескопічною стрілою (рис. 12.3).

Надійність стикових з'єднань контролюється ультразвуковим, електромагнітним або іншими неруйнівними методами та підтверджується актами випробувань.

При досягненні міцності бетону покриття першого підземного поверху в межах 70-80 % починається виконання земляних робіт. Технологія їх виконання в стислих умовах підземного простору передбачає розбивку площі перекриття кожного поверху на ділянки, кожна з яких має технологічний отвір для виїмки ґрунту за допомогою екскаватора із грейферним ковшем та телескопічною рукояттю із вертикальними вставками. Ґрунт завантажується в автотранспорт і транспортується за межі будівельного майданчика. Для виїмки ґрунту за межами зони дії грейферного екскаватора використовуються

комплекти машин на базі малогабаритного екскаватора, оснащеного бульдозерним ножом, навантажувачі та інша мінітехніка.



Рис. 12.3. Монтаж краном армокаркасу палі-колони в проектне положення

За допомогою цих засобів механізації ґрунт переміщується в зону роботи екскаватора. Провідним процесом при цьому є екскавація ґрунту із завантаженням його в транспортні засоби. На фото рис. 12.4 та 12.5 представлено процеси розробки ґрунту малогабаритною технікою під влаштованим перекриттям та його екскавації грейфером на поверхню в процесі будівництва підземної частини будівлі за технологією "top-down" («вверх-вниз»).

Технологічний процес влаштування міжповерхових перекриттів включає розробку ґрунту, підготовку основи під монолітне перекриття, армування й укладання бетонної суміші. Особлива увага приділяється армуванню зон сполучення із колонами та вібраційному ущільненню бетонної суміші в процесі укладання бетону. На фото рис. 12.6 зображено вузол з'єднання арматури перекриття з палею-колоною. З'єднання арматурного каркаса з колонами здійснювалося за допомогою комірців з опорними майданчиками.



Рис. 12.4. Розробка ґрунту малогабаритною технікою під влаштованим перекриттям



Рис. 12.5. Екскавація ґрунту грейфером з під влаштованого перекриття

Подавання та укладання бетонної суміші здійснюються бетононасосами, які розташовуються на перекритті першого підземного поверху, через технологічні отвори для бетоноводів. Для виконання робіт зі зведення перекриттів розробляється технологічний регламент.



Рис. 12.6. Вузол з'єднання арматури перекриття з палею-колоною

Ядра жорсткості підземної частини будинку влаштовуються методом наросування із забезпеченням монолітності з'єднань із перекриттям. Для цього застосовується дрібнощитова опалубка з армуванням окремими стрижнями.

Влаштування фундаментної плити включає технологічні процеси ущільнення основи, влаштування бетонної підготовки, горизонтальної гідроізоляції та армування.

Влаштування масивних фундаментних плит виконувалося методом похилого бетонування з подачею бетонної суміші бетононасосами із розгалуженою мережею бетоноводів та обов'язковим ущільненням глибинними вібраторами. Бетонування повинно здійснюватися безперервним способом за спеціально розробленим технологічним регламентом.

Технологічний регламент включає схему розміщення трубопроводного транспорту та установку термопар для контролю температури тверднучого бетону. У залежності від температурних умов після закінчення бетонування поверхня бетонної плити теплоізолюється або зволожується.

При досягненні міцності перекриття над першим надземним поверхом не менше 70 % проектної міцності здійснювалося монтажу самопідйомних кранів, розподільної стріли бетононасоса та іншого вантажопідйомного обладнання, яке необхідне для організації безперервного технологічного процесу.

Ядро жорсткості зводиться із застосуванням щитової або самопідйомної опалубки. Процеси армування і бетонування здійснюються окремими технологічними потоками шляхом розбивання на захватки із відповідними обсягами робіт та трудовитратами.

Для високоміцних бетонів класу C50/60 і вище розпалублення конструкцій здійснювалося при досягненні бетоном не менше 30 % проектної міцності.

Зведення вертикальних і горизонтальних конструкцій (колон і плит перекриттів) здійснювалося окремими технологічними потоками за допомогою спеціалізованих бригад робітників. Розбивка на захватки дозволяє суміщати процеси зведення вертикальних і горизонтальних конструкцій із оптимальною продуктивністю. При цьому інтенсивність влаштування зазначених елементів не повинна перевищувати швидкості зведення ядра жорсткості.

Для зведення ядра жорсткості, вертикальних і горизонтальних конструкцій розробляється проект виконання робіт і технологічні регламенти, які включають послідовність робіт, тривалість циклів, технологічний і інструментальний контроль набирання міцності бетону, геодезичне забезпечення точності зведення конструкцій та інші роботи.

12.2 Використання дискового варіанту закріплення огорожень стін котлованів при улаштуванні заглиблених споруд за технологією «TOP-DOWN»

Досвід використання технології будівництва методом «TOP-DOWN» та його варіанту «зверху-вниз» підтверджує його ефективність.

Метод «зверху-вниз» передбачає одночасне облаштування котловану, підземного простору і фундаменту будівлі. Принцип технології

«зверху-вниз» полягає в улаштуванні огороджування котловану, як правило, з буросікучих паль або методом стіни в ґрунті, з поверхні землі і порівневим по мірі розробки котловану під захистом раніше влаштованого покриття або перекриття бетонуванням чергових перекриттів, які працюють як розпірки під час будівництва. Перекриття під час улаштування опираються на стіну в ґрунті та раніше влаштовані бурові колони (палі-колони). При цьому бурові колони можуть бути виконані і як тимчасові, з урахуванням навантажень тільки на період будівництва, так і як постійні конструкції з урахуванням навантажень і на період експлуатації.

Після набору бетоном кожного чергового перекриття достатньої міцності проводиться подальша виїмка ґрунту до рівня фундаментної плити, який грейфером подається на поверхню через заздалегідь залишені технологічні отвори в перекриттях верхніх поверхів. З рівня зведених перекриттів одночасно з виїмкою ґрунту на нижніх рівнях для висотної частини будівлі можливо будівництво надземної частини. Одночасне будівництво вгору і вниз в англійських країнах називається «TOP-DOWN», будівництво вниз з поверхні землі – «UP-DOWN». На рис. 12.7 представлено схему одного з варіантів улаштування підземної частини споруди за технологією «UP-DOWN» з варіантом дискового закріплення огороджуючих конструкцій котловану.

Такий варіант будівництва є досить ефективним, оскільки при його реалізації не влаштовується все перекриття з невеликими технологічними отворами для екскавації ґрунту і подачі матеріалів для улаштування кожного чергового перекриття по мірі заглиблення котловану. Влаштовується тільки частина перекриття безпосередньо біля огорожувальних стін котловану. Розмір такої частини перекриття визначається розрахунком за умови забезпечення стійкості огорожувальних стін без додаткового їх анкерування. Влаштована частина перекриття по суті виконує роль тимчасових розпірок. При реалізації цього варіанту значно підвищується продуктивність роботи землерийної техніки, бо є можливість на вільному просторі середньої частини котловану використовувати не малогабаритні, а більш потужні землерийні і землерийно-транспортні машини. А після улаштування котловану основну частину підземної споруди можна влаштовувати за технологією знизу вгору. При наявності такого відкритого простору без поперечних розпірок також забезпечується значно вища продуктивність.



Рис. 12.7. Схема улаштування підземної частини споруди за технологією «UP-DOWN» з частковим улаштуванням перекриття для дискової розпірної системи

Основною сферою застосування методу «TOP-DOWN» являється облаштування глибоких котлованів в центральних районах великих міст. Цей метод ефективно використовується при неможливості облаштування анкерів в ґрунті внаслідок обмежених ґрунтових умов, наявної розвиненої підземної частини на сусідніх ділянках або нерегульованих юридичних взаємовідносинах з власниками сусідніх ділянок. Крім того, цей метод використовується при невисоких допустимих деформаціях сусідніх будівель і споруд. Безперечною перевагою методу «TOP-DOWN» являється прискорений темп будівництва при облаштуванні висотної частини.

На рис. 12.8 представлено фото влаштованого котловану з дисковим закріпленням його огорожувальної конструкції. Практично весь внутрішній простір котловану вільний при надійному закріпленні стінок. Влаштовані диски є частиною перекриття, які влаштовувалися по мірі розробки котловану за технологією «зверху-вниз». Вони забезпечують стійкість огорожуючих стінок котловану без додаткового улаштування анкерів або розпірок на кожному етапі розробки ґрунту, в тому числі на максимальній глибині.

Основна внутрішня частина перекрить буде влаштовуватися за технологією знизу вверху. При відкритому просторі цієї частини котловану продуктивність таких робіт значно вища, ніж при їх виконанні за технологією «зверху-вниз» в стиснених умовах під захистом раніше влаштованого перекриття. За цією ж технологією знизу вверху можуть влаштовуватися і в'їзди на кожен поверх, ліфто-сходова частина та інші конструкції підземної стоянки, що значно спрощує технологію їх улаштування, а отже скорочуються терміни та вартість виконання робіт.

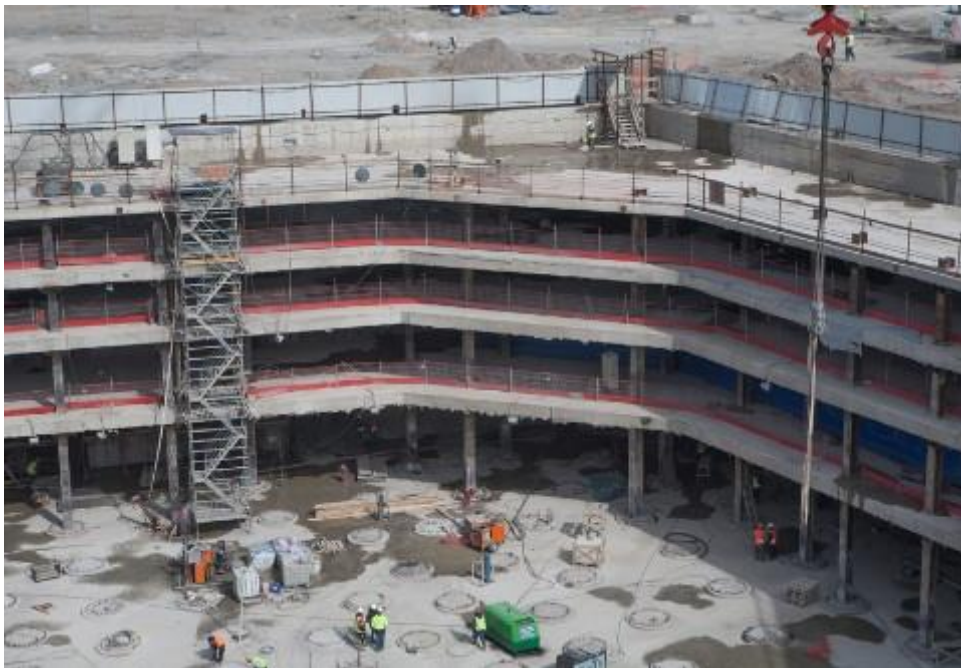


Рис. 12.8. Загальний вигляд влаштованого котловану з дисковим варіантом забезпечення стійкості огорожуючих конструкцій

На рис. 12.9 представлено фото етапів улаштування багаторівневих підземних автостоянок з дисковим варіантом закріплення огорожуючих конструкцій та використання частини влаштованих покриттів для проїзду транспорту та розміщення на них будівельної техніки. Частина покриттів та перекриттів влаштована не тільки по периметру котловану, але й посередині підземної стоянки. Такий варіант виконання частини робіт за технологією «зверху-вниз» забезпечує підвищену стійкість влаштовуваних конструкцій, ефективніше використання будівельної техніки та відповідне скорочення термінів улаштування котловану. Після завершення розробки котловану вся інша час-

тина підземного паркінгу буде влаштовуватися за технологією знизу вгору, забезпечуючи вищу продуктивність, ніж за технологією «зверху-вниз».



Рис. 12.9. Улаштування котловану під захистом огорожуючих стін, стійкість яких забезпечується улаштуванням частини перекриттів за технологією «зверху-вниз»

Розрахунок конструкцій такої підземної частини будівлі повинен робитися з урахуванням усіх можливих навантажень та впливів від будівельно-монтажних процесів з урахуванням черговості виконання робіт та експлуатаційних навантажень і впливів. Тобто на кожному етапі улаштування підземної частини будівлі, коли змінюються навантаження і впливи на конструкцію, яка влаштовується, необхідно проводити розрахунок і пропонувати відповідні конструктивні рішення.

Такі конструктивні рішення повинні забезпечувати надійність і стійкість не тільки конструкцій, які влаштовуються, але й тих, які знаходяться поруч. Необхідно також в процесі виконання таких будівельно-монтажних робіт проводити постійний моніторинг конструкцій будівлі, яка зводиться, і тих що знаходяться поруч. Закладена в розрахунках черговість робіт повинна чітко витримуватися під час виконання робіт. У разі розбіжності між результатами моніторингу щодо визначених вимірюванням деформацій і прогнозованими за результатами розрахунків, будівництво необхідно припинити, вияснити причини і тільки після їх усунення, за розробленими проектувальниками рішеннями, продовжувати виконання робіт.

При будівництві за методом «зверху-вниз» огорожування котловану використовується згодом як несуча конструкція. Під час будівництва і експлуатації будівлі повинна забезпечуватися передача навантаження від кріплення котловану на перекриття і навпаки.

Особливим конструктивним елементом при будівництві «зверху-вниз» є бурові колони (палі-колони). При облаштуванні цих колон з поверхні землі особливо важлива їх вертикальна установка і обмеження відхилення від осі. В зв'язку з цим бурові колони часто робляться із сталевих профілів меншого перерізу, ніж колони в кінцевому варіанті. У разі великих відхилень вони можуть служити як тимчасові конструкції, при відхиленнях в допустимих рамках вони можуть входити в переріз постійної конструкції колони. Можливе використання готових або напівготових залізобетонних колон, а окремих випадках підсилених металевою трубою каркасів, що вирівнюються при зануренні за допомогою гідравлічних домкратів. Для контролю їх розташування використовуються інклінометри.

Виробництво робіт за методом «зверху-вниз» внаслідок необхідності підтримувати перекриття, яке працює як розпірки під час будівництва, необхідне облаштування палевого або палево-плитного фу-

ндаменту. Оскільки улаштування огорожування котловану, фундаменту, виїмка ґрунту і будівництво підземних поверхів, а також часто і надземних конструкцій ведеться паралельно в часі, потрібна тісна співпраця між проектувальниками, підрядниками і замовником.

При багатьох перевагах методу будівництва «зверху-вниз» він у більшості випадків веде до дорожчання будівельного виробництва в порівнянні з будівництвом у відкритому котловані. Але часто в складних гідрогеологічних умовах та при ущільненій міській забудові може бути єдиною можливим варіантом будівництва об'єкта. Виробництво часто ускладнюється великою кількістю логічних залежностей, таким чином, ускладнюється паралельне ведення різних видів робіт. Особливою складністю є організація постачання і логістики при подібному виді робіт. Необхідно відмітити, що облаштування котловану по методу «зверху-вниз» вимагає високої кваліфікації підрядника і детального проектного опрацювання досвідченими спеціалістами.

Улаштування котловану по методу «зверху-вниз» вважається одним з найскладніших видів будівельного виробництва з геотехнічної точки зору, тому обов'язково необхідно передбачати комплексну програму моніторингу під час будівництва. Моніторинг необхідно вести як за конструкціями, які влаштовуються, так і за будівлями, спорудами та комунікаціями, які знаходяться в межах впливу будівлі, яка зводиться.

12.3 Конструкція та технологія улаштування бурових колон

Бурова колона представляє собою бурову опору у вигляді залізобетонної колони, що включає замонолічений бетонною сумішшю арматурний каркас і закладні деталі, складається з верхньої опорної і нижньої фундаментної частин. По суті це різновид палі-колони.

Проектування, конструювання, улаштування, випробування, контроль якості та приймання завершених робіт таких бурових опор необхідно виконувати, як і бурових паль, у відповідності до вимог викладених в нормативному документі «Руководство по проектированию и устройству фундаментов из буронабивных свай и опор колон». Особливості улаштування опорних колон наступні.

При зведенні поодиноких бурових опор під колони каркасних будівель особлива увага повинна приділятися забезпеченню точності розбиття і закріпленню осей опор, виключенню відхилень від проек-

тного положення в плані і по вертикальній осі, а також якості нижніх і верхніх розширень.

В цілях збільшення опору ґрунту дії горизонтальних і моментних навантажень у верхній частині ствола слід конструювати розширення круглого або прямокутного перерізу сполучення з колоною.

При неможливості розбурювання верхнього розширення із-за обвалення стінок свердловин замість буріння допускається улаштування місцевого приямка екскаватором з подальшим використанням інвентарної опалубки або збірного залізобетонного порожнистого елемента для бетонування верхнього розширення.

Армування бурових опор може бути здійснене двома окремими каркасами або одним цілісним каркасом.

В процесі використання бурових опор удосконалювалися їх конструкція та технологія улаштування. Одним з таких удосконалених варіантів є запропонована П.Б. Юркевичем конструкція та технологія улаштування названої автором бурової колони за патентом РФ 2229557.

Така бурова колона і спосіб її зведення може використовуватися у будівництві, особливо в обмежених умовах, і відноситься до елементів і способів монолітного зведення елементів будівель і споруд, а саме опорних залізобетонних елементів, зокрема бурової опори. Запропоноване конструктивно-технологічне рішення забезпечує підвищення точності по вертикалі при установці опорних фундаментних несучих конструкцій будівлі і можливість зведення будівлі, споруди одночасно вгору і вниз нижче нульової відмітки. Залізобетонна колона містить замонолічений бетонною сумішшю остов, що включає арматуру і вузли зв'язку. Армокаркас колони виконувалося з можливістю установки його у бурову свердловину, складається з верхньої опорної і нижньої фундаментної частин, її основні елементи зображені на рис.12.10.

Остов виконаний у вигляді конструкції арматурного каркаса колони, розміщеної в незнімній опалубці. Вузли зв'язку розміщені у верхній опорній частині колони в рівнях відміток фундаментної плити і відміток плит перекриття закладними деталями у вигляді замкнутих контурів з ребрами жорсткості, в основі колона забезпечена приопорною камерою і фіксаторами. Незнімна опалубка виконана з труби круглого перерізу і розміщена у верхній опорній частині колони.

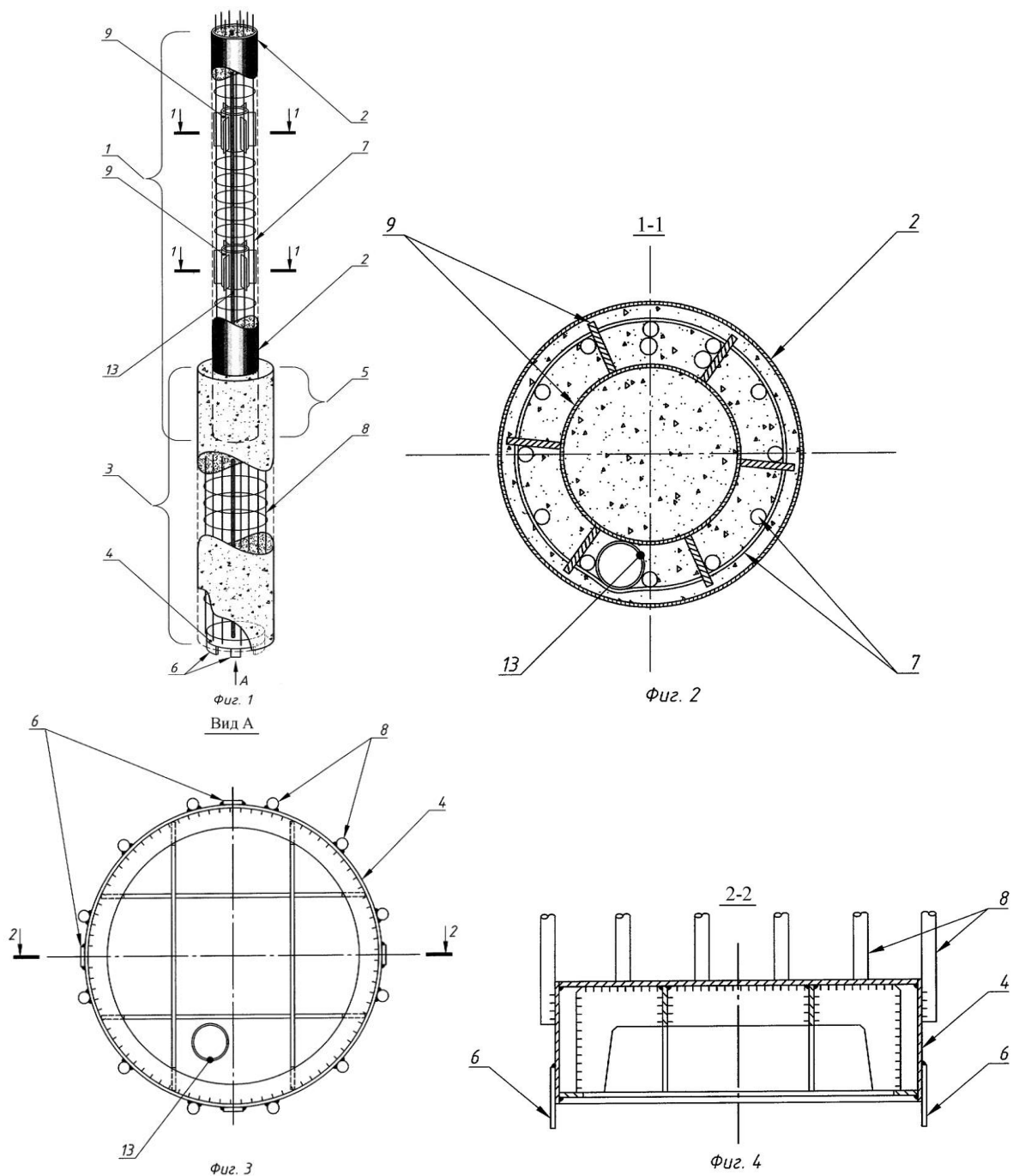


Рис. 12.10. Основні конструктивні елементи бурової колони:
 1 - верхня опорна частина колони, 2 - незнімна опалубка, 3 - нижня фундаментна частина колони, 4 - опорна камера, 5 – бетон нижньої частини колони, 6 - фіксатори, 7 - арматурний каркас (верхня частина), 8 - арматурний каркас (нижня частина), 9 - закладна деталь з радіальними ребрами, 13 - технологічний трубопровід для виконання розширення і цементації ґрунтової основи

Арматурний каркас розміщений по всій довжині колони разом з його закладними елементами. Зважаючи на великі габаритні розміри

каркас бурової колони, як правило, виготовляється безпосередньо на будівельному майданчику і монтується краном в пробурену свердловину відповідних розмірів. Спосіб зведення бурової залізобетонної колони включає операції виготовлення остову колони з арматури, незнімної опалубки і закладних деталей, буріння свердловини, монтажу виготовленого остову колони у свердловину в проектне положення з фіксацією в проектному положенні і послідовним замонолічуванням.

При зведенні колони поєднують операції виготовлення і установки виготовленого остову колони в проектне положення. На рис. 12.11 представлена послідовність улаштування бурової колони.

Бурять свердловину діаметром дещо більшим діаметра каркаса для забезпечення необхідного захисного шару для арматури нижньої частини колони. Занурюють остов колони вертикально у свердловину, вертикально центрують з компенсацією ексцентриситету і фіксують верхню частину від горизонтальних зміщень. Вертикально опускають на основу свердловини з фіксацією нижньої частини фіксаторами. Замонолічують бетоном від низу до верху нижню фундаментну частину колони і внутрішню частину незнімної частини опалубки верхньої опорної частини колони. Після замонолічування здійснюють розширення і цементацію ґрунтової основи, через технологічний трубопровід, що розміщується усередині арматурного каркаса. Простір між незнімною опалубкою і стінками свердловини верхньої опорної частини заповнюють зернистим матеріалом.

Для забезпечення зв'язку бурової колони з плитами перекриттів підземних поверхів і фундаментною плитою в арматурному каркасі верхньої частини (див. рис. 12.10, поз. 7) встановлені закладні деталі (див. рис. 12.10, поз. 9) у вигляді труб меншого діаметру з радіально привареними ребрами жорсткості. Діаметр закладних труб менше діаметру незнімної труби-опалубки (див. рис. 12.10, поз. 2), кільцеві врізані консолі призначені для приєднання до них зварюванням арматури перекриттів і фундаментної плити. Через ці закладні деталі забезпечується надійне з'єднання арматури перекриттів і фундаментної плити, а після бетонування їх обпирання на колону. Таке з'єднання з захисним шаром бетону забезпечує необхідну для підземних споруд вогнестійкість несучих конструкцій.

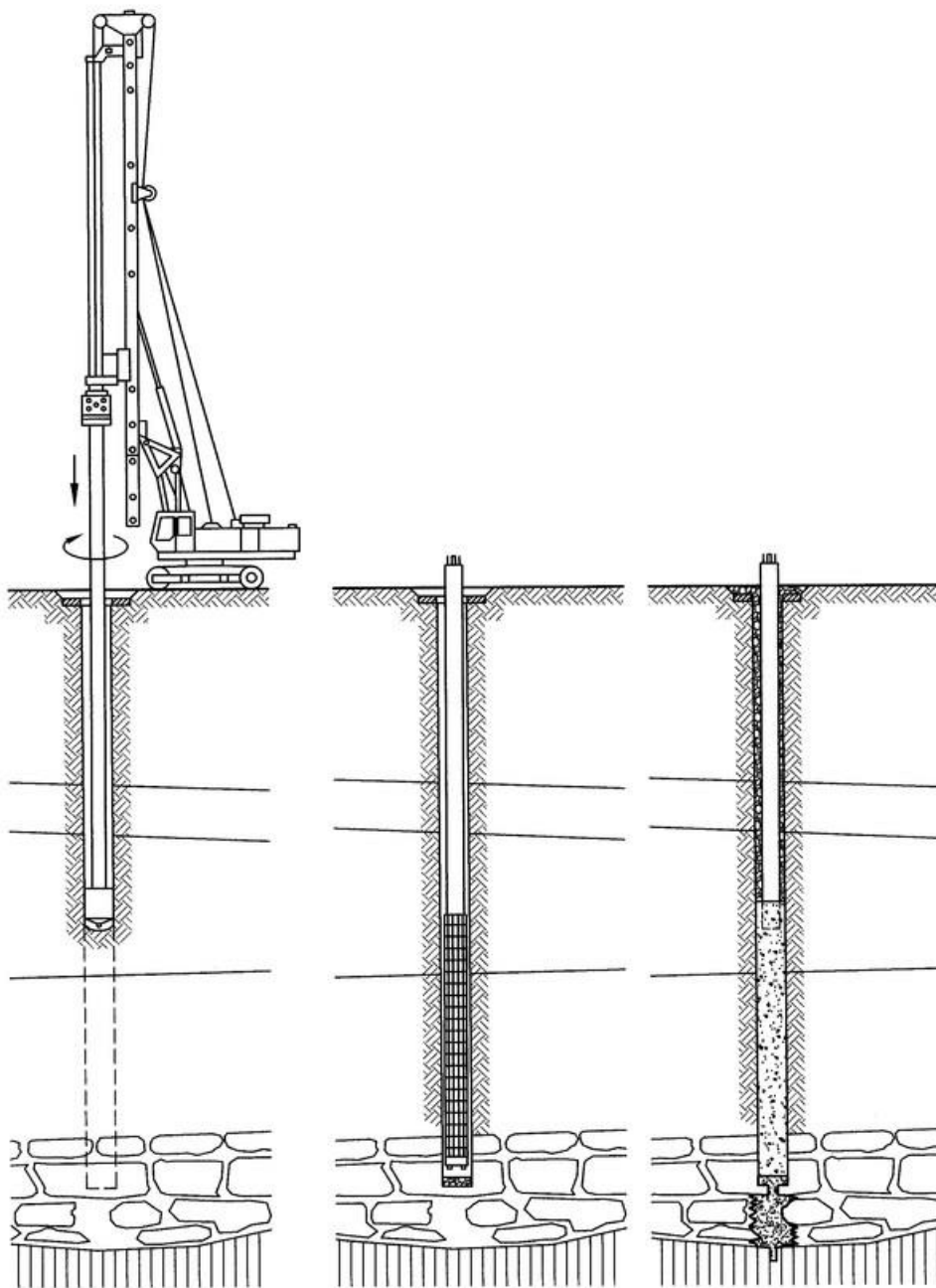
101112

Рис. 12.11. Послідовність улаштування бурової колони: 10 - буріння свердловини, 11 - занурення і центрування арматурного каркаса, 12 - замонолічування колони

Радіально приварені до закладної труби ребра жорсткості компенсують послаблення несучої здатності колони під час вирубування бетону при виконанні опорних врізних консолей вузлів зв'язку з перекриттями і фундаментною плитою. Ребра жорсткості служать також для співісного стикування подовжніх робочих стрижнів верхньої

частини арматурного каркаса колони (див. рис. 12.10, поз. 7) між собою способом електрозварювання.

Нижня частина арматурного каркаса колони (див. рис. 12.10, поз. 8) забезпечується приопорною камерою (див. рис. 12.10, поз. 4) з фіксаторами (див. рис. 12.10, поз. 6) для закріплення нижньої частини арматурного каркаса колони (див. рис. 12.10, поз. 8) від горизонтальних зміщень як на завершальній стадії монтажу цілісного арматурного каркаса у буровій свердловині, так і в процесі замонолічування колони.

Приопорна камера (див. рис. 12.10, поз. 4) дозволяє виключити перемішування бетонної суміші в процесі замонолічування колони методом труби, що вертикально-переміщається усередині арматурного каркаса (див. рис. 12.10, поз. 7, 8), з буровим шламом, який осів на дно свердловини, а також дозволяє виконати розширення і цементацію для забезпечення високої несучої здатності колони по ґрунтовій основі. Приопорна камера (див. рис. 12.10, поз. 4) розраховується на сумарний тиск стовпа бетонної суміші, ваги цілісного арматурного каркаса (див. рис. 12.10, поз. 7, 8), а також ваги засипки зернистим матеріалом (гравієм або щебенем) проміжку між стінками свердловини і трубою-опалубкою (див. рис. 12.10, поз. 2).

Усередині верхньої і нижньої частин (див. рис. 12.10, поз. 7, 8) арматурного каркаса колони закладається наскрізний технологічний трубопровід (див. рис. 12.10, поз. 13), верх якого виведений вище за голову колони, що зводиться, а низ - в приопорну камеру (див. рис. 12.10, поз. 4). Технологічний трубопровід (див. рис. 12.10, поз. 13) служить для перевірки інклінометром вертикальності положення цілісного арматурного каркаса на монтажі, індивідуальної уточнювальної геологорозвідки, промивання приопорної камери (див. рис. 12.10, поз. 4) від бурового шламу, а також утворення розширеної підошви і цементації ґрунтової основи.

Індивідуальна уточнювальна геологорозвідка, яка виконувалося через технологічний трубопровід (див. рис. 12.10, поз. 13) в основі бурової колони, дозволяє оцінити реальну геологічну будову і несучу здатність ґрунтівбезпосередньо в її основі, при необхідності вжити заходи щодо підвищення несучої здатності, виключити ризик використання бурових колон при зведенні конструкцій будівель одночасно вгору і вниз нижче нульової відмітки.

Об'єм підстиляючого шару з гравію або щебеню в опорній нижній частині колони розраховується після виміру глибини пробуреної свердловини. Трамбування зернистого підстиляючого матеріалу виконувалося з використанням стандартного навісного бурового устаткування. Потім робиться повторний вимір глибини свердловини і при необхідності повторне його трамбування.

Після улаштування таким підсипанням і трамбуванням підстиляючого шару на проектній позначці виконувалося занурення (див. рис. 12.11 поз. 11) цілісного арматурного каркаса (див. рис. 12.10, поз. 2, 7, 8) у свердловину автомобільним краном з необхідними для цих цілей характеристиками.

Занурений арматурний каркас (див. рис. 12.10, поз. 2, 7, 8) за допомогою опорної (призабійної) камери (див. рис. 12.10, поз. 4) спирається на дно бурової свердловини, засипане трамбованим зернистим матеріалом до проектної позначки, і фіксатори (див. рис. 12.10, поз. 6) вриваються в нього. Потім над головою верхньої частини арматурного каркаса (див. рис. 12.10, поз. 2, 7) колони встановлюється інвентарний центруючий кондуктор, обладнаний системою горизонтальних і вертикальних гідродомкратів. Опорна рама центруючого кондуктора тимчасово жорстко фіксується у форшахті.

Центруванню (див. рис. 12.11, поз. 11) цілісного арматурного каркаса (див. рис. 12.10, поз. 2, 7, 8) передують підйом каркаса вертикальними гідродомкратами кондуктора на невелику висоту, щоб каркас відірвався від опорної частини свердловини і вільно завис у свердловині, займаючи вертикальне положення під дією власної сили тяжіння. Компенсація ексцентриситету проекції геометричної осі і проекції осі центру мас досягається конструкцією арматурного каркаса (див. рис. 12.10, поз. 7, 8).

Центрування (див. рис. 12.11, поз. 11) арматурного каркаса в плані виконувалося системою горизонтальних гідродомкратів. Завершальною операцією центрування є перевірка вертикальності цілісного арматурного каркаса (див. рис. 12.10, поз. 2, 1, 8) за допомогою інклінометра, що встановлюється в технологічному трубопроводі (див. рис. 12.10, поз. 13).

Потім вивірений в плані каркас колони за допомогою вертикальних гідродомкратів кондуктора синхронно занурюється на дно свердловини. Фіксатори (див. рис. 12.10, поз. 6) опорної камери (див. рис. 12.10, поз. 4) при цьому вриваються в засипку із зернистого матеріалу

на дні свердловини, фіксуючи таким чином нижню частину арматурного каркаса (див. рис. 12.10, поз. 8) від зміщення в процесі замонолічування.

Замонолічування (див. рис. 12.11, поз. 12) колони робиться безперервно методом вертикально переміщуваної бетонолитної труби усередині цілісного арматурного каркаса (див. рис. 12.10, поз. 7, 8) з паралельним тампонажем (засипкою) зернистим матеріалом (щебенем або гравієм фракції 40-70 мм) проміжку між незнімною трубою-опалубкою (див. рис. 12.10, поз. 2) і стінками свердловини. Тампонаж починається після завершення замонолічування нижньої частини арматурного каркаса (див. рис. 12.10, поз. 8) і проводиться паралельно із замонолічуванням верхньої частини арматурного каркаса (див. рис. 12.10, поз. 7). Заздалегідь жорстко закріплюється на форшахті верхня частина арматурного каркаса (див. рис. 12.10, поз. 2, 7) і знімається інвентарний центруючий кондуктор.

Після зведення бурової колони через технологічний трубопровід, торці якого на час замонолічування колони заглушені дерев'яними або гіпсовими пробками, робиться індивідуальна уточнювальна геологорозвідка в її основі.

Така додаткова геологорозвідка на додаток до вказаного технічного результату дозволяє виключити ризик неприпустимого осідання колони через невідповідність реальних геологічних умов прийнятим в проекті, а також прийняти правильне рішення у будівельних умовах з потреби і величини розширення і цементації ґрунтової основи колони для гарантії несучої здатності при будівництві будівель і споруд одночасно вгору і вниз нижче нульової відмітки.

Технологічний трубопровід (див. рис. 12.10, поз. 13), виведений нижче опорної камери (див. рис. 12.10, поз. 4), дозволяє зробити промивання бурового шламу, що осів на дні свердловини і залишається в камері після замонолічування колони, і забезпечує виконання опресовування цементації основи, якщо не потрібно виконання розширення або більшого об'єму робіт із цементації основи.

Запропонований спосіб зведення бурової колони забезпечує точність виконання бурової залізобетонної колони з відхиленням її осі від вертикалі не більше 1:500 і ± 5 мм - в плані.

Поєднання в єдиній конструкції функцій фундаментного елемента і вертикального несучого елемента будівлі або споруди і спосіб зведення колони підвищують точність монтажу, а також забезпечу-

ють універсальність і дозволяють одночасно (паралельно) і/або послідовно (у будь-якій послідовності) виконувати роботи вище і нижче нульової земляної відмітки.

Точність виконання колон (відхилення від вертикалі не більше 1:500) досягається за рахунок використання власної сили тяжіння цілісних арматурних каркасів діаметром 720/980 мм при їх centruванні у свердловинах діаметром 1,2 м, пробурених під захистом бентонітового розчину. З урахуванням конструкції вузлів сполучення бурових колон з перекриттями підземних поверхів і фундаментною плитою проектом був встановлений допуск на відхилення осі колон від вертикалі не більше 1:500, допуск по висотному відхиленню голів колон ± 100 мм.

Верхня частина кожного арматурного каркаса вставлялася в невитягувану (незнімну) сталеву трубу-опалубку діаметром 720 мм. Нижня частина збиралася з арматурних стрижнів на основі сталевих кілець діаметром 920 мм і забезпечувалася опорною камерою.

Після набору бетоном бурових колон необхідної міцності робилася індивідуальна уточнювальна геологорозвідка в їх основі. Для цієї мети використовувалися закладні труби, виведені в опорну камеру і заздалегідь заглушені дерев'яними пробками.

Зведення першого ж десятка бурових колон довело правильність концептуального підходу до забезпечення їх несучої здатності по основі в складних геологічних умовах. Як показали дані індивідуальної геологорозвідки, виконаної в основах колон, фактична геологічна будова часто істотно відрізнялася від даних попередньої георозвідки, зробленої досить детально. Місцями покрівля зруйнованих вапняків, мергелів і доломітів мала провали (глибиною до 4 м) між великими напівскельними блоками, заповнені мергелистими глинами і вапняним борошном. Підтвердилося і припущення щодо досить великої кількості бурового шламу, що осідає на дні свердловин і про складність його видалення з такої глибини звичайними методами. За результатами індивідуальної геологорозвідки приймалося рішення про глибину виконання розширення підосви кожної колони шляхом розмиву ґрунтів і міжблокових прошарків струменем води під тиском і подальшою струминною цементациєю.

Для сполучення бурових колон з плитами перекриттів підземних поверхів розроблені принципово нові, конструктивно уніфіковані,

прості і надійні на всіх стадіях будівництва, вогнетривкі при експлуатації підземних споруд вузли.

Завдяки спеціальній конструкції і технології зведення бурові колони мають високу несучу здатність і низьку деформативність по основі. При мінімальних впливах в процесі їх улаштування на навколишні будівлі і споруди максимально скорочується термін будівництва, оскільки цей спосіб дозволяє одночасно розробляти ґрунт під захистом монолітних залізобетонних перекриттів підземних поверхів і зводити несучі конструкції наземних поверхів.

Розглянутий варіант конструкції і улаштування бурових колон може ефективно використовуватися при необхідності передавання на них значних навантажень від висотних будівель, в яких підземний простір використовується для улаштування автомобільних стоянок. Крім того такі колони ефективні також в стилобатних підземних частинах будівель з підземними автостоянками, над якими передбачається рух важкого автомобільного транспорту, та інших аналогічних випадках зі значним навантаженням на покриття стилобатної частини будівлі.

Якщо ж такі значні навантаження не передбачаються, то опорні колони можуть мати значно спрощену конструкцію. Їх можна, наприклад, влаштовувати за технологією буро-ін'єкційних паль або інших ефективних технологій улаштування паль, але деякі конструктивні особливості бурових колон можна використовувати. Наприклад, розміщення в каркасі закладних деталей для послідуєчого обпірання перекриття та фундаментної плити.

В залежності від конкретних умов будівництва, зокрема гідрогеологічних умов, можуть використовуватися різні варіанти конструктивно-технологічного рішення опорних колон. Як варіант, можуть використовуватися і металеві з прокатного профілю, які в процесі подальших робіт можуть омонолічуватися, використовуючи таку металеву опору як жорстку арматуру.

Розглянутий варіант конструкції та технології улаштування бурової колони може розглядатися як приклад творчого інженерного підходу до вирішення конкретних завдань будівництва в складних гідрогеологічних умовах при необхідності передачі на основу значних навантажень, ефективного використання підземного простору та скорочення термінів виконання робіт.

Питання для самоконтролю.

1. Які базові принципи технології спорудження висотних будинків методом «вгору-вниз»?
2. Які основні переваги технології спорудження висотних будинків методом «вгору-вниз»?
3. Які основні технологічні етапи улаштування нульового циклу за технологією «вгору-вниз»?
4. Що включає технологічний процес влаштування міжповерхових перекриттів нульового циклу за технологією «зверху-вниз»?
5. Яка техніка використовується для виїмки ґрунту з під перекриття за межами зони дії грейферного екскаватора в процесі влаштування міжповерхових перекриттів нульового циклу за технологією «зверху-вниз»?
6. Яка суть технології «зверху-вниз»?
7. Яка можливість реалізується при будівництві за технологією «TOP-DOWN» («вгору-вниз»)?
8. З якою метою по мірі розробки котловану за технологією «зверху-вниз» влаштовуються диски, які є частиною перекриття?
9. Які навантаження та впливи необхідно враховувати при розрахунку конструкцій підземної частини будівлі, яка влаштовується за технологією «зверху-вниз»?
10. Які операції та в якій послідовності необхідно проводити в процесі виконання будівельно-монтажних робіт за технологією «TOP-DOWN» («вгору-вниз»)?
11. Де розміщується незнімна опалубка з труби круглого перерізу в буровій колонії?
12. Де розміщуються закладні деталі з радіальними ребрами в буровій колонії?
13. З якою метою виконувалося індивідуальна уточнювальна геологорозвідка в основі бурової колонії?
14. Як виконувалося центрування арматурного каркаса бурової колонії в плані?
15. Як закріплюється в проектному положенні занурений арматурний каркас бурової колонії?

Тема 13. Досвід використання спеціальних технологій для улаштування підземних споруд в умовах ущільненої забудови

13.1 Ефективність анкерного закріплення огородження котловану за технологією «jet-grouting»

Розглянемо конкретний приклад закріплення огородження котловану з анкерним закріпленням за технологією «jet-grouting», який детально надано в статті К. Бикова «Применение технологии «jet-grouting» на строительстве многоэтажного гаража по ул. Мытной, вл. 66 в Москве».

Геологічний розріз на ділянці будівництва представлений товщею четвертинних піщаних відкладень потужністю до 20 м під 0,6-2,0 м шаром насипних ґрунтів, що включають піски з уламками цегли і будівельним сміттям. Ділянка будівництва відноситься до безпечного в карстовому відношенні, а отже сприятлива для струминної цементації ґрунтів, оскільки при закріпленні пісків досягається висока міцність ґрунтоцементу.

Гідрогеологічні умови ділянки будівництва характеризуються наявністю ґрунтових вод, розкритих при проведенні геологічних досліджень на відмітці, що перевищує дно котловану на 0,2 м.

Для зведення підземної частини гаража початковим проектом передбачалося традиційне і широко вживане рішення: обгороджування котловану з забурених з кроком 700 мм сталевих труб діаметром 325 x 8 мм із затягуванням з дощок. Розробка ґрунту в котловані намічалася із залишенням пристінних привантажувальних берм і їх доопрацюванням під захистом підкосів, які упиралися б в улаштувану в центральній частині котловану фундаментну плиту.

Проте, враховуючи сприятливі геологічні умови, вірогідність наявності під землею похоронених фундаментів, а так само в цілях зниження вартості і терміну виконання робіт, була запропонована конструкція огородження і постійного закріплення котловану із ґрунтоцементних паль, які влаштовуються за технологією «jet-grouting». За цією технологією пропонувалося улаштування огородження з вертикальних ґрунтоцементних паль та для їх додаткового закріплення розташованих під нахилом до горизонту анкерних паль.

Ця технологія, суть якої детально розглянута раніше, передбачає використання високошвидкісного напору струї рідкого цементного розчину за однокомпонентною технологією для локального руйнування і перемішування ґрунту з цим розчином з метою збільшення

його міцності, підвищення опору зрушенню і зниження деформативності. Принципова схема улаштування такого огороження представлена на рис. 13.1.

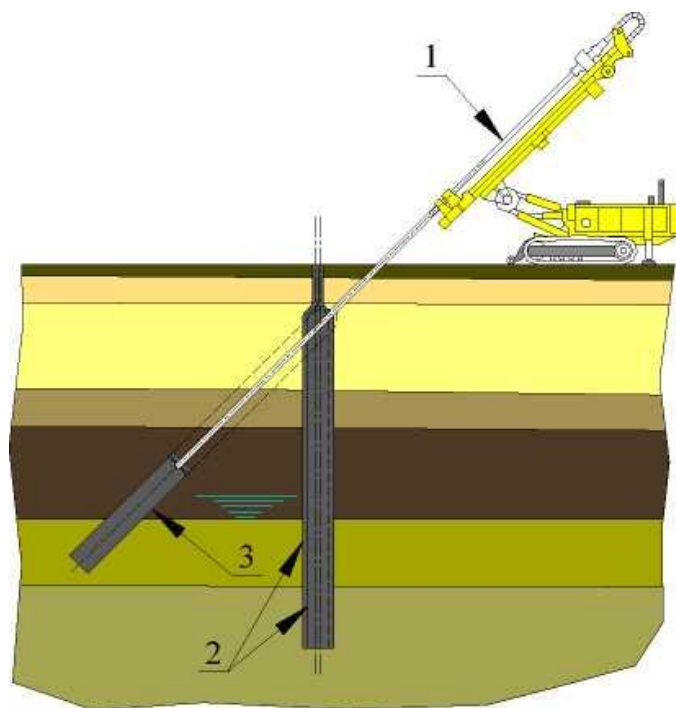


Рис. 13.1. Схема облаштування анкерної ґрунтоцементної палі за технологією «jet-grouting»: 1 - бурова установка RAPTOR TWS1400; 2 - вертикальні ґрунтоцементні палі обгороджування котловану; 3 - анкерна ґрунтоцементна паля постійного кріплення котловану

Зіставляючи вартість, трудомісткість і тривалість робіт по улаштуванню конструкції обгороджування котловану із сталевих забурених труб з дерев'яним затягуванням і тимчасовими металевими підкосами з обгороджуванням і постійним кріпленням котловану з вертикальних і анкерних ґрунтоцементних паль, замовник зупинився на пропозиції постійного кріплення котловану з ґрунтоцементних паль, що виконуються за технологією «jet-grouting».

Котлован глибиною 6,6 м мав в плані розміри 74,6 х 30,6 м (рис. 13.2). Спочатку розглядалася конструкція обгороджування з одного ряду сікущихся ґрунтоцементних паль діаметром 800 мм, розташованих з кроком 650 мм. Але, у зв'язку з відсутністю у вибраного підрядника досвіду облаштування паль такого діаметру, конструкція обгороджування була переглянута.



Рис. 13.2. Загальний вигляд котловану з огородженням за технологією «jet-grouting»

Грунтоцементні палі огородження котловану діаметром 700 мм завдовжки 9,1 м були прийняті вертикальними в два ряди і в шаховому порядку з міжосьовою відстанню між рядами 150 мм і відстанню між палями в кожному ряду - 1100 мм (рис. 13.3).

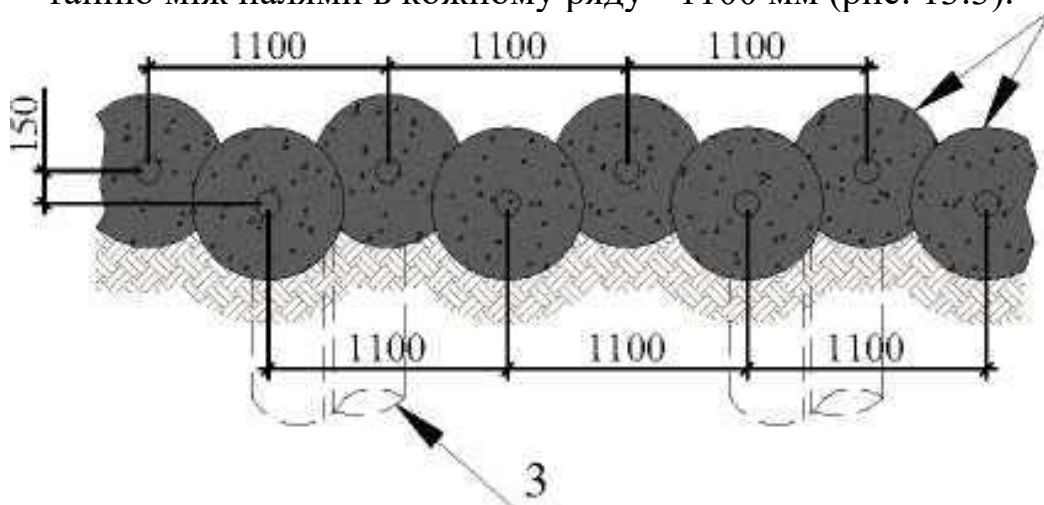


Рис. 13.3. Схема (план) розташування ґрунтоцементних сікущихся палей огородження котловану

Така схема розташування сікущихся ґрунтоцементних палей забезпечила підвищену жорсткість і стійкість огородження котловану без збільшення кількості палей при переході на менший їх діаметр. Зменшення при цьому величини взаємного перетину сусідніх палей не викликало побоювань, зважаючи на відсутність загрози випуску ґру-

нту в котлован при екскавації із-за можливих відхилень палей від вертикалі, оскільки рівень ґрунтових вод практично співпадав з його дном.

Ґрунтоцементні анкерні палі постійного кріплення котловану діаметром 700 мм завдовжки 8,7 м і 9,6 м прийняті з кроком 2200 мм похилими під кутом 45° і 30° до вертикалі відповідно.

Ґрунтоцементні палі обгороджування і постійного кріплення планувалося об'єднати по верху монолітною залізобетонною обв'язувальною балкою перерізом 900 х 600 мм, верх якої практично співпадав би з рівнем землі. Проте, у зв'язку з виниклими при узгодженні проекту труднощами, пов'язаними з наближенням похилих анкерних палей до існуючих комунікацій, виникла необхідність знизити відмітку верху палей і, відповідно, обв'язувальної балки на 1,3 м. Знизити при цьому відмітку будмайданчика без додаткових заходів по зміцненню огорожі, що обгороджує її, не представлялося можливим. Замість цього було запропоновано виконати над обв'язувальною балкою залізобетонну стіну до існуючого рівня землі із засипкою пазухи піском (Рис. 13.4).

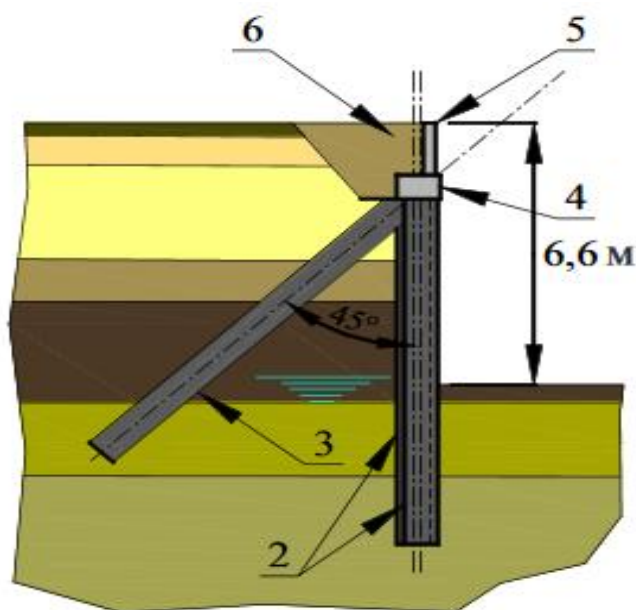


Рис. 13.4. Конструкція обгороджування і постійного кріплення котловану: 2 – вертикальні ґрунтоцементні палі огороження котловану; 3 – анкерна ґрунтоцементна паля постійного кріплення котловану; 4 – монолітна залізобетонна обв'язувальна балка ; 5 – залізобетонна стіна; 6 – зворотна засипка піском

Хоча таке рішення і викликало побоювання, що додатковий тиск

грунту засипки збільшить зусилля в обгороджуванні, розрахунки показали зворотне (Рис. 13.5). Виявилось, що навпаки така схема зі зниженим рівнем розташування анкерних паль дозволить понизити зусилля в обгороджуванні. Враховуючи спільну роботу подібних конструкцій з навколишнім ґрунтовим масивом, їх ефективно проектування без використання чисельних методів геомеханіки неможливе.

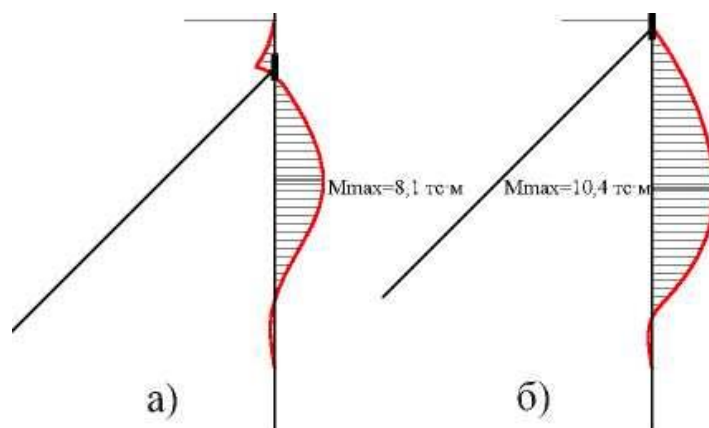


Рис. 13.5. Епюри максимальних згинальних моментів в обгороджуванні: а – при варіанті зі зниженим рівнем розташування обв'язувальної балки; б - при варіанті з розташуванням обв'язувальної балки в рівні землі

Армування ґрунтоцементних паль обгороджування і кріплення котловану було прийняте за результатами геомеханічних і статичних розрахунків з обліку мінімальної розрахункової міцності ґрунтоцементу для цементованих пісків на одновісне стискування $R_{ст} = 10$ МПа:

- для вертикальних паль сталевими трубами діаметром 114x8 мм;
- для похилих анкерних паль арматурою діаметром 40 мм класу А 400С.

В ході контролю якості робіт робилися вибурювання, відбір і випробування контрольних зразків у віці 14 і 28 діб, які показали, що фактична міцність ґрунтоцементу у віці 28 діб складає 22-25 МПа. Вже на підставі випробувань зразків у віці 14 діб було прийнято рішення про зниження витрати цементу з 220 до 200 кг на погонний метр палі.

З метою подальшого зниження витрат на будівництво, замовник запропонував використати стіну з ґрунтоцементних паль не лише в

якості захисної, але і частково несучої, включивши її в спільну роботу з конструкціями нульового циклу. Цю пропозицію було враховано після проведених відповідних розрахунків.

Роботи зі спорудження обгороджування і постійного кріплення котловану з вертикальних і похилих паль планувалося виконувати з відмітки нижче існуючого рівня землі, для чого передбачалося зрізання ґрунту з плануванням будмайданчика. Але, зважаючи на промерзання ґрунту зимою, підрядник був вимушений вести роботи з існуючого нерегулярного рівня землі, що ускладнило геодезичні разбивочні роботи.

Облаштування ґрунтоцементних паль виконувалося з використанням наступного устаткування:

- бурова установка RAPTOR TWS1400 з висотою щогли 17 м;
- розчинонасос TW351 з тиском подання цементного розчину 450-500 атм;
- міксерна станція продуктивністю 10 м³/год.

При зведенні обгороджування і постійного кріплення вертикальні і похилі анкерні ґрунтоцементні палі виконувалися в три черги:

- спочатку послідовно палі далекого від центру котловану ряду паль (рис. 13.6);
- після тужавлення цементного розчину паль першої черги виконувалися послідовно палі другої черги у внутрішньому ряду;
- після тужавлення цементного розчину паль другої черги виконувалися послідовно анкерні палі третьої черги обгороджування котловану (рис.13.7).

Середня продуктивність робіт складала 16 паль за добу, і була пов'язана з перервами в постачанні цементу на будмайданчик. Максимальна продуктивність складала до 24 паль за добу. Це дозволило виконати загальний об'єм робіт (250 паль) з урахуванням підготовчих робіт всього за 1 місяць.

Досвід виконання обгороджування з ґрунтоцементних паль на будівництві багатоповерхового гаража по вул. Митній в Москві ще раз підкреслив ряд переваг цієї конструкції над традиційними, основними з яких являються:

- зменшення вартості і терміну будівельних робіт;
- виключення динамічної дії на фундаменти біля розташованих житлових багатоповерхових будівель;



Рис. 13.6. Улаштування вертикальних ґрунтоцементних паль першої черги



Рис. 13.7. Улаштування анкерних паль постійного кріплення стінок котловану
- можливість облаштування обгороджування котловану в сильно

обмежених умовах;

- низький рівень шуму при роботі техніки, що дозволило вести роботи поблизу житлових будинків у будь-який час доби;

- виключення тимчасового металевого кріплення, що дозволило заощадити метал і зводити конструкції нульового циклу в необмежених умовах (рис. 13.8).



Рис. 13.8. Вільний необмежений простір котловану для виконання робіт з улаштування фундаментів

Слід зазначити, що у супереч існуючій думці, застосування цієї технології можливе не лише в піщаних, але, з урахуванням деяких особливостей і при грамотному проектуванні, і в порохняно-глинистих ґрунтах.

13.2 Використання арочних конструкцій та спеціальних технологій улаштування підземної автостоянки

Розглянемо конкретний приклад використання спеціальних технологій при освоєнні підземного простору в умовах ущільненої забудови та складних гідро-геологічних умовах, який детально надано в статті П. Юркевича «Подземная автостоянка на площади Революции в Москве».

Підземна автостоянка розташована практично впритул до існуючих будівель, поблизу колектора річки Неглінка (рис.13.9). Під більшою її частиною проходять тунелі діючого метрополітену на гли-

бині 5 м та 10 м нижче лотка оброблення автостоянки відповідно.



Рис. 13.9. Місцеположення підземної автостоянки

Компонування і архітектурно-планувальне рішення підземної автостоянки на 184 машино-місця розроблені генеральним проектним інститутом «Моспроект-2». Споруда включає власне чотирьохрівневу автостоянку, в'їзну рампу і блок службових приміщень, що сполучаються за допомогою пішохідного тунелю з побудованим раніше підземними приміщеннями (рис. 13.10).

Геологічна будова в зоні будівництва відрізнялася складністю, строкатістю і була представлена «зверху-вниз» наступними пластами:

- насипного ґрунту (з піску, будівельного сміття, глини, суглинку з щебенем) завтовшки 6-8 м з виявленими на глибині 5-6 м залишками фундаментів старих будов;
- алювіальних відкладень потужністю 4-6 м з суглинку з лінзами піску і супіску;
- Ізмайлівської товщі потужністю 3-5 м із зруйнованого до щебеню, дресви і борошна вапняку з глинистим заповнювачем, покривними лінзами глини і підстилаючими місцями великими фрагментами сильно тріщинуватого вапняку і доломіту;
- мергелистої глини Мещеринської товщі потужністю 4-5 м;

- тріщинуватих вапняків Перхуровської товщі потужністю 9-10 м;
- Неверівської глинисто-мергелистої товщі потужністю 6-8 м.

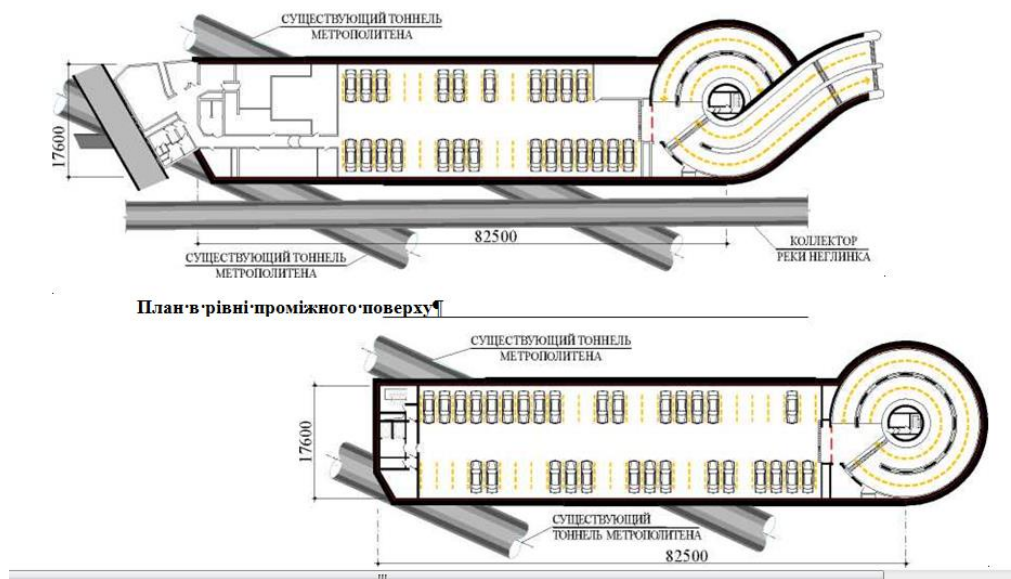


Рис. 13.10. Плани першого нижнього (вверху) та проміжного поверхів

При проведенні геопошукових робіт були розкриті три водоносні горизонти:

- верхній горизонт над товщею алювіального суглинку;
- проміжний горизонт, приурочений до Ізмайлівської товщі зруйнованого вапняку, над товщею мешцеринської мергелистої глини;
- нижній горизонт, приурочений до Перхуровської товщі тріщинуватого вапняку, над Неверовською глинисто-мергелистою товщею.

Будівництво автостоянки робилося в зоні двох верхніх безнапірних горизонтів ґрунтових вод при прогнозованому підвищенні їх рівнів після завершення будівництва в межах сезонних коливань.

Основою несучих і захисних стін оброблення підземної автостоянки служать глини Мещеринської товщі, основою лотка - зруйновані вапняки Ізмайловської товщі.

Народженню ідеї використання чотирьохрівневого склепінчастого залізобетонного оброблення для зведення автостоянки на пл. Революції сприяли наступні ключові чинники:

- явні експлуатаційні переваги конструкції без колон і стінних перегородок (як по місткості автостоянки, так і по можливості будь-яких перепланувань в майбутньому);

- будівельні переваги однопролітного оброблення, що дозволяє зводити завершену конструкцію кожного рівня всього за один прийом бетонування захватки;

- сприятливі компонування, поперечні габаритні розміри і допустимі ухили підлоги підземної автостоянки;

- десятирічний попередній досвід проектування і експлуатації станцій Мінського метрополітену з пологим зведенням;

- багаторічне вивчення практики будівництва і експлуатації інших односклепінчастих станцій дрібного заставляння в колишньому Радянському Союзі;

- проведені нами в 1995 р. дослідження матеріаломісткості, напружено-деформованого стану і ефективності використання підземного простору при зведенні односклепінчастих станцій метрополітену методом «стіна в ґрунті» в ув'язці з глибиною заставляння і різними схемами конструкції односклепінчастих оброблень;

- наші дослідження взаємозв'язку процесу тверднення бетону монолітного пологого зведення, його деформативності і витрати арматурної сталі з урахуванням заданої тріщиностійкості;

- стиль роботи нашого підприємства, що виражається у багатоваріантності і глибині опрацювання основних технічних рішень.

Склепінчасте оброблення споруди включає (рис. 13.11):

- траншейні захисні стіни (на стадії будівництва) і несучі (на стадії експлуатації);

- полого зведення-покриття, жорстко сполучене верхніми частинами п'ят з траншейними стінами і оперте на них нижніми частинами п'ят через шар затисненої гідроізоляції;

- пологі зведення-перекрыття, оперті розвиненими п'ятами на стіни через шар затисненої гідроізоляції і шарнірно сполучені як між собою, так і зі зведенням-покриттям і лотком;

- лоток у вигляді зворотного пологого зведення, що шарнірно примикає до стін і п'ят нижнього зведення-перекрыття.

Прийнята конструкція вузлів сполучення зведення-покриття, зведень-перекрыттів і лотка зі стінами і між собою забезпечила високу просторову жорсткість системи і спільність деформації несучих елементів оброблення, що запобігло ушкодженню гідроізоляції в процесі будівництва, створило умови безпеки майбутніх перекидань і ремонту довколишніх інженерних комунікацій при експлуатації автостоянки. Як результат, проблеми фільтрації ґрунтових вод через обро-

блення підземної автостоянки не існує, хоча в аналогічних умовах навіть за наявності дренажу пласта під лотком для побудованого поруч раніше підземного комплексу на Манежній площі ця проблема актуальна і представляється зараз важковирішуваною.

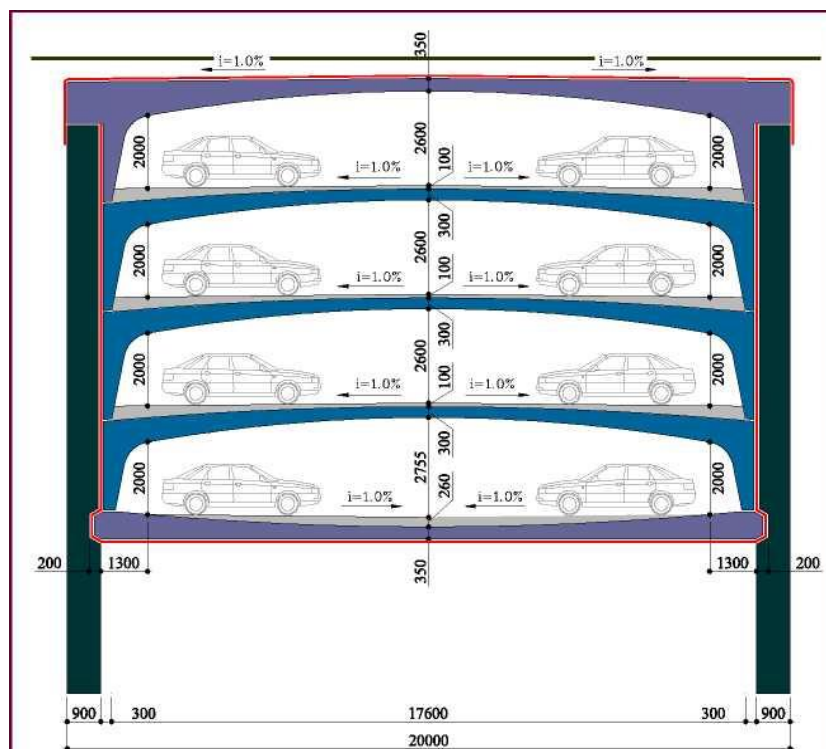


Рис. 13.11. Поперечний переріз склепінчастого оброблення

Геометрія усіх зведень уніфікована по внутрішніх радіусах, що дозволило використати однотипну секційно-пересувну опалубку.

Траншейні стіни оброблення виконані з бетону класу С20/25, зведення і лоток – С25/30. Для армування конструкцій використовувалася тільки звичайна стержнева арматура класів А240С і А400С.

Проектуванню конструкції односклепінчастого оброблення передувала перевірка її розрахункової вогнестійкості (не менше 2,5 годин) і розробці рекомендацій щодо її забезпечення. Ця робота була виконана спеціалізованою фірмою «Интерсигнал».

Якість стиків панелей траншейних стін досягалася зрізанням гідрофрезою фірми «Вауер» бетону торцевих кромek випереджаючих панелей при розробці сполучних захваток. Штраби в траншейних стінах формувалися шляхом заповнення на монтажі необхідних зон арматурних просторових каркасів панелей пінополістирольними

блоками, що прикріплялися до робочої арматури.

Гідроізоляція стін і лотка виконана з одного шару «Изопласта П» завтовшки 4 мм. Цей рулонний бітумний матеріал на поліефірній основі приклеювався традиційним методом оплавлення поверхневого шару пропановим пальником і вимагав якості виконання бетонної підготовки під лотком, а також вирівнювання поверхні траншейних стін цементно-піщаним розчином.

Вузли сполучення лотка з траншейними стінами в штрабах додатково були посилені шаром «Изолена» (виготовлений з армованого світостабілізованого поліетилену), приклеєного до «Изопласту П» мастикою «Неополон».

Гідроізоляція зведення-покриття виконана з бентоматів на основі геотекстильного матеріалу VOLTEX і натрієвого бентоніту VOLCLAY.

Прийнята конструкція оброблення по своїй статистиці близька до роботи окремих криволінійних рам, пов'язаних між собою і із стінами, і не має нічого спільного з роботою оброблень з циліндричними склепіннями розпорів.

Цей висновок легко перевірити: досить замінити в конструкції оброблення підземної автостоянки розвинені п'яти зведень на звичайні, утворювані зовнішніми і внутрішніми радіусами. Тоді кожна захватка зведень-перекрыттів стане працювати як криволінійна позacentрово стисла балка на двох шарнірних опорах з вертикальною деформацією на осі при повному розрахунковому навантаженні понад 100 мм.

Постадійні епюри вигинальних моментів і аналіз значень горизонтального тиску, що робиться обробленням підземної автостоянки через траншейні стіни на ґрунт при екстремальному розрахунковому навантаженні усіх зведень-перекрыттів, а також зведення-покриття, включаючи важкі транспортні навантаження, додатково доводять зроблений висновок. Максимальний горизонтальний розрахунковий тиск оброблення на ґрунт змінюється від 0,01 МПа (верх п'яти зведення-покриття) до 0,06 МПа (низ п'яти нижнього зведення-перекрыття).

Саме розвинені п'яти забезпечують високу просторову жорсткість і низьку деформативність здавалося ажурних пологих зведень при практичній відсутності зусиль розпорів.

Особливістю цього оброблення є також те, що кожне з пологих

зведень має можливість змінювати (у контрольованих межах) свою форму під власною вагою, знижуючи напружений стан за рахунок податливості при розопалублюванні. Власна вага в цьому випадку створює свого роду попереднє напруження зведення до передачі експлуатаційних навантажень, підвищуючи його несучу здатність.

Ці очевидні і зрозумілі факти нам довелося багаторазово доводити на стадії прийняття нашої пропозиції і експертизи проекту.

Для захисту технічного рішення був виконаний великий об'єм найрізноманітніших комп'ютерних розрахунків за різними моделями, в стислі терміни за допомогою українських учених були розроблені, адаптовані і використані нові типи кінцевих елементів, роботи, що дозволили врахувати такі нюанси оброблення, які змоделювати наші опоненти з найбільших науково-дослідних і проектних інститутів Росії вже не могли.

Під час розробки робочої документації усі розрахунки були виконані наново і враховували зміну напружено-деформованого стану оброблення з уточненою геометрією на кожній з характерних стадій зведення. Геометрія оброблення уточнена в процесі коригування компонування підземної автостоянки.

Стіна рампи виконана у вигляді розімкненого «шахтного ствола», зведеного з буросікущихся паль $D_n=830$ мм з кроком 650 мм, конструкція з'їзду рампи - у вигляді монолітного залізобетонного серпантину, що спирається на притискну стіну ствола, пілони по внутрішньому кільцю і стіну циліндричної сходової шахти, які у свою чергу спираються на фундаментну плиту.

Торцева стіна з боку Манежної площі також зведена з аналогічних паль буровими верстатами фірми «Casagrande».

Будівництво підземної автостоянки на площі Революції робилося відкритим способом під захистом тимчасового розпірного кріплення. На стадії підготовки технічної пропозиції опрацьовувався також варіант будівництва напівзакритим способом під захистом поярусних (згори-вниз) зведень, проте цей варіант виявився значно більш трудомістким і, враховуючи стислі планові терміни будівництва, був знехтуваний.

Технологічна послідовність зведення підземної автостоянки на пл. Революції складається з шести основних стадій, зображених на рис. 13.12.

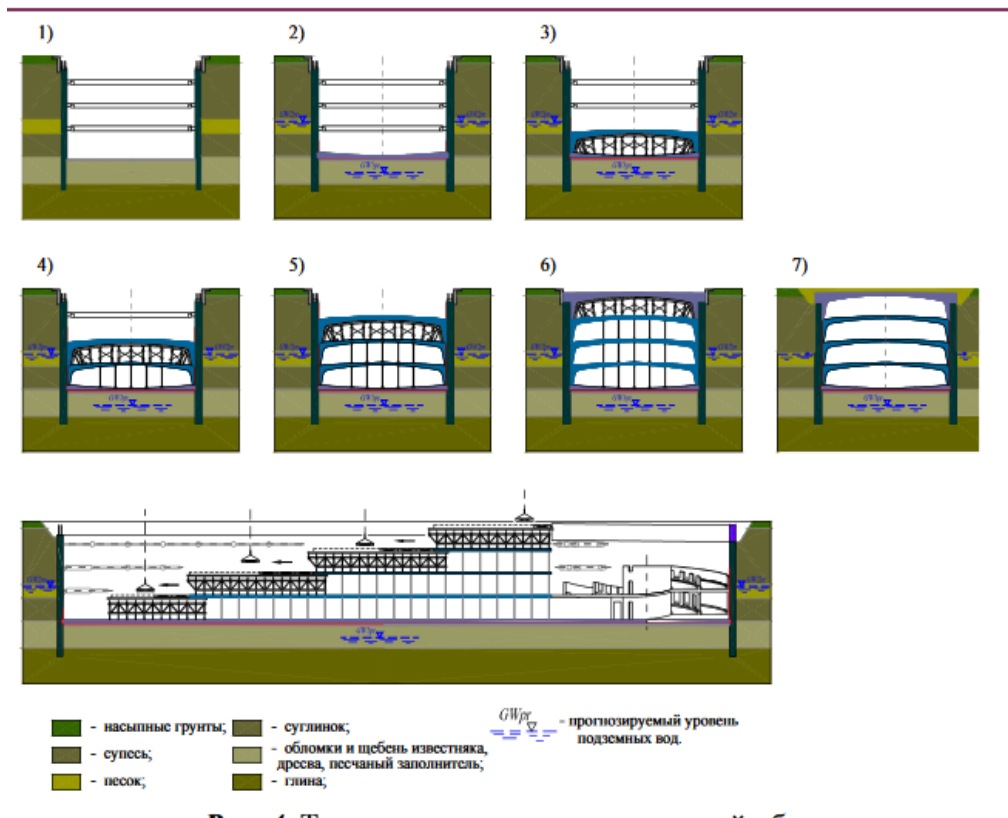


Рис. 13.12. Технологічна послідовність улаштування арочних конструкцій перекриттів

На першій стадії (рис. 13.12,1 та 13.13) з рівня форшахти під захистом глинистої суспензії були зведені траншейні стіни, а під захистом обсадних труб – буросічні палі (рис. 13.14).

До розробки ґрунту над лівим тунелем метрополітену виконувалася площадкова цементація зруйнованого вапняку Ізмайлівської товщі. Риття котловану робилася під захистом розстрілів з труб Дн = 630 мм з кроком 5 м, що спиралися на розподільні пояси із здвоєних металевих балок №55Б1 (рис. 13.15).

Після завершення розробки ґрунту в котловані влаштовувалася бетонна підготовка (рис. 13.12,2), виконувалася гідроізоляція лотка і стін до рівня, що перевищував верх п'яти нижнього зведення не менше 0,5 м, потім бетонувався лоток. Армування лотка склепінчастого оброблення робилося просторовими арматурними каркасами шириною 2,4 м, що заздалегідь виготовлялися на будмайданчику в спеціальних кондукторах. Каркаси об'єднувалися на монтажі за допомогою нахльостування петлевидних арматурних випусків в поперечному перерізі і додаткових окремих стержнів - в подовжньому

перерізі.



Рис. 13.13. Влаштування огороження котловану за технологією «стіна в ґрунті»

Армування лотків блоку службових приміщень і рампи виконувалося з окремих стержнів з в'язальним дротом їх хрестоподібних з'єднань. Подання бетонної суміші при бетонуванні робилося автобетононасосом «Schwing», а також цебрами.

На другій стадії (рис. 13.12,3), після набору бетоном лотка 50 % міцності на нього для бетонування нижнього зведення монтувалася інвентарна металева секційно-пересувна опалубка з фанерним настилом (рис. 13.16). Заздалегідь демонтувалася тимчасові розпірки ниж-

нього ярусу.



Рис. 13.14. Влаштоване огородження рампи буросікучими палями

Армування кожної захватки довжиною 17,5 метри цього і подальших зведень здійснювалося також просторовими арматурними каркасами шириною 2,4 м.

На третій стадії (рис. 13.12,4) після набору бетоном нижнього зведення 60% міцності на нього встановлювався другий комплект опалубки для бетонування проміжного зведення (рис. 13.17). Під нижнім зведенням при цьому у міру висунення секцій опалубки (у протилежну від рампи сторону) встановлювалися тимчасові підпираючі стійки. Заздалегідь нарощувалася гідроізоляція стін і демонтувалася тимчасові розпірки проміжного ярусу.

Бетонування проміжного зведення виконувалося також захватками довжиною 17,5 метри.

На четвертій стадії (рис. 13.12,5) після набору попереднім проміжним зведенням 60% міцності секції його опалубки висувалися і замінювалися на аналогічні підпираючі стійки, а тимчасові розпірки верхнього ярусу демонтувалася (рис. 13.18). Далі завершувалася гідроізоляція стін, встановлювався третій комплект секційної опалубки і бетонувалося подальше проміжне зведення.



Рис. 13.15. Розробка ґрунту в котловані під захистом влаштованих огорожувальних стін та металевих розстрілів (розпірок) з металевих труб

На п'ятій стадії (рис. 13.12,6), після набору бетоном захватки чергового проміжного зведення 60% міцності, висувалися секції її опалубки, що замінюються на нові підпираючі стійки, на це зведення встановлювався четвертий комплект опалубки і бетонувалося зведення-покриття.

Шостою стадією (рис. 13.12,7) завершувалося зведення чотирьохрівневого монолітного залізобетонного склепінчастого оброблення. Поярусно, «зверху-вниз», демонтувалися тимчасові підпираючі стійки. На кожному з ярусів влаштовувалася підлога. У завершенні робіт робилася гідроізоляція і зворотна засипка зведення-покриття з подальшим благоустроєм території.

З дня бетонування першої захватки нижнього зведення-перекрыття почався найбільш відповідальний і цікавий етап - улаштування зведень.



Рис. 13.16. Змонтована інвентарна металева секційно-пересувна опалубка з фанерним настилом нижнього зведення

Тут якнайповніше розкрилися переваги конструкції і технології зведення нового оброблення, серед яких:

- можливість практично одночасного бетонування зведень на декількох рівнях з використанням інвентарної секційно-пересувної металевої опалубки з фанерним настилом;
- взаємозамінюваність усіх комплектів уніфікованої опалубки;
- потокове виготовлення в кондукторах на будмайданчику просторових арматурних каркасів всього двох базових типів як для зведень-перекрыттів, так і для зведення-покрыття;
- повне виключення зварювання робочої арматури на монтажі;
- можливість механізованого укладання великих об'ємів бетонної суміші.

В результаті була досягнута середня швидкість улаштування зведень не менше 90-100 пог. м в місяць. Проте, ця швидкість для оброблення цього типу не є граничною. Окремою проблемою будівництва стало управління осіданнями пологого зведення, що не має аналогів. Проект передбачав дві геометрії кожного із зведень.



Рис.13.17. Монтаж другого комплекту опалубки на забетоноване нижнє зведення

Первинна геометрія (геометрія опалубки) враховувала величину будівельного підйому в верхній частині склепінчастого залізобетонного зведення - 50 мм. Ця розрахункова величина включала наступні осідання:

- під власною вагою зведення після зняття опалубки;
- внаслідок повзучості зведення при зминанні затисненої п'ятами гідроізоляції;
- від постійних (підлога, інженерні облаштування) і тимчасових довгодіючих (автомобілі) корисних навантажень;
- від часткової передачі додаткового тимчасового довгодіючого навантаження (вага опалубки і укладеної бетонної суміші) при бетонуванні вищерозміщеного зведення.

Вторинна геометрія зведень досягнута після стабілізації осідань під дією усіх розрахункових навантажень. Таким чином, внутрішній радіус зведень складає ~45 м, зовнішній для зведень-перекрыттів — 100 м.

Після розпалубки перших же захваток виміри фактичних сумарних осідань під власною вагою зведення і внаслідок повзучості при зминанні гідроізоляції дали величину ~25-30 мм, що відповідало таким, що прогнозувалося. Додаткове осідання ~10 мм було отримано внаслідок деформації опалубки після укладання бетонної суміші.

Врахувати на стадії паралельного проектування оброблення і опалубки цю величину було практично неможливо. Тому при бетонуванні усіх подальших захваток опалубка встановлювалася з будівельним підйомом 10 мм.



Рис. 13.18. Монтаж армокаркасу та підготовка до бетонування чергового зведення

Проблемною на первинному етапі була також правильна установка підпираючих зведення тимчасових стійок, що пролягають нижче, при бетонуванні вищерозміщених. Наявність стійок розрахункової несучої здатності була потрібна для виключення передачі на зведення навантажень, що перевищували розрахункові експлуатаційні. Встановлення гнучких стійок низької несучої здатності привело до перевищення цих навантажень і росту сумарних монтажних осідань декількох захваток зведень до 40-50 мм. Надалі після термінової розробки спеціального проекту виробництва робіт встановлення гнучких стійок було припинене, а проблема вичерпана.

Звичайно, перше впровадження такого незвичайного рішення мало немало інших дрібних проблем, які до честі будівельників і проєктувальників вирішувалися без взаємних докорів і зайвої метушні (рис. 13.19).

Слід помітити також, що для обліку фактично експериментального характеру будівництва, при підборі армування оброблення за міцністю і тріщиностійкістю, окрім нормованих коефіцієнтів безпеки, нами використовувався додатковий півторакратний коефіцієнт, який реально можна понизити при повторному використанні цього рішення.

З урахуванням складності містобудівних і гідрогеологічних умов досягнуті темпи зведення підземної автостоянки на площі Революції були безпрецедентними для подібних споруд в Росії: основні будівельно-монтажні роботи були виконані за сім місяців.

Геометрія пологого зведення, що використалася, з прольотом у світу 17,6 м не має аналогів.



Рис. 13.19 Завершене будівництво підземної автостоянки

Зведення чотирьохрівневого склепінчастого оброблення підземної автостоянки на пл. Революції характеризують наступні показники:

- витрата бетону на оброблення - $86,5 \text{ м}^3/\text{пог. м}$;
- витрата арматурної сталі на оброблення - $11,1 \text{ т}/\text{пог. м}$;
- витрата бетону на одне зведення-перекриття - $11 \text{ м}^3/\text{пог. м}$;
- витрата арматурної сталі на зведення-перекриття - $156 \text{ кг}/\text{м}^3$;
- витрата бетону на зведення-покриття - $15,7 \text{ м}^3/\text{пог. м}$;

- витрата арматурної сталі на зведення-покриття - 169 кг/м³.

13.3 Використання спеціальних технологій в процесі реконструкції театру «Ла Скеля»

В процесі реконструкції театру «Ла Скеля» успішно використовувалися спеціальні технології для забезпечення стійкості вертикальних стінок котловану значної глибини в стиснених умовах міської історичної забудови. Накопичений досвід важливо вивчати для використання в своїй інженерній практиці.

У проект входили реставрація історично цінної частини театру «Ла Скеля», розбирання і модернізація театральної сцени. «Дно» нової сценічної зони досягало відмітки -17,2 м, при глибині котловану до 18,6 м і поперечному перерізі (24 x 34 + 6 x 15) м². Ситуаційний план умов виконання робіт представлено на рис. 13.20, поперечний розріз будівлі – на рис. 13.21.

За результатами геологічних досліджень ґрунти представлені шарами гравелистих пісків і дрібного гравію.

Рівень води знаходився на глибині 17 м по відношенню до денної поверхні, проте на довгостроковий період прогнозується його підйом на 7 м.

Будівельний майданчик знаходився усередині театру, з двох сторін до якої впритул примикають будівлі.

Обгороджування котловану виконане двома різними способами з поверхні землі: з боку корпусів будівель використані буроін'єкційні мікропалі, а з двох інших сторін за технологією «jet-grouting» зведені ґрунтоцементні стіни з врізаними в них мікропалями. В результаті утворені монолітні стіни, армовані сталевими трубами, захищаючи довколишні будівлі від деформацій і одночасно захищають котлован від води (рис. 13.22, 13.23).

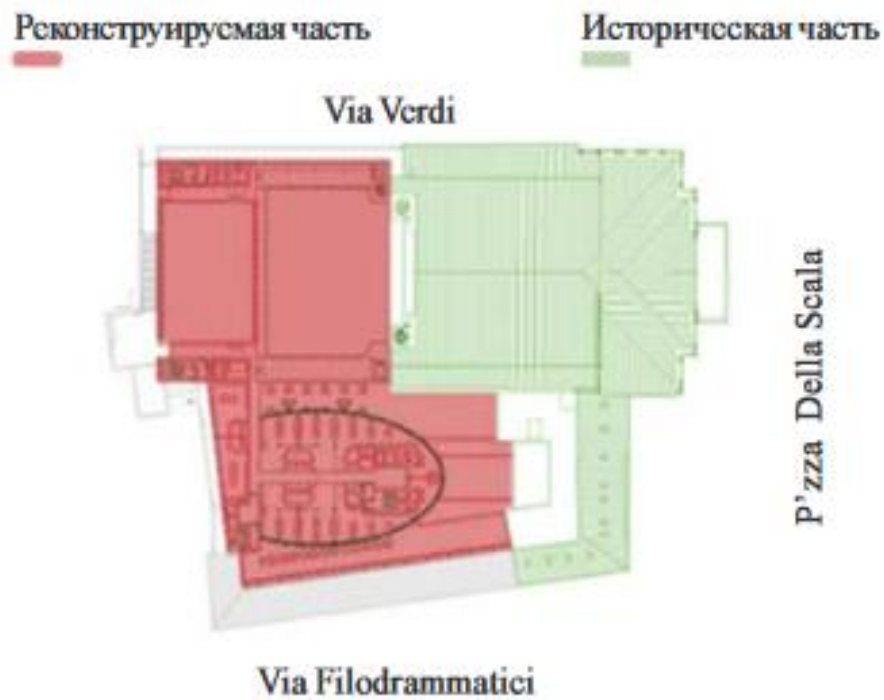


Рис. 13.20. Ситуаційний план розміщення будівельного майданчика

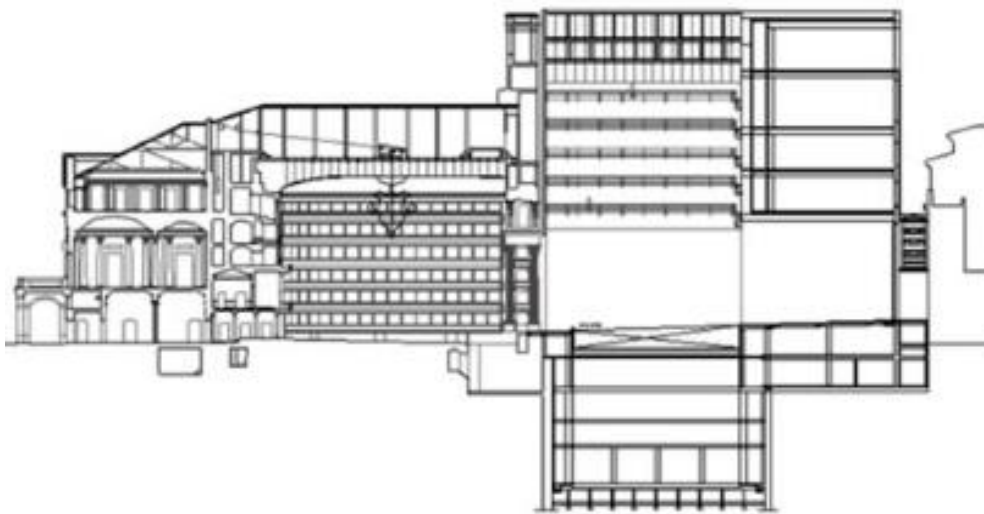


Рис. 13.21. Поперечний розріз будівлі театру

Основні параметри виконаного обгороджування котловану з бурін'єкційних мікропалів і їх анкерного кріплення по периметру:

- з боку вул. Верді:
- мікропали діаметром 250 мм розташовувалися в один ряд з кроком 35 см і армувалися сталевими трубами діаметром 193,7 x 16 мм (рис. 13.24). Анкери встановлювалися із сталевими балочними по-

ясами в 6 рівнях. Довжина анкерів варіювала від 28 до 23 м при довжині кореневої частини 10-11 м. Кут нахилу анкерів складав 20° по відношенню до горизонталі, сила натягнення 450-750 кН.

- з боку театру:

- мікропалі діаметром 250 мм розташовувалися в два ряди з кроком 35 см і армувалися сталевими трубами діаметром 193,7 x 16 мм.



Рис. 13.22. Улаштування конструкції нової сцени в котловані з вертикальними стінами, захист яких виконано до розробки ґрунту в котловані



Рис. 8. Вид на котлован строящейся новой сцены.

Рис. 13.23. Вид на котлован, в якому влаштовується нова сцена

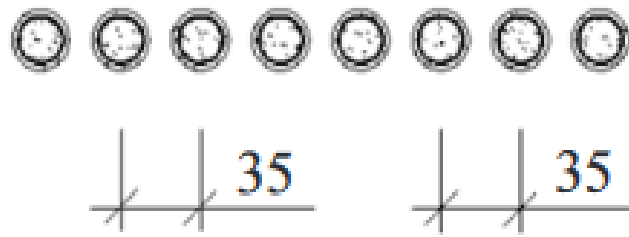


Рис. 13.24 Фрагмент огородження котловану буроін'єкційними пальями

Анкери встановлювалися із сталевими балочними поясами в 6 рядах (рис. 13.25, 13.26). Довжина анкерів варіювалася від 26 до 24 м при довжині кореневої частини 10 м. Кут нахилу анкерів складав 20° по відношенню до горизонталі, сила натягнення 450-750 кН.



Рис. 13.25. Установлені анкери по металевих поясах
По інших сторонах периметра:

- мікропалі діаметром 305 мм розташовувалися в один ряд з кроком 50 см і армувалися сталевими трубами діаметром 244,5x14,2 мм. Ці мікропалі врізалися в ґрунтоцементну стіну, виконану з сікущих ґрунтоцементних паль (jet-колон) діаметром 1200 мм при їх кроці 50 см (рис. 13.27).

Така конструкція обгороджування котловану надавала додаткову жорсткість стінам з мікропаль. Улаштування jet-колон виконувалося двокомпонентним способом. Анкери розташовувалися в 2 рівні з довжиною 20-21 м і встановлювалися без сталевих балочних поясів.

Довжина кореневої частини анкерів складала 8-10 м, кут нахилу анкерів 25° , сила натягнення 390-570 кН.



Рис. 13.26. Установка анкерів на черговому рівні

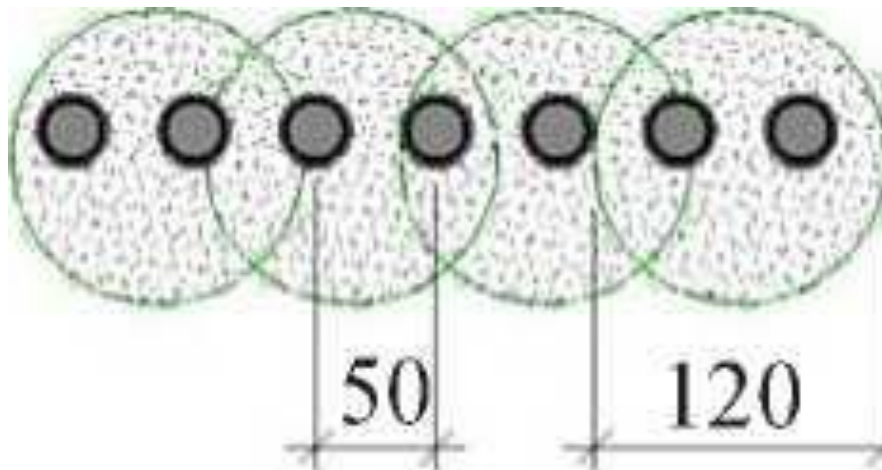


Рис. 13.27. Фрагмент обгороджування котловану, виконаного з jet-колонн з врізаними в них буроін'єкційними мікропалями
Додаткові стіни, що складаються з ґрунтоцементних колон діаметром 1800 мм, голови яких знаходилися на рівні -16 м і примикали до

мікропаль з внутрішньої сторони котловану по 2-х сторонах (з боку вул. Верді і театру), мали дві функції:

- розвантажуючу функцію, як контрфорси, щоб посилити обгороджування з мікропаль;
- функцію протифільтраційної завіси, що виключає просочування води всередину котловану через мікропалі нижче відмітки -17 м, коли розробка ґрунту досягне дна котловану на відмітці -18,6 м.

Додаткові мікропалі були виконані для зміцнення фундаментів існуючих будов або для сприйняття тиску ґрунту поблизу існуючих за межами периметра котловану стін.

Фундаментні ґрунтоцементні колони діаметром 1200 мм виконувалися для розвантаження фундаментної плити в найбільш навантажених її зонах як в глибокій підземній частині (рис. 13.28, 13.29), так і для посилення фундаментної плити дрібного заставляння (за межами нової сцени нижче позначки -5,70 м).

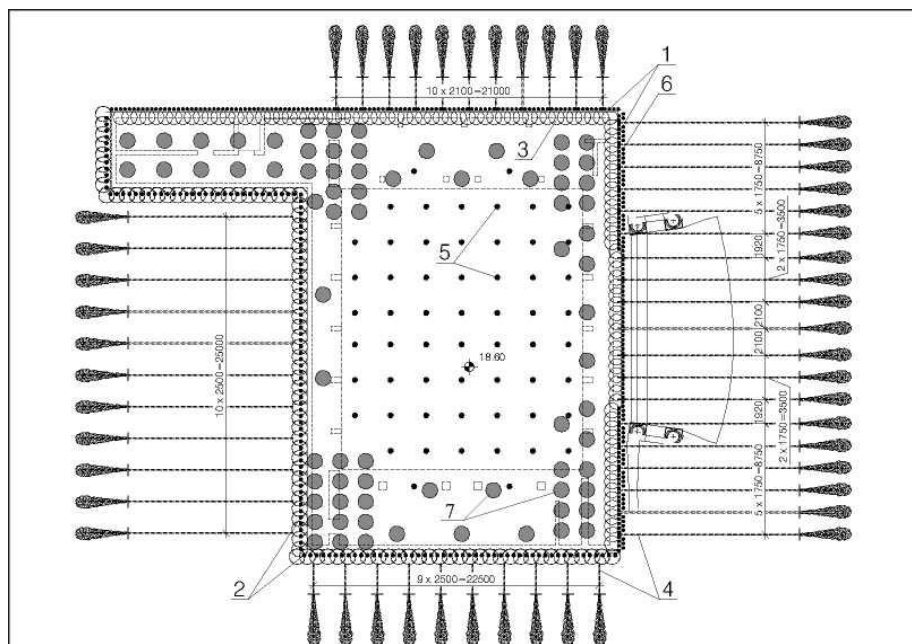


Рис. 13.28. Спеціальні геотехнічні роботи при зведенні підземної частини сцени. План-схема: 1 - обгороджування котловану з мікропаль;

2 - обгороджування котловану з мікропаль, врізаних в стіну з jet-колон; 3 - вертикальна протифільтраційна завіса з jet-колон; 4 - тимчасове анкерне кріплення; 5 - постійне анкерне кріплення; 6 - додаткові мікропалі; 7 - фундаментні ґрунтоцементні колони



Рис. 13.29. Виконання ґрунтоцементних колон за технологією «jet-grouting»

Для запобігання спливанню нової будівлі (сцени) в результаті по-вільного, але постійного підвищення рівня ґрунтових вод в Мілані, фундаментну плиту надійно закріпили шістдесятьма вертикальними постійними анкерами на випадок, якщо рівень ґрунтових вод досягне прогнозованої відмітки в -10 м (рис. 13.30).

Основні характеристики вертикально закріплених анкерів: стерж-неві анкери виробництва фірми «Dywidag» (Німеччина) з діаметром тяги 36 мм і подвійним їх захистом, розрахункове натягнення анке-рів - 450 кН, довжина $L=21,2$ м, у тому числі довжина кореневої час-тини анкерів - 10 м.

В процесі розробки котловану робився відкритий водовідлив з прямка на його дні. У зв'язку з тим, що різниця між рівнем ґрунто-вих вод в період будівництва (позначка -17 м) і дном котловану (поз-начка -18,60 м) складала всього 1,6 м, до того ж по контуру була ви-конана за технологією «jet-grouting» вертикальна протифільтраційна завіса на достатню глибину, облаштування горизонтальної протифі-льтраційної завіси було визнано недоцільним.

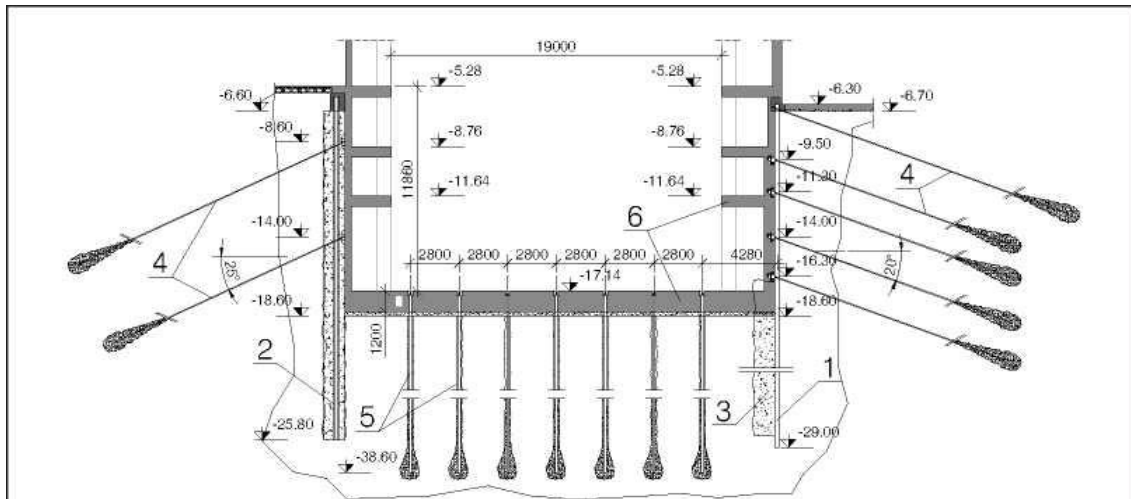


Рис. 13.30. Спеціальні геотехнічні роботи при зведенні підземної частини сцени. Поперечний розріз: 1 - обгороджування котловану з мікропаль; 2 - обгороджування котловану з мікропаль, врізаних в стіну з жет-колон; 3 - вертикальна протифільтраційна завіса з жет-колон; 4 - тимчасове анкерне кріплення; 5 - постійне анкерне кріплення; 6 – монолітні залізобетонні конструкції

Усі спеціальні геотехнічні будівельні роботи при реконструкції були виконані за допомогою бурових самохідних установок, які дозволили працювати в складних умовах (обмежений доступ до місця робіт, вузькі робочі майданчики, декілька підземних рівнів, буріння цегляної кладки фундаментів, необхідність обмеження шуму і вібрації) і виконувати усі ці роботи в строк.

Заклучення

Приступаючи до розробки і реалізації інноваційних проектів важливо вивчити світовий досвід використання спеціальної техніки і технології в аналогічних умовах виконання робіт. Представлені в матеріалах цієї лекції матеріали свідчать, що тільки використання спеціальних технологій може забезпечити успішне, якісне і безпечне виконання робіт в складних гідрогеологічних умовах та ущільненій забудові. Для успішної реалізації власних проектів освоєння підземного простору важливо уміти визначати декілька варіантів архітектурно-конструктивно-технологічних рішень та на основі їх подальшого техніко-економічного порівняння визначати кращий.

Питання для самоконтролю.

1. Які основні переваги конструкції огороження і постійного закріплення котловану із ґрунтоцементних паль, які влаштовуються за

технологією «jet-grouting»?

2. Які переваги має схема зі зниженим рівнем розташування анкерних паль?

3. Яка максимальна продуктивність улаштування паль на будмайданчику?

4. Які переваги конструкції огороження котловану за технологією «jet-grouting» над традиційними?

5. Які витрати цементу склали на кожен погонний метр ґрунтоцементної палі, влаштованої за технологією «jet-grouting»?

6. Що включає склепінчасте оброблення споруди?

7. Яка конструкція стін рампи?

8. За якою технологією зведені траншейні стіни?

9. Як здійснювалося армування кожної захватки зведень?

10. Які комплекти опалубки були задіяні для бетонування зведень?

11. Як та з якою метою закріпили фундаментну плиту

13. Як виконувалося улаштування ґрунтоцементних колон за технологією «jet-grouting» при реконструкції театру Ла Скала?

Тема 14. Удосконалення технології та організації виконання робіт з використанням спеціальних технологій

14.1 Принципові технологічні рішення улаштування підземних споруд за варіантом «зверху-вниз»

Для своєчасного виконання значного обсягу робіт з реконструкції фондосховища Музею О.С. Пушкіна в складних гідрогеологічних умовах з ущільненою забудовою необхідно було приймати неординарні нові рішення щодо технології виконання робіт. Таке рішення авторами проекту знайдене досить швидко, але зажадало підтвердження можливості безпечного його здійснення складними комп'ютерними розрахунками. В першу чергу цьому сприяли габаритні розміри і явно виражений просторовий характер роботи конструкцій підземної частини фондосховища. Адже споруда була в плані неправильним чотирикутником з укрупненими розмірами граней 28x40x19x37 м. В той же час стіни були сформовані з буросікущихся паль діаметром 830 мм і завдовжки 20 м, де кожна друга паля не мала армування і, отже, усі палі не мали жорстких зв'язків між собою. Тільки монолітна залізобетонна плита перекриття з контурними об'язувальними балками жорстко об'єднувала голови паль. Але сама плита завтовшки 300 мм не була плоскою, до того ж мала досить багато отворів, і середня витрата арматурної сталі склала 92 кг/м³.

Комп'ютерні розрахунки за єдиною просторовою схемою з урахуванням зміни напружено-деформованого стану конструкцій в процесі їх зведення показали значно менші екстремальні зусилля у вже виконаних стінах з буросікущихся паль в порівнянні з аналогічними розрахунками за плоскими схемами, по яких було прийнято армування стін з витратою арматурної сталі 53 кг/м³.

Наглядним прикладом просторового характеру роботи конструкцій підземної частини фондосховища служать ізополі напруги по M_y в стінах з буросікущихся паль (рис. 14.1) і в перекритті на позн. +0,30 м (рис. 14.2) на стадії завершення розробки котловану під захистом тільки одного перекриття без будь-якого додаткового тимчасового кріплення стін. Для більшої наочності єдина просторова схема представлена двома рисунками після штучного її розділення на окремі фрагменти.

В результаті зроблених комп'ютерних досліджень початковий проект, заснований на класичному будівельному методі «вгору-вниз» («up-down»), був значно вдосконалений і успішно реалізований в

стислі терміни, що дозволило надолужити упущений час.

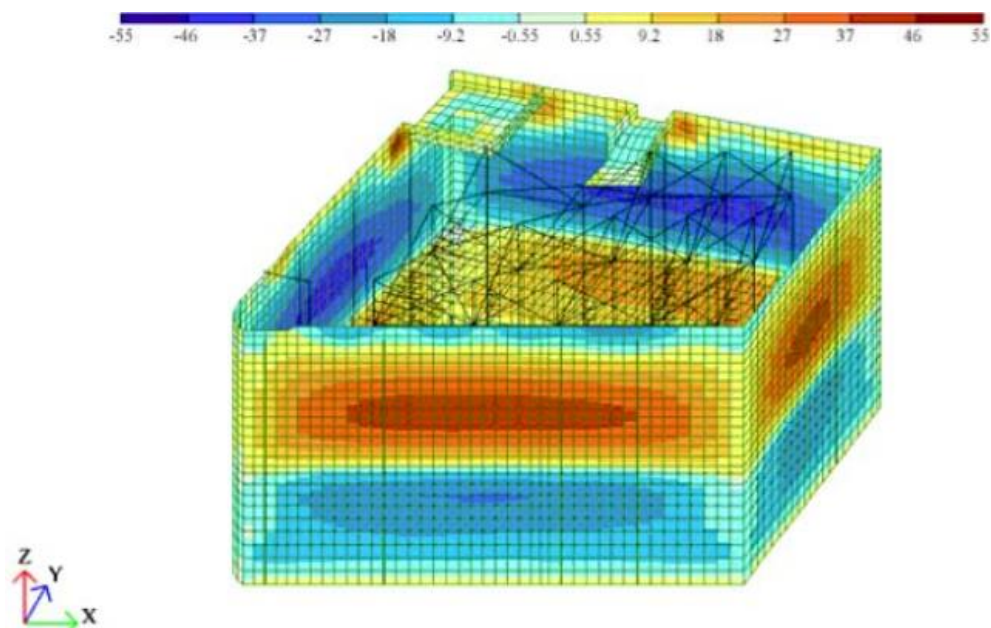


Рис. 14.1. Ізополя напруги по M_y в стінах з буросікущихся паль на стадії завершення розробки котловану

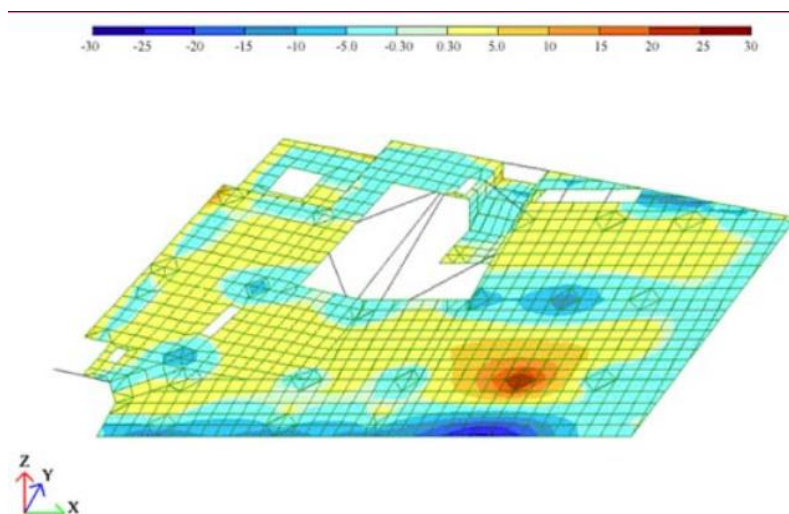


Рис. 14.2. Ізополя напруги по M_y в плиті перекриття на позн. +0,30 м на стадії завершення розробки котловану

Головним змістом нового рішення стала розробка котловану глибиною 11 м під захистом одного перекриття в рівні поверхні землі без всякого додаткового тимчасового кріплення стін (рис. 14.3). З ме-

тою підвищення безпеки ведення робіт під перекриттям, над яким паралельно зводилися наземні поверхи будівлі, центральні проміжні колони безпосередньо під перекриттям розкріплювали тимчасовими діагональними зв'язками жорсткості.

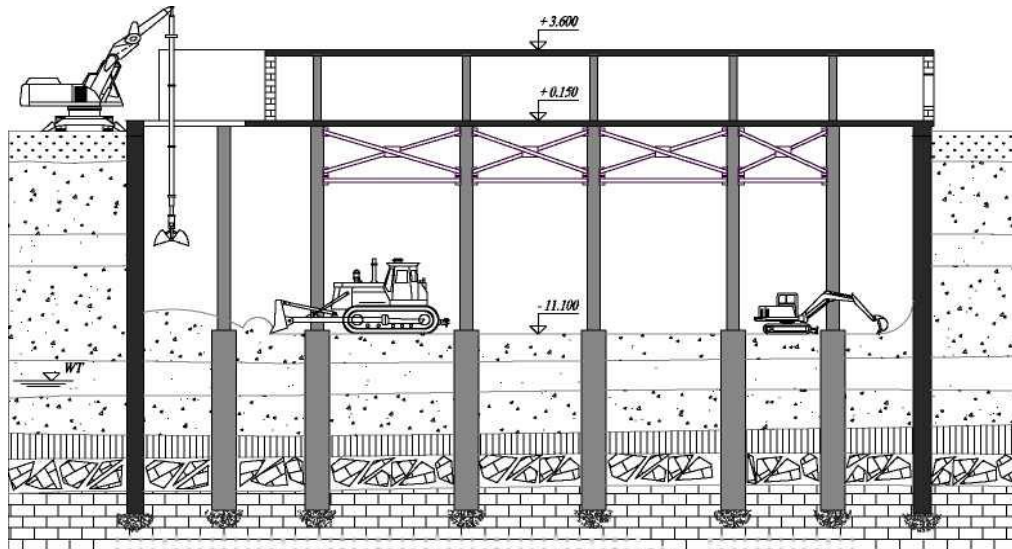


Рис. 14.3. Реалізована схема технології будівництва фондосховища

Таким чином, на практиці при будівництві нульового циклу фондосховища Музею О.С. Пушкіна реалізована наступна послідовність виробництва основних робіт після зведення стін з буросікущихся паль і проміжних колон у бурових свердловинах:

- відкрита розробка ґрунту в котловані під захистом консольно працюючих стін з буросікущихся паль до позн. - 3,60 м;
- зведення монолітного залізобетонного перекриття на позн. +0,30 м;
- облаштування тимчасового металевих кріплення в площині перекриття на позн. +0,30 м в основних отворах;
- розробка ґрунту до позн. - 7,05 м;
- закриття усіх отворів, окрім монтажного отвору і людського ходка, в перекритті на позн. +0,30 м металевим захисним екраном (головний отвір) і дерев'яними щитами (дрібні отвори);
- організація примусової вентиляції підземного простору зони робіт;
- розкріплювання центральних проміжних колон під перекриттям тимчасовими металевими зв'язками жорсткості;
- розробка ґрунту до позн. -11,10 м, механізоване планування дна

котловану з ручним доопрацюванням і ущільненням ґрунту;

- облаштування бетонної підготовки і гідроізоляції фундаментної плити;

- зведення фундаментної плити;

- гідроізоляція стін в позн. -9,70 м -6,30 м;

- зведення монолітних залізобетонних притискних стін нижнього ярусу;

- зведення залізобетонних стін сходових клітин і ліфтових шахт нижнього і вищерозташованих підземних ярусів;

- зведення монолітного залізобетонного проміжного перекриття на позн. -6,60 м;

- установка тимчасових підкріплюючих стійок перекриття на позн. -6,60 м;

- гідроізоляція стін в позн. -6,30 м -2,80 м;

- зведення монолітних залізобетонних притискних стін проміжного ярусу;

- зведення монолітного залізобетонного проміжного перекриття на позн. -3,15 м;

- обштукатурювання по сітці металевих труб-опалубок проміжних бурових колон;

- ліквідація тимчасових монтажних отворів в перекриттях.

Перекриття на позн. +0,30 м бетнувалося за допомогою інвентарної металевої опалубки з фанерним настилом, що спиралася через дерев'яні лаги на ґрунт.

Розробка ґрунту під захистом перекриття робилася двома бульдозерами ДЗ-42 на базі трактора ДТ-75. У зонах навколо колон і уздовж стін додатково використовувалися два малогабаритні екскаватори Х-255 типу Bobcat з місткістю ковша 0,04 м³ (рис. 14.4).

Усе землерийне устаткування було опущене в зону робіт стріловидним краном через тимчасовий монтажний отвір в перекритті.

Зрізаний бульдозерами ґрунт транспортувався в зону монтажного отвору, звідки грейфером екскаватора «Поклен 125В» вантажився безпосередньо в автосамоскиди (рис. 14.5).

Завершення розробки ґрунту практично співпало із завершенням зведення першого наземного поверху, а зведення фундаментної плити і притискних стін нижнього ярусу - із зведенням другого і частково третього наземних поверхів (рис. 14.6).



Рис. 14.4. Розробка ґрунту під захистом перекриття



Рис. 14.5. Видача ґрунту через монтажний отвір і вантаження його в транспортні засоби



Рис. 14.6. Суміщення робіт по будівництву підземної і надземної частин фондосховища

Подавання бетонної суміші для бетонування фундаментної плити і інших елементів конструкції здійснювалося автобетононасосом «Швинг».

Зведенню перекриття на позн. -6,60 м передувало бетонування монолітних залізобетонних притискних стін нижнього ярусу, що являлися для цього перекриття несучими.

Інвентарна опалубка з фанерним настилом спиралася при бетонуванні перекриття на фундаментну плиту. Після зняття опалубки і її перестановки робилося бетонування перекриття на позн. -3,15 м. Опалубка при цьому спиралася на підкріплене тимчасовими стійками перекриття на позн. -6,60 м.

Встановлення тимчасових стійок знадобилося для зниження напруги в перекритті і передачі надмірних (в порівнянні з експлуатаційними) навантажень від свіжоукладеного бетону і ваги опалубки на фундаментну плиту.

Усі вищеописані роботи були виконані за 5 місяців і завершені в травні 1998 р

14.2 Удосконалені технології зведення будівель за принципом «вгору-вниз»

В процесі екскавації ґрунту під захистом тільки одного перекриття в рівні землі на місці ліфтових шахт і сходових клітин при будівництві фондосховища музею О.С. Пушкіна з'явили великі отвори, за-

повнені тимчасовим металевим кріпленням, через що зведення надземних конструкцій до повного завершення несучих конструкцій нульового циклу було обмежене двома поверхами (рис. 14.7). При проектуванні нульового циклу цієї будівлі нікому не прийшла в голову ідея використати бурові колони для «вивіски» ліфтових шахт і сходових клітин надземної частини будівлі, та і застосована спрощена (під можливості російського підрядника) технологія зведення бурових колон залишала бажати кращого. Гарантувати, що бурові колони не опиняться в габариті ліфтових шахт або сходових клітин, технологія їх зведення без надійної системи центрування арматурних каркасів у свердловинах не могла.



Рис. 14.7. Зведення ліфтових шахт і сходових клітин на будівництві фондосховища музею О.С. Пушкіна в Москві

Під час будівництва Будови 1 багатофункціонального комплексу «Царев сад» ліфтові шахти і сходові клітини надземної частини будівлі, що утворювали ядро жорсткості його конструкції, уперше були

«вивішені» на бурових колонах, що дозволило звести 8 надземних поверхів ще до завершення фундаментної плити (рис. 14.8).



Рис. 14.8. Багатофункціональний комплекс «Царев сад» в Москві.
«Вівіска» ліфтових і вентиляційних шахт ядра жорсткості надземної
8-поверхової частини Будови 1 на бурових колонах

Застосована на цьому об'єкті принципово нова технологія зведення бурових колон із спеціальною системою центрування, що передбачала величину граничних відхилень від вертикалі не більше 1:500, дозволила зробити новий крок на шляху удосконалення загальної те-

хнології напівзакритого способу будівництва. Проте, на місці ліфтових шахт і сходових клітин, а також в'їзної рампі, під час будівництва Будови 1 в перекриттях підземних поверхів з'явили тимчасові отвори, що ліквідовуються лише на завершальній стадії будівництва після зведення фундаментної плити. Особливу проблему представляв великий отвір в перекриттях підземних поверхів на місці рампі, що вимагав установки тимчасового металевго кріплення (рис. 14.9).

Досвід будівництва Будови 1 «Царева саду» показав, що ослаблені згаданими отворами перекриття підземних поверхів мають достатню жорсткість, щоб забезпечити повну безпеку використання напівзакритого способу будівництва, але недостатньою, щоб звести до мінімуму деформації несучих підземних конструкцій і, отже, виключити утворення тріщин в них. Множинність і характерна спрямованість тріщин, хоча величини їх розкриття і не перевищували нормованих розрахункових величин, разом з даними деформаційного моніторингу, дозволили зробити такий висновок.

Завдяки «вивішуванню» ліфтових шахт і сходових клітин в надземній частині будівлі паралельно із зведенням несучих конструкцій споруджувалися внутрішні перегородки і фасадні стіни, виконувалося оздоблення приміщень і монтаж інженерних систем (рис. 14.10). Проте в підземній частині будівлі в цей же час із-за незавершеності несучих конструкцій (стіни ліфтових шахт, сходових клітин, рампі і фундаментна плита були відсутні), а також наявності тимчасового металевго кріплення, неможливо було почати ні оздоблювальні роботи, ні монтаж інженерних систем.



Рис. 14.9. Багатофункціональний комплекс «Царев сад» в Москві.
Тимчасове металеве кріплення отворів в перекриттях підземної частини Будови 1 на місці в'їзної рампи

При проектуванні Будови 3 «Царева саду» був врахований досвід попереднього будівництва Будови 1 - зведення стін ліфтових шахт і сходових клітин передбачено одночасно вгору (у надземній частині будівлі) і вниз (рис. 14.11). На місці в'їзної рампи при цьому в перекриттях підземних поверхів зберігалися великі тимчасові отвори, заповнювані металевим розкріпленням. Враховуючи складність геологічних умов будівництва цього об'єкту, розробники проекту не зважилися на зведення рампи за схемою «згори-вниз» і повне виключення тимчасового металевих кріплення. Та все ж, збільшення просторової жорсткості конструкції підземних поверхів на стадії будівництва за рахунок зведення стін ліфтових шахт і сходових клітин за схемою «згори-вниз» привело до істотного зниження загальних деформацій, кількості і величини розкриття тріщин.



Рис. 14.10. Багатофункціональний комплекс «Царев сад» в Москві.

Зведення фасадних стін Будови 1

У вересні 2003 року успішно завершилося будівництво підземної п'ятирівневої автостоянки багатофункціонального комплексу «Арбат-центр», проектування якої стало для авторів проекту найбільш важливим етапом на шляху вдосконалення технології напівзакритого способу будівництва, заснованої на власному раніше отриманому досвіді.

Уперше в Росії на цьому об'єкті з використанням авторських «ноу-хау» при зведенні підземних багаторівневих автостоянок напівзакритим способом разом з перекриттями за схемою «згори-вниз» зведені не лише ліфтові шахти і сходові клітини, але і в'їзні рампи з пандусами-серпантинами. Це нововведення дозволило використати

конструкцію рамп в якості постійного закріплення на кожній із стадій виробництва робіт, доставляти по них матеріали і малогабаритні вироби, здавати під оздоблення і монтаж інженерних систем готові верхні поверхи паралельно з екскавацією ґрунту і зведенням нижніх.



Рис. 14.11. Багатофункціональний комплекс «Царев сад» в Москві.
«Вивіска» ліфтових і вентиляційних шахт ядра жорсткості надземної
8-поверхової частини Будови 3 на бурових колонах

Хоча застосовані на будівництві підземної автостоянки багатофункціонального комплексу «Арбат-центр» рішення важко назвати бездоганними, оскільки частково вони були вимушеними, для проектування подальших, не менш складних об'єктів, що зводяться напівзакритим способом, отриманий досвід став воістину безцінним.

Після будівництва Будов 1 і 3 «Царева саду» авторам стало оче-

видно, що зведення рамп, стін ліфтових шахт і сходових клітин, а також пілонів, за схемою «згори-вниз» не лише можливо, але і надзвичайно вигідно.

По-перше, збільшується просторова жорсткість конструкцій, під захистом яких робиться екскавація ґрунту, при цьому практично виключається розкриття тріщин в них, зменшуються деформації, як несучих конструкцій, що зводяться, так і навколишнього ґрунтового масиву і фундаментів довколишніх будівель. До того ж немає необхідності спеціально збільшувати товщину перекриттів, як це прийнято при використанні технології «TOP-DOWN» за кордоном.

По-друге, повністю виключається використання трудомісткого і значно податливішого тимчасового металевого розпору кріплення, яким зазвичай заповнюють отвори в перекриттях на місці рамп, сходових клітин і згрупованих ліфтових шахт.

По-третє, відкриваються можливості одночасного будівництва усіх несучих конструкцій підземних і надземних поверхів без виключення, а значить і можливості облаштування перегородок, оздоблення приміщень, монтажу інженерних систем і устаткування поповерхово за схемами «згори-вниз» і «знизу-вгору» і паралельно з екскавацією ґрунту на нижніх ярусах, що істотно скорочує загальну тривалість будівництва.

По-четверте, рампи, що зводяться за схемою «згори-вниз», дозволяють доставляти по них електрокарами і малогабаритними автовантажувачами будівельні і оздоблювальні матеріали на будь-який з підземних поверхів.

Визначальними чинниками при проектуванні стали:

- попереднє зведення металевого несучого каркаса головного корпусу комплексу «Арбат-центр», що перекрив доступ до автостоянки, що будується, з півночі (рис. 14.12);

- припинення оренди суміжної території, власники якої, бачачи прорахунки в підготовці і організації будівництва і виниклі у зв'язку з цим проблеми, також бажаючи пожитися, запросили за оренду просто неймовірні гроші, внаслідок чого доступ до автостоянки до початку розробки нашого проекту закритий був і з півдня;

- близьке розташування будівель, що зберігаються, одна з яких - Культурний Центр України в Росії, що закривали доступ до автостоянки, що будується, із заходу;

- можливість доступу в зону будівництва тільки зі сходу або з бо-

ку Гоголівського бульвару, коли котлован, що розробляється, глибиною до 18,5 м практично починався відразу за огорожуванням будмайданчика;

- зведення траншейних стін за проектом чотирьохрівневої автостоянки відкритого способу будівництва, та ще і укорочених при їх виконанні через невідповідність фактичної глибини залягання товщі зруйнованих Перхуровських вапняків прогнозованих, що не піддаються розробці грейфером;

- необхідність випереджаючого зведення над західною частиною покриття підземної автостоянки технологічного 2-поверхового блоку-прибудови до головного корпусу і перспектива розміщення над східною частиною багатоповірхової (до 13 поверхів) офісної будівлі третьої черги будівництва комплексу.



Рис. 14.12. Багатофункціональний комплекс «Арбат-центр» в Москві. Зведення несучого металевого каркаса головного корпусу після зведення траншейних стін підземної автостоянки

В умовах фактично «тупикової ситуації» довелося застосувати комбінований прийом напівзакритого способу будівництва, яким забезпечено вирішення всіх вищеперерахованих проблем.

Прийнятий спосіб будівництва базувався на випереджаючому

зведенні:

- східної половини покриття (з боку в'їзних воріт на будмайданчик) безопалубочним методом по відношенню до розробки ґрунту в котловані на 1-му ярусі під ним;

- перекриттів над 2-м і 5-м поверхами безопалубочним методом повністю по відношенню до розробки ґрунту в котловані на 2-му і 5-му ярусах;

- обох рамп з 1-го по 4-й поверхи по відношенню до розробки ґрунту під ними із зведенням майданчиків в рампах також безопалубочним способом;

- західних половин перекриттів над 3-м і 4-м поверхами з обпиранням інвентарної опалубки на підготовлену ґрунтову основу по відношенню до розробки ґрунту в котловані на 3-му і 4-му ярусах під захистом конструкцій західної рампи.

Перекриття над 3-м поверхом зводилося за допомогою інвентарної опалубки, що спиралася на ґрунтову підготовлену основу, після розробки ґрунту на 3-му ярусі.

Західна половина перекриття над 2-м поверхом зводилася у міру відкритої розробки ґрунту в котловані 1-го ярусу з випередженням і паралельно із зведенням покриття на цій ділянці. Причому при бетонуванні покриття опалубка спиралася на забетоновані безопалубочним способом на ґрунті захватки перекриття. Східна половина перекриття над 2-м поверхом зводилася після розробки ґрунту в котловані 1-го ярусу під захистом покриття.

Розділення покриття і перекриттів на дві половини виконувалося по деформаційному шву, що тимчасово ліквідувався на період будівництва.

Як вже відзначалося, з метою виключення використання тимчасових металевих розпірок за цим проектом уперше в російській практиці зведення обох рамп на будівництві підземної п'ятирівневої автостоянки багатофункціонального комплексу «Арбат-центр» з 1-го по 4-й поверхи робилося випереджаючим порядком по відношенню до поярусної розробки ґрунту в котловані під ними (рис. 14.13).

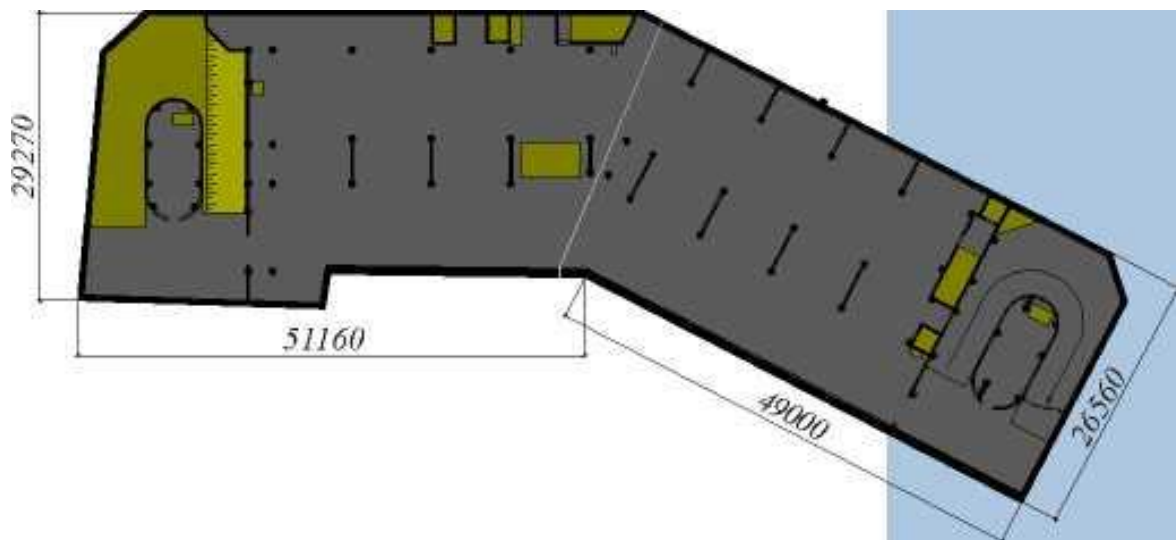


Рис. 14.13. Багатофункціональний комплекс «Арбат-центр» в Москві. План-схема несучих конструкцій -2-го поверху підземної автостоянки і рамп на -3-м поверсі (пандус рампи на західній половині автостоянки умовно не показаний) під час екскавації ґрунту

Для реалізації цієї ідеї, так само, як і для двох ліфтових шахт і однієї сходової клітини, під стінами центральних ядер рамп (пандусів) і під протипожежними стінами, що відділяли рампи від зон стоянок автомобілів, знадобилося передбачити додаткові бурові колони (рис. 14.14).



Рис. 14.14. Багатофункціональний комплекс «Арбат-центр» в Москві. Вид на рампу на -1-м поверсі на західній половині автостоянки після зведення стін центрального ядра і зовнішніх протипожежних стін
Додаткові колони дозволили у буквальному розумінні слова ви-

вісити поповерхово конструкції рамп, що зводилися, за схемою «згори-вниз» над поглиблюваним в процесі будівництва під ними котлованом. Знадобилося також розробити конструкцію «вивіски» протипожежних стін, що служили опорними для пандусів-серпантинів на бурових колонах, і виконати просторові статичні розрахунки з урахуванням зміни напружено-деформованого стану в монолітних залізобетонних конструкціях рамп на кожній із стадій будівництва (рис. 14.15).



Рис. 14.15. Багатофункціональний комплекс «Арбат-центр» в Москві. Вид на «вивішені» на бурових колонах конструкції центрального ядра рампи на -3-му поверсі на західній половині автостоянки напередодні зведення рампи на -4-му поверсі

Авторами був врахований попередній досвід подібного будівництва, коли за рахунок виникнення розтягуючої напруги у бетоні «вивішених» на бурових колонах стін і недотримання підрядниками вимог щодо набору ними 100 % проектної міцності при поповерховому збільшенні навантаження в стінах виникала безліч наскрізних тріщин.

За допомогою спеціально розробленої конструкції і технології виконання армування «вивішуваних» стін вдалося не лише зняти вимоги щодо набору 100 % міцності бетону і тим прискорити виробництво будівельних робіт, але і повністю виключити появу тріщин в стінах.

Справедливості ради, слід зауважити, що, незважаючи на вжиті конструктивні заходи, в пандусах рамп, під захистом яких робилася екскавація, по нижніх фібрах все ж відкривалися окремі радіально спрямовані до їх ядер волосяні тріщини. Їх спрямованість практично уздовж основного напрямку роботи пандуса, а також мала величина розкриття, не знижували міцності конструкції.

Та все ж перший досвід використання конструкцій рамп в якості постійного кріплення під час екскавації котловану був більш ніж успішний і дозволив разом з підвищенням безпеки будівництва ще й істотно зменшити його тривалість, а також звести до мінімуму осадку фундаментів довколишніх будівель (рис. 14.16), що зберігаються.

Аналіз даних деформаційного моніторингу після завершення екскавації останнього 5-го ярусу котловану показав, що приріст осідань фундаментів згаданих будівель за увесь період виробництва земляних робіт напівзакритим способом склав всього 2-7 мм.

Будівництво підземної автостоянки жодним чином не можна назвати безперервним, оскільки по ходу зведення багатофункціонального комплексу «Арбат-центр» замовник з генеральним будівельним підрядником не раз міняли свої пріоритети.

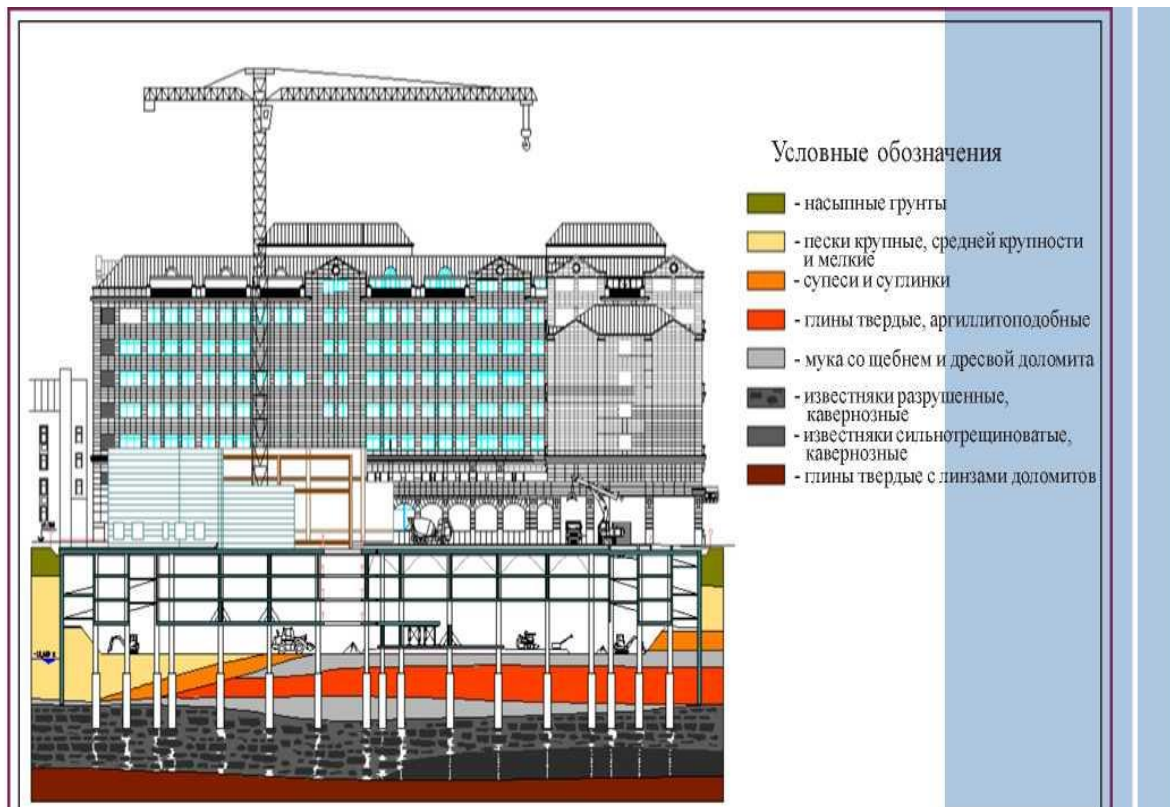


Рис. 14.16 Багатофункціональний комплекс «Арбат-центр» в Москві. Улаштування перекритть над 4-м і 5-м поверхами на східній половині і внутрішніх несучих конструкцій 3-го поверху на західній половині автостоянки. Розробка ґрунту в котловані 4-го ярусу під захистом конструкцій рамп 3-го поверху на обох половинах автостоянки. Продовження улаштування прибудови

І, проте, в таких обмежених умовах, земляні роботи, зведення монолітних залізобетонних конструкцій і гідроізоляційні роботи на будівництві підземної п'ятирівневої автостоянки вдалося виконати всього за 12 місяців з урахуванням місяця втрат на цементацию Перхуровских закарстованих вапняків в основі траншейних стін. Під час виконання земляних робіт під захистом перекриттів середня продуктивність складала близько 500 м³/добу, а при екскавації 3-го і 4-го ярусів - 800 м³/добу (рис. 14.17, 14.18, 14.19, 14.20, 14.21).



Рис. 14.17. Багатофункціональний комплекс «Арбат - Центр» в Москві. Видача ґрунту на поверхню для вантаження в автосамоскиди екскаватором грейфера «Hitachi EX300-5» через тимчасовий монтажний отвір під час екскавації 2-го ярусу котловану



Рис. 14.18. Багатофункціональний комплекс «Арбат - Центр» в Москві. Транспортування ґрунту, що розробляється, автовантажувачем «Hitachi -130» до тимчасового монтажного отвору під час екскавації 2-го ярусу котловану. Видача ґрунту на поверхню під вантаження в автосамоскиди грейфером екскаватора «Hitachi EX300-5»



Рис. 14.19. Багатофункціональний комплекс «Арбат-центр» в Москві. Екскавація ґрунту на 3-му ярусі котловану під рампою -2-го поверху на західній половині автостоянки

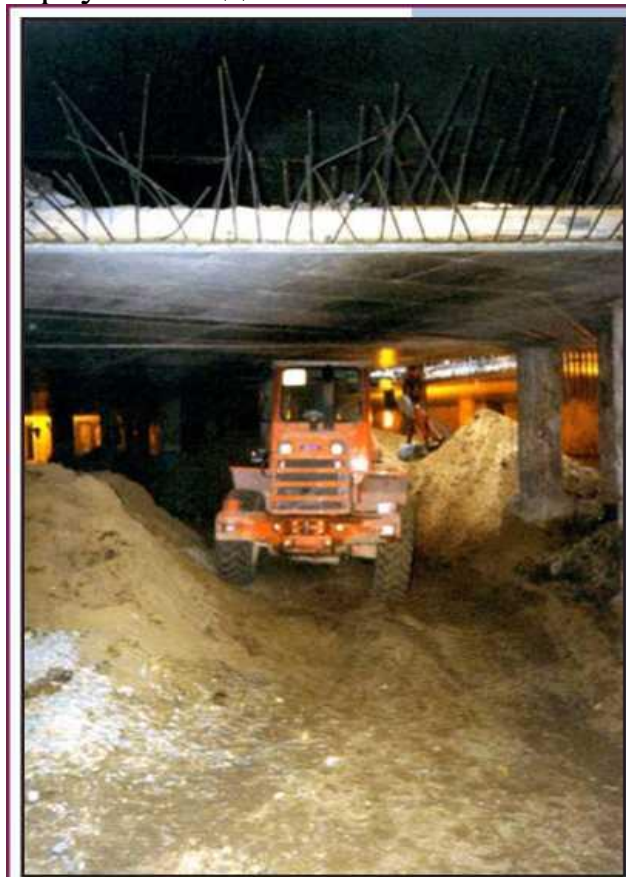


Рис. 14.20. Багатофункціональний комплекс «Арбат-центр» в Москві. Транспортування ґрунту до тимчасового монтажного отвору автотранспортуваного «Hitachi – 130» під час розробки ґрунту на 3-му ярусі котловану під рампою -2-го поверху на західній половині автостоянки



Рис. 14.21. Багатофункціональний комплекс «Арбат - Центр» в Москві. Екسкавація ґрунту на 4-му ярусі котловану в зоні рампи на східній половині автостоянки

Уперше на будівництві подібних об'єктів в Росії можна було побачити, як паралельно з екскавацією ґрунту на 5-му ярусі робиться обробка і монтаж інженерних систем з -1-го по -4-й поверхи, по рампах виконується доставка будівельних матеріалів, устаткування і виробів, ведеться будівництво нового наземного корпусу (рис. 14.22, 14.23, 14.24, 14.25). Чим не «Hi-Tech»?!



Рис. 14.22. Багатофункціональний комплекс «Арбат - Центр» в Москві. Доставка оздоблювальних матеріалів по рампі на -3-й поверх малогабаритним автотранспортом під час екскавації ґрунту на 5-му ярусі котловану



Рис. 14.23. Багатофункціональний комплекс «Арбат - Центр» в Москві. Монтаж постійних систем вентиляції і пожежогасінні на -2-м поверсі під час екскавації ґрунту на 5-му ярусі котловану



Рис. 14.24. Багатофункціональний комплекс «Арбат - Центр» в Москві. Завершення будівництва прибудови до головного корпусу. Зведення конструкцій корпусу третьої черги будівництва над східною половиною підземної автостоянки під час екскавації ґрунту на 5-му ярусі котловану



Рис. 14.25. Багатофункціональний комплекс «Арбат - Центр» в Москві. Завершення екскавації ґрунту на 5-му ярусі в зоні монтажного отвору

14.3. Подальше вдосконалення напівзакритого способу будівництва

Загальновідомо, що професіоналізм у будівельному проектуванні проявляється в першу чергу в індивідуальному підході до кожного нового об'єкту. Оскільки будь-який об'єкт, що споруджується напівзакритим способом, як правило, має свої особливості, адаптація і вдосконалення технічних рішень, що раніше використалися, і принципів від об'єкту до об'єкту стають неминучі. При цьому вдосконалення просувається по двох основних, взаємозалежним напрямам і зачіпає ключові рішення в областях технології будівництва і будівельних конструкцій.

Без досвіду будівництва такого складного об'єкту, як багатофункціональний комплекс «Царев сад» на Софійській набережній в Москві, ще пару років назад неможливо було навіть уявити собі повне виключення тимчасового металевого кріплення розпору, а також зведення конструкцій рамп за схемою «згори-вниз» на будівництві підземної п'ятирівневої автостоянки багатофункціонального комплексу «Арбат-центр». У свою чергу зведення конструкцій рамп за схемою «згори-вниз» відкрило шлях до такої високоефективної організації будівництва, коли паралельно з екскавацією ґрунту можливий монтаж інженерних систем, оздоблення підземних поверхів і монтаж

устаткування, а також вивезення ґрунту, що розробляється, по rampах, що зводяться, на поверхню для його вантаження в автосамоскиди.

Але і це не межа. Не раз забудовники і інвестори виявляли цікавість до можливостей скорочення об'єму інвестицій шляхом введення в експлуатацію будівель з недобудованими підземними поверхами і добудови їх вже за рахунок прибутку від експлуатації. При певних обставинах дійсно вигідно здати в експлуатацію будівлі із завершеними надземними будовами і мінімально необхідною на перший період експлуатації кількістю підземних поверхів, щоб потім без перерви їх експлуатації завершити будівництво. Особливо це відноситься до будівництва підземних автостоянок, складських приміщень і гаражів. Адже не секрет, що підземне будівництво в умовах щільної міської забудови істотно перевершує вартість надземного будівництва, проте через зростання вартості земельних ділянок і урбанізації міст стає усе більш актуальним.

Прогрес в розвитку напівзакритого способу будівництва цивільних об'єктів такий очевидний, що ефективно і економічно виправдане спорудження підземних поверхів другої черги будівництва під експлуатованими будівлями перестало здаватися фантастикою. За бажанням замовника такі рішення можна запропонувати вже сьогодні на будь-якому наступному об'єкті.

В умовах ринкової економіки попит завжди народжує пропозицію. Якщо врахувати, що звична для західноєвропейських країн баретна система зведення опорних конструкцій спочатку орієнтована виключно на класичний напівзакритий спосіб будівництва за схемою «згори-вниз» («ар-down»), то не дивно, чому так зріс попит на технологію, що дозволяє будувати з рівня нульової відмітки вгору і вниз одночасно.

Загальновідомо, що у баретній системі використовуються тимчасово сталеві балочні колони, що мають невисоку несучу здатність із-за своєї гнучкості і що вимагають їх обетонування після зведення фундаментної плити і до зведення надземних поверхів. За відсутності гарантій вертикальності монтажу сталевих балочних колон і їх обмеженої несучої здатності рідкісний підрядник зважиться на зведення 2-3 надземних поверхів до завершення будівництва нульового циклу.

Застосування бурових колон, що мають високу жорсткість і несучу

чу здатність відразу ж після зведення, за рахунок істотного скорочення загальної тривалості будівництва будівель і підвищення ефективності використання капіталовкладень виводить напівзакритий спосіб будівництва на якісно новий рівень. Порівнювати у такому разі вартість будівництва тільки нульових циклів об'єктів відкритим і напівзакритим способами, спираючись лише на досвід використання класичної схеми «TOP-DOWN», щонайменше, неетично.

У особливо скрутних геологічних умовах і при щільній міській навколишній забудові найбезпечніший, до того ж комбінований, напівзакритий спосіб будівництва взагалі стає поза конкуренцією, оскільки до прямих витрат на зведення нульового циклу нової будівлі відкритим способом слід додати витрати на посилення фундаментів і конструкцій навколишніх будівель, що зберігаються.

Враховуючи актуальність використання комбінованого напівзакритого способу будівництва, і завдяки накопиченому за минулі роки досвіду, істотно модернізована технологія зведення бурових колон, спрощена конструкція їх арматурних каркасів і вузлів сполучення з міжповерховими перекриттями і фундаментною плитою, підвищена надійність, «дуракостійкість» і безпека будівництва.

Ці удосконалення були б неможливі без виходу на якісно новий рівень проектування (рис. 14.26, 14.27), авторського нагляду за реалізацією прийнятих рішень і подальшого обліку дрібних недоробок, що розкриваються по ходу будівництва.

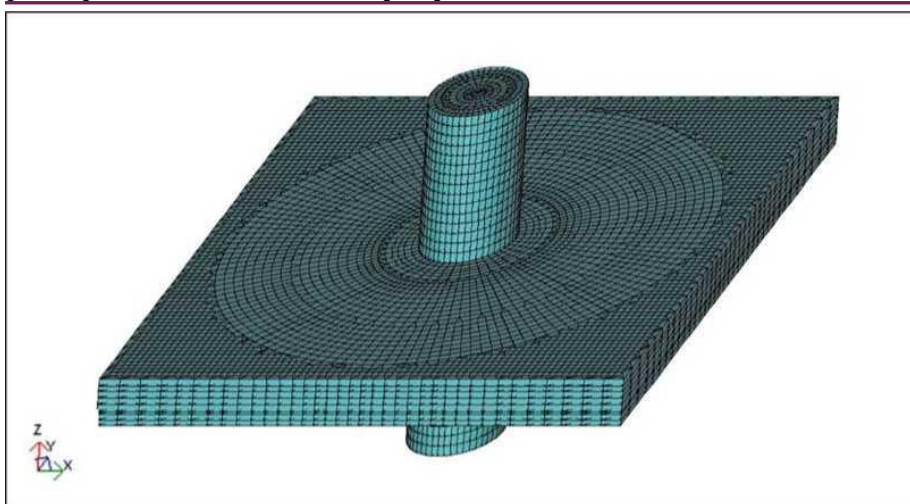


Рис. 14.26. Фрагмент розрахункової 3D-моделі вузла сполучення бурової колони з перекриттям

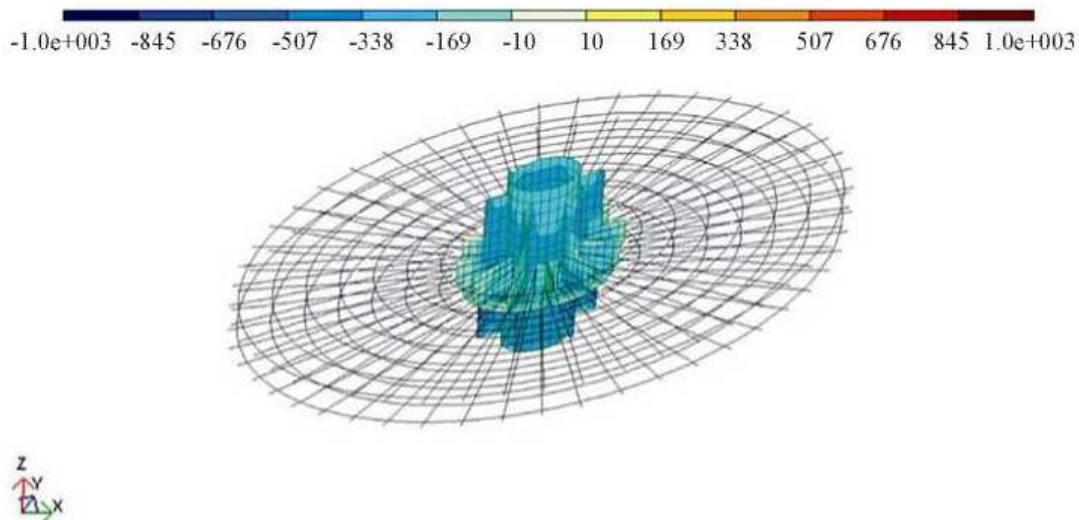


Рис. 14.27. Ізополя головних напружень в металевих конструкціях вузла з'єднання бурової колони з перекриттям

Інновації і досягнення в загальній організації будівництва напів-закритим способом за замовленням ЗАТ «Об'єднання «ІНГЕОКОМ» використовувалися при проектуванні нульового циклу готелю «Hilton» 5* на Тверській вулиці в Москві, будівництво якого проведено на місці знесеного за рішенням Уряду Москви готелю «Інтурист». 11 надземних і 5 підземних поверхів зведено без засипки котловану, що залишився після зносу, глибиною до 8 м. Площа кожного з п'яти підземних поверхів близько 5000 м². З урахуванням навантажень до 3000 тс, що передаються на бурові колони по краях атріуму в рівні перекриття на позн. 0,00 м, спеціально для цього об'єкту була розроблена конструкція і технологія їх посилення, що дозволяє використати труби-опалубки в якості жорсткого армування на стадії експлуатації.

За замовленням італійської фірми «Codest International» SRL для американської компанії «Hines» виконано також проектування нульового циклу адміністративної будівлі по вулиці Гашека, вл. 6 («Дукат-3»). Це 14-поверховий корпус з 3-поверховим підземним простором загальною площею 20640 м² (рис. 14.28).

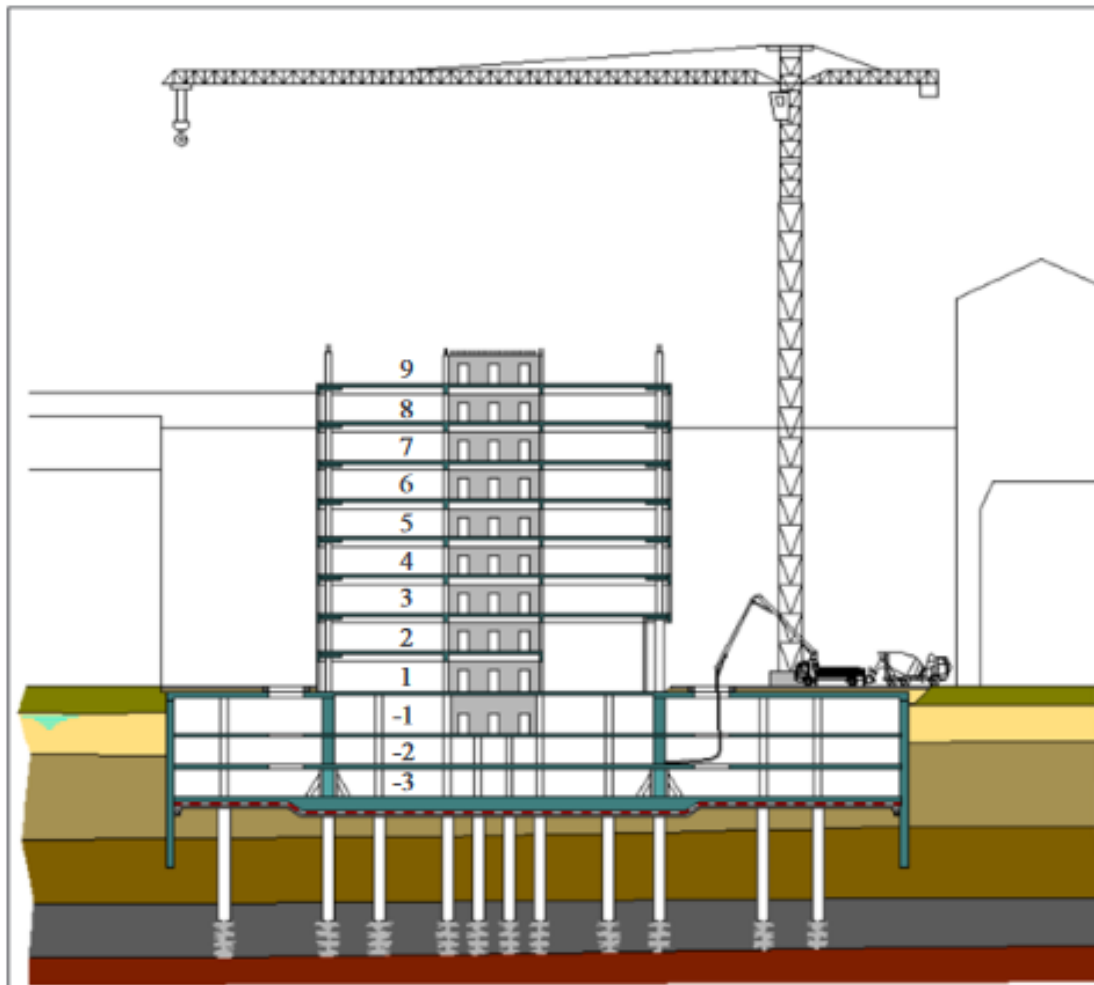


Рис. 14.28. Зведення адміністративної будівлі по вул. Гашека, 6 в Москві («Дукат-3»)

За замовленням ТОВ «Туке 6» проведено будівництво багатофункціонального комплексу «Неглинна-Плаза» на ділянці, обмеженій вулицями Неглинна і Рождественка, Н. Кисільним провулком, а також Трубною площею. Умови будівництва підземної частини комплексу з площею нижнього поверху близько 10000 м² характеризуються як небезпечні з точки зору розвитку зсувних явищ і загрозливі збереженню довколишніх будівель і споруд. Саме з урахуванням цих чинників був запропонований напівзакритий спосіб будівництва нульового циклу, надалі схвалений державною експертизою і прийнятий до реалізації замовником і інвесторами (рис. 14.29).

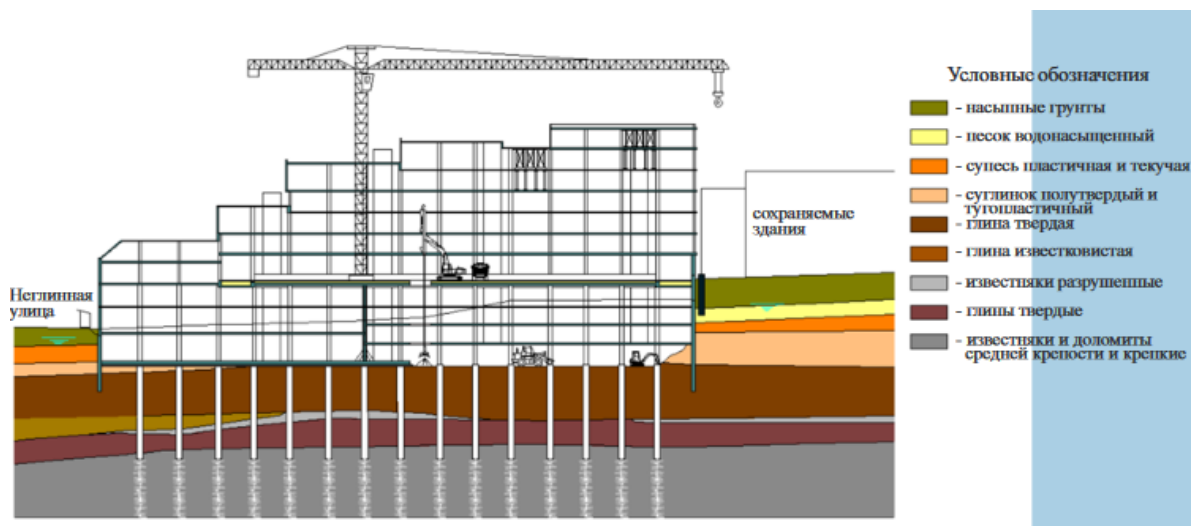


Рис. 14.29. Багатофункціональний комплекс «Неглинна-плаза» в Москві (Комплексна реконструкція з елементами нового будівництва і реставрацією домоволодіння по адресах: вул. Неглинна, б. 20/2, будови 1-5; вул. Рождественка, б. 31/6, будови 1,2; Трубна площа, б. 4, будови 1, 2, 5). Принципове рішення технології будівництва

Для групи компаній «КРТ» підготовлена пропозиція за принциповою технологією будівництва готельно-розважального комплексу в східній частині кварталу № 359 в м. Москві (рис. 14.30). Площа кожного з підземних поверхів перевищує 16500 м². Запропонований напівзакритий спосіб будівництва пов'язаний з конструкцією нульового циклу і має свої особливості, викликані складними геологічними і гідрогеологічними умовами.

Ще при будівництві багатофункціонального комплексу «Царев сад» деформаційним моніторингом за конструкціями його нульового циклу, що зводяться, було доведено, що в подібних умовах не існує, як такої, проблеми осідань опорних конструкцій, а існує проблема випору. Для Будов 1 і 3 «Царева саду» з чотириповерховим підземним простором, що зводиться в котловані глибиною 14 м, вісім надземних поверхів було досить в якості привантажу, щоб випір на завершальній стадії екскавації не перевищував 10-12 мм, за умови закладення бурових колон в ґрунтовому масиві нижче фундаментної плити близько 10 м.

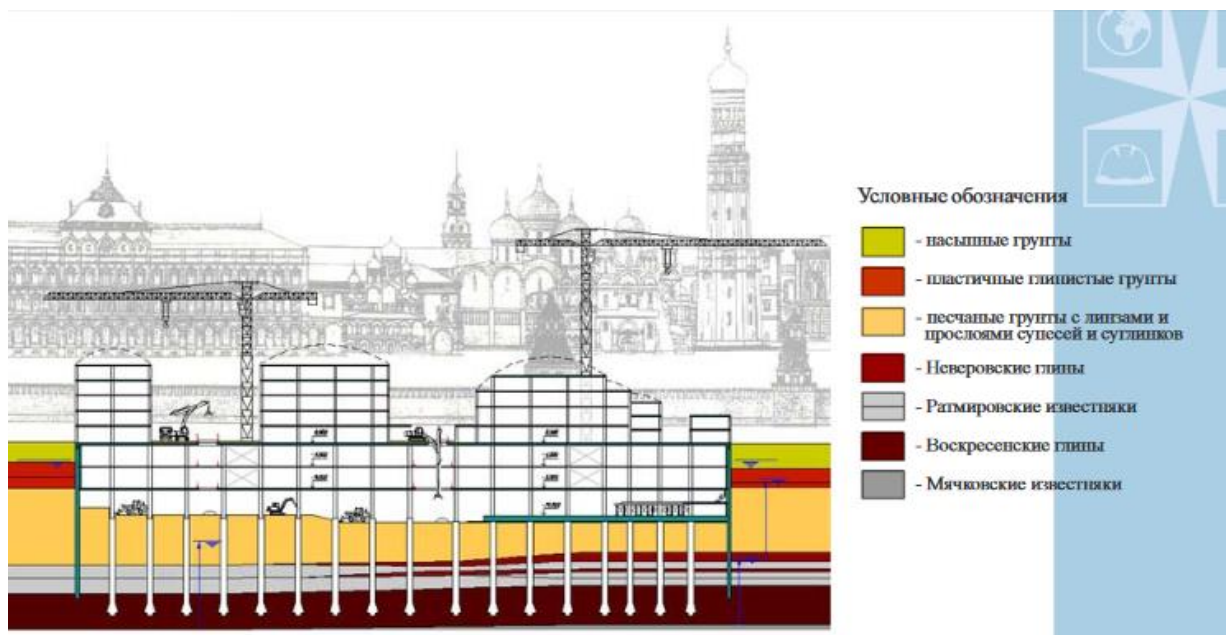


Рис. 14.30. Готельно-розважальний комплекс в східній частині кварталу № 359 в м. Москві. Проектна пропозиція

Для будівництва нульового циклу даного комплексу при глибині котловану понад 17 м і обмеженні надземної частини шістьма поверхами потрібна анкерівка бурових колон як проти випору на стадії будівництва, так і проти спливання на стадії експлуатації із залученням до протидії випору (спливанню) ґрунтового масиву нижче дна котловану.

Спеціально для таких випадків нами була розроблена модифікована конструкція бурових колон з розширеними п'ятами, здатна сприймати стискаючі зусилля у верхній частині на рівні фундаментної плити до 1100 тс без посилення і розтягуючі зусилля в нижній частині під фундаментною плитою до 1200 тс.

Вищеописані рішення за технологією будівництва є інтелектуальною власністю ТОВ «Інженерне бюро Юркевича», базуються на новому способі зведення і конструкції бурових колон, захищених патентами в Російській Федерації і за кордоном, і не можуть бути використані без згоди авторів.

Питання для самоконтролю.

1. Яка конструкція огорожуючих стін котловану може використовуватися?
2. Як влаштовується обгороджування котловану?
3. Як виконувалося розробка котловану глибиною 11 м без укочів?

4. Як бетонується перекриття на позн. +0,30 м?
5. Як здійснювалося подавання бетонної суміші для бетонування фундаментної плити та перекрить нульового циклу?
6. Як влаштовувалося тимчасове металеве кріплення отворів в перекриттях підземної частини у процесі будівництва багатофункціонального комплексу «Царев сад» в Москві?
7. Як влаштовувалося тимчасове металеве кріплення отворів в перекриттях підземної частини у процесі будівництва багатофункціонального комплексу «Арбат - Центр» в Москві?
8. Який досвід отримали будівельники в результаті використання конструкцій рамп в якості постійного кріплення під час екскавації котловану?
9. Як поповерхово кріпилися конструкції рамп, що зводилися за схемою «згори-вниз» над поглиблюваним в процесі будівництва під ними котлованом?
10. Як використано улаштуванні разом з перекриттями за схемою «згори-вниз» ліфтові шахти, сходові клітини і в'їзні рампи з пандусами-серпантинами при зведенні підземних багаторівневих автостоянок напівзакритим способом?
11. Які елементи конструкцій можуть використовуватися для запобігання випору ґрунту та спливання конструкції на стадіях будівництва та експлуатації?
12. Які роботи паралельно з екскавацією ґрунту надало можливість вести зведення конструкцій рамп за схемою «згори-вниз»?
13. Які переваги надає напівзакритий спосіб будівництва «вгору-вниз» у порівнянні з відкритим способом у особливо скрутних геологічних умовах і при щільній міській навколишній забудові?

Тема 15. Розвиток та використання спеціальних технологій для улаштування підземних споруд в умовах ущільненої забудови

15.1 Досвід використання спеціальних технологій при будівництві на місці знесеної будівлі

Навесні 2003 р. почалося будівництво готелю міжнародного класу категорії 5* по вулиці Тверська на місці знесеної за рішенням Уряду Москви 24-поверхового готелю «Інтурист» з двоповерховим підземним простором (рис. 15.1). Спочатку проектування готелю велося під майбутнього оператора - «Hilton», але після зміни інвестора в 2004 р. було вирішено підвищити рівень готелю і привести планування, а також вимоги експлуатації, до більш високих стандартів нового оператора - «Ritz Carlton».

Зміна інвестора і оператора готелю під час будівництва не могли не позначитися на термінах його проектування і будівництва. Ось чому робоче проектування цього престижного, але дуже непростого об'єкту, дещо затягнулося і велося паралельно з будівництвом тепер уже в надзвичайно стислі терміни.

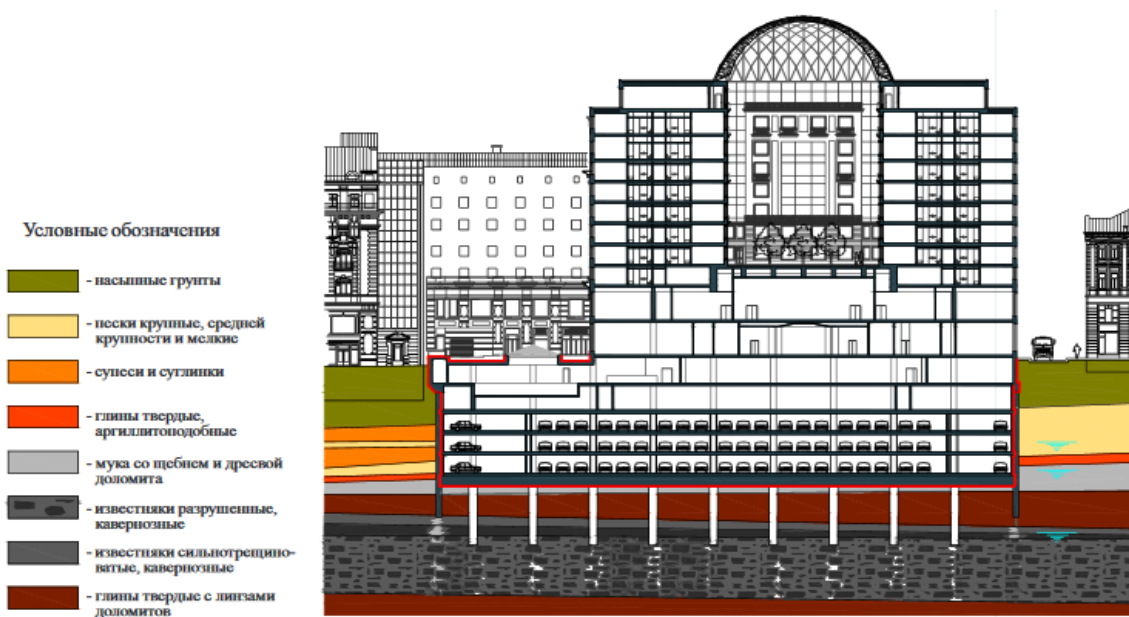


Рис. 15.1. П'ятизірковий готель «Ritz Carlton» з підземним п'ятирівневим простором. Подовжній розріз

Проекти організації спеціальних геотехнічних і загальнобудівельних робіт при зведенні нульового циклу, а також конструкцій обгороджування котловану і бурових колон, розроблені за замовленням ЗАТ «Об'єднання «Ингеоком», проектування монолітних залізобетонних конструкцій.

тонних конструкцій і гідроізоляції нульового циклу велося за замовленням «Red Square Development Company» Ltd.

11 наземних і 5 підземних поверхів нового готелю зводилися в украй обмежених умовах без засипки котловану глибиною близько 8 м, що залишився після зносу готелю «Інтурист» і підніс немало сюрпризів.

При виконанні підготовчих робіт під шаром ґрунтової засипки в котловані виявили фрагмент монолітної залізобетонної фундаментної плити знесеного готелю «Інтурист» завтовшки близько 1 м і площею 675 м², що впритул примикала до фундаментів готелю «Національ». Оскільки низ цього фрагмента фундаментної плити практично співпадав з рівнем підшов фундаментів готелю «Національ», виконувати його розбирання явно побоялися.

Після ліквідації тимчасового з'їзду в котлован з боку готелю «Національ» були зроблені нові «відкриття» кинутих фундаментів і конструкцій. З боку будівлі психологічного факультету МГУ виявили аналогічні фрагменти фундаментів, на додаток ще і покинуті каналізаційні труби.

Старі підпірні конструкції, що залишаються в котловані, з боку театру ім. М.Н. Єрмолової, а також колектор дрібного закладання уздовж вул. Тверської, щоб запобігти їх деформаціям і обваленню в процесі розбирання готелю «Інтурист», були заздалегідь усилені монолітними бетонними поясами-привантажувачами, такими, що частково опинилися потім в габариті запроектованого готелю.

Очевидно, що при розбиранні і посиленні залишених підпірних конструкцій ніхто не думав про те, як в таких умовах потім проектувати і будувати нову будівлю з площею кожного підземного поверху понад 5000 м². Розбирання і подальше будівництво явно ніким не ув'язувалися.

Недивно, що без зрубки згаданих бетонних поясів-привантажувачів і розбирання залишених в котловані старих фундаментів і конструкцій під захистом тимчасових металевих підкосів не обійшлося, попри те, що площа освоюваного підземного простору і без того була істотно урізана усупереч побажанням архітекторів.

Уперше в нашій практиці для облаштування форшахт, необхідних при зведенні обгороджування котловану, а також для розбирання залишених в котловані конструкцій, знадобилася розробка спеціального проекту виробництва робіт, тісно пов'язаного зі зведенням несучих

конструкцій нового готелю.

Додаткові труднощі в проектуванні і будівництві створювали:

- сервісний тунель метрополітену, що проходить під фундаментною плитою навкіс і що перетворює сім бурових колон з опорних конструкцій у вивішувані;

- наближення обгороджування котловану з буросікущихся паль на відстань 90 см до будов готелю «Національ»;

- різниця між площами будівельного майданчика «на папері» і що утворилася після зносу готелю «Інтурист» котловану 2260 м²;

- різниця між площами підземної і наземної частин готелю всього 1290 м².

У згаданих умовах будівництво нульового циклу навіть найбезпечнішим - напівзакритим способом («TOP-DOWN») вимагало віртуозного проектування і ухвалення нестандартних рішень.

Геологічний розріз на глибину до 45 метрів представлений:

- насипними ґрунтами, що включають піски з лінзами супіску і суглинку, будівельним сміттям, що злежалися, потужністю товщі від 4,8 до 7,3 м, за винятком котловану на місці знесеного готелю «Інтурист», де насипні ґрунти збереглися лише по його бортах;

- алювіальними відкладеннями потужністю від 7,3 до 9,8 м, що включають різні піски (від пилюватих і дрібних до великих і гравелистих) з лінзами супіску шаруватого, пластичного;

- флювіогляціальними відкладеннями потужністю від 0,6 до 2,0 метрів, що включають суглинки слабо слюдяні, з лінзами піску, з гравієм, щебенем, тугопластичні, а також піски дрібні;

- породами Ізмайлівської товщі потужністю від 2,9 до 3,2 метри, що включають вапняки низької міцності, зруйновані до блоків, борошна, дресви і дрібного щебеню;

- глинами мергелястими Мещеряковської товщі потужністю до 3,8 метри з прослоями мергеля напівтвердими;

- породами Перхуровської товщі потужністю від 8,8 до 10,1 метра, що включають вапняки низької міцності, зруйновані до блоків, борошна, дресви і дрібного щебеню, а також вапняки тріщинуваті, зниженої міцності;

- глинами мергелястими Неверівської товщі потужністю до 6,6 метра з прослоями мергеля, напівтвердими;

- породами Ратмировської товщі розкритою потужністю до 6,3 м, що включають мергелі тріщинуваті низької міцності, а також вапняки

тріщинуваті, зниженій міцності.

Будівництво нульового циклу готелю здійснювалося в зоні впливу чотирьох горизонтів ґрунтових вод:

- верховодки, приуроченої до покрівлі флювіоглаціальних суглинків і виявленої на глибині 12-13,5 м від поверхні;
- безнапірних вод Измайловської товщі, приурочених до покрівлі Мещеряковських мергелистих глин і виявлених на глибині 16-17 м;
- безнапірних вод Перхуровської товщі, приурочених до покрівлі Неверовських мергелистих глин і виявлених на глибині 23,2-25,5 м;
- напірних вод Ратмировської товщі, п'єзометричний рівень яких встановлюється на глибині 32,7-33 м.

По звітах гідрогеологів порушення режиму ґрунтових вод трьох верхніх горизонтів пов'язане з відкачуваннями метрополітену, а також роботою постійного дренажу в основі торгово-рекреаційного підземного комплексу «Мисливський ряд» на Манежній площі. Ділянка будівництва віднесена до потенційно небезпечного в карстово-суффозійному відношенні.

Останній висновок підтвердився при виконанні спеціальних геотехнічних робіт, коли були зафіксовані значні втрати бентонітового розчину і води у вапняках Измайлівської і Перхуровської товщ.

Зведення нульового циклу готелю передбачене повністю з монолітного залізобетону. Конструкція нульового циклу включає:

- несучі і захисні стіни з буросікущихся паль діаметром 830 мм, що являються одночасно протифільтраційними;
- бурові колони діаметром 720/1200 мм, що є опорами перекриттів при будівництві способом «TOP-DOWN» і що включаються в роботу в якості постійних несучих конструкцій;
- безбалочне перекриття на позн. 0,00 м завтовшки 500 мм під дворовою частиною і 320 мм - під надземною частиною будівлі;
- безбалочні міжповерхові перекриття завтовшки 320 мм;
- фундаментну плиту завтовшки 1500 мм, за винятком зони над сервісним тунелем метрополітену, де її товщина складає 2200 мм;
- притискні стіни гідроізоляції завтовшки 250 мм;
- стіни і пандуси в'їзної рампи, протипожежні стіни, стіни сходових клітин і ліфтових шахт завтовшки 250 мм;
- обойми посилення бурових колон діаметром 1200 мм, а також перерізом 960x1200 мм і 960x1800 мм із закругленими торцями;
- колони діаметром 700 мм, а також перерізом 960x1200 мм і

960x1800 мм із закругленими торцями.

Усі монолітні залізобетонні конструкції передбачені з бетону С30/25, W6, F100, за винятком фундаментної плити, де прийнятий бетон С30/25, W10, F100 і стін з буросікущихся паль, для яких прийнятий бетон С25/20, W8, F100.

В порівнянні з будівництвом нульового циклу багатофункціонального комплексу «Царев сад» на Софійській набережній в Москві і підземної 5-рівневої автостоянки МФГЦ «Альфа-Арбат-центр», бурові колони на будівництві готелю «Ritz Carlton» виконані за модифікованою технологією зведення і в модифікованій конструкції.

Плита перекриття на позн. 0,00 м за допомогою арматурних випусків об'єднується із стінами з буросікущихся паль, буровими колонами, притискними стінами гідроізоляції, обоймами посилення колон, протипожежними стінами, а також стінами рамп, ліфтових шахт і сходових клітин.

Оскільки до конструкції нульового циклу готелю з трирівневою підземною автостоянкою пред'являються вимоги щодо вогнестійкості не менше 2,5 годин, спираючі міжповерхові перекриття на бурові колони прийняте жорстким і за принципом «бетон на бетон». Щоб виключити передачу високих температур при пожежі від металевих труб-опалубок на робочу арматуру вузлів, перекриття «врізаються» на 147 мм по контуру всередину колон. При цьому підвищена величина захисного шару бетону відділяє робочу арматуру перекриття і бурових колон від труб-опалубок, що прорізають по кільцю.

Бурові колони, розрахункові зусилля в яких на стадії експлуатації перевищують гранично допустимі по несучій здатності величини (без урахування роботи металевих труб-опалубок), у міру зведення підземних поверхів обетонуються монолітними залізобетонними обоймами посилення. При цьому врізання перекриттів не робиться, а труби-опалубки перетворюються на жорстке армування посилених колон, оскільки робоча арматура обойм у свою чергу має захисний шар бетону 40 мм.

На стіни з буросікущихся паль проміжні перекриття спираються шарнірно за допомогою вирубуваних в них штраб глибиною 150 мм.

Вузли сполучення перекриттів із стінами рамп, ліфтових шахт, сходових клітин і протипожежними стінами прийняті жорсткими за допомогою арматурних випусків.

Враховуючи неоднорідність ґрунтової основи під фундаментною

плитою, нерівномірність її завантаження, викликану особливістю компонування надземної частини будівлі, вузли сполучення основних елементів підземних конструкцій прийняті такими, щоб забезпечити спільність їх деформації, високі просторову жорсткість і водонепроникність. В процесі експлуатації будівлі її несучий каркас спирається як на фундаментну плиту у вигляді ростверка, жорстко пов'язаного з буровими колонами і шарнірно із стінами з буросікущихся паль, так і безпосередньо на стіни з буросікущихся паль.

Як і проміжні перекриття нульового циклу, фундаментна плита фактично «врізається» у бурові колони на 147 мм по контуру, за винятком колон, що укладаються в монолітні залізобетонні обойми посилення.

З точки зору статички, фундаментна плита, жорстко сполучена з нижніми частинами бурових колон діаметром 1,2 м, працює як єдиний палевий ростверк, що перерозподіляє навантаження у разі зниження несучої здатності будь-якої з «паль» по основі із-за потенційно можливого розвитку карстових процесів у вапняках Перхуровської товщі. В цілях забезпечення безпеки експлуатації будівлі додатково врахована можливість розвитку карстових процесів в згаданій товщі і між буровими колонами, що в результаті не могло не позначитися на необхідній жорсткості і армуванні фундаментної плити.

І, проте, для запобігання розвитку карстоутворення, а також забезпечення безпеки будівництва нульового циклу способом «TOP-DOWN», вапняки Перхуровської товщі піддані цементації, причому як в основах бурових колон, так і в основах стін з буросікущихся паль (від їх підшов до покрівлі водотривких Неверовських глин, що пролягають нижче).

З урахуванням особливостей гідрогеологічних умов і загальної технології будівництва забезпечувалася надійна гідроізоляція підземної частини будівлі, застосовувалися сучасні матеріали та технології.

З метою мінімізації впливу на навколишні будівлі, колектор дрібного закладання і сервісний тунель метрополітену глибокого закладання при одночасному максимальному скороченні тривалості будівельно-монтажних робіт будівництво готелю «Ritz Carlton» прийняте комбінованим способом, що поєднує в собі:

- підготовчі роботи;
- зведення стін обгороджування котловану з буросікущихся паль з привантажувальних берм, що заздалегідь відсипаються, заввишки 3 м

і шириною по гребеню не менше 12 м;

- зведення бурових колон з монолітної залізобетонної плити робочого рівня на дні існуючого після розбирання готелю «Інтурист» котловану на ділянках, обмежених привантажувальними бермами або завершеними стінами обгороджування котловану з буросікущихся паль, паралельно з подальшим зведенням захисних стін;

- зведення перекриття над 3-м підземним поверхом;

- монтаж баштового крану в зоні ліфтового холу на перекритті над 3-м підземним поверхом для зведення конструкцій 2-го і 1-го підземних, 1-го - 11-го надземних поверхів;

- зведення конструкцій 2-го і 1-го підземних поверхів за схемою «знизу-вгору» у відкритому котловані, включаючи перекриття на позн. 0,00 м;

- організацію тимчасового будівельного майданчика над перекриттям на позн. 0,00 м в дворовій зоні і проїзду між театром ім. М.Н. Єрмолової і готелем, що будується, до тимчасового монтажного отвору в зоні рампи;

- монтаж на перекритті на позн. 0,00 м двох нагнічувальних і двох витяжних установок тимчасової вентиляції для провітрювання підземного простору в процесі екскавації котловану під захистом перекриттів і зведення конструкцій 3-5 підземних поверхів;

- екскавацію ґрунту під захистом перекриття над 3-м підземним поверхом;

- зведення конструкцій 1-го надземного поверху, перекриття над 4-м підземним поверхом і конструкцій 3-го підземного поверху;

- екскавацію ґрунту під захистом перекриття над 4-м підземним поверхом;

- зведення конструкцій 2-го надземного поверху, перекриття над 5-м підземним поверхом і конструкцій 4-го підземного поверху;

- екскавацію ґрунту під захистом перекриття над 5-м підземним поверхом;

- зведення конструкцій 3-го і 4-го надземних поверхів, фундаментної плити, конструкцій 5-го підземного поверху;

- зведення конструкцій 5-11 надземних поверхів;

- демонтаж баштового крану;

- монтаж куполу, оздоблення фасадів, благоустрій території.

Розбирання залишених в котловані після зносу готелю «Інтурист» старих фундаментів і конструкцій тривало більше року, виконувалася

з дотриманням заходів підвищеної безпеки і паралельно з облаштуванням форшахт для зведення обгороджування котловану з буросікущих паль, а також відсипанням привантажувальних берм шириною по гребеню не менше 12 м.

Виявлений у будівлі готелю «Національ» великий фрагмент монолітної залізобетонної фундаментної плити, що залишився від знесеного готелю «Інтурист», пристосовувався під форшахти для зведення стін обгороджування котловану з буросікущих паль. Заздалегідь виконувалися зовнішні гілки форшахт шириною і заввишки ~ 90 см біля готелю «Національ», що впритул примикали до фундаментів, і об'єднувалися із старою фундаментною плитою за допомогою забулених арматурних стержневих анкерів. Потім в плиті спеціальними дисковими пилами випилювалися прорізи шириною 850 мм, зводилися внутрішні гілки форшахт аналогічно зовнішнім гілкам, але шириною 30 см, простір між гілками форшахт засипався трамбованим піском, зсередини котловану відсипалися привантажувальні берми. Роботи виконувалися захватками завдовжки не більше 9 метрів і в шаховому порядку (рис.15.2).



Рис. 15.2. Облаштування форшахти і прорізи під майбутню стіну обгороджування котловану в старій фундаментній плиті, виявленій біля готелю «Національ»

Повністю видалити стару фундаментну плиту готелю «Інтурист»

вдалося лише після зведення стін обгороджування котловану з буро-сікущихся паль і облаштування обв'язувального монолітного залізобетонного поясу над ними. З боку театру ім. М.Н. Єрмолової під зовнішні гілки форшахт пристосовувалися підпірні конструкції знесеного готелю «Інтурист», посилені при розбиранні монолітними бетонними поясами-привантажувачами. Внутрішні гілки форшахт висотою 3 м виконувалися завтовшки 25 см і у вигляді «L»-подібних підпірних стін. Простір між гілками форшахт засипався трамбованим піском після відсипання привантажувальних берм. Заздалегідь між гілками форшахт встановлювалися дерев'яні розпірки з підтоварника. Тут не обійшлося без підрубубування бетонних поясів-привантажувачів і вирівнювання бетоном кинутих старих конструкцій. У найбільш небезпечних зонах при виконанні форшахт з боку театру ім. М.Н. Єрмолової використовувалася тимчасові металеві підкоси, що видалялася вже після відсипання привантажувальних берм. Підкоси упиралася в монолітні залізобетонні бурові колони, виконані на той час з плити робочого рівня на дні котловану.

Схожим чином під захистом тимчасових металевих підкосів розбиралися усі старі кинуті в котловані у вигляді терас конструкції, підрубалися бетонні пояси-привантажувачі посилення колектора дрібного заставляння з боку вулиці Тверської, виконувалися гілки форшахт і привантажувальні берми (рис.15.3).

Типові форшахти без спеціальних заходів забезпечення безпеки будівництва вдалося використати лише на край незначних ділянках периметра обгороджування котловану. Як вже відзначалося, будівництво нового готелю вирішено було виконувати без засипки того, що залишився після зносу готелю «Інтурист» котловану глибиною близько 8 м, що сходив терасами до його бортів. І в цьому був свій резон, оскільки саме по бортах було кинуте немало старих конструкцій і фундаментів, розбирання яких було небезпечним, а виконання захисних стін з буро-сікущихся паль і бурових колон, без видалення яких, було просто неможливим.

Оскільки підоснови фундаментів готелю «Національ», що примикали впритул до обгороджування котловану, що зводилося, виявилися після зносу готелю «Інтурист» на 1 м вище, а лоток колектора дрібного заставляння на 2 м вищий, ніж дно котловану, іншого виходу, як підняти рівень форшахт на 3 м і зводити обгороджування з привантажувальних берм, що відсипаються, не залишилося.



Рис. 15.3. Зведення стіни з бурсікущихся паль уздовж колектора дрібного заставляння з гребеня привантажувальної берми. Випереджаюче розбирання старих конструкцій і облаштування форшахти під захистом тимчасових металевих підкосів

Ось чому обгороджування котловану розміром в плані 81х80 (49) м і глибиною 18,5 м виконано з тимчасових ґрунтових привантажувальних берм. В якості захисних використані стіни з бурсікущихся паль діаметром 83 см загальною площею 6035 м².

Підготовчі роботи на будівництві нульового циклу включали також облаштування технологічних доріг зі збірних залізобетонних плит і монолітних залізобетонних плит робочого рівня.

Бурові колони улаштовувались в ряд етапів і паралельно із зведенням обгороджування котловану з бурсікущихся паль (рис.15.4). Спочатку з рівня дна котловану і без розбирання старих конструкцій, що існували по його бортах, а також за межами з'їзду в котлован з боку готелю «Національ», були зведені колони, що не вимагали попереднього облаштування обгороджування і перенесення з'їзду. Потім у міру завершення ділянок стін обгороджування котловану з бурсікущихся паль і пристрою по їх верху обв'язувального монолітного залізобетонного поясу, а також після розбирання старих кинутих

конструкцій готелю «Інтурист», зводилися бурові колони уздовж стін. В останню чергу зводилися бурові колони на місці існуючого з'їзду в котлован з боку готелю «Національ».



Рис. 15.4. У таких умовах зводилися обгороджування котловану з буросікущихся паль і бурові колони

З урахуванням схеми завантаження бурових колон і їх положення по відношенню до сервісного тунелю метрополітену глибокого закладання було сформовано шість основних груп колон: три групи по армуванню і три - по глибині закладання.

Основні бурові колони виконані стандартної глибини - 20 м від рівня дна існуючого котловану. Бурові колони, що виявилися над тунелем, прийняті укороченими і вивішуються за допомогою тимчасових залізобетонних балок-стінок, що виконуються на 2-му підземному поверсі, а також тимчасовому металевому діагональному кріпленні, що встановлювалося на 3-му і 4-му підземних поверхах в створі балок-стінок.

На основних стадіях будівництва у вивішуваних колонах виникають розтягуючі зусилля, на завершальній стадії будівництва або після підведення фундаментної плити і ліквідації тимчасових залізо-

бетонних балок-стінок і металевого діагонального кріплення, також на стадії експлуатації - стискаючі зусилля. Тимчасові залізобетонні балки-стінки і металеве кріплення перерозподіляють зусилля з вивішуваних бурових колон на сусідні, зведені по обидві сторони сервісного тунелю і заглиблені нижче його лотка. З цією метою довелося виконати 7 додаткових бурових колон.

Найбільш навантажені бурові колони, що влаштовуються по ходу зведення конструкцій підземних поверхів в монолітні залізобетонні обойми, прийняті двох типів по армуванню: особливо посилені арматурні каркаси виконані по кутах атріуму в надземній частині будівлі, посилені під надземною частиною за межами атріуму. Полегшені арматурні каркаси застосовувалися під дворовою частиною будівлі і безпосередньо під атріумом.

Для вивіски ліфтових шахт, сходових клітин і рампи також були передбачені додаткові бурові колони, що дозволяють споруджувати за схемою «згори-вниз» усі без виключення несучі конструкції 3-го - 5-го підземних, а за схемою «знизу-вгору» - 2-го і 1-го підземних і 1-го - 7-го надземних поверхів.

Після завершення усіх спеціальних геотехнічних робіт почалося зведення монолітного залізобетонного перекриття над 3-м підземним поверхом безопалубочним способом на підготовленій ґрунтовій основі.

Підготовка ґрунтової основи полягала у втрамбовуванні в ґрунт щебеню вапняку, по якому зверху укладався вирівнюючий шар цементно-піщаної стяжки з розчину М200 завтовшки близько 5 см (рис.15.5). На ділянках, де після планувального зрізання ґрунту розкривалися піски крупні і середньої крупності без прошарків глин, супісків і суглинків, щебенева підготовку допускалося не виконувати. Проте з урахуванням дощової погоди щебенева підготовка виконувалася всюди, хоча і мінімальної товщини.

Для виключення адгезії стяжки і бетону перекриття, а також досягнення високої якості лицьової поверхні, до виконання армування поверхня стяжки закривалася поліетиленовою або поліпропиленовою плівкою завтовшки близько 0,5 мм.

У міру завершення захваток перекриття над 3-м підземним поверхом традиційним способом (з використанням інвентарних опалубок у відкритому котловані) зводилися внутрішні монолітні залізобетонні несучі конструкції 2-го підземного поверху: стіни ліфтових і вен-

тиляційних шахт, стіни і пандус рампи, сходові клітини, колони, притискні стіни гідроізоляції, а також тимчасові залізобетонні балки-стілки.



Рис. 15.5. Облаштування вирівнюючої стяжки з цементно-піщаного розчину на підготовленій ґрунтовій основі перед зведенням захватки перекриття над 3-м підземним поверхом в зоні рампи

До зведення цього перекриття в захисних стінах з бурсікучих паль вирубувалися опорні штраби. Потім після вирівнювання поверхні стін і шраб цементно-піщаним розчином виконувалася гідроізоляція штраб двома шарами «Ізопласту» ЕПП- 4,0. Гідроізоляція захищалася геотекстилем щільністю 600 г/м^2 і прикривалася поліетиленовою плівкою завтовшки не менше $0,16 \text{ мм}$, щоб перешкоджати просоченню геотекстиля цементним молоком при бетонуванні перекриття.

Зведенню притискних стін передувала гідроізоляція захисних стін з бурсікучихся паль по вирівнюючому шару цементно-піщаного розчину М200, армованому зварною сіткою з дроту Вр-1 діаметром 3 мм з кроком $50 \times 50 \text{ мм}$, з конструкцією гідроізоляції аналогічної гідроізоляції штраб.

Роботи зі спорудження перекриття над 3-м підземним поверхом і

несучих конструкцій 1-го підземного поверху довелося виконувати з особливою обережністю і під захистом тимчасових металевих підкосів зі сторони, що примикала впритул до готелю «Національ», оскільки ще в процесі зведення обгороджування котловану з буросікущихся паль осадка фундаментів цієї будівлі досягала 8-24 мм.

Враховуючи, що для зведення перекриття вимагалось поглибити котлован на 1 м, а уздовж обгороджування для виконання гідроізоляції штраб відкрити траншею глибиною 2 м, коли величина консольної частини обгороджування котловану досягла б 5 м, іншого шляху для мінімізації приросту деформацій, як встановити тимчасові металеві підкоси, не залишалось. Ці підкоси підпирали обв'язувальні монолітні залізобетонні балки, виконані по верху стін з буросікущихся паль, і упиралася в головні частини бурових колон, спеціально обетоновані в площині тимчасової монолітної залізобетонної плити робочого рівня, з якої вони зводилися.

Тимчасові металеві підкоси знімалася у міру зведення захваток перекриття, що примикали до обгороджування котловану, над 3-м підземним поверхом і дозволили понизити сумарні величини осідань фундаментів.

Для скорочення тривалості будівництва баштовий кран вирішено було встановити відразу ж після бетонування захватки перекриття над 3-м підземним поверхом безопалубочним способом на підготовленій ґрунтовій основі.

Оптимальним місцем для установки в цьому випадку стала ділянка перекриття завтовшки 1 м, що служила розподільною плитою під центральним ядром ліфтових шахт, що зв'язують 2-ий і 1-ий підземні поверхи з усіма надземними (рис.15.6). Баштовий кран «Potain» з вильотом стріли 60 м, встановлений тут, дозволив без «мертвих зон» обслуговувати спорудження двох підземних поверхів у відкритому котловані і усіх надземних поверхів, а також прискорити ліквідацію тимчасового з'їзду в котлован.

З метою істотного зниження використання тимчасових металевих підкосів і впливу будівництва на навколишні будівлі зведення рампи з 2-го по 4-й підземні поверхи прийнято таким, що випереджає по відношенню до поярусної розробки ґрунту в котловані під нею.

Аналогічне рішення успішно було застосоване нами уперше в Росії на будівництві підземної п'ятирівневої автостоянки МФГЦ «Альфа-Арбат-центр».



Рис. 15.6. Улаштування баштового крану на перекритті над 3-м підземним поверхом. Зведення захваток перекриття безопалубочним способом

Між будівлею готелю «Національ» і надземними поверхами будівлі готелю «Ritz Carlton», що зводяться, після завершення перекриття на позн. 0,00 м і набору бетоном захваток дворової частини повної проектної міцності організовується тимчасовий будівельний майданчик. Перекриття тут було розраховане на заїзд вантажних автомобілів, автобетонозмішувачів, роботу на ньому екскаваторів грейферів, а також заїзд пожежних машин під час експлуатації.

Для видачі ґрунту в процесі екскавації під захистом перекриттів поза контуром фасадних стін передбачені три монтажні отвори: два в зоні тимчасового будівельного майданчика над перекриттям на позн. 0,00 м і один в зоні рампи. Така схема розташування монтажних отворів дозволяє безперешкодно зводити надземні поверхи будівлі готелю паралельно з екскавацією і зведенням підземних поверхів (рис. 15.7).

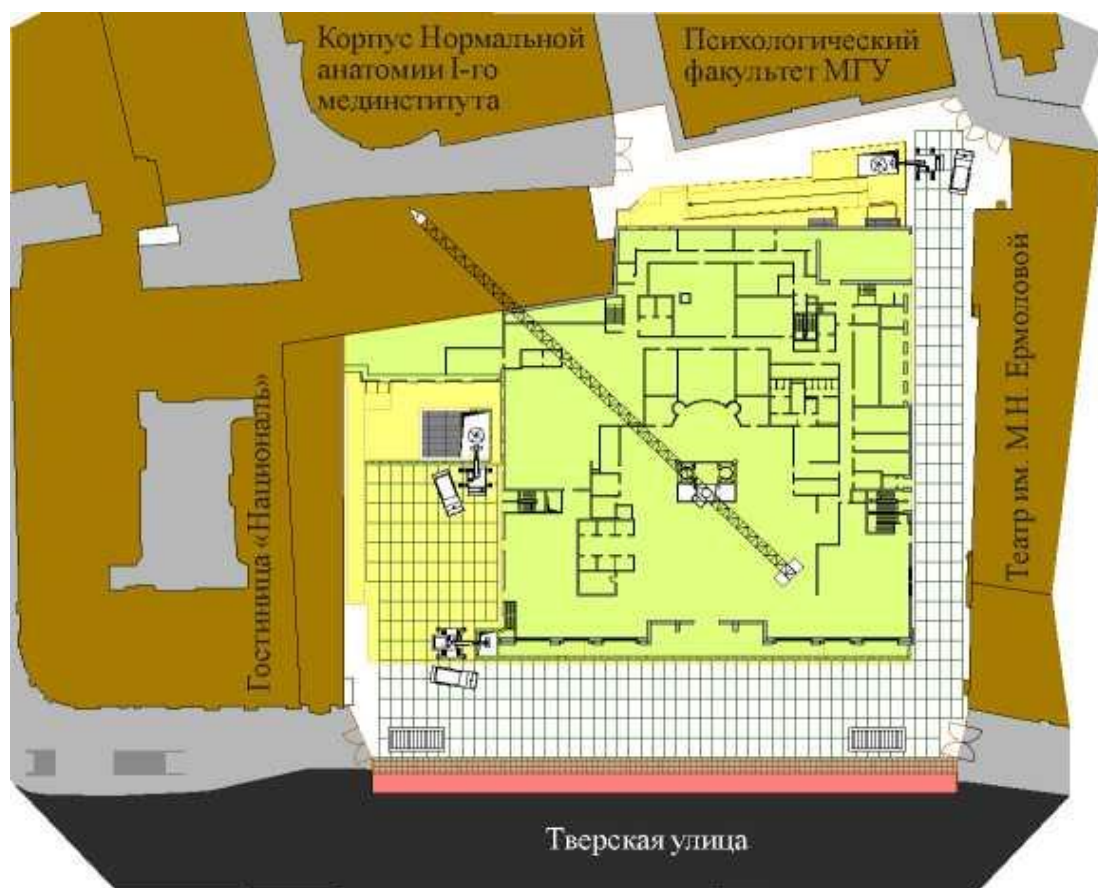


Рис. 15.7. Будівництво п'ятизіркового готелю «RitzCarlton» з підземним п'ятирівневим простором. Ситуаційний план на стадії завершення екскавації

Екскавація ґрунту під захистом перекриття над 3-м підземним поверхом починається з двох монтажних отворів - одного в дворовій частині і іншого в рампі. Стартові котловани розробляються двома екскаваторами «Hitachi EX200-5» з устаткуванням грейфера і двома малогабаритними екскаваторами «Cat 307». Подальша екскавація ярусу котловану заввишки 3,4 м здійснювалося з використанням трьох монтажних отворів двома екскаваторами «Hitachi EX200-5» і одним «Atlas 1704» з устаткуванням грейфера, п'ятьма малогабаритними екскаваторами «Cat 307» і трьома фронтальними автотранспортерами «Hitachi W130». Розрахункова продуктивність екскавації – 1100 м³/добу при тризмінній роботі.

Екскавація здійснювалася автотранспортерами «Hitachi W130», оскільки малогабаритні екскаватори використовуються лише для розпушування ґрунту і перекидання його з важкодоступних місць. Ви-

сота ярусу екскавації 3,4 м у світлу або фактично з перебором 40 см прийнята з умови безперешкодного переміщення під перекриттям автотранспорту, оскільки між рівнями верху перекриттів над 3-м і 4-м поверхами всього 3 м.

Піщаний ґрунт, що розроблявся, в кількості, необхідній для виконання піщано-щебеневої підготовки при зведенні перекриття над 4-м підземним поверхом безопалубочним способом, тимчасово складавався на дні котловану цього ярусу.

Паралельно з екскавацією ґрунту виконувалася піщано-щебенева підготовка загальною товщиною 35 см, шарово віброущільнювана за допомогою ручного катка типу БШ608, а також вирівнююча стяжка з цементно-піщаного розчину М200 завтовшки до 5 см. Стяжка вирівнювалася віброрейками по направляючих дерев'яних рейках, заздалегідь встановлених під геодезичним контролем. При необхідності лицьова поверхня вирівнюючої стяжки додатково шліфувалася.

При зведенні перекриття над 4-м підземним поверхом безопалубочним способом поверхня стяжки також як і при зведенні перекриття над 3-м підземним поверхом закривалася поліетиленовою або поліпропиленовою плівкою завтовшки близько 0,5 мм.

У міру завершення захваток цього перекриття зводилися внутрішні несучі конструкції 3-го підземного поверху: стіни і пандуси в'їзної рампи, протипожежні стіни, стіни ліфтових шахт і сходові клітини, обійми посилення бурових колон, а після завершення гідроізоляції захисних стін - притискні стіни. Для подання бетонної суміші при бетонуванні згаданих конструкцій у вищерозташованому перекритті над 3-м підземним поверхом передбачені спеціальні отвори, що формуються закладними ПВХ-трубами внутрішнім діаметром 100 мм. Закладні труби встановлюються в процесі зведення перекриття над 3-м підземним поверхом і витягаються через тиждень після бетонування внутрішніх конструкцій 2-го підземного поверху над ними.

Екскавація ґрунту під захистом перекриття над 4-м підземним поверхом починалася після двох тижнів з дня завершення бетонування останньої його захватки, виконувалася повністю аналогічним попередньому ярусу екскавації образом і паралельно з тривалим зведенням внутрішніх несучих монолітних залізобетонних конструкцій 3-го підземного поверху.

Технологія і порядок зведення перекриття над 5-м підземним поверхом і внутрішніх несучих конструкцій 4-го підземного поверху

повністю аналогічні зведенню перекриття і внутрішніх монолітних залізобетонних несучих конструкцій на вищерозташованому поверсі.

Екскавація ґрунту на останньому ярусі котловану або під захистом перекриття над 5-м підземним поверхом відрізняється від двох попередніх ярусів тільки тим, що висота ярусу складає 4,7 м і при його екскавації на глибину до 2-2,5 м розкривається товща Ізмайлівських зруйнованих вапняків низької міцності. Для руйнування блоків вапняків малогабаритні екскаватори «Cat 307» обладналися навісними гідромолотами. Середня розрахункова продуктивність екскавації ґрунту на цьому ярусі при тризмінній роботі прийнята 900 м³/добу.

Зведення фундаментної плити виконувалося окремими захватками і паралельно з екскавацією, а також з випереджаючим виконанням піщано-щебеневої підготовки загальною товщиною 15 см, бетонної підготовки завтовшки 120 мм, гідроізоляції зі страхувальним дренажним шаром і її захисту армованим шаром бетону завтовшки не менше 60 мм. Бетонна підготовка при цьому виконувалася з розухилом більше 0,3% у бік водовідвідних напрямків внутрішньої системи пожежогасіння.

Безпосередньо над сервісним тунелем метрополітену глибокого закладання під бетонною підготовкою укладаються екструдовані пінополистирольні блоки розрахункової товщини і несучої здатності на зминання, які під час будівництва і на стадії експлуатації не дозволяють завантажувати ґрунтовий масив над тунелем. Фундаментна плита в цій зоні прийнята збільшеною до 2,2 м завтовшки і розрахована без урахування пружної реакції ґрунту.

Паралельно з фундаментною плитою і аналогічним вищерозміщеним двом поверхам образом зводяться внутрішні несучі конструкції 5-го підземного поверху: стіни і пандуси в'їзної рампи, протипожежні стіни, стіни ліфтових шахт і сходові клітини, обійми посилення бурових колон, а після завершення гідроізоляції захисних стін - притискні стіни.

Демонтаж тимчасових металевих підкосів і видалення тимчасових монолітних залізобетонних балок-стінок, що використовувалися для вивіски бурових колон над сервісним тунелем метрополітену глибокого закладання, дозволялося лише після повного завершення зведення усіх несучих конструкцій нульового циклу і набору бетоном цих конструкцій 100% проектною міцністю.

Оскільки стіни обгороджування котловану з буросікущих паль

заглиблені в покрівлю Перхурівських вапняків, пронизавши наскрізь товщу водотривких мергелистих глин Мещеряковської товщі, екскавація котловану здійснювалася в зоні впливу тільки двох, практично «гідравлічно незв'язаних» і безнапірних рівнів ґрунтових вод:

- верховодки, приуроченої до покрівлі флювіоглаціальних суглинків;

- вод Измаїлівської товщі, приурочених до покрівлі Мещеряковських мергелистих глин.

Для виключення проблем екскавації ґрунту під захистом перекриттів передбачений випереджаючий відкритий водовідлив всередині котловану з шести водозбірних колодязів двома основними і одним резервним насосами «ГНОМ 25-20».

Нормальні умови роботи під землею забезпечуються припливною і витяжною (примусовою) тимчасовою вентиляцією. При виробництві робіт в зимових умовах повітря, що подається під землю, підігрівалося калориферними установками.

Безпека будівництва нульового циклу і будівлі готелю в цілому, а також мінімізація впливу будівництва на навколишні будівлі, що зберігаються, і споруди, забезпечувалася деформаційним моніторингом.

Моніторинг виконувався за вертикальними деформаціями фундаментів довколишніх будівель і колектора дрібного закладання, плановими і вертикальними деформаціями несучих конструкцій нульового циклу готелю і оброблення сервісного тунелю метрополітену глибокого закладання.

Очевидно, що проектування і будівництво в украй обмежених умовах, до того ж за наявності великого числа старих конструкцій, що залишаються в котловані після зносу готелю «Інтурист», було погано підготовлено. В результаті сталися істотні втрати корисних площ підземного простору в порівнянні з запланованими, ускладнилися підготовчі роботи, збільшилася тривалість будівництва.

На підставі цього досвіду необхідно перш ніж починати знесення чергових старих будівель в щільній міській забудові під будівництво нових, таких, що тим більше мають дворівневий підземний простір, обов'язково треба виконувати детальні передпроектні опрацювання по ув'язці технологій розбирання будівель, що зносяться, і будівництва нульових циклів нових, оцінюючи можливості реалізації задуманого архітекторами.

15.2. Будівництво в умовах практичного співпадіння плями забудови з межами будмайданчика

Зведення 14-поверхової адміністративної будівлі «Дукат Плейс III» здійснювалося в Центральному адміністративному окрузі м. Москви на місці знесених будов тютюнової фабрики «Дукат» за замовленням компанії «Hines» (США).

Будівництво велося поблизу будівель, що зберігаються, по вулицях Гашека і Велика Садова.

Новий бізнес-центр, спроектований командою іноземних і російських архітекторів і інженерів, це 30000 м² офісних площ міжнародної якості класу А, вільних від колон і тому дають орендарям можливості для будь-яких планувань, елегантне оздоблення, високоякісні інженерні системи, підземна трирівнева автостоянка і кафе (рис. 15.8).



Рис. 15.8. Загальна схема будівлі з підземним трирівневим простором

ТОВ «Інженерне бюро Юркевича» (Росія) розроблялися будівельні конструкції і гідроізоляція підземної частини будівлі, загальна організація будівництва спеціальних геотехнічних робіт, перевірка несучої здатності і армування конструкцій надземної частини будівлі

у будівельний період по єдиній з підземною частиною тривимірній моделі з урахуванням нерівномірності деформацій основ бурових колон.

Пляма забудови практично співпадає з межами будівельного майданчика і складає 85% її площі (рис. 15.9).



Рис. 15.9. План будівельного майданчика при паралельному зведенні надземних і підземних поверхів будівлі

В результаті вільної території для розміщення проїздів, побутового містечка, місць для складування будматеріалів і установки будівельного устаткування фактично не залишилося. Крім того, умови будівництва ускладнені близьким розташуванням існуючих будівель, одне з яких - американський «Citibank». Керівництвом банку було найнято незалежний консалтинг в особі британської компанії «Waterman International» для експертизи технічних рішень, що приймаються на будівництві нульового циклу будівлі «Дукат Плейс III», і аналізу результатів додаткового незалежного моніторингу за деформаціями фундаментів будівлі банку. Так що вимоги до технічних рішень, що приймаються, спочатку виявилися надзвичайно жорсткими.

Чого була варта тільки одна вимога - при розробці технології будівництва забезпечити граничну величину сумарної осадки фундаментів будівлі «Citibank» не більше 5 мм.

Для зниження впливу нового будівництва на навколишні будівлі і максимального скорочення його тривалості вже на стадії ТЕО було передбачено використання напівзакритого способу будівництва нульового циклу («top & down») з паралельним улаштуванням надземної частини.

За результатами проведених досліджень геологічна будова на ділянці будівництва представлена:

- сучасними техногенними відкладеннями потужністю 2-3 м;
- сучасними алювіальними піщано-глинистими відкладеннями потужністю від 0,2 до 2,5 м;
- верхнечетвертинними алювіальними відкладеннями потужністю товщі від 2,2 до 6,7 м, представленими піщаними і гравійно-галечниковими ґрунтами;
- відкладеннями середнечетвертинного мореного суглинку потужністю до 0,3 м;
- глинистими відкладеннями юрської системи волзького ярусу потужністю від 7,6 до 10,5 м;
- відкладеннями глини твердої юрської системи оксфордського ярусу потужністю товщі від 6,6 до 7,9 м;
- карбонатно-глинистими відкладеннями кам'яновугільної системи перхурівської товщі потужністю від 3,4 до 5,5 м;
- відкладеннями кам'яновугільної системи неверівської товщі, потужністю від 2,8 до 3,6 м представленою глиною і мергелем;
- карбонатно-глинистими відкладеннями кам'яновугільної системи ратмирівської товщі.

Гідрогеологічні умови будівництва характеризуються наявністю двох водоносних горизонтів: алювіального і перхурівського.

Перший від поверхні водоносний горизонт знаходиться в сучасних і пізньочетвертинних алювіальних відкладеннях і верхній алевритовій пачці волзьких відкладень юри, і розкритий на глибині 2-2,5 м. Водоносними породами в четвертинних відкладеннях є гравійно-галечникові ґрунти, піски і супіски, в юрських волзьких відкладеннях - алеврити. Нижнім водоупором горизонту служить пачка чорних щільних глин, покрівля яких залягає на глибині 10-12 м. Потужність водоносного горизонту 8,2-9,5 м. Другий від поверхні водоносний

горизонт приурочений до тріщинуватих доломітів і вапняків перхуровської товщі. Водовміщуючі породи інтенсивно тріщинуваті і кавернозні. Водонесний горизонт в межах майданчика безнапірний. Потужність частини порід, що обводнені, змінюється від 0,5 до 3,5 м. Верхнім водоупором є товща глини оксфордського ярусу. Нижнім водоупором служать глини неверовської товщі. Рівень підземних вод знаходиться на глибині 26-29 м.

Детальний проект основних рішень базувався на конструкції і технології зведення бурових колон, запатентованих ТОВ «Інженерне бюро Юркевича».

Цей проект був самим ретельним чином розглянутий замовником - компанією «Hines» спільно з його будівельним консультантом - фірмою «Ove Arup & Partners International» Ltd., схвалений і прийнятий як базис для подальшої розробки робочої документації.

В якості обгороджування котловану використані монолітні залізобетонні несучі траншейні стіни завтовшки 800 мм, виконувані за технологією французької фірми «Soletanche Bachy» без облаштування внутрішньої гідроізоляції. Така товщина стін при глибині котловану 10,5 м була прийнята за наполяганням замовника, попри те, що навіть стіни завтовшки 600 мм відповідали вимогам французького стандарту DTU14 по водонепроникності. Згідно з вимогами згаданого стандарту траншейні стіни можуть виконуватися без внутрішньої гідроізоляції при середньо-тижневій нормі фільтрації не більше 2 л на 1 м² поверхні в добу для будь-якої ділянки стіни прямокутного контуру із співвідношенням сторін 0,4 м на 2,5 м (технологічний шов або точкове протікання). Фільтрації в цьому випадку усуваються ін'єкцією безпосередньо в зони протікань поліуретанових смол, а у разі утворення вологих плям на поверхні - акрилових смол після уривки котловану і стабілізації деформацій стін.

Французький досвід довів, що суворе дотримання технології зведення, а також конструкція стиків між суміжними панелями, в значно більшій мірі визначають підсумкову водонепроникність стін, чим власне висока марка бетону за водонепроникністю. На цьому об'єкті використаний бетон з маркою по водонепроникності W8. Водонепроникність стиків між панелями забезпечувалася наявністю гідроізолюючих стрічок типу «Waterstop».

Загальна площа траншейних стін при їх глибині 17, 18 і 19 м і при розмірі котловану в плані до 75x110 м склала 6800 м². Глибина тран-

шейних стін призначалася з умови їх заглиблення у водотривкі юрські глини. На ділянці, де колони надземної частини будівлі спиралися безпосередньо на траншейні стіни, їх глибину довелося збільшити до 24 м. В цьому випадку відмітка підшви стіни призначалася з умови спирання її на перхуровські вапняки і доломіти. При цьому, враховуючи тріщиноватість і кавернозність цих порід, знадобилася їх цементація в основі стін. Для цього в каркаси панелей були закладені сталеві труби діаметром 114 мм.

Розробка траншей здійснювалася під захистом глинистого розчину захватками завдовжки від 6,5 до 7,8 м грейфером з величиною розкриття 2,8 м, а поблизу існуючих будівель - захватками завдовжки 2,85-3,0 м (рис. 15.9). Якість стиків між панелями забезпечувалася використанням торцевих витягуваних обмежувачів панелей і випереджаючою розробкою траншей до їх витягання.



Рис.15.9. Розробка траншей поблизу існуючої будівлі з використанням гідравлічного устаткування грейфера

Армування панелей траншейних стін (рис. 15.10) визначалося за міцністю і тріщиностійкістю в повній відповідності з розрахунковими стадіями, пов'язаними як з особливостями розробки ґрунту в котловані, так і послідовності зведення несучих залізобетонних конструкцій, а також для стадії експлуатації.



Рис. 15.10. Установка арматурного каркаса при зведенні панелі траншейної стіни

На етапі підготовчих робіт зводилися монолітні залізобетонні форшахти. Посилення фундаментів буроін'єкційними мікропалями до

зведення траншейних стін було виконане усього лише для однієї - найближче розташованої будівлі за проектом ТОВ «СПИИ Гідро-спецпроект».

В якості опорних конструкцій, на які в процесі зведення будівлі спираються міжповерхові перекриття, були прийняті бурові колони (рис. 15.11).

На будівництві адміністративної будівлі «Дукат Плейс III» бурові колони за технологією ТОВ «Інженерне бюро Юркевича» уперше в практиці будівництва виконані діаметром 630 мм, що забезпечило необхідні габарити паркувальних місць.

Несуча здатність такої колони складає 673 тонни. Найбільш навантажені колони під надземною частиною будівлі прийняті діаметром 720 мм із несучою здатністю 894 тонни. Несуча здатність бурових колон обох типів визначена без урахування роботи металевих труб-опалубок.

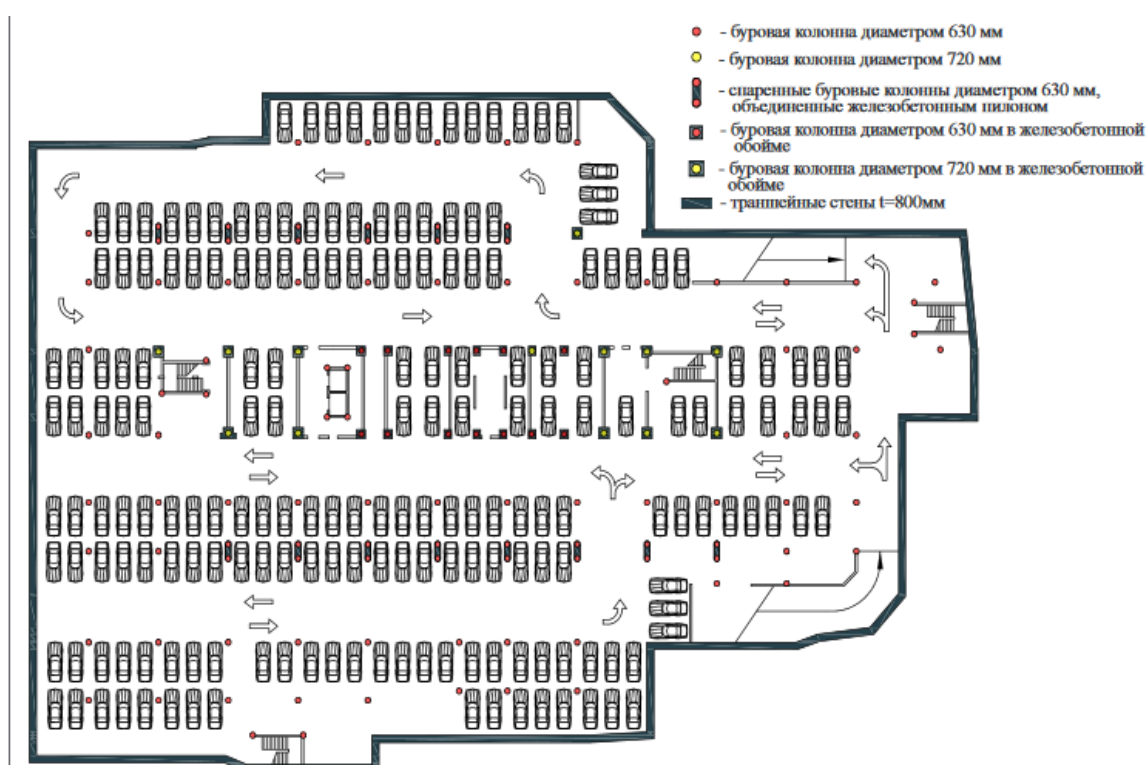


Рис. 15.11. Схема несучих конструкцій підземної частини будівлі на плані розставлення автомобілів (стрілками вказані напрями і зони проїздів)

Особливості конструктивної схеми будівлі, значні ексцентрисите-

ти у вузлах сполучення колон в надземній і підземній частинах, а також навантаження на бурові колони на стадії експлуатації, що істотно перевищують їх граничну несучу здатність зажадали посилення бурових колон під центральним ядром будівлі монолітними залізобетонними обоймами перерізом 1,0х1,0 м. І усе це тому, що надземна офісна частина будівлі задумана архітекторами так, щоб отримати планування повністю вільні від колон. В результаті основна сітка колон в надземній частині будівлі прийнята 12,825х8,100 м, а в підземній 10,050х8,100 м.

Без втрати значної кількості паркувальних місць виконати згадані обойми посилення бурових колон під фасадними колонами надземної частини будівлі було неможливо. Змінити затверджену на стадії ТЕО осьову схему розташування колон вже також було неможливо. Ось чому під фасадними колонами надземної частини будівлі з'явилися спарені бурові колони діаметром 630 мм, об'єднувані між собою монолітними залізобетонними пілонами, що розташовуються перпендикулярно до проїздів між паркувальними місцями і що сприймають на стадії експлуатації навантаження до 1850 тонн. На рис. 15.12 представлено фото армування обойми спарених колон.

Сполучення залізобетонних конструкцій з буровими колонами виконане таким чином, що на випадок пожежі температурна дія від металевих труб-опалубок, що нагріваються, безпосередньо не передаватиметься на вузли сполучення колон з перекриттями, арматурні каркаси пілонів, стін ліфтових шахт і сходових клітин, забезпечуючи тим самим вогнестійкість несучих конструкцій більше 2,5 годин.

При розробці робочої проектної документації глибина бурових колон призначалася виходячи з необхідності спирання їх на перхурівські вапняки і доломіти із заглибленням в покрівлю товщі не менше 1 м.

З урахуванням геологічних звітів 127 бурових колон було розділено на три групи глибиною 23, 24 і 25 м, під підпошвами яких залишалося не менше 3 м вапняку.

Виконані розрахунки показали, що при такому заглибленні бурових колон можна звести сім з чотирнадцяти надземних поверхів будівлі до зведення фундаментної плити і завершення екскавації ґрунту.



Рис. 15.12. Армування обойми (пілону) спарених колон

У звіті по інженерно-геологічних дослідженнях згадувалося, що при бурінні однієї зі свердловин на глибині 22 м була виявлена карстова порожнина, заповнена глиною. ЗАТ «Солетаншстрой», як підрядник по спеціальних геотехнічних роботах, побоюючись втрат бурового розчину при бурінні в тріщинуватих закарстованих вапняках, провів уточнювальну геологорозвідку ділянки. Спочатку було пробурено 10 додаткових розвідувальних свердловин, які виявили відмінності між фактичною глибиною залягання покрівлі перхурівських вапняків і вказаною в геологічному звіті. Тому було вирішено пробурити ще 10 додаткових розвідувальних свердловин. Виявилось, що майданчик будівництва розташований в зоні істотної ерозії вапняку: характер залягання його покрівлі абсолютно інша, величина товщі

значно менша, місцями вапняк на глибинах 25-28 м повністю був відсутній.

З урахуванням вищевикладених обставин довелося перевірити ще раз розрахунками можливість здійснення прийнятих рішень. Розрахунки показали, що фактичної товщини шару перхурівських вапняків не вистачає для сприйняття на стадії будівництва навантажень від трьох підземних і семи надземних поверхів до завершення екскавації котловану і зведення фундаментної плити. Перед замовником поставило серйозне питання: зменшити кількість поверхів, що зводилися до завершення екскавації, або піти на збільшення глибини закладання бурових колон під надземною частиною будівлі з обпиранням їх на ратмирівські доломіти, що пролягають нижче, і вапняки.

Зваживши усі аргументи за і проти, замовник дійшов висновку про доцільність збільшення глибини закладання бурових колон під надземною частиною будівлі до 31,5 м. Остаточні розрахунки підтвердили правильність прийнятого рішення. Дев'ять з чотирнадцяти надземних поверхів з'явилися раніше, ніж була завершена розробка ґрунту на останньому ярусі і забетонована фундаментна плита (рис. 15.13).

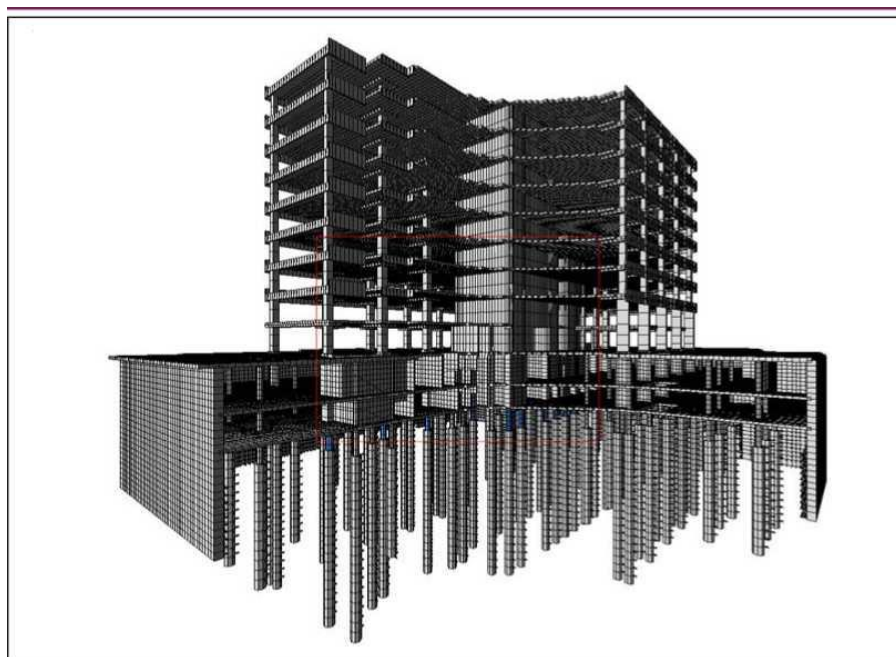


Рис. 15.13. Розрахункова 3D-модель несучих конструкцій будівлі на стадії завершення екскавації ґрунту в котловані (дев'ять надземних поверхів зведені раніше фундаментної плити)

На цьому об'єкті уперше у вітчизняній практиці французькі і російські фахівці із ЗАТ «Солетаншстрой», «Soletanche Bachy», «Rincant BTP Services» і ЗАТ «Специнжстрой» працювали за новою російською технологією, адаптуючи її до конкретних умов будівництва і вносячи в неї разом з нами елементи удосконалення.

Бурові колони діаметром 630/1200 мм і 720/1300 мм зводилися в наступній технологічній послідовності.

Зважаючи на близьке розташування рівня ґрунтових вод по відношенню до поверхні (2,7 м) і пов'язаних з цим побоювань щодо обвалення стінок свердловин у водонасичених дрібних пісках в процесі буріння було прийнято рішення про використання металевих інвентарних патрубків. Установка кожного патрубка робилася віброзанурювачем через отвір в інвентарній залізобетонній форшахті на глибину близько 8 м, що забезпечувало його заглиблення в покрівлю глинистих алевритів (рис. 15.14).



Рис. 15.14. Установка інвентарного патрубка віброзануренням через отвір у форшахті

Буріння свердловин на проектну глибину здійснювалося ковше-
вим буром під захистом розчину на основі полімеру. Такий розчин, в
порівнянні з традиційним бентонітовим, не втрачає своїх властивос-
тей при контакті з карбонатними породами (в даному випадку такими
були перхурівські вапняки). Крім того, в такому розчині буровий
шлам не знаходиться в зваженому стані, а осідає на дно свердловини.
При порівняно «густому» армуванні бурової колони ця обставина до-
зволила забезпечити високу якість бетону при бетонуванні методом
ВПТ.

У пробуреній до проектної відмітки свердловині при допомозі
опущеного через бетонолитну трубу на дно шламового насоса роби-
ли очищення забою і заміну забрудненого розчину на свіжопригото-
влений. На дно свердловини підсипали щебінь з ущільненням його за
допомогою ковшевого бура. Потім у свердловину опускали каркас
бурової колони, що складається з верхньої, установленої в сталеву
трубу-опалубку, і нижньою частин (рис. 15.15).



Рис. 15.15. Монтаж у свердловину арматурного каркаса бурової ко-
лони стандартної довжини

Залежно від глибини закладання бурових колон і конструкції їх арматурних каркасів використовувалися дві основні схеми центрування колон у свердловинах. Арматурні каркаси стандартних довжин, що спроектовані на основі даних попереднього геологічного звіту і зберегли свої довжину і конструкцію після уточнених геологічних вишукувань, центрувалися виключно в рівні форшахти. Для бурових колон, глибина закладання яких була збільшена під надземною частиною будівлі, і бетонування яких велося при вивішеному стані арматурних каркасів на форшахтах, центрування робилося в двох рівнях - в рівні форшахти і на відстані 7 м від їх верху за допомогою навісних глибинних витягуваних гідравлічних домкратів (рис. 15.16).



Рис. 15.16. Монтаж витягуваних гідродомкратів на трубі-опалубці арматурного каркаса бурової колони збільшеної глибини закладання

Центрування арматурних каркасів в рівні форшахт в плані з точністю ± 5 мм проводилось за допомогою гідродомкратів і спеціальних закріплених на інвентарному патрубку центруючих пристосувань (рис. 15.17).



Рис. 15.17. Центрування арматурного каркаса бурової колони стандартної довжини

Вертикальність забезпечувалась власною силою тяжіння. Попередній контроль вертикальності виконувався за допомогою спеціального поплавця, закріпленого в геометричному центрі низу труби-опалубки. Точний контроль вертикальності (відхилення від вертикалі не більше 1:500) проводився за допомогою інклінометра (рис. 15.18), після чого каркас остаточно закріплювався приварюванням до інвентарного патрубку, і проводилось бетонування колони методом ВПТ. Проміжок між верхньою частиною колони і стінками свердловини засипався щебенем. Після набору бетоном колони міцності інвентарний патрубок витягався для послідуочого використання.



Рис. 15.18. Інклинометричний контроль вертикальності установки арматурного каркаса бурової колони через закладну трубу

Після закінчення семи діб кожна бурова колона піддавалася ультразвуковому контролю якості бетону, який робився через дві закладені в каркасі колони труби (рис. 15.19).



Рис. 15.19. Ультразвуковий контроль якості бетонування бурової колони

Після цього із застосуванням струминної геотехнології («jet-grouting») здійснювалося промивання і цементація тріщинуватих і кавернозних вапняків в основі бурової колони, з подальшою цементацією опресовування під тиском до 1 МПа.

Спеціальні геотехнічні роботи, що включали зведення траншейних стін і бурових колон, а також посилення фундаментів однієї з будівель, виконувалися з єдиного рівня заздалегідь приготовленої робочої платформи і після планувального зрізання.

З метою оптимізації загальної тривалості будівництва спеціальні геотехнічні роботи здійснювалися послідовно в зонах 1, 2 і 3. Причому ці роботи в зонах 2 і 3 поєднувалися з початком зведення перекриття на позн. 0,000 м безопалубочним способом на підготовленій ґрунтовій основі в зоні 1.

Зводити безопалубочним способом повністю усе перекриття на позн. 0,000 м (рис. 15.20) необхідно було з двох головних причин:

- через жорсткі вимоги замовника щодо обмеження впливу будів-

ництва на навколишні будівлі, що зберігаються, відкрита екскавація ґрунту, окрім як під центральним ядром будівлі, що будується, спочатку виключалася;

- оскільки забудовувана територія впритул примикає до існуючих будівель, а вивезення ґрунту і доставка будівельних матеріалів можлива тільки з боку вулиці Гашека, іншого виходу, як організувати тимчасовий будівельний майданчик на перекритті на позн. 0,000 м за межами надземної частини будівлі, що зводиться, не залишалося.



Рис. 15.20. Зведення перекриття на позн. 0,000 м безопалубочним способом на підготовленій ґрунтовій основі

Відкрита екскавація виконувалась тільки для видалення залишків фундаментів знесених старих будівель тютюнової фабрики «Дукат», заміщення піском і щебенем вологого глинистого ґрунту при улаштуванні робочої платформи, а також зрізання ґрунту для зведення перекриття на позн. 0,000 м безопалубочним способом. Використовувався екскаватор «Hitachi EX200-5» («зворотна лопата»), малогабаритні екскаватори і бульдозери.

Екскавація ґрунту під захистом перекриттів виконувалася за допомогою малогабаритних екскаваторів, а також бульдозерів, суцільним забоем і з транспортуванням ґрунту в зону трьох тимчасових монтажних отворів, розташованих за межами надземної частини будівлі, що будується. Видача ґрунту з-під перекриттів для вантаження в автосамоскиди (без проміжного складування) прийнята за допомогою екскаваторів «Atlas 1704» з устаткуванням грейфера через тимчасові монтажні отвори.

Доставка бетонної суміші на будмайданчик проводилася автобетонозмішувачами (рис. 15.21). Укладання бетонної суміші при зведенні перекриття на позн. 0,000 м, монолітних залізобетонних конструкцій підземної частини будівлі і перших трьох надземних поверхів прийнята за допомогою автобетононасоса «Schwing». Подальше зведення монолітних залізобетонних конструкцій надземної частини будівлі виконувалося цебрами за допомогою двох баштових кранів.



Рис. 15.21. Доставка бетонної суміші на будівельний майданчик автобетонозмішувачами із заїздом на перекриття на позн. 0,000 м після завершення екскавації ґрунту під ним на рівні В1

Перекриття, що зводилися в підземній частині будівлі безопалубочним способом на підготовлених ґрунтових основах, виконувалися у міру завершення екскавації ґрунту на захватках необхідної величини і в першу чергу безпосередньо під надземною частиною будівлі (у зоні foot print).

Підготовка ґрунтових основ полягала в утрамбуванні в ґрунт щебеню вапняку, а також віброущільненні щебеневої підготовки (загальною товщиною шару до 15 см) з подальшим укладанням згори вирівнюючої цементнопіщаної стяжки з розчину М200 шаром близько 5 см.

У разі, якщо ґрунтовою основою служили сухі піски, у втрамбовуванні щебеню не було необхідності і цементнопіщана стяжка укладалась безпосередньо на віброущільнену піщану основу.

Для виключення адгезії при бетонуванні перекриттів, зверху цементно-піщаної стяжки проектом організації будівництва передбачено укладання поліетиленової плівки завтовшки 0,4-0,5 мм. Проте генеральний підрядник замість поліетиленової плівки вирішив використати тонку невологостійку фанеру, заміна на яку абсолютно себе не виправдала.

У міру зведення перекриттів підземних поверхів за схемою «згори-вниз» зводилися також стіни сходових клітин і ліфтових шахт, протипожежні стіни, пілони, монолітні залізобетонні обойми посилення найбільш навантажених бурових колон, а також стіни і пандуси в'їзних рамп. На рис. 15.22 представлено фото армування пандуса в'їзної рампи по ущільненому ґрунту.

Для досягнення якості зведення внутрішніх несучих монолітних залізобетонних конструкцій рівнів В1-В3, що бетонуються через отвори у вищерозміщених перекриттях, використана спеціальна бетонна суміш марки за рухливістю Р4, що готується на гравії твердих порід фракції 3-10 мм. Така бетонна суміш за рахунок окатаності дрібного гравію і використання суперпластифікатора має рухливість, недосягну при використанні навіть дрібного щебеню. І, проте, віброущільнення цієї бетонної суміші на вимогу авторів проекту все одно виконувалося. В результаті вдалося досягти досить високої якості бетонування і виключити утворення щілин на сполученні верху внутрішніх несучих конструкцій з вищерозміщеними, раніше забетонованими, перекриттями.

В процесі екскавації котловану передбачений відкритий водовід-

лив всередині котловану з переносних тимчасових дренажних колодязів шламовими насосами типу «ГНОМ» для перекачування води відразу в дощову каналізацію і рівня ґрунтових вод, що випереджало пониження, усередині котловану до розробки кожного з ярусів.



Рис. 15.22. Армування пандуса в'їзної рампи по ущільненому ґрунту

На початок екскавації ґрунту на рівні В1 (першому підземному поверсі) або під захистом перекриття на позн. 0,000 м практично було зведено два надземні поверхи, а до моменту завершення - чотири надземні поверхи. Причому для завершення четвертого надземного поверху обов'язково вимагалось заздалегідь звести ділянку перекриття на позн. -4,700 м і внутрішні несучі конструкції на рівні В1, включаючи діафрагми жорсткості, стіни сходових клітин і ліфтових шахт, обойми посилення бурових колон і пілони між спареними буровими колонами, під надземною частиною будівлі.

Така вимога обумовлювалася недостатньою жорсткістю перекриття на позн. 0,000 м під надземною частиною будівлі (всього 320 мм) і значними ексцентриситетами (від 125 до 300 мм) у вузлах сполучення колон надземної і підземної частин будівлі.

Розрахунковим шляхом було доведено, що після зведення згаданих несучих конструкцій рівня В1 без зведення конструкцій рівнів

В2 (другий підземний поверх) і В3 (третій підземний поверх, включаючи фундаментну плиту) технічно можливо звести до 9 поверхів з 14 в надземній частині будівлі.

Звести поверхи, що залишилися, в надземній частині будівлі до завершення фундаментної плити і усіх несучих конструкцій рівня В3 безпосередньо під надземною частиною будівлі виявилось неможливо. На стадії завершення екскавації ґрунту на рівні В3 і при зведенні 9 надземних поверхів зусилля у бурових колонах діаметром 630 мм виявилися близькими до їх розрахункової несучої здатності і для продовження будівництва надземних поверхів вимагали попереднього посилення монолітними залізобетонними обоймами.

Ось чому генеральному підрядникові було рекомендовано інтенсифікувати улаштування підземної частини будівлі і в першу чергу безпосередньо під надземною частиною.

В цьому випадку початок екскавації ґрунту на рівні В2 співпав із завершенням зведення перекриття на позн. -4,700 м за межами надземної частини будівлі і початком зведення п'ятого надземного поверху рис. 15.23.



Рис. 15.23. Початок екскавації ґрунту на рівні В2 під захистом перекриття на позн. - 4,700 м

За аналогією з рівнем В1 екскавація ґрунту на рівні В2 робилася паралельно із зведенням ділянки перекриття на позн. -7,920 м і внутрішніх несучих конструкцій другого підземного поверху безпосередньо під надземною частиною будівлі.

Початок екскавації ґрунту на останньому рівні В3 прийнято одночасним із завершенням зведення перекриття на позн. -7,920 м за межами надземної частини будівлі і початком зведення восьмого надземного поверху.

Зведення дев'ятого надземного поверху поєднане за часом із зведенням фундаментної плити і внутрішніх несучих конструкцій на третьому підземному поверсі в зоні (рис.15.24), а також повним завершенням екскавації ґрунту в котловані.

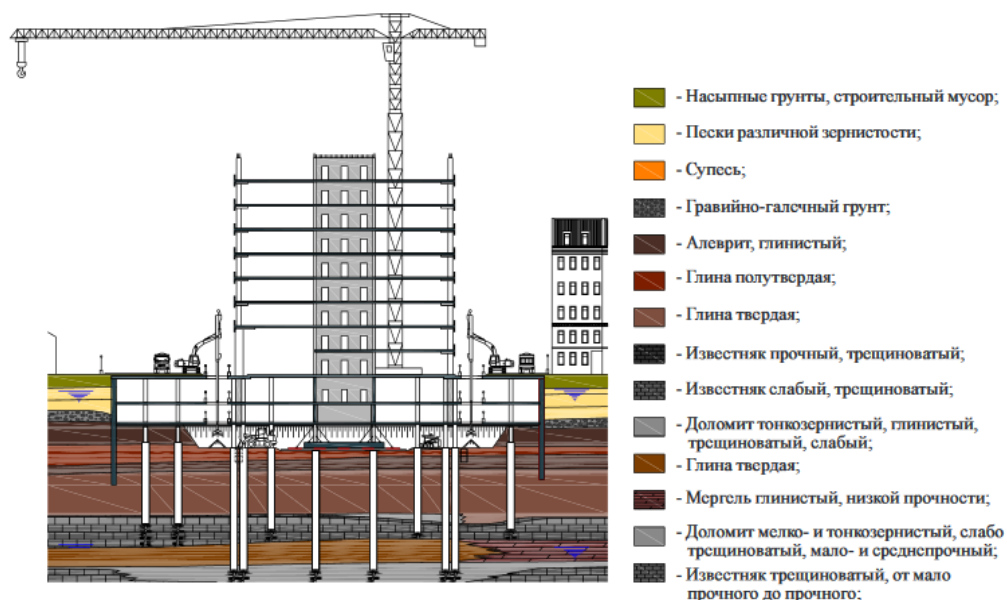


Рис. 15.24. Зведення дев'ятого надземного поверху паралельно із зведенням фундаментної плити і внутрішніх несучих конструкцій на третьому підземному поверсі

Початок спорудження десятого надземного поверху поєднаний за часом із завершенням зведення фундаментної плити під надземною частиною будівлі, а тринадцятого надземного поверху - з повним завершенням зведення фундаментної плити і початком ліквідації тимчасових монтажних отворів в перекриттях.

Спорудження усіх несучих конструкцій в надземній і підземній частинах будівлі завершувалося практично одночасно.

Та все ж, оптимальною прийняту послідовність виробництва робіт розглядати не можна. На жаль, із-за нав'язаної нам ще на стадії ТЕО осьової схеми розташування несучих конструкцій не вдалося підвищити несучу здатність бурових колон шляхом збільшення діаметру використовуваних труб-опалубок, оскільки у такому разі порушувалися необхідні габарити парковочних місць.

Диво статися не могло і мрію замовника - компанії «Hines» отримати ідеально гнучку технологію будівництва, що не накладає ніяких обмежень щодо будівництва надземних поверхів по відношенню до підземних поверхів, і тому максимально економічно вигідну, реалізувати на будівництві адміністративної будівлі «Дукат Плейс III» не вдалося.

Якби бюро було б залучене до проектування ще на стадії розробки ТЕО, то завдання реалізації усіх переваг напівзакритого способу будівництва («top-down») було б вирішене успішно, а це мільйони доларів США, заощаджені на обслуговуванні кредитів за рахунок істотного додаткового скорочення загальної тривалості будівництва.

Заключення

Накопичений досвід зведення нових будівель на місці знесених старих в складних гідрогеологічних умовах при практичному співпадінні площі будмайданчика з п'ятном забудови є надто важливий для подальшого розвитку технологій спеціальних робіт та їх комплексного використання у будівництві. Найбільш ефективним варіантом будівництва в таких умовах є варіант будівництва за технологією «вгору-вниз» («TOP-DOWN»). В процесі його реалізації отримали подальший розвиток безопалубочне улаштування не тільки перекрить, а й пандусів та інших конструкцій підземної частини будівлі. Варіант вивішування цих конструкцій на попередньо влаштовані бурові колони забезпечив подальший розвиток будівництва за технологією «вгору-вниз» («TOP-DOWN»). Вивчення такого накопиченого досвіду будівництва є дуже важливим для його подальшого використання та розвитку в процесі будівництва в складних гідрогеологічних умовах міської ущільненої забудови.

Питання для самоконтролю.

1. Які переваги та недоліки створюють фрагменти фундаментів та інші частини знесеної будівлі в процесі улаштування підземної частини нової будівлі?

2. В якій послідовності здійснювалося будівництво нульового циклу п'ятизіркового готелю?
3. Які роботи передбачено виконувати в процесі зведення нульового циклу готелю «RitzCarlton» з підземним п'ятирівневим простором?
4. Що включає конструкція нульового циклу готелю «RitzCarlton» з підземним п'ятирівневим простором?
5. Які переваги у виконанні робіт надав установлений баштовий кран на етапі зведення нульового циклу готелю «RitzCarlton» з підземним п'ятирівневим простором?:
6. Який відсоток складає пляма забудови «Дукат Плейс III» по відношенню до меж будівельного майданчика?
7. Які конструкції використані в якості обгороджування котловану в процесі будівництва «Дукат Плейс III»?
8. Які роботи виконувалися в процесі будівництва «Дукат Плейс III» при улаштування підземної частини будівлі за схемою «згоривниз»?

Тема 16. Ефективність використання збірно-монолітного варіанту конструкцій в будівництві

16.1 Улаштування залізобетонних збірно-монолітних каркасів багатоповерхових будівель за системою КУБ (каркас універсальний безригельний)

У цьому розділі використано матеріали книги Великжаніна Геннадія Михайловича «Домобудівна система КУБ-3V».

Уперше безбалочні перекриття були застосовані у будівництві багатоповерхових будівель на початку минулого століття. У 1906 році в США за пропозицією інженера Торнера, а в 1908 році в Москві під керівництвом А. Ф. Лолейта була запроектована і побудована чотирьохповерхова будівля складу молочних продуктів, потім в 1910 р. було зведено будівлю з безбалочними перекриттями в Швейцарії. За час своєї вікової історії безбалочні перекриття зазнали істотні зміни в конструкціях, методах розрахунків і сферах застосування.

У 30-х роках монолітні безбалочні перекриття з капітелями знаходять широке застосування в Росії на підприємствах харчової промисловості, промислових будівлях і московських станціях метро, підземних резервуарах. У 60-х роках минулого століття в ЦНШПП житла під керівництвом А. Э. Дорфмана і Л. Н. Левонтина для висотного готелю у Владивостоці були розроблені конструкції безбалочного бескапітельного перекриття. Ці перекриття з жорсткими вузлами примикання плит до колон були рамною системою в двох напрямках: з колонами-стійками, затисненими у фундаментах і ригелями - нерозрізними плитами. Крок колон 6х6 м, плити 2,8 х 2,8 м з урахуванням шва замоноличування шириною 0,2 м, з'єднання плит між собою петлевим стиком «Передерія». Найбільш складний вузол - примикання плити до колони - вирішений приварюванням закладної коробчастої деталі плити до подовжньої робочої арматури колони. До граней коробки приварені арматурні стержні для сприйняття сколюючої напруги, розтягуючих зусиль від опорних згинальних моментів і місцевих розтягуючих зусиль, які викликаються продавлюванням.

Перерізи колон 400 х 400 мм, товщина плити 200 мм. Такий залізобетонний каркас отримав назва «Каркас уніфікований, безригельний» (КУБ-1). Надалі були розроблені модифіковані варіанти систем серії «КУБ» для різних навантажень і умов виготовлення.

КУБ-2 - вдосконалений варіант системи КУБ-1 під навантаження

до 1250 кг/м² (без урахування маси плити перекриття), він економічніший за систему КУБ-1 по витраті сталі на 8-10%.

КУБ-2М - варіант системи КУБ-2 з монолітними перекриттями.

КУБ-2К - варіант системи КУБ-2 з тимчасовими тривалими навантаженнями на перекриття до 2000 кг/м².

КУБ-3 - модифікація системи КУБ-2 для житлових і громадських будівель під корисне навантаження на перекриття до 800 кг/м², товщина плити перекриття 160 мм.

КУБ-2,5 - використані найбільш ефективні особливості збірно-монолітної системи «КУБ-2» і збірної системи «КУБ-3», вдосконалені основні конструктивні рішення системи - стики панелей перекриттів, стики нерозрізних багатоярусних колон, вузли з'єднання панелей перекриття з колонами, розроблені шпренгельні конструкції 12-метрових прольотів.

КБК - проведені статичні і динамічні випробування фрагмента будівлі збірно-монолітного безригельного каркаса з метою його поширення для будівництва в зонах з підвищеною сейсмічністю, за результатами випробування отримано Положення, де дані рекомендації щодо застосуванню безригельного каркаса при будівництві на майданчиках сейсмічністю 7-9 балів за шкалою MSK-64.

КУБ-3В - використані найбільш ефективні особливості попередніх систем, модернізовані основні конструктивні рішення системи - стики панелей перекриттів, вузол з'єднання панелі перекриття з колонами, збільшена міцність з'єднання стиків панелей перекриттів і стику з'єднання панелей перекриття з колонами, збільшені захисні шари арматури, застосована арматура класу А500С в несучих конструкціях. Розроблені нові кондуктори і монтажні пристосування, розроблений новий спосіб монтажу каркаса будівлі.

Міцність, надійність і стійкість будівель з каркаса «КУБ» підтверджені численними випробуваннями, проведеними лабораторією динамічних випробувань ЦНПЕП житла під керівництвом Ашкинадзе.

Конструкції серії «КУБ» розглянуті НТС Госкомархітектури при Держбуді СРСР і листом № ИП-7-3691 від 19.09.1986 року рекомендовані до застосування в межах прийнятих конструктивних параметрів.

Конструкції уніфікованого збірно-монолітного безригельного каркаса КУБ затверджені і рекомендовані до застосування ЦНПБК ім. Кучеренко Держбуду СРСР (положення від 15.03.90р.)

Придатність системи збірно-монолітного безригельного каркаса для використання при будівництві в сейсмічних районах Російської Федерації, підтверджено випробуваннями проведеними некомерційною організацією «Російська Асоціація по сейсмостійкому будівництву і захисту від природних і техногенних дій» (положення від 06.11.2008 р.).

Особливості домобудівної системи КУБ-3В.

Збірно-монолітна конструктивна система КУБ-3В є подальшим розвитком систем серії КУБ з метою подальшої універсалізації в частині використання для різних умов будівництва, удосконалення конструктивних рішень, зниження трудовитрат на виготовлення і монтаж елементів і оптимізації економічних характеристик.

Кожна будівля системи КУБ-3В підлягає індивідуальному проектуванню, яке включає розрахунок його конструктивної системи і елементів, а також конструювання на основі виконаного розрахунку.

Конструктивна система КУБ-3В може бути застосована для розробки типових проектів будівель, крім того можливе повторне застосування проектів будинків системи без розрахунку їх конструкцій для умов експлуатації, навантажень, дій, що відповідають початковому проекту.

У системі КУБ-3В модернізовані основні конструктивні рішення стиків панелей перекриттів, стиків нерозрізних багатоярусних колон, вузли з'єднання панелей перекриття з колонами, що утворюють рамні вузли, рішення зв'язків які надійно забезпечують рамні і рамно-зв'язкові конструктивні системи каркасів будівель. Крім того збільшені захисні шари арматури і застосована арматура класу А500С в несучих конструкціях.

У технологічному відношенні можливий перехід підприємств, що реалізують КУБ, на нову систему без зупинки виробництва з поступовою заміною оснащення. Як проміжне рішення допускається стикування виробів системи КУБ-3В з виробами інших систем КУБ, при цьому залишається без змін з'єднання «плита-колона» і з невеликим коригуванням оснащення - з'єднання «плита-плита».

У системі розроблена нова конструкція вузлів кріплення зв'язків до колон, знижуюча вірогідність резонансу споруд при вимушених коливаннях (сейсміка, вітер і тому подібне). Система КУБ-3В є універсальною конструкцією для будівництва житлових, громадських і деяких промислових будівель як в звичайних умовах будівництва,

так і в районах з сейсмічністю не більше 9 балів включно за 12 бальною шкалою.

Збірно-монолітна універсальна конструктивна система КУБ-3В дозволяє в різноманітних кліматичних, рельєфних, сейсмічних умовах практично повністю забезпечити будівництво житлових будинків, будівель соціально-культурного призначення, холодильників, складів і т.п., тобто реалізувати житлову забудову і об'єкти промислово-комунальної зони при ній в єдиному конструктивному ключі, в єдиній технології виготовлення і монтажу будівельних конструкцій.

Для реалізації житлової забудови (житлові і громадські будівлі) в конструкціях КУБ-3В, виключаючи захисні вироби, необхідно мати 4 типи форм: колони - 1, перекриття і діафрагми - 2, зв'язки - 1.

Система КУБ-3В дозволяє зводити як житлові, так і громадські будівлі різних типів при мінімальному числі типорозмірів стандартних конструктивних елементів.

Система КУБ-3В розрахована на зведення будівель заввишки до 24 поверхів в звичайних умовах і в районах з сейсмічністю до 9 балів включно за 12-бальною шкалою.

Несуча здатність перекриттів дозволяє використання каркаса у будівлях з інтенсивністю навантажень на поверх не більше 1300 кг/м^2 .

Розроблені конструкції каркаса передбачають висоти поверхів у будівлях 2,8 м; 3,0 м; 3,3 м, і забезпечують у будівлях прольоти 3,0 м і 6,0 м.

Необхідність реалізації інших прольотів в межах вказаних параметрів можлива у разі облаштування монолітних вставок або індивідуальних опрацювань додаткових залізобетонних виробів.

При будівництві будівель до 4-х поверхів застосовуються колони перерізом 400 x 200 мм, а при висоті більше 4-х поверхів - перерізом 400x400 мм.

Застосування рамних схем у будівлях з колонами перерізом 400x400 мм обмежено п'ятьма поверхами в звичайних умовах будівництва і сейсмічності до 7 балів і 3-ма поверхами при сейсмічності 8-9 балів. У інших випадках приймається рамно-зв'язкова схема з використанням зв'язків і діафрагм. Для будівель заввишки більше 15 поверхів потрібна індивідуальна розробка колон.

Конструкції фундаментів визначаються місцевими інженерно-геологічними умовами, а конструкції підземної частини, сходово-

ліфтового вузла і покрівлі визначаються архітектурно-планувальними рішеннями.

Збірно-монолітний залізобетонний каркас будівель серії КУБ-3В складається з вертикальних залізобетонних колон і жорстко зв'язаних з ними плоских дисків міжповерхових і горищних перекриттів і покриття.

Наявність, по суті, 2-х основних несучих елементів системи забезпечують її міцнісні якості, - колони і плити перекриття - припускають інші елементи будівлі навісними, що дає можливість максимального використання для конструкцій місцевих неконструкційних захисних матеріалів у тому числі і монолітних стін. Конструкції і параметри зовнішніх стін визначаються архітектурним рішенням, призначенням будівлі і кліматичними умовами. У житлових і громадських будівлях передбачені переважно поповерхово оперті стіни, зі спиранням їх на консолі дисків перекриттів. Поповерхово оперті стіни можуть бути виконані одношаровими (у вигляді кладки з ячеїсто-бетонних блоків, блоків з великопористого керамзитобетону та ін.), двошаровими з облицювальним шаром з керамічної цегли і внутрішнього шару з поризованих виробів і тому подібних матеріалів, тришаровими з внутрішнім шаром з ефективного утеплювача (рис. 16.1).

Техніко-економічні показники на 1 м² перекриття системи КУБ-3В.

Матеріали (м³/м²): 1 - бетон збірний - 0,165 м³; монолітний - 0,016 м³.

2 – цемент - 67,7 кг. 3 – метал - 12,0 кг.

Трудовитрати, (люд. год./м²): будівельні, - 0,4; заводські - 3,8.

Кожна будівля системи КУБ-3В підлягає індивідуальному проектуванню, яке включає розрахунок його конструктивної системи і елементів, а також конструювання на основі виконаного розрахунку.

Розрахунок безригельного каркаса системи «КУБ» зводиться до визначення зусиль в рамній системі, стійками якої є колони, ригелями - замонолічені панелі перекриття. В розрахунок вводиться ригель-плита шириною, рівною кроку колон перпендикулярного напрямку.

Рамна конструкція каркаса розраховується на дію вертикальних і горизонтальних зусиль методом замінюючих рам в двох взаємно перпендикулярних напрямках.

Система КУБ-3В комплектується пакетом документації, що включає основні положення за розрахунком, проектуванням і монта-

жем каркаса, вузли з'єднання елементів конструктивні креслення панелей перекриття, діафрагм, колон, зв'язків.

Каркасна система КУБ-3В дозволяє вирішувати практично будь-яке архітектурно-планувальне рішення за бажанням замовника. Особливістю цієї системи є можливість створення будь-якого внутрішнього простору.

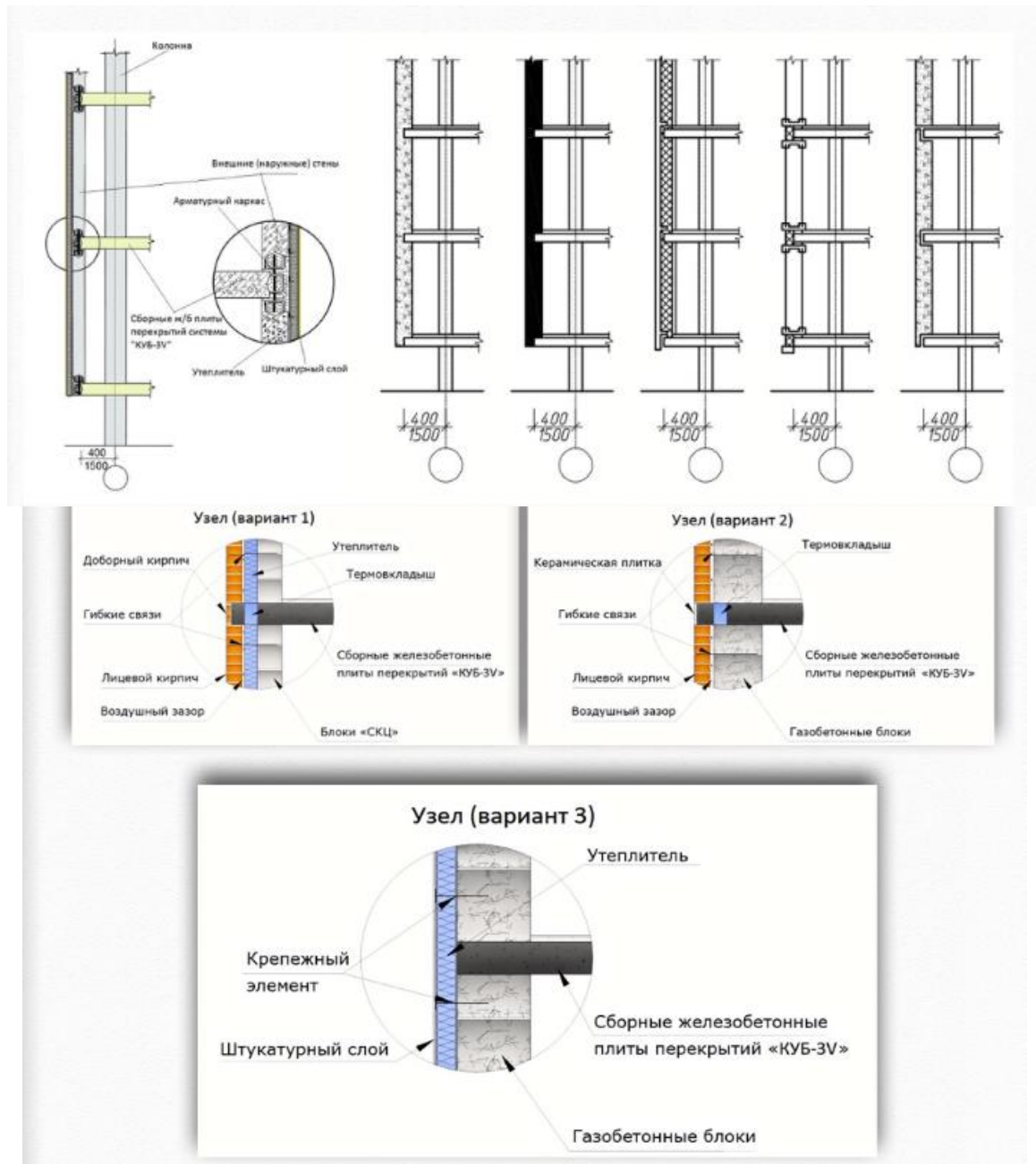


Рис. 16.1. Варіанти улаштування зовнішніх стін

Гладка стеля перекриття дозволяє відмовитися від дорогих підві-

сних стель, необхідних за гігієнічними, естетичними або технічними вимогами.

Відсутність ригелів дозволяє зменшити будівельний габарит перекриття, що дає можливість на 5-8% понизити кубатуру будівлі.

Наявність консольної частини по периметру перекриття дозволяє зручно вирішувати температурно-осадові шви, примикання до інших будівель, облаштування галерей і сонцезахисних елементів для південних районів.

Конструктивні схеми КУБ-3В представлені на рис. 16.2, а послідовність зведення на рис. 16.3.

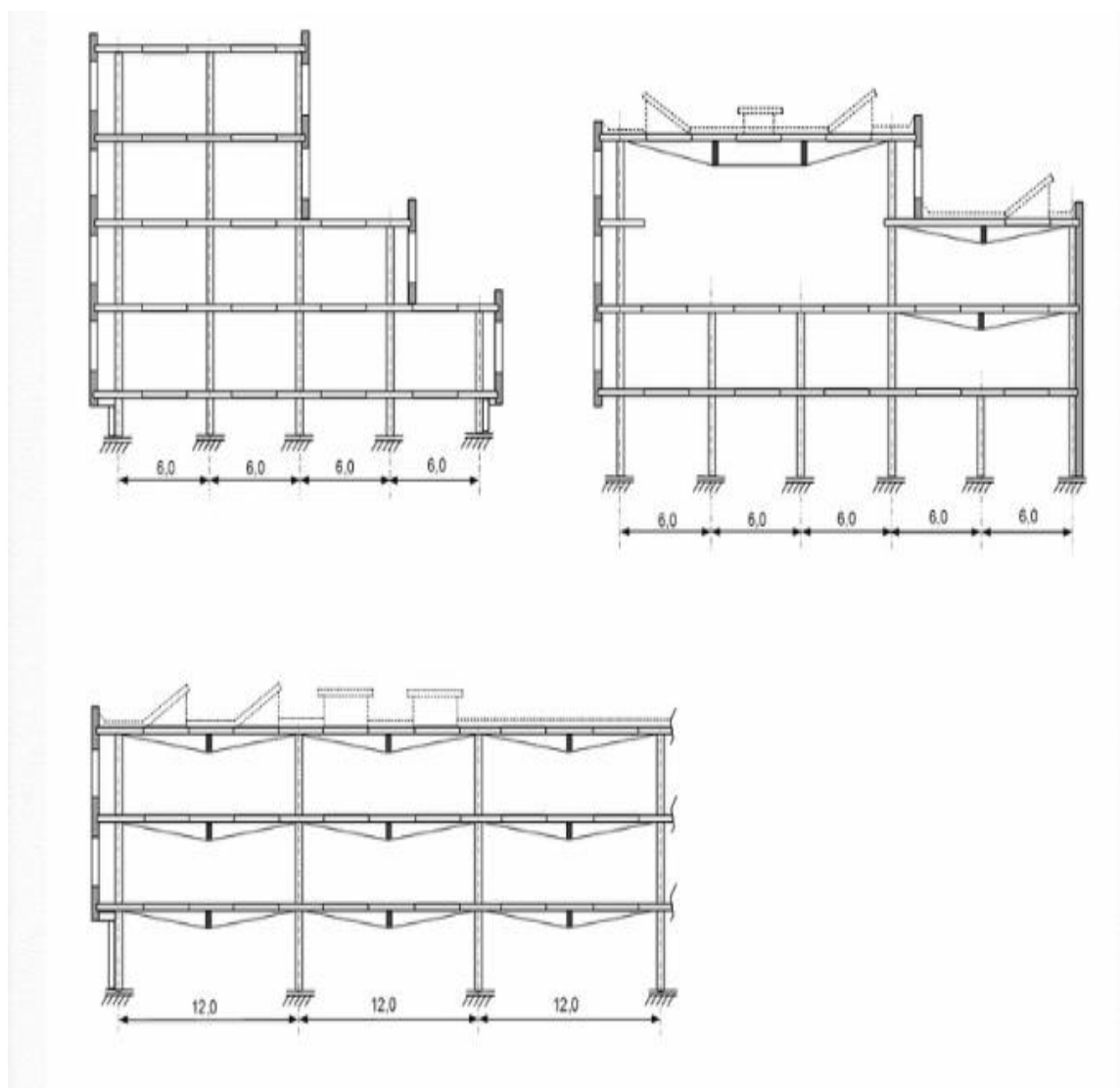


Рис. 16.2. Конструктивні схеми каркасу КУБ-3В

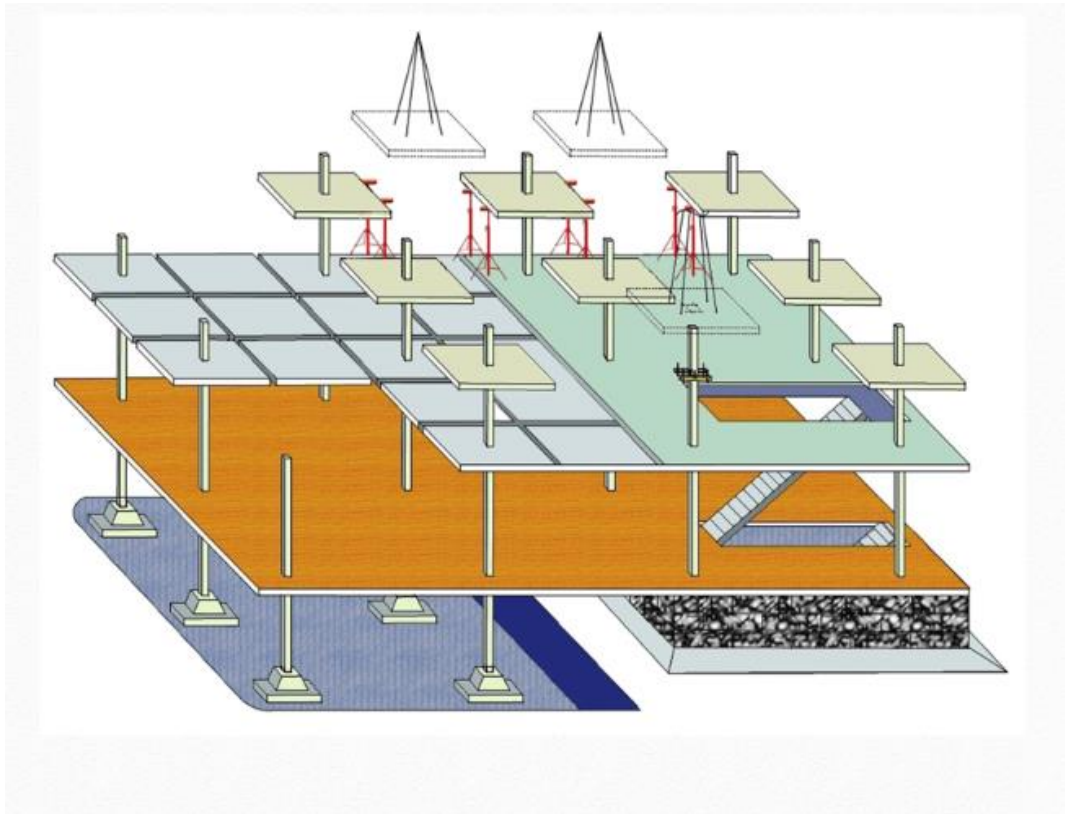


Рис. 16.3. Послідовність зведення каркасу КУБ-3В

На фундаменті встановлюють підстанники для колон, геодезист наносить відмітки центру розташування колон, в цих місцях перфатором роблять отвори в які встановлюють металевий стержень, піднімають колону при допомозі траверси і направляючи розташований в центрі підшви колони отвір на стержень встановлюють колону строго в проектне положення, тимчасово закріплюють колону за допомогою жорстких підкосів, якими вивіряють вертикальність колони, після чого заливають всередину підстанника бетон (рис. 16.4). Після набору бетоном 50% міцності приступають до монтажу плит перекриття.

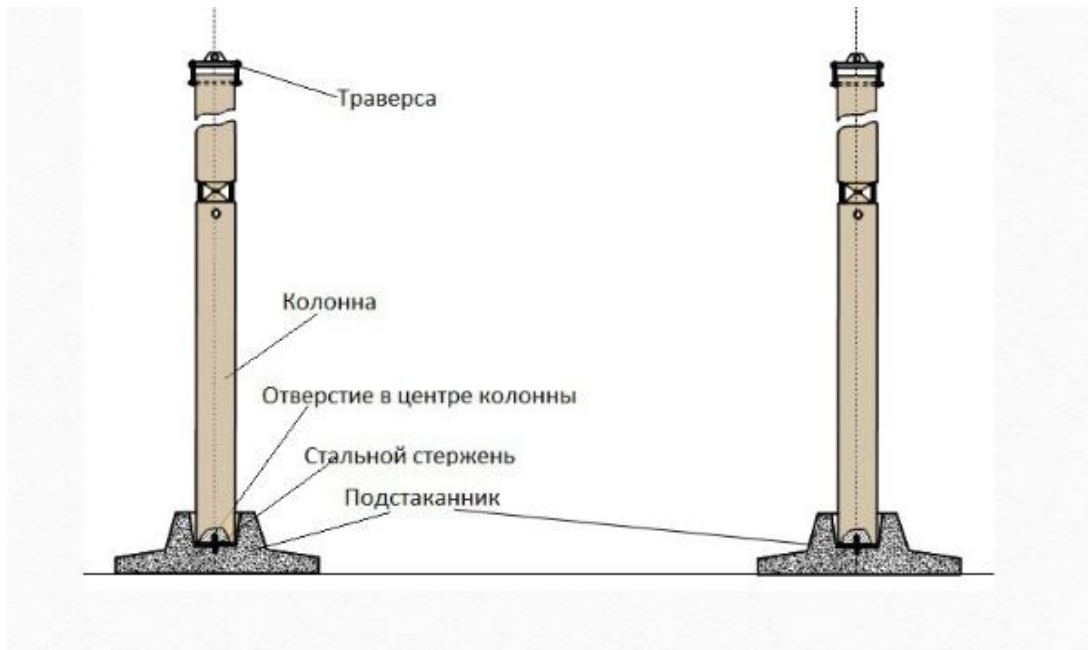


Рис. 16.4. Послідовність монтажу колони

На колони в спеціальний монтажний отвір, розташований в колоні нижче місця стику колони з плитою перекриття, встановлюють збірний опорний столик, поверх якого кріпиться кондуктор (рис. 16.5-16.10). На опорному столику виставляють чотири гвинтові упори на задану висоту розташування плити перекриття, потім піднімають надколону плиту і через отвір в плиті одягають її на колону, проходячи уздовж направляючих пластин кондуктора, плита спирається на гвинтові упори опорного столика, займаючи при цьому чітко проектне положення. За допомогою кондуктора і опорного столика досягається примусова установка надколонної панелі в проектне положення.

Застосування збірного опорного столика і кондуктора забезпечує точність і безпеку виробництва робіт при монтажі надколонної плити (рис. 16.5).

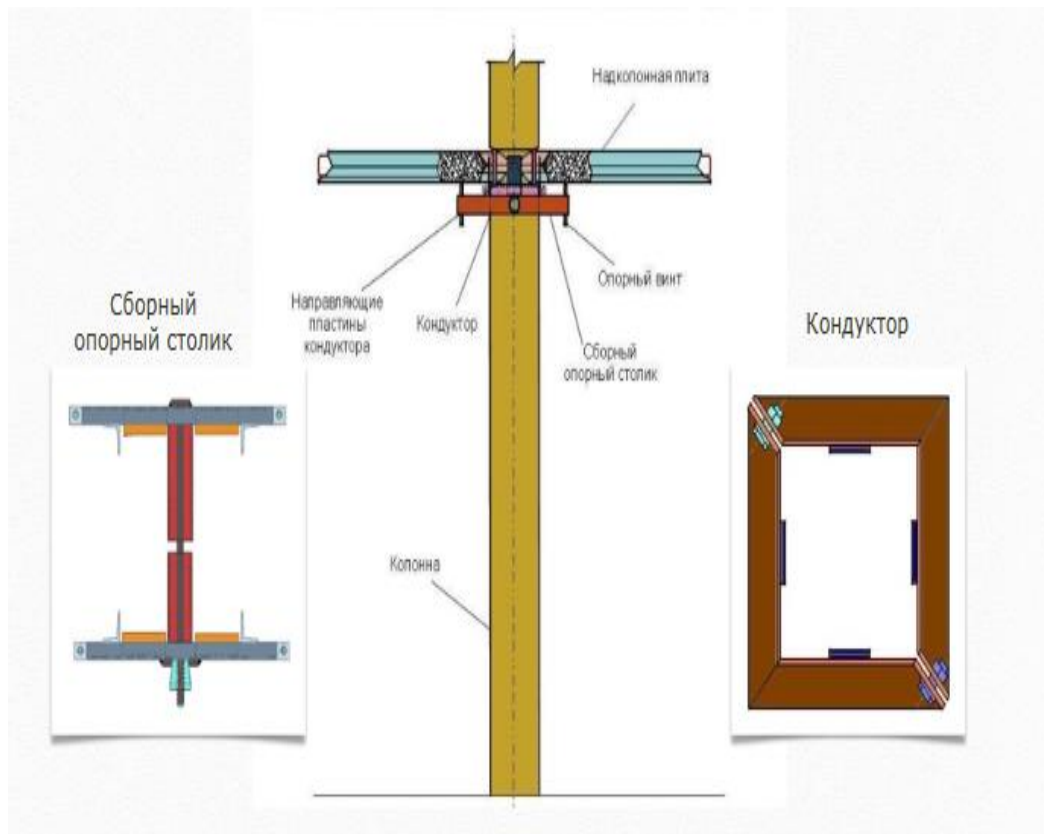


Рис. 16.5. Монтаж надколонной панели

Під змонтовану надколонну плиту на стику суміжних плит підводять опорні стійки, які у верхній частині мають металевий профіль. Половина профілю упирається в змонтовану надколонну плиту, а друга половина є консоллю для спирання суміжних плит (рис. 16.11). Після чого надколонна плита прикріплюється до колони за допомогою зварювання обичайки плити з робочою арматурою колони, використовуючи посередники у вигляді сталевих прямокутних пластин, а опорний столик і кондуктор знімають і переставляють на іншу колону. Суміжні плити монтуються, спираючись на консолі стійок, в результаті плити розташовуються строго в горизонтальній площині (рис. 16.6, 16.12-16.15). Петлеві випуски, розташовані на торцях суміжних панелей, поєднуються таким чином, що утворюється петля, в цей просвіт уздовж торця плити пропускають два металеві стержні діаметром 10 мм і за допомогою в'язки кріплять їх до петель. Після установки арматури стики панелей перекриття і стики надколонної плити з колоною замонолічуються дрібнозернистим бетоном С20/25 з фракцією не більше

10мм (рис. 16.16). Загальний об'єм бетону, вживаний для моноліту, складає не більше 9% від об'єму збірного залізобетону. Стійки прибирають тільки після того, як перекриття наступного поверху змонтоване, замонолічено і бетон замонолічування набрав не менше 70% проектної міцності.

Елементи системи КУБ та послідовність монтажних робіт представлена на рис. 16.7 – 16.19.

Сходові клітки разом з ліфтовою шахтою, які включають стіни і сходові марші, можуть влаштовуватися як в монолітному так і збірному варіантах.

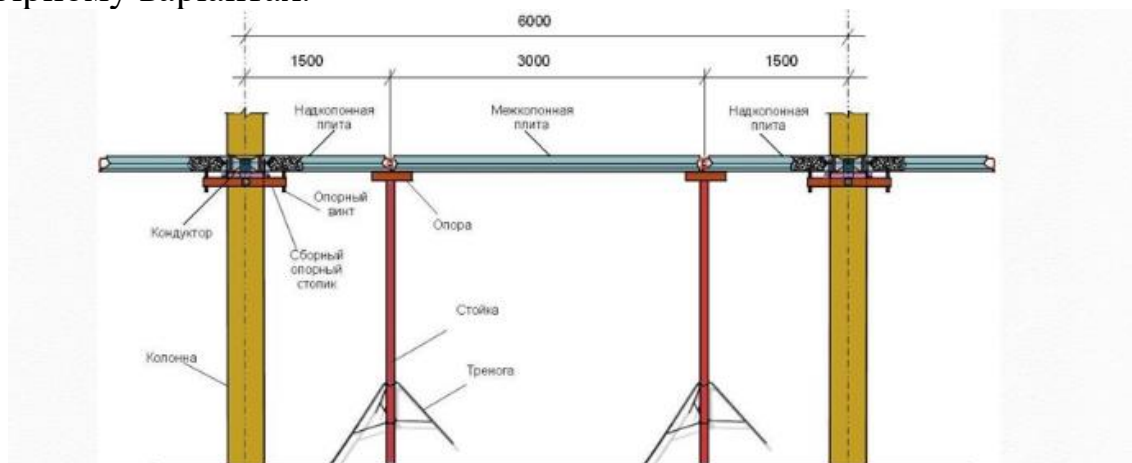


Рис. 16.6. Монтаж плит перекрытия



Рис. 16.7. Колонна, плиты перекрытия, кондуктор і опорний столик



Рис. 16.8. Закріплений на колоні збірний опорний столик



Рис. 16.9. Установлений над опорним столиком кондуктор



Рис. 16.10. Одита на колону надколоннаплита, оперта на упорні гвинти опорного столичка



Рис. 16.11. Установлені під опорною плитою опорні стійки



Рис. 16.12. Установлені під опорною плитою опорні стійки

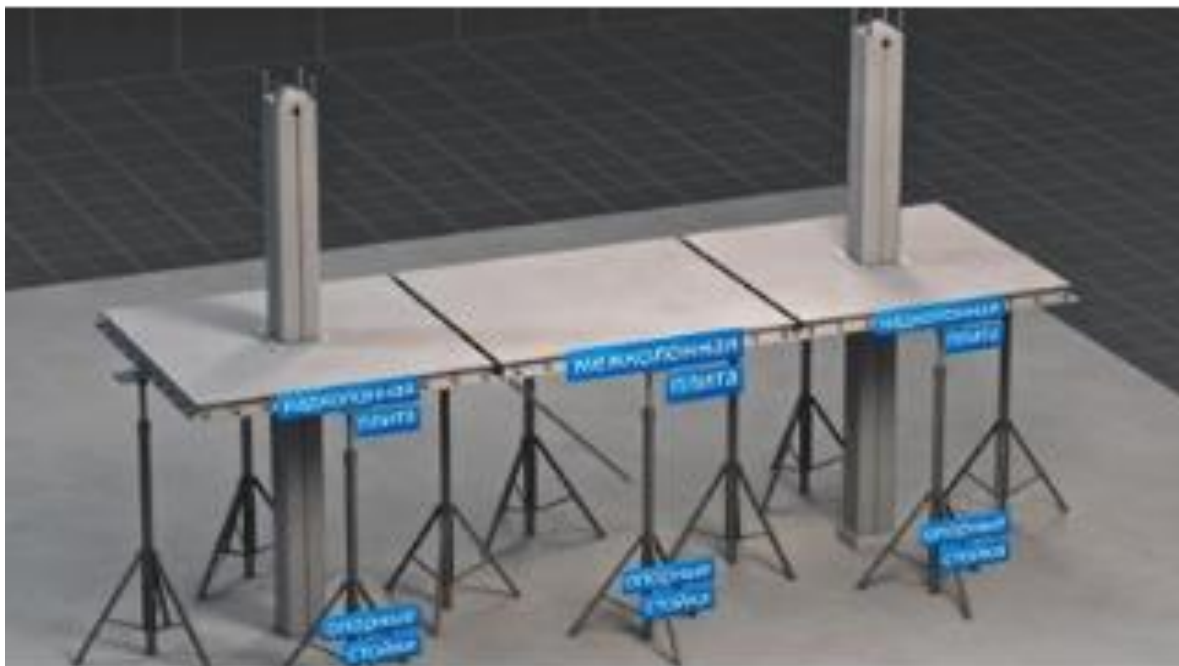


Рис. 16.13. Установлена між надколонними плитами міжколонна плита



Рис. 16.14. Монтаж слідуючих надколонних плит



Рис. 16.15. Монтаж чергової міжколонної плити



Рис. 16.16. Монтаж середньої плити



Рис. 16.17. Бетонування стиків між плитами



Рис. 16.18. Збирання каркасу будівлі



Рис. 16.19. Монтаж збірно-монолітного безригельного каркасу системи КУБ-3В

Цей елемент будівлі є дуже важливим для забезпечення загальної стійкості будівлі, оскільки представляє собою ядро жорсткості будівлі. Тому його конструюванню і влаштуванню приділяють окрему увагу, щоб не знижуючи темпів будівництва забезпечити стійкість конструкції в цілому.

16.2. Виробництво залізобетонних виробів системи КУБ

Існує три способи організації виробництва з виготовлення залізобетонних виробів системи КУБ-3В, представлених на рис. 16.20.



Рис. 16.20. Залізобетонні вироби каркасу системи КУБ-3В

Виготовлення залізобетонних виробів системи КУБ-3В проводиться за агрегатно-поточною технологією - формування виробів в металоформах (рис. 16.21-16.22), з переміщенням по постах і тепловою обробкою в пропарювальних камерах.

Стенова лінія «СЛ-3В» - на формувальному столі стенду монтується бортоснастка в якій формується виріб, а спеціальні пристрої дозволяють відкривати і закривати борти за допомогою вантажопідіймальних механізмів, теплова обробка за рахунок підігрівання днища.

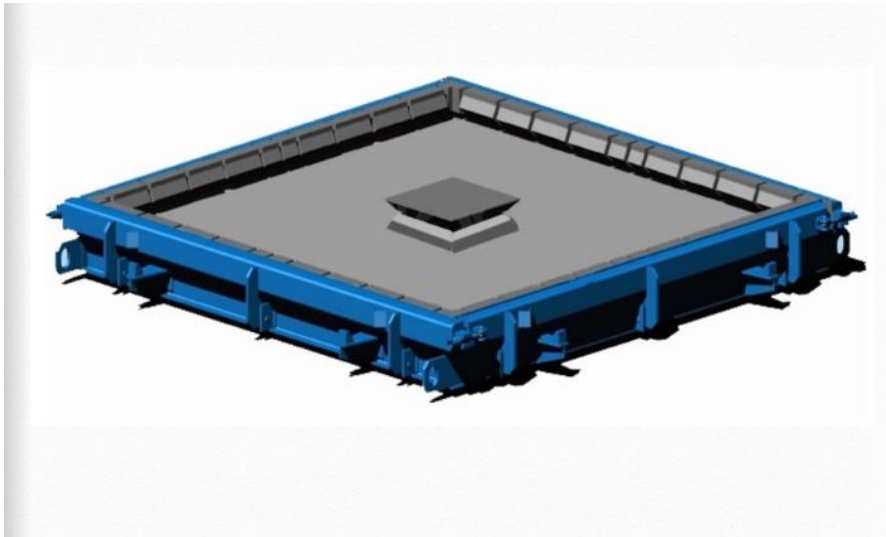


Рис. 16.21. Металоформа для надколонної плити перекриття

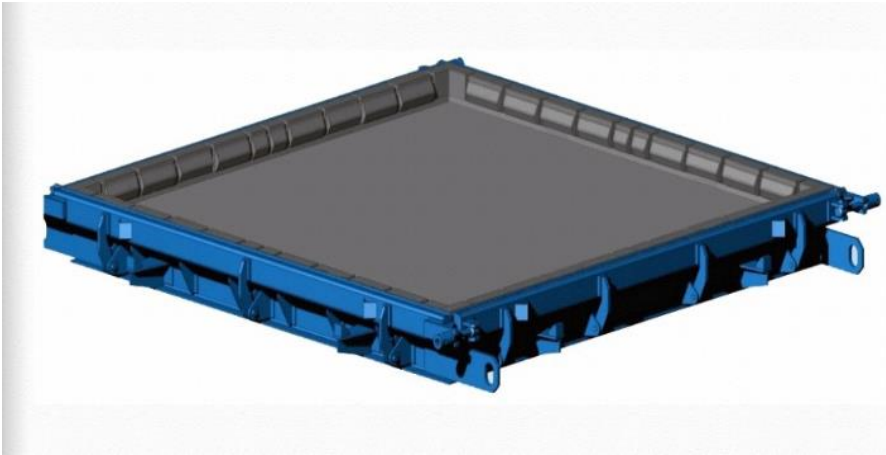


Рис. 16.22. Металоформа для міжколонної і середньої плити перекриття

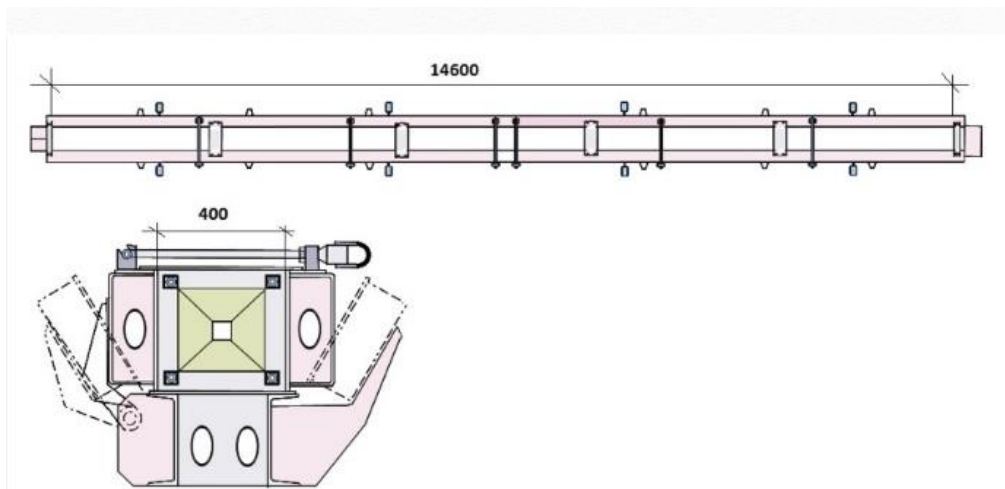


Рис. 16.23. Металоформа для колон

Швидкознімна опалубка «БСО-3У», що дозволяє формувати залізобетонні вироби або на стендовій лінії, або агрегатно-поточним способом, або в умовах полігонів, будь-які види теплової обробки, аж до геліотермообробки.

Агрегатно-поточний спосіб виготовлення конструкцій характеризується розчленовуванням технологічного процесу на окремі операції або їх групи; виконанням декількох різнотипних операцій на універсальних агрегатах; наявністю вільного ритму в потоці; переміщенням виробу від поста до поста; форми і вироби переходять від поста до поста з довільним інтервалом, залежним від тривалості операції на цьому робочому місці, яка може коливатися від декількох хвилин (наприклад, змащування форм) до декількох годин (пост тверднення відформованих виробів).

Агрегатно-поточний спосіб відрізняється також тим, що форми і вироби зупиняються не на усіх постах потокової лінії, а лише на тих, які потрібні для даного випадку. Агрегатно-поточний спосіб організації виробництва характеризується можливістю закріплення за однією потоковою лінією виробів, різних не лише за типорозмірами, але і за конструкцією.

Ця можливість створюється наявністю на потоковій лінії універсального устаткування. Міжопераційна передача виробів на таких лініях здійснювалося підйомно-транспортними і транспортними засобами. Для прискореного тверднення бетону при агрегатно-поточному способі зазвичай застосовуються камери періодичної або безперервної дії.

Агрегатно-поточна технологія відрізняється великою гнучкістю і маневреністю у використанні технологічного і транспортного устаткування, в режимі теплової обробки, що важливо при випуску виробів великої номенклатури.

До складу технологічної лінії входять: формувальний агрегат з бетоноукладачем; установки для заготівлі арматури; формоукладчик; камери тверднення; ділянки розпалублювання, охолодження виробів, їх доведення або обробки, технічного контролю; пост чищення і змазки форм; майданчики під поточний запас арматури, закладних деталей, складування резервних форм, їх оснащення і поточного ремонту; стенд для випробування готових виробів.

Агрегатно-поточна технологія більше підходить для діючих заводів залізобетонних виробів, оскільки дозволяє розмістити металофо-

рми на наявних площах і використати наявні пропарювальні камери, в яких при необхідності прибирають перегородки, щоб забезпечити ширину камери не менше 3,5 метрів, в цих же камерах можна організувати формування колон.

Каркаси колон виготовляються на окремих стендах з використанням спеціальних кондукторів для надійного точного фіксування арматури в проектному положенні (рис. 16.24). Лінія з заармованими формами плит перекриття представлено на фото (рис. 16.25).

Найбільш перспективною технологією є стендова лінія СЛ-3В.

Стендова лінія призначена для виготовлення залізобетонних виробів, у тому числі плоских залізобетонних плит безригельного каркаса будівель, які функціонально розділяються на надколонні, міжколонні і середні. Стендова лінія складається з формувального листа, який є площиною стендової лінії, розмір якого по ширині рівний або більше ширини формованих виробів і завдовжки на всю довжину стендової лінії. На площині стендової лінії розташовують металеві борти і облаштування відкривання і закривання бортів у вигляді спареного або поодинокого шарнірно-підйомного механізму, який дозволяє відкривати і закривати борти використовуючи вантажопідіймальні механізми. Процес виготовлення залізобетонних виробів відбувається таким чином: борти форми стягують гвинтами, змащують форму, укладають арматурний каркас, закладні деталі, петлі, після чого універсальним вібробетоноукладачем, який рухається по рейках уздовж стендової лінії, подають бетон у форми, ущільнюють бетонну суміш глибинними вібраторами.

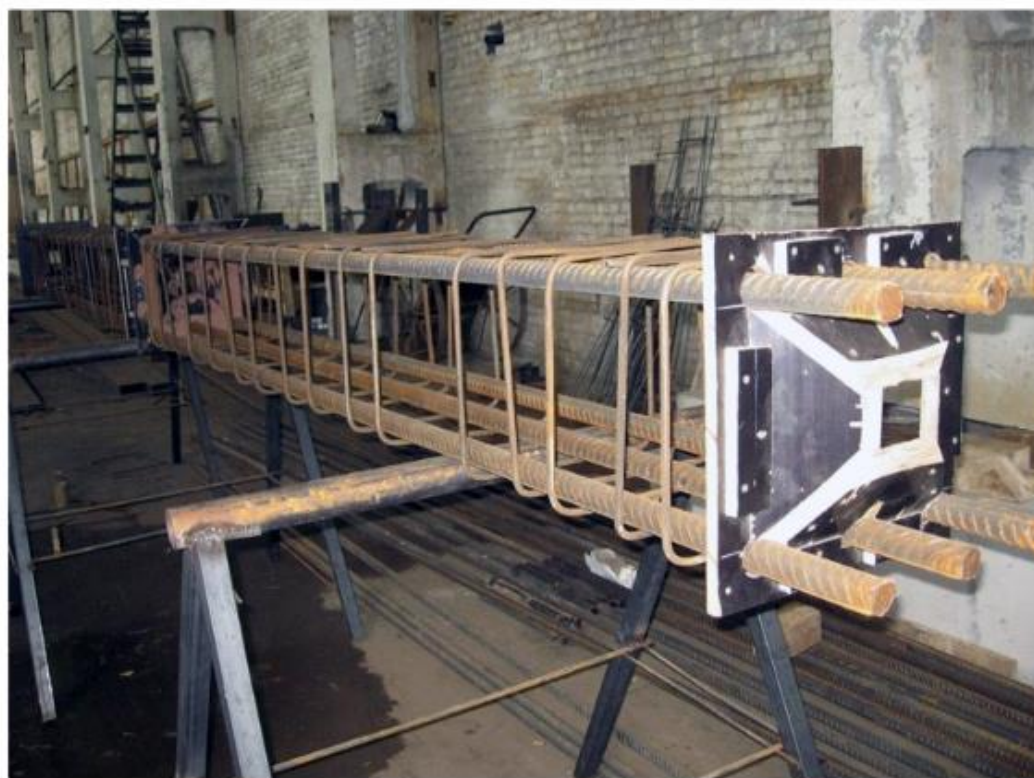


Рис. 16.24. Стенд для виготовлення каркасів колон з кондукторами для фіксації арматури в проектному положенні



Рис. 16.25. Лінія з заармованими формами плит перекриття

Потім форми з укладеним бетоном закриваються ізоtermічним пок-

ривалом і включають автоматичний режим пропарювання. Після набору міцності роблять розопалублювання виробів, при цьому борти, обладнані шарнірно-підйомним пристроєм, відкривають за допомогою вантажопідіймальних механізмів. Готові вироби відправляють на склад готової продукції.

16.3 Улаштування збірно-монолітного каркасу багатоповерхової будівлі з використанням багатопустотних плит

Будівельна індустрія збірного житлового будівництва, створена в 60-90 роки минулого століття, до теперішнього часу в Україні практично повністю знищена. Значна енергоємність цього виду будівництва, жорсткі архітектурно-планувальні рішення, складні проблеми стиків, корозія заставних деталей, висока теплопровідність зовнішніх захисних конструкцій і деякі інші недоліки змусили відмовитися від цього виду будівництва в нашій країні. Але будівництво з монолітного залізобетону, що інтенсивно розвивається, яке широко використовується замість збірного, має істотні переваги перед цегляними будівлями, також неефективно з ряду причин. Передусім слід виділити наявність значних об'ємів мокрих процесів на будівельному майданчику, ця проблема особливо посилюється в зимовий період. Незважаючи на вільніше планування в монолітному каркасі в порівнянні зі збірним залізобетонним в панельному і блоковому варіантах, крок колон без капітелей обмежений 4,5 метри і тільки при товщині перекриття 20 см може досягати 6 метрів. Витрати арматури в перекриттях складає 18-20 кг і може досягати 40 кг на квадратний метр. Крім того висока трудомісткість, низький рівень індустріалізації, особливо арматурних робіт, складність застосування переднапруженого залізобетону, тривалі терміни будівництва значною мірою знижують ефективність цього виду будівництва.

Компромісним вирішенням проблеми будівництва сучасних житлових і багатьох громадських будівель може стати збірно-монолітний каркас, який суттєво відрізняється від розглянутого раніше. Цей варіант зведення каркаса будівлі має ряд істотних переваг як перед монолітними, так і збірними та цегляними будівлями. Збірно-монолітний каркас за останнє десятиліття почав широко застосовуватися в передових розвинених країнах. У Російській Федерації використовуються розроблені БелНІІСом конструктивні схеми збірно-монолітного каркаса. Його основною перевагою є застосування близько 90% збірних елементів від загального об'єму каркаса будівлі, але інші монолітні

конструкції забезпечують його монолітність. Застосування пустотних попередньо напружених плит настилу, особливо тих, які випускаються за сучасною безперервною технологією формування з подальшим розрізанням на необхідні розміри, дозволяє використати висоту ригеля рівній або незначно вищій товщині плит пустотного настилу. В необхідних випадках висоту ригелів збільшують на 6 сантиметрів для збільшення їх несучої здатності. Але при цьому стеля залишається в одному рівні, що є дуже важливим для зручності експлуатації таких будівель. Збільшення висоти ригеля в межах товщини шару підлоги не збільшує загальної товщини перекриття.

Другим основним елементом збірно-монолітного каркаса будівлі є колона, висота якої зазвичай складає два-три (до п'яти) поверхів будівлі з оголеним арматурним каркасом в рівні кожного перекриття. Після монтажу колон плити перекриття монтуються на влаштовану опалубку ригелів і бетонуються заздалегідь заармовані ригелі спільно з оголеним каркасом колони. В процесі бетонування заповнюється також частина порожнеч плит, що примикають до ригеля, утворюючи шпонки, які забезпечують зчленування збірних пустотних плит з монолітним ригелем (рис. 16.26, поз. 8). Одночасно бетонуються також потовщені шви між плитами. Сходово-ліфтова клітина, сходові марші та плити, а також діафрагми жорсткості влаштовуються монолітними залізобетонними, забезпечуючи жорсткість та стійкість всієї конструкції будівлі. Принципова схема такого каркаса представлена на рис. 16.26. Передбачені конструктивні особливості такого збірно-монолітного каркасу будівлі забезпечують жорсткий монолітний диск кожного перекриття і каркаса в цілому, незважаючи на значний об'єм збірних елементів в ньому.

Важливою перевагою такого збірно-монолітного каркаса є рівна поверхня стелі, створеної ригелями і плитами перекриття (рис. 16.27) при відстані між колонами до 8, а при необхідності і більше метрів. Можливі також варіанти з консолями різної конфігурації, один з таких варіантів представлений на рис. 16.27.

Ця перевага відкриває хороші перспективи (навіть значно кращим в монолітному варіанті) для різноманітних архітектурно-планувальних рішень. Крім того значно скорочуються витрати арматури, в пустотних плитах він складає 4-5 кг на квадратний метр, а при використанні високоміцного дроту в якості заздалегідь напруженої арматури 1,5-2 кг на квадратний метр.

Приведена товщина бетону в пустотних плитах близько 13 см, що також значно менше, ніж в монолітному варіанті. Таким чином можна істотно зменшувати масу будівлі, навантаження на фундаменти навіть в порівнянні з монолітним каркасом і наближатися до аналогів в передових розвинених країнах.

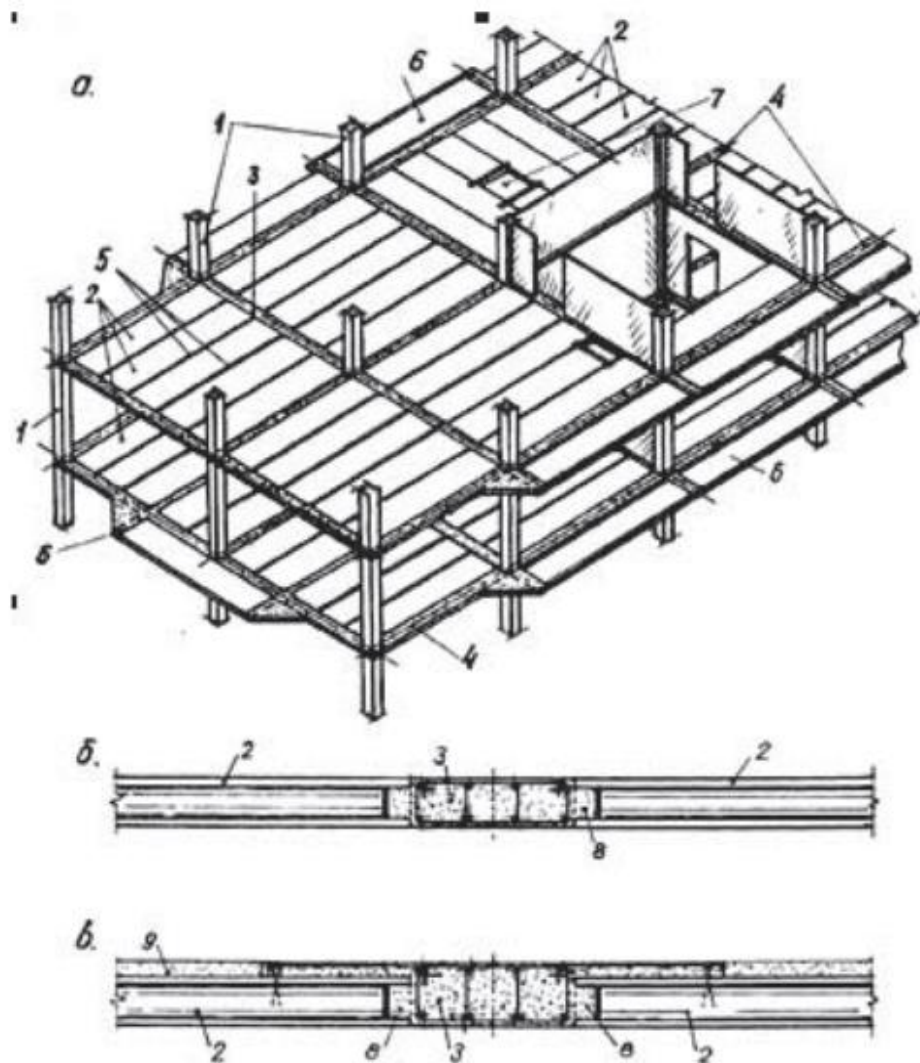


Рис. 16.26. Конструкція збірно-монолітного каркасу будівлі білоруської системи «АРКОС»: *а* – загальний вид каркасу; *б, в* – розрізи; 1 - залізобетонні збірні колони; 2 - залізобетонні збірні багатопустотні плити; 3 – несучі ригелі; 4 – зв’язуючі ригелі; 5, 6 – консолі для улаштування еркерів і балконів; 7 – монолітні участки перекрить; 8 – несучі шпонки; 9 – збільшена висота ригелів

З досвіду збірно-монолітного варіанту будівництва в Російській Федерації в Єкатеринбурзі в зимових умовах впродовж місяця зводи-

лося чотири поверхи будівлі за цією технологією, етап зведення чергового поверху представлений на 16.28. Застосовувався оригінальний стик колон без зварювання за допомогою полімерного клею. Точність та швидкість монтажу забезпечувалася простими одиночними кондукторами, а також направляючим стержнем нижньої колони і відповідним отвором у верхній.



Рис. 16.27. Каркас будівлі, що будується



Рис. 16.28. Зведення збірно-монолітного каркаса будівлі

Тверднення бетону ригелів забезпечувалося його електрообігрівом. В місцях улаштування стін сходоліфтової клітини та діафрагм жорсткості багатопустотні плити перекриття з улаштуванням шпонок можуть обпиралися безпосередньо та такі стіни.

Для реалізації збірно-монолітного варіанту каркасу в Україні в Придніпровській державній академії будівництва і архітектури, з якою нами спільно реалізовувався цей проект, проведені випробування фрагмента пустотної плити, зчленованої з ригелем за допомогою шпонок, утворених в процесі бетонування ригеля. Результати випробувань підтвердили високу несучу здатність такого стика, а отже можливість використання пустотних плит, які масово виготовляються за традиційною для України технологією при несуттєвій її модернізації. В процесі виготовлення таких плит необхідно пустотоутворювачі пропускати на всю довжину плити, щоб з кожної її сторони утворювалися повноцінні отвори. На піддоні навпроти кожного пустотоутворювача необхідно приварити стрижні діаметром 10-15 мм, щоб утворити отвори в нижній частині плити або після виготовлення плит просвердлити їх не менше двох в кожній з пустот. Такі отвори необхідні для випуску дощової та талої води з пустот плити. Вода в пустотах особливо небезпечна взимку, бо в процесі замерзання може руйнувати плити. В подовжні отвори на заводі або на будмайданчику необхідно установити на відстані 10-12 см від торця обмежувачі переміщення бетонної суміші, щоб в процесі бетонування ригелів утворити бетонні шпонки в пустотах плит.

Краще використовувати пустотні плити, які на нових технологічних лініях масово випускаються в Україні за непереривною технологією з послідовним розрізанням їх на потрібну довжину. Колони можуть влаштовуватися як монолітні, так і збірні. Збірні колони можуть виготовлятися на заводах в існуючих формах з установкою в них обмежувачів для отримання оголеної арматури в місцях перетину колон з ригелями перекриття. Використання збірних колон забезпечує суттєву економію працевитрат та скорочення термінів будівництва.

Таким чином можна без істотних капітальних витрат на початковому етапі освоєння нової для України технології зведення будівель з використанням збірно-монолітного залізобетонного каркаса приступити до її практичної реалізації.

В процесі реалізації цього методу улаштування каркасу будівлі важливо забезпечити стійкість опалубки, на яку монтуються плити

перекрыття, установлюється арматура несучого ригеля та виконува-
лося його бетонування. На рис. 16.29 представлено варіант схеми
улаштування такої опалубки.

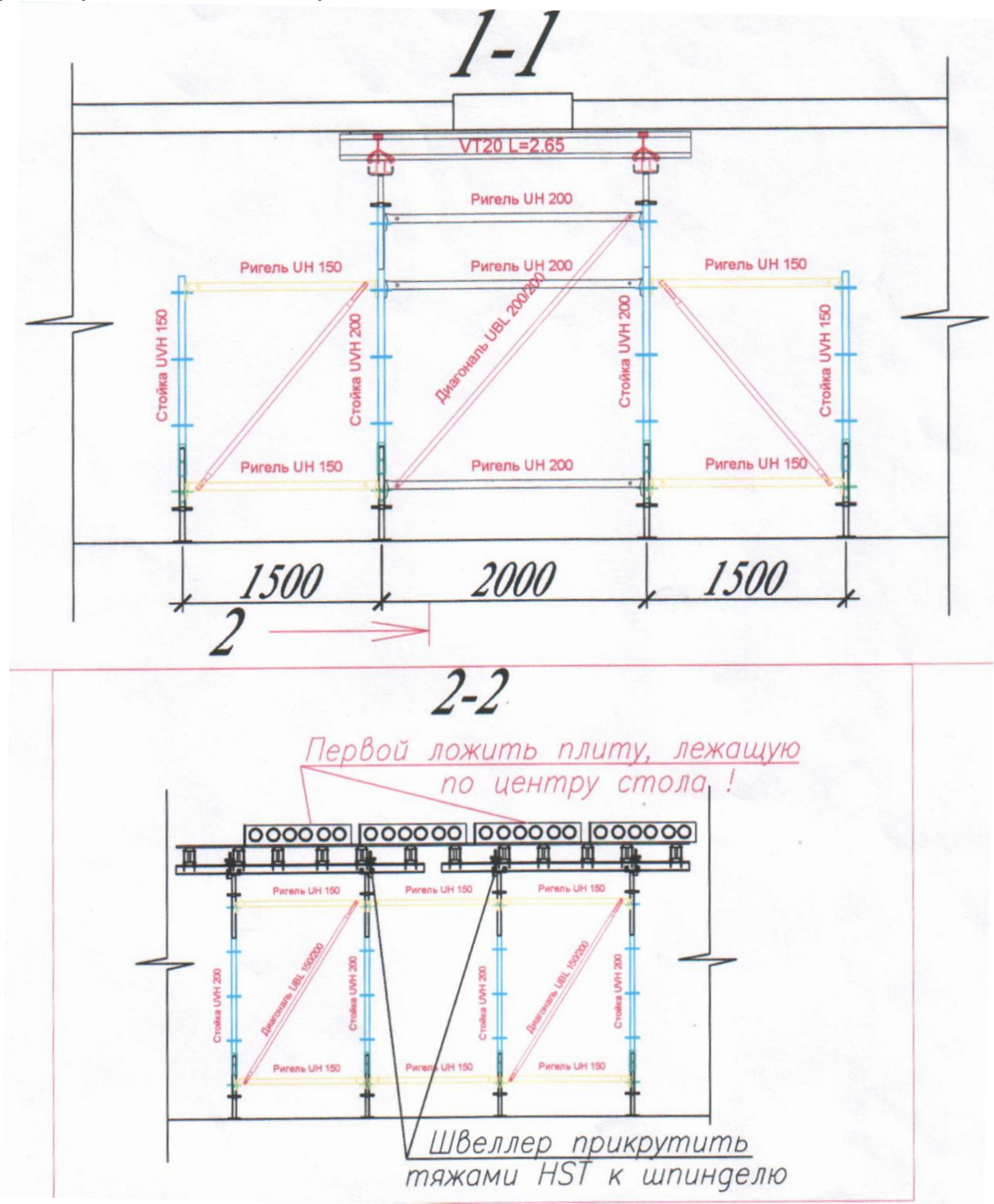


Рис. 16.29. Схема установки опалубки несучих ригелів

Фото загального вигляду змонтованих на влаштовану опалубку плит перекриття торгівельного комплексу в м. Дніпропетровську та заармованих несучих і зв'язуючи ригелів представлено на рис. 16.30. Після бетонування ригелів та подовжніх стиків плит виконано натурні випробування одного з несучих ригелів. На фото рис. 16.31 представлено завантаження ригеля розрахунковим навантаженням. Замірені в процесі випробування прогини несучого ригеля та плит перекриття співпали з розрахунковими. Таким чином підтверджена міцність, стійкість та надійність такого збірно-монолітного перекриття.



Рис. 16.30. Змонтовані плити перекриття та заармовані ригелі

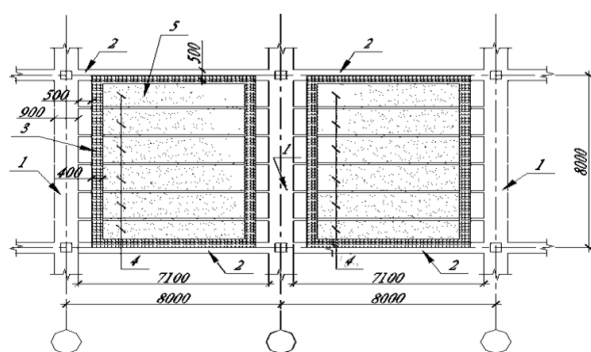


Рис. 16.31. Завантаження влаштованого збірно-монолітного перекриття в процесі випробування

Подальше удосконалення технології улаштування збірно-монолітного каркасу проведено в процесі зведення вперше в Україні 10-ти поверхового житлового будинку в місті Новомосковськ (рис. 16.32).



Рис. 16.32. Житловий будинок, зведений за технологією збірно-монолітного каркасу (зліва проект, справа завершений будівництвом будинок)

Колони підземного поверху та оголовки колон першого виконані монолітними. На фото рис. 16.33 представлені арматурні випуски та забетоновані оголовки колон першого поверху.



Рис. 16.33. Випуски арматури та забетоновані оголовки колон першого поверху

Збірні залізобетонні колони на два та три поверхи виготовлялися на заводі. Доставлялися на будмайданчик і складувалися. Для їх монтажу використовувалася спеціальна траверса, штир якої легко вставлявся в отвір в верхній частині колони і виймався після установки колони в проектне положення (рис. 16.34).

Для прискорення процесу монтажу, зменшення трудовитрат монтажного крану та робітників використовувалися одиночні кондуктори, які монтувалися і надійно закріплювалися гвинтами на оголовках колон в двох рівнях. У верхню частину кондуктора вставлялася колона, яка обпиралася на установлену точно в проектне положення по

висоті підкладку (рис. 35). Гвинтами кондуктора в двох рівнях колона устанавлювалася і закріплювалася в проектному положенні з точною установкою по вертикалі.

Після цього штир траверси виймався з отвору колони, кран звільнявся для виконання подальших операцій, колона в вертикальному проектному положенні утримувалася тільки кондуктором. На випуски арматури з оголовка колони і змонтованої колони устанавлювалися металеві скоби, в яких виконувалося зварювання випусків колон ванношовним методом (рис. 36).

Після перевірки якості зварювання стиків і комісійного їх приймання виконувалося омонолічування стиків (рис. 37). Паралельно з монтажем колон на захватках влаштовувалися монолітні конструкції сходово-ліфтової клітини, сходові марші і майданчики, а також стіни - діафрагми жорсткості. Після зведення вертикальних конструкцій на захватці устанавлювалася опалубка для улаштування монолітних ділянок та улаштування ригелів (рис. 38).

Оскільки в збірно-монолітному варіанті улаштування перекриття з використанням пустотних плит настилу необхідно влаштовувати опалубку перекриття переважно тільки для улаштування несучих та зв'язуючи ригелів, об'єми влаштованої опалубки значно менші ніж у варіанті улаштування монолітного перекриття (рис. 39).



Рис. 16.34. Колони та траверса для їх монтажу

Після замонолічування ригелів та стиків між пустотними плитами перекриття забезпечує таку ж жорсткість та монолітність, як і суцільне монолітне (рис. 16.40).

Значна увага приділялася удосконаленню процесу армування ри-

гелів. Традиційне армування ригелів з подовжньою робочою арматурою та хомутами в'язаними каркасами виявилось досить складним і трудомістким.



Рис. 16.35. Монтаж колон в установлені і закріплені на оголовках кондуктори

Виготовити каркаси ригелів на окремих стендах і установити їх на опалубку було неможливо, оскільки арматуру треба пропускати через не забетоновану частину колон. А установлювати хомути і зв'язувати їх в'язальним дротом до несучих стрижнів безпосередньо на опалубці незручно і дуже трудомістко. Тому від хомутів відмовилися, а для сприйняття перерізуючих зусиль в ригелях та установи і

фіксації робочої арматури в проектному положенні використали кар-
каси з арматури діаметром 8 мм (рис. 41).



Рис. 16.36. Зварені випуски арматури колон ванношовним методом



Рис. 16.37. Замонолічені стики колон



Рис. 16.38. Влаштована опалубка для ригелів



Рис. 16.39. Влаштована опалубка та змонтовані на неї плити перекриття

Такі каркаси виготовлялися в армоцеку заводу залізобетонних виробів і доставлялися на буд майданчик (рис. 42). На будмайданчику робітники ручними арматурними ножицями різали їх за потрібним розміром, ставили в ригелі і закріплювали у вертикальному положенні в'язальним дротом до нижньої робочої арматури.



Рис. 16.40. Влаштоване перекриття з омоноліченими пустотними плитами



Рис. 16.41. Заармовані ригелі з використанням армокаркасів замість хомутів



Рис. 16.42. Доставлені на будмайданчик армокаркаси для використання в якості поперечної розподільчої і монтажної арматури

Установлені армокаркаси виконували також роль і монтажної арматури. На ці каркаси установлювалися верхні робочі стрижні ригелів і також закріплювалися в'язальним дротом. Використання таких армокаркасів забезпечило значне підвищення продуктивності праці арматурників та скорочення термінів армування і будівництва.

Відпрацьована технологія улаштування збірно-монолітного каркасу будівлі з використанням збірних колон і багатопустотних плит перекриття забезпечила високі темпи зведення будівлі.

За такою ж технологією у Черкасах зводяться 16-типоверхові житлові будинки. При використанні цього архітектурно-конструктивно-технологічного рішення забезпечується економія біля 30% арматури і бетону у порівнянні з аналогічним монолітним варіантом каркасу. Суттєво скорочуються також навантаження на фундамент, терміни будівництва, а відповідно і вартість робіт. При використанні такої технології бажано, щоб замовник та (або) підрядник мали свою базу для виготовлення збірних елементів, як це має місце у Черкасах. При таких умовах краще узгоджуються всі питання в процесі зведення

будівлі. Вирішуються також важливі питання щодо розподілу отриманого економічного ефекту від використання такої технології.

Заключення

Збірно-монолітний каркас багатоповерхової будівлі по відношенню до збірного і монолітного має суттєві переваги. При використанні збірно-монолітного каркасу багатоповерхової будівлі забезпечується висока індустріалізація на будівельному майданчику, скорочуються трудовитрати та терміни будівництва, зменшується матеріаломісткість та вартість будівництва. Із двох розглянутих варіантів збірно-монолітного каркасу багатоповерхової будівлі більше переваг у варіанті з використанням багатопустотних плит перекриття. При його реалізації можна використовувати існуючу індустріальну базу без улаштування спеціальних технологічних ліній для виготовлення збірних елементів каркасу. Також значно більша економія арматури та бетону, більш вільний простір для планувальних рішень будівлі головним чином за рахунок використання попередньо напружених багатопустотних плит настилу.

Питання для самоконтролю.

1. Яке корисне навантаження на перекриття допускається для житлових і громадських будівель з товщиною плити перекриття 160 мм в КУБ-3, який є модифікацією системи КУБ-2?
2. Як устанолюють колону в процесі монтажу КУБ-3?
3. На що обпирають в проектному положенні на колону плиту в процесі монтажу КУБ-3?
4. На що обпирають в проектному положенні міжколонну плиту в процесі монтажу КУБ-3?
5. Як з'єднують стики суміжних панелей КУБ-3?
6. Якими параметрами характеризується агрегатно-поточний спосіб виготовлення конструкцій КУБ-3?
7. Як здійснювалося міжопераційна передача виробів на агрегатно-поточних лініях КУБ-3?
8. Що входить до складу агрегатно-поточної технологічної лінії КУБ-3?
9. Що включає процес формування колон на агрегатно-поточній технологічній лінії КУБ-3?
10. Які елементи використовуються у збірно-монолітному каркасі будівлі, розробленому БелНІІСом?

11. Який об'єм у відсотковому відношенні використовуються збірних конструкцій у збірно-монолітному каркасі будівлі, розробленому БелНІІСом?

12. Яка стеля влаштовується у збірно-монолітному каркасі будівлі, розробленому БелНІІСом?

13. Як опираються на несучі ригелі пустотні плити перекриття у збірно-монолітному каркасі будівлі, розробленому БелНІІСом?

14. Що краще використовувати в якості поперечної арматури для армування ригелів у збірно-монолітному каркасі будівлі, розробленому БелНІІСом?

Перелік використаних джерел

1. Беляев В.Л. Освоение подземного пространства как способ охраны исторической среды г. Москвы // Вестник МГСУ. 2012. №8. С. 6—14.
2. Богов С.Г. Проблемы формирования закрепленного массива грунта по струйной технологии для целей реконструкции и нового строительства // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. – 2017. – Т. 8, № 4. – С. 25–34. DOI: 10.15593/2224-9826/2017.4.03
3. ДБН А.3.1-5-2016. Організація будівельного виробництва [Текст]. – На зміну ДБН А.3.1-5-2009; введ. 2016-01-01. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 49с.
4. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій. Київ, Український державний науково-дослідний інститут проектування міст "Діпромісто" імені Ю.М.Білокозя, 2019, 185 с.
5. ДБН В.1.2-12-2008. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки. Київ, НДІБВ, 2009, 33 с.
6. ДСТУ- Н Б В.2.1-29 :2014 НАСТАНОВА ЩОДО ПРОЕКТУВАННЯ І ВЛАШТУВАННЯ ЗАГЛИБЛЕНИХ СПОРУД СПОСОБОМ "СТІНА В ҐРУНТІ". [Текст]. – Введено вперше; Введ. 2015-01-01. К.:, Мінрегіонбуд України, 2014. - 53 с.
7. ДСТУ Н Б В.2.1-32:2014 НАСТАНОВА З ПРОЕКТУВАННЯ КОТЛОВАНІВ ДЛЯ ВЛАШТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ І ЗАГЛИБЛЕНИХ СПОРУД [Текст]. – Введено вперше; Введ. 2015-10-01. К.:, Мінрегіон України, 2015. - 103 с.
8. ДСТУ Н Б В.2.6-203:2015 Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажі будівельних конструкцій [Текст]. – Введено вперше; Введ. 2016-04-01. К.:, Мінрегіон України, 2015. - 62 с.
9. ДСТУ Н Б В.2.6-205:2015 НАСТАНОВА З ПРОЕКТУВАННЯ МОНОЛІТНИХ БЕТОННИХ І ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД [Текст]. – Введено вперше; Введ. 2016-01-01. К.:, Мінрегіонбуд України, 2015. - 28 с.
10. ДСТУ Н В.2.1-28 2013.(СНиП 3.02.01-87) НАСТАНОВА ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ, ВЛАШТУВАННЯ ОСНОВ ТА СПОРУДЖЕННЯ ФУНДАМЕНТІВ. [Текст]. – Введ. 2014-01-01. К.:, Мінрегіонбуд України, 2013. - 65 с.
11. Подземная урбанизация – вектор движения в будущее [Электронный ресурс]

http://stopress.ru/archive/html/STO_0748noyabr_2016/PODZEMNAYA_URBANIZACIYA__VEKTOR_DVIZHENIYA_V_BUDUSHEE.html.

12. Современные геотехнологии в строительстве и их научно-техническое сопровождение: материалы междунар. науч.-технич. конф., посвящённой 80-летию образования кафедры геотехники СПбГАСУ (механики грунтов, оснований и фундаментов лиси) и 290-летию российской науки. – Ч. I. – СПбГАСУ. – СПб., 2014. – 587 с.

13. Штомпель А.О. Подземное пространство современных городов: точка роста [Электронный ресурс] <https://www.sworld.com.ua/konfer27/49.pdf>

14. Юркевич П. Будівництво підземної п'ятирівневої автостоянки Многофункціонального комплексу «Арбат-центр» / Метро і тунелі. 2002. № 6. - С. 18-21.

15. Юркевич П. Бурові колони - нова реальність // Підземний простір світу. 2001. № 4. - С. 12 - 21.

16. Юркевич П. Вдосконалення напівзакритого способу будівництва підземних споруд, або «hi-tech» по-російськи // Підземний простір світу. 2003. № 5.-С.11-27

17. Юркевич П. Зведення монолітних залізобетонних перекриттів при напівзакритому способі будівництва підземних споруд // Підземний простір світу. 2002. № 1. - С. 13 - 22.

18. Юркевич П. Підземна п'ятирівнева автостоянка багатофункціонального комплексу «Арбат-центр» в Москві. Загальна технологія будівництва - <http://www.yurkevich.ru/12r.php>

19. Юркевич П. Реконструкція і реставрація комплексу музею А.С. Пушкіна в Москві. Вдосконалення технології будівництва фондосховища//Підземний простір світу. 1998. № 2-3. - С. 20 - 21.

20. Юркевич П., Чеканов П. Унікальний об'єкт навпроти Кремля // Підземне пространство світу. 2001. № 1. - С. 27 - 37.

21. Yurkevich P. Multifunctional complex «The Tsar's Garden» in Moscow : Combination of well - known and novel ideas in structures and technologies of underground construction is being successfully realized opposite to the Kremlin// AITES - ITA 2001 World Tunnel Congress «Progress in tunnelling after 2000». Volume III, Session 5. P 513-520. Patron Editore, Bologna.

ДОДАТОК А
СКЛАД І ЗМІСТ ОСНОВНИХ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ ІЗ
БЕЗПЕКИ ПРАЦІ В ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНІЙ
ДОКУМЕНТАЦІЇ У БУДІВНИЦТВІ ЗГІДНО ДОДАТКУ В
ДБН А.3.1-5:2016
(обов'язковий)

В.1 Проектно-технологічна документація (ПТД) згідно з ДБН А.3.1-5 містить проекти організації будівництва (ПОБ) та проекти виконання робіт (ПВР).

ПОБ повинен містити ситуаційні рішення з організації і функціонування будівельного майданчика.

ПВР повинен містити конкретні проектні рішення із забезпечення безпеки праці, які визначають технічні засоби і методи робіт і забезпечують виконання нормативних вимог безпеки праці.

Не допускається замінювати проектні рішення витягами з норм і правил безпеки праці, які рекомендується зазначати тільки як обґрунтування для розробки відповідних рішень.

В.2 Вихідними даними для розроблення проектної документації з безпеки праці є:

- вимоги законодавчих, нормативних документів з безпеки праці;
- типові рішення із забезпечення виконання вимог безпеки праці;
- довідники, посібники, каталоги засобів захисту працюючих;
- методичні документи із запобігання травматизму, опрацьовані, зокрема, на основі досвіду зведення будівельних об'єктів;
- інструкції заводів-виробників будівельних матеріалів і виробів із забезпечення безпеки праці в процесі їх застосування;
- інструкції заводів-виробників машин і устаткування, що застосовуються під час виконання робіт.

В.3 Під час розроблення проектної документації з організації будівельних майданчиків, ділянок робіт, робочих місць необхідно виявляти небезпечні виробничі фактори, визначати і зазначати в проектно-технологічній документації зони їх дії.

В.4 У проекті виконання робіт необхідно зазначити заходи з:

- додержання технології монтажу конструкцій та обладнання;
- зменшення обсягів та трудомісткості робіт, які виконуються в умовах виробничої небезпеки;
- безпечного розміщення машин і механізмів;

- організації робочих місць із використанням технічних засобів безпеки.

Крім цього повинні бути зазначені:

- номенклатура та необхідна кількість пристроїв, пристосувань та засобів індивідуального та колективного захисту працівників;
- засоби освітлення будівельного майданчика, робочих місць, проходів та проїздів, а також засоби сигналізації та зв'язку;
- вимоги до санітарно-побутового обслуговування працівників.

В.5 Вимоги з безпеки праці повинні ураховуватись і бути зазначені у календарному плані виконання робіт, будівельному генеральному плані об'єкта (БГП) і у технологічних картах (організаційно-технологічних схемах) на виконання робіт, пояснювальній записці.

В.6 Організаційні заходи із забезпечення безпеки виконання робіт повинні містити:

- визначення робіт, які виконуються за нарядами-допусками;
- спільні заходи генпідрядника (субпідрядника, підрядника) та замовника на виконання робіт на території діючих підприємств або поблизу будівель та комунікацій;
- спільні заходи генпідрядника та субпідрядника (підрядника) із забезпечення безпеки виконання сумісних робіт.

В.7 Під час опрацювання календарного плану виконання робіт необхідно передбачати таку послідовність виконання робіт, щоб кожна із робіт, що виконується, не була джерелом виробничої небезпеки для працівників, що виконують роботи одночасно, або будуть виконувати наступні роботи.

Строки виконання робіт і потребу в трудових ресурсах необхідно визначати з потреби забезпечення безпечного ведення робіт і часу на виконання заходів для безпечного виконання робіт (тимчасове кріплення елементів будівельних конструкцій у проектному положенні, улаштування укосів або кріплення стін виїмок у ґрунті, улаштування тимчасових захисних огорож під час виконання робіт на висоті тощо).

У разі одночасного виконання робіт кількома організаціями на одному будівельному майданчику (будівлі) строки і місця їх виконання (як у плані, так і по вертикалі) необхідно погоджувати під час розроблення календарного плану.

В.8 Під час опрацювання будівельного генерального плану необхідно визначити небезпечні зони поблизу місць переміщення вантажів під-

йомно-транспортним устаткуванням, будівлі або споруди, що будується, повітряних ліній електропередачі, а також місць зберігання вибухонебезпечних та горючих матеріалів, шкідливих речовин тощо.

На БГП також необхідно позначити місця розміщення санітарно-побутових приміщень, автомобільних та пішохідних доріг, що визначають з урахуванням небезпечних зон, джерел освітлення, огорож території будівельного майданчика.

Будівельний майданчик і ділянки, що огорожуються всередині майданчика, повинні бути забезпечені не менше ніж двома в'їздами-виїздами (виняток - будівництво об'єктів в умовах ущільненої забудови). Разом з тим ширина воріт для проїзду автомобілів повинна бути не менше ніж 4,5 м, а для залізничного транспорту - 4,9 м (якщо немає інших обмежень, то ширина воріт для автомобільного транспорту може визначатись за спрощеною схемою - ширина транспортного засобу плюс 1,5 м).

В.9 Автомобільні та пішохідні дороги необхідно, за можливості, розташовувати за межами небезпечних зон. У разі, якщо вони розташовані у зоні переміщення вантажів краном, вони повинні бути огорожені огорожею з попереджувальними написами та дорожніми знаками про в'їзд у небезпечну зону.

Автомобільні дороги повинні проектуватись кільцевими; за потреби необхідно передбачити петльові об'їзди або майданчики для розвороту транспортних засобів розміром не менше ніж 12 м x 12 м (наприклад, на тупикових дорогах).

Максимальна відстань внутрішньомайданчикових автомобільних доріг від будівель повинна бути не більше ніж 25 м і забезпечувати вільний під'їзд до будівель та місць складування матеріалів, конструкцій, обладнання.

Ширина проїзної частини автомобільних внутрішньомайданчикових доріг повинна становити 3,5 м за одnobічного руху і 6,0 м - двобічного; для транзитних доріг - відповідно 4,5 м і 8,0 м.

Радіуси закруглення внутрішньомайданчикових автомобільних доріг повинні бути не менше ніж 12 м; під час перевезення довгомірних конструкцій - 30,0 м.

Якщо ширина будівель більше ніж 18 м, проїзди повинні бути з обох поздовжніх сторін, якщо ширина більше ніж 100 м, - з усіх сторін.

В.10 Санітарно-побутові та виробничі приміщення, майданчики для відпочинку працівників, автомобільні та пішохідні дороги необхідно розташовувати за межами небезпечних зон, а об'єкти, що виділяють пил, шкідливі пари, гази, - на відстані не менше ніж 50 м з підвітряної сторони переважаючого напрямку.

Входи в побутові приміщення з боку залізничних колій необхідно влаштовувати з урахуванням розташування всієї залізничної колії на відстані не менше ніж 7,0 м від зовнішньої стіни будинку.

В.11 Освітлення будівельного майданчика та ділянок, де виконуються роботи, проектується відповідно до вимог проектування електричного освітлення будівельних майданчиків. Крім того, повинно бути передбачено робоче, сигнальне, евакуаційне та аварійне освітлення. Розрахунок освітлення зазначається у пояснювальній записці згідно з ДБН В.2.5-28 та ГОСТ 12.1.046.

В.12 Огорожа території будівельного майданчика і ділянок виконання робіт повинна відповідати вимогам ГОСТ 23407, а також специфіці будівельно-монтажних робіт.

В.13 Для запобігання впливу на працюючих шкідливих виробничих факторів, шкідливих речовин у повітрі робочої зони тощо необхідно:

- визначати ділянки робіт, на яких можливий вплив шкідливих виробничих факторів, що зумовлені визначеною технологією та умовами виконання робіт;
- забезпечити працюючих відповідними засобами безпеки;
- передбачати, за необхідності, спеціальні заходи з очищення від шкідливих речовин технологічних стоків та викидів, а також зберігання небезпечних та шкідливих речовин;
- передбачати необхідні заходи захисту під час використання приладів, що містять радіоактивні ізотопи і є джерелами іонізуючих випромінювань, а також під час застосування лазерів.

В.14 Для запобігання падінню конструкцій, виробів чи матеріалів із висоти під час переміщення їх краном або у разі втрати стійкості під час монтажу чи складування в проекті необхідно зазначати:

- засоби контейнеризації і тару для переміщення штучних і сипких матеріалів, бетону та розчину з урахуванням характеру вантажу, що переміщується, і зручності подавання його до місця робіт;
- вантажозахоплювальні пристрої (вантажні стропи, траверси, монтажні захвати) з урахуванням маси та габаритів вантажу, що переміщується, умов стропування і монтажу;

- способи стропування, що забезпечують подачу елементів під час складування та монтажу у проектному або близькому до проектного положенні;
- пристосування (піраміди, касети) для стійкого зберігання елементів конструкцій;
- порядок і способи складування виробів, матеріалів, обладнання;
- способи остаточного закріплення конструкцій;
- способи тимчасового закріплення елементів, що розбираються, під час демонтажу конструкцій будинків і споруд;
- способи видалення відходів будівельних матеріалів і сміття;
- необхідність улаштування захисних перекриттів (настилів), суцільних козирків, огорож під час виконання будівельно-монтажних робіт по одній вертикалі.

В.15 Для запобігання падінню працюючих з висоти необхідно в проєктах передбачати:

- скорочення обсягів верхолазних робіт за рахунок застосування конвеєрного чи укрупненого складання, великоблочного чи безкранового методу монтажу;
- першочергове улаштування постійних огорожувальних конструкцій (стін, огорож балконів і прорізів тощо);
- застосування огорожувальних пристроїв, що відповідають конструктивним і об'ємно-планувальним рішенням об'єкта, що споруджується, і задовольняють вимогам безпеки праці;
- визначення місця і способів кріплення страхувальних канатів і запобіжних поясів.

Крім цього, у заходах повинні бути зазначені:

- засоби підмоцнування, призначені для виконання конкретного виду робіт чи окремої операції;
- засоби піднімання працівників на робочі місця.

В.16 Для запобігання небезпечному впливу електричного струму на працюючих необхідно передбачати:

- улаштування тимчасових електроустановок, вибір трас і вимірювання напруги тимчасових силових і освітлювальних електромереж, способів огороження струмопровідних частин і розташування розподільних систем і приладів;
- заземлення металевих частин електроустаткування, які можуть випадково опинитися під напругою;

- запобіжні заходи під час виконання робіт у приміщеннях із підвищеною небезпекою та особливо небезпечних, а також під час виконання робіт в аналогічних умовах поза приміщеннями;
- заходи безпечного виконання робіт в охоронних зонах повітряних ліній електропередачі;
- складування матеріалів, конструкцій, обладнання за допомогою вантажопідіймальних кранів за межами охоронної зони повітряних ЛЕП.

В.17 Під час виконання робіт із застосуванням машин, механізмів чи устаткування у ПВР необхідно передбачати:

- визначення типів машин, місця їх розташування, режиму роботи відповідно до технології та умов будівництва;
- заходи, що запобігають впливу шкідливих і небезпечних факторів на машиніста і працюючих поблизу людей;
- використання технічних засобів для обмеження пересування або кута повороту машини і засобів зв'язку машиніста з працюючими (звукової сигналізації, радіо- і телефонного зв'язку) під час виконання машинами робіт в умовах обмеженого простору і огляду робочої зони;
- визначення небезпечних зон на будгенплані;
- особливі умови встановлення машини в зоні призми обвалення, на насипний ґрунт або на спеціальні конструкції.

В.18 Якщо в процесі будівництва (реконструкції) будівель і споруд у небезпечні зони поблизу місць переміщення вантажів кранами, будівель, що споруджуються, можуть потрапити громадські або виробничі будівлі та споруди, транспортні чи пішохідні дороги та інші місця можливого перебування людей, необхідно вживати заходів, що запобігають виникненню там небезпечних зон, у тому числі:

а) поблизу місць переміщення вантажу краном:

- баштові крани повинні бути оснащені додатковими засобами обмеження зони їх роботи, щоб запобігати виникненню небезпечних зон у місцях перебування людей;
- швидкість повороту стріли крана у бік межі робочої зони повинна бути обмежена до мінімальної за відстані від вантажу, що переміщується, до межі зони менше ніж 7 м;
- переміщення вантажів на ділянках, розташованих на відстані менше ніж 7 м від межі небезпечних зон, необхідно здійснювати із

застосуванням запобіжних або страхувальних пристроїв, що запобігають падінню вантажу;

б) на ділянках поблизу будівель, що споруджуються (реконструюються):

- по периметру будівлі необхідно встановити захисний екран, висота якого дорівнює або є більше висоти можливого розміщення вантажу, що переміщується вантажопідіймальним краном;
- зона роботи крана повинна бути обмежена так, щоб вантаж, що переміщується, не виходив за контури будинку в місцях розташування захисного екрана.

В.19 Будівельні машини необхідно розміщувати так, щоб забезпечувався достатній для огляду робочої зони і маневрування простір за умови дотримання відстані безпеки поблизу незакріпленої виїмки, штабелів вантажів, устаткування.

В.20 Робочі місця необхідно розташовувати на стійких і міцних конструкціях з урахуванням розташування небезпечних зон.

Вони повинні бути забезпечені засобами колективного захисту, необхідною технологічною оснасткою, засобами малої механізації, механізованим інструментом, пристосуваннями для безпечного виконання робіт.

В.21 Робочі місця і проходи до них на висоті 1,3 м та більше і відстані менше ніж 2 м від межі перепаду по висоті повинні бути захищені захисними огорожами, які повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.4.059.

Якщо таких огорож немає змоги влаштувати, роботи на висоті повинні виконуватися з використанням запобіжного пояса (ГОСТ 12.4.089).

В.22 Огорожі під час зведення надземної частини будинку повинні задовольняти таким вимогам:

- можливості багаторазового використання;
- зручності встановлення і демонтажу;
- надійності вузла кріплення огорожі до елементів будівельних конструкцій.

В.23 На робочих місцях, розташованих на відстані 2 м і більше від межі перепаду по висоті, замість захисної огорожі необхідно улаштовувати огорожу (ГОСТ 23407) зі знаками безпеки (ГОСТ 12.4.026).

В.24 Для проходу на робочі місця, розміщені на висоті, необхідно влаштувати сходи, перехідні містки.

Ширина проходів до робочих місць повинна бути не менше ніж 0,6 м, а висота проходів у просвіті не менше ніж 1,8 м.

Сходи, що установлюються на проходах з ухилом понад 20°, необхідно огорожувати.

В.25 Під час улаштування засобів підмоцнування необхідно застосовувати типові інвентарні конструкції.

Нетипові засоби підмоцнування повинні застосовуватись у тому випадку, якщо вони виготовлені за проектом, затвердженим у визначеному порядку.

В.26 Способи стропування конструкцій, що переміщуються, повинні унеможливлувати ковзання вантажу, який переміщується.

Розрахунок стропів виконується відповідно до Правил будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів (НПАОП 0.00-1.01).

В.27 Під час розроблення заходів пожежної безпеки для будівельно-монтажних робіт необхідно додержуватись вимог ДБН В.1.1-7.

В.28 У технологічних картах, крім технології та організації будівельно-монтажних робіт, номенклатури технологічного оснащення та засобів захисту, необхідно зазначати небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які можуть виникати під час виконання конкретних видів робіт, та передбачати заходи із запобігання їх впливу на працюючих. Технологічне оснащення повинно бути зручним і забезпечувати безпеку виконання робіт.

В.29 У технологічних картах та схемах на виконання окремих видів робіт під час визначення методів та послідовності їх виконання треба брати до уваги небезпечні зони, які виникають у ході робіт.

У разі виконання робіт у небезпечних зонах у технологічній карті повинні бути передбачені заходи захисту працюючих.

В.30 У технологічних картах на виконання земляних робіт необхідно зазначати:

- способи забезпечення стійкості ґрунту під час улаштування котлованів і траншей (виїмок);
- заходи безпеки під час установаження і обслуговування будівельних машин, розміщення матеріалів і конструкцій, а також ґрунту у безпосередній близькості від бровок траншей і котлованів;
- безпечну крутість незакріплених укосів виїмок або заходи і засоби застосування кріплень;

- заходи забезпечення стійкості укосів у зв'язку із сезонними кліматичними змінами;
- заходи, які забезпечують зберігання, цілісність та незмінність положення існуючих комунікацій.

В.31 Порядок виконання робіт у виїмках з вертикальними стінами без кріплень визначені у 10.2.4 цих Норм.

За необхідності виконання робіт у більш глибоких виїмках, а також за наявності обмежених виробничих умов у насичених водою ґрунтах необхідно установлювати кріплення.

Улаштування виїмок глибиною 3,0 м і більше необхідно здійснювати відповідно до проекту кріплень (розрахунок елементів кріплень зазначається в пояснювальній записці).

В.32 Під час виконання земляних робіт у разі перетину діючих комунікацій необхідно вживати заходів, які забезпечують незмінність положення і зберігання існуючих комунікацій. У такому разі спосіб розробки ґрунту необхідно узгоджувати з організацією, що експлуатує ці комунікації.

В.33 Під час розміщення вантажопідіймального устаткування та транспортних засобів поблизу неукріплених укосів виїмок необхідно дотримувати вимог НПАОП 0.00-1.01 (табл. 7).

В.34 У технологічних картах на виконання бетонних робіт необхідно зазначити:

- стійкість та міцність як окремих елементів, так і в цілому опалубки під час їх складання, експлуатації та розбирання;
- безпечне виконання арматурних робіт;
- колективні засоби захисту працюючих під час застосування блочних, дрібноштучних (системних) та інших видів опалубок;
- методи доставляння бетону до місць його укладання;
- безпечне установлення та використання маніпулятора з гідравлічним приводом стріли-розподільювача бетону та іншого устаткування.

В.35 У технологічних картах на виконання монтажних робіт необхідно зазначати заходи із запобігання падінню працюючих з висоти, а також падінню конструкцій та виробів або матеріалів під час переміщення їх краном або у разі втрати стійкості під час монтажу чи складування.

Навчальний посібник з навчальної дисципліни
“Технологія спеціальних робіт”
Галузь знань: 19 «Архітектура та будівництво»,
Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

О. М. Пшінько, А. В. Радкевич, М. І. Нетеса, А. М. Нетеса

ТЕХНОЛОГІЯ СПЕЦІАЛЬНИХ РОБІТ

Рецензенти:

д-р техн. наук, проф. А.І. Білоконь (ПДАБА),
д-р техн. наук, проф. В.Д. Петренко (ДНУЗТ)

Підписано до друку 21.09.2020 р. Формат 60 x 84 1/8. Папір офсетний.
Друк офсетний. Ум.-друк. арк. 58,06. Наклад 350 прим. Зам. № 24.

Видавництво “Журфонд”
49000, Дніпро, пр. Д. Яворницького, 60.
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
ДК №684 від 21.11.2001 р.

Віддруковано:
ФОП Удовиченко О.М., 49080, м. Дніпро, вул. Донецьке шосе, 15/531
Свідотство про внесення суб’єкта видавничої справи
до Державного реєстру ДК №3660 від 28.12.2009 р.

ISBN 978-966-934-259-1

УДК 69.059.25
ББК -09*38.7
Т38