

**ЗАПОРІЗЬКА ДЕРЖАВНА ІНЖЕНЕРНА АКАДЕМІЯ
ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ЮХИМЕНКО АРТЕМ ІГОРОВИЧ

УДК 69.059.3:624.138.23

ДИСЕРТАЦІЯ

**ТЕХНОЛОГІЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО БУРОЗМІШУВАЛЬНОГО
АРМУВАННЯ ҐРУНТІВ ОСНОВ СПОРУД**

Спеціальність 05.23.08 – Технологія та організація
промислового та цивільного будівництва

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень.

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів

мають посилання на відповідне джерело  А.І. Юхименко

Науковий керівник: **Павлов Іван Дмитрович,**
доктор технічних наук, професор

Одеса - 2017

АНОТАЦІЯ

Юхименко А.І. Технологія горизонтального бурозмішувального армування ґрунтів основ споруд. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва» (192 – Будівництво та цивільна інженерія). – Запорізька державна інженерна академія. – Одеська державна академія будівництва та архітектури, Одеса, 2017.

В дисертаційній роботі відзначається, що на даний час в Україні капітальне будівництво звелось до мінімальних обсягів, натомість з кожним роком збільшується кількість деформованих будівель, деформації яких необхідно терміново усувати або стабілізувати з метою попередження їх подальшого розвитку. В більшості випадків деформації будівель відбуваються внаслідок нерівномірних осідань фундаментів через погіршення властивостей ґрунтів основ в процесі експлуатації або їх неякісна підготовка при будівництві.

Аналізом науково-технічних інформаційних джерел встановлено, що найбільш раціональним шляхом відновлення експлуатаційної спроможності деформованих будівель є підсилення основ фундаментів укріпленням ґрунтів їх армування. Окрім того встановлено, що найбільш ефективною технологією армування основ діючих будівель є горизонтальне армування бурозмішувальним методом. Сутність бурозмішувального методу укріплення ґрунтів полягає в тому, що спеціальним пристроєм – бурозмішувачем руйнують структуру ґрунту, подрібнюють зруйнований ґрунт, просочують подрібнений ґрунт водоцементним розчином та перемішують ґрунтоцементну суміш. Внаслідок процесів твердіння утворюється ґрунтоцементний армоелемент високої міцності та жорсткості, який не розмокає у воді, а навпаки – у вологому середовищі ці характеристики підвищуються у часі. Перераховані технологічні операції відбуваються одночасно і виконуються за допомогою станка горизонтального буріння та бурозмішувача.

Наукова задача, яка поставлена в дисертаційній роботі, полягає в підвищенні ефективності підсилення основ фундаментів при відновленні деформованих будівель та при реконструкції будівельних об'єктів. Дана задача може бути ефективно реалізована шляхом розробки нової технології горизонтального бурозмішувального армування ґрунтів із застосуванням рекомендованих нових та вдосконаленням існуючих інноваційних конструктивно-технологічних рішень. На базі аналізу інформаційних джерел та експериментальними дослідженнями виявлений ряд недоліків існуючої технології горизонтального армування ґрунтів та встановлені резерви підвищення ефективності підсилення основ деформованих будівель. Основним недоліком існуючої технології армування за бурозмішувальним методом є те, що бурозмішувальні технологічні процеси виконувались однолопатевим бурозмішувачем із плоскою ріжучою пластиною. В залежності від фізичного стану укріплюючого ґрунту та осьової швидкості бурозмішувач може руйнувати ґрунт не по формі суцільного циліндричного об'єму, а у формі гвинтоподібного об'єму, де утворюються так звані "мертві зони", в які водоцементна суспензія попадає в недостатній кількості або зовсім не попадає. Це призводить до включення в горизонтальний ґрунтоцементний елемент (ГГЦЕ) не зміцненого ґрунту, тобто порушується суцільність армоелементу, чим суттєво зменшується його міцність та жорсткість.

В роботі визначені шляхи підвищення ефективності відновлення пошкоджених будівель які полягають в: покращенні якості формування ґрунтоцементних армоелементів внаслідок зміни порядку здійснення технологічних процесів бурозмішування, що обумовлює зниження трудомісткості та підвищення технологічності виконання робіт і забезпечує можливість безперебійної експлуатації будівельних об'єктів та без відселення людей на період відновлювальних робіт. Окрім того, при цьому забезпечується можливість виконання відновлювальних робіт в стиснених умовах.

Дослідженнями підтверджена гіпотеза про те, що в результаті застосування розроблених інноваційних конструктивно-технологічних рішень, а саме – нової конструкції трилопатевого бурозмішувача і удосконаленого станка гори-

зонтального буріння забезпечується можливість зміни порядку здійснення технологічних процесів бурозмішування (руйнування структури ґрунту, його подрібнення, насичення подрібненого ґрунту водоцементною суспензією та перемішування ґрунтоцементної суміші). Така зміна технологічного процесу обумовлює багаторазову обробку кожного елементарного об'єму укріплюючого ґрунту зазначеними технологічними процедурами застосуванням нової конструкції трилопатевого бурозмішувача за одну проходку бурової штанги замість повторних проходок в напрямках вправо-вліво при застосуванні існуючого одлопатевого бурозмішувача при утворенні горизонтальних ґрунтоцементних армоелементів (ГГЦЕ).

Оскільки технологія горизонтального бурозмішувального армування базується на руйнуванні структури ґрунту, в роботі досліджено і встановлено вплив технологічних факторів та цей процес.

Результати дослідження показали, що на якість утворення ГГЦЕ та на формування характеристик ґрунтів впливають наступні фактори: ступінь подрібнення зруйнованої структури ґрунту; технологічні параметри – швидкість обертань та лінійна (осьова) швидкість переміщення бурозмішувача. Для встановлення тенденцій такого впливу удосконалений станок горизонтального буріння наділений трьома ступенями швидкостей обертального та осьового рухів бурозмішувача замість одношвидкісних вказаних рухів, що досягнуто доповненням редукторів обертального та лінійного рухів відповідними трьохступінчастими ремінними передачами.

Проведені експериментальні дослідження виконувались в натурних польових умовах. При формуванні ГГЦЕ по довжині їх утворення на різних ділянках змінювались технологічні параметри армування – швидкість обертань та лінійна швидкість бурозмішувача. Після твердіння на протязі 28 діб ГГЦЕ були розкриті. Візуальний огляд ГГЦЕ показав, що вони мають правильну циліндричну форму без порушення зовнішньої цілісності і головне – без будь-яких проявів "мертвих зон".

На відповідних ділянках зміни технологічних параметрів неруйнівними методами – пенетрацією та ударно-імпульсним, а також шляхом відбору полою коронкою циліндричних зразків ґрунтоцементу із стовбура ГГЦЕ виконувались наступні дослідження: вплив технологічних чинників на набір міцності ГГЦЕ у часі, на зміну питомого опору зрушенню, твердості, призмової міцності, ізотропності.

Набір міцності ґрунтоцементу у часі відбувається по криволінійній залежності. При цьому найбільш активна зміна міцності відбувається на протязі 17-19 діб твердіння, далі цей процес уповільнюється.

Експериментально встановлено, що внаслідок бурозмішувальних процесів із застосуванням розробленої трилопатевої конструкції бурозмішувача відбувається рівномірний розподіл цементних частинок по перерізу ГГЦЕ, що забезпечує перехід від анізотропії природного ґрунту до ізотропного стану ґрунтоцементу у влаштованих армоелементах.

В роботі представлені результати дослідження впливу технологічних факторів на процес утворення в ґрунтовій товщі горизонтальних ґрунтоцементних армоелементів та отримані залежності такого впливу на формування механічних характеристик ґрунтоцементу, а саме при збільшенні швидкості обертань механічні характеристики ґрунтоцементу збільшуються, а при підвищенні лінійної швидкості навпаки – зменшуються, що свідчить про погіршення умов бурозмішування. Результати розробок та досліджень дозволяють встановлювати раціональні технологічні режими армування ґрунтів в залежності від їх фізичного стану.

На рівні винаходів розроблений ряд конструктивно-технологічних рішень для реалізації запропонованих технологічних процедур, а саме: для забезпечення паралельності та горизонтальності ГГЦЕ, технологічності переміщення бурових станків від однієї точки утворення ГГЦЕ до іншої, для покращення показників технології армування.

Впровадження результатів дисертаційної роботи відбулося для різних цілей: стабілізації деформацій споруди, які виникли в процесі будівництва; при

відновленні експлуатаційної спроможності деформованої будівлі навчально-виховного комплексу та при реконструкції із надбудовою поверху будівлі готелю.

На базі результатів розробок і досліджень та перевірки їх в натурних умовах розроблена технологічна карта, яка містить всі необхідні відомості для виконавців, у тому числі з урахуванням нових технологічних процесів бурозмішувального армування ґрунтів. Технологічна карта розроблена на прикладі застосування технологічного процесу укріплення слабких ґрунтів горизонтальним армуванням ґрунтоцементними армоелементами для підсилення основи фундаментів при відновленні експлуатаційної спроможності деформованої будівлі навчально-виховного комплексу у с. Ряське Машівського району Полтавської обл., де здобувач прийняв безпосередню участь. В залежності від розрахунків несучої здатності та деформативності укріпленої основи виникає необхідність утворення декількох ярусів ГГЦЕ, що потребує влаштування котловану на відповідну глибину. В технологічній карті відображені всі технологічні процеси по забезпеченню стійкості фундаментів при влаштуванні котловану та стійкості укосів самого котловану, який влаштовується в стиснених умовах, а також порядок утворення проектних рядів ГГЦЕ.

Виконано техніко-економічне порівняння розробленої технології горизонтального армування ґрунтів із технологією армування ґрунтів основ фундаментів похилими армоелементами, яке показало суттєві економічні та технічні переваги горизонтального армування по всім показникам. Окрім економічних переваг, суттєве значення має соціальний аспект. Розроблена технологія горизонтального армування дозволяє виконувати відновлювальні міри захисту деформованих будівель без зупинки їх експлуатації та відселення людей, тоді як армування похилими армоелементами потребує виконання робіт всередині приміщень і відповідно зупинку їх експлуатації та відселення мешканців.

Ключові слова: бурозмішувальне армування, технологія укріплення ґрунтів, підсилення основ споруд, реконструкція об'єктів, відновлення деформованих будівель, слабкі ґрунти, ґрунтоцемент.

Список опублікованих праць за темою дисертації

Статті, що входять до переліку наукометричних баз:

1. Юхименко А.І. Горизонтальне армування ґрунтів – ефективний спосіб підсилення основ / Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. Харків: УкрДАЗТ, 2014. Вип. 148. Т.2. С.82-86. *(Стаття підготовлена та опублікована автором самостійно. Видання включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus (Польща)).*

2. Юхименко А.И., Самченко Р.В., Степура И.В. [и др.]. О проблемах реконструкции зданий и способах их решения / Известия вузов. Строительство. Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2013. Вып. 9(657). С.115-122. *(Особистий внесок: пристосував технологію горизонтального бурозмішувального армування ґрунтів при підсиленні основ будівель до стиснених умов. Видання включено до міжнародної наукометричної бази РИНЦ).*

Статті у фахових виданнях, що входять до переліку затвердженого МОН України:

3. Юхименко А.І., Павлов І.Д., Самченко Р.В. Організаційно-технологічні рішення підсилення основи фундаментів при надбудові поверху в процесі реконструкції будівлі готелю «Дніпро» в м. Запоріжжя / Комунальне господарство міст: наук.-техн. зб. Харків: ХНАМГ, 2013. Вип. 107. С.9-16. *(Особистий внесок: обґрунтував вибір порядку виконання рядів горизонтальних ґрунтоцементних армоелементів).*

4. Юхименко А.І., Самченко Р.В. Про забезпечення ефективності відновлення деформованих будівельних об'єктів / Будівельне виробництво: міжвідомчий науково-технічний збірник. К.: НДІБВ, 2016. Вип. 61/1. С. 79-84. *(Особистий внесок: обґрунтував необхідність укріплення шару ґрунту основи ослабленої бурінням горизонтальних свердловин при усуненні деформацій будівлі армуванням шляхом влаштування ґрунтоцементних армоелементів).*

5. Юхименко А.І., Самченко Р.В. Про забезпечення ефективності відновлення деформованих будівельних об'єктів / Будівельне виробництво: міжвідом-

чий науково-технічний збірник. К.: НДІБВ, 2016. Вип. 61/1. С. 79-84. *(Особистий внесок: обґрунтував необхідність укріплення шару ґрунту основи ослабленої бурінням горизонтальних свердловин при усуненні деформацій будівлі армуванням шляхом влаштування ґрунтоцементних армоелементів).*

6. Юхименко А.І. Дослідження процесів утворення горизонтальних армоелементів для укріплення ґрунтів основ споруд за бурозмішувальною технологією / Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика. Дніпропетровськ, 2016. Вип. 10. С.98-106. *Стаття підготовлена та опублікована автором самостійно)*

Патенти:

7. Пат. 73029 UA, МПК E02D 3/12 (2006.01). Бурозмішувальне долото / І.В. Степура, Р.В Самченко, В.С. Шокарев, А.І. Юхименко, С.І. Степура (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна академія (UA). № у 201201856; заявл. 20.02.12; опубл. 10.09.12, Бюл. № 17. 6с. *(Особистий внесок: запропонував ріжучу лопать виконати у вигляді низхідних ребер).*

8. Пат. 73030 UA, МПК E21B 3/00 (2012.01). Установка для горизонтальної проходки в ґрунтах / Р.В Самченко, І.Д. Павлов, І.В. Степура, А.І. Юхименко (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна академія (UA). № у 201201857; заявл. 20.02.12; опубл. 10.09.12, Бюл. № 17. 3с. *(Особистий внесок: обґрунтував доцільність керування механізмами горизонтального армування із пульта бурового станка).*

9. Пат. 73103 UA, МПК E02D 3/12 (2006.01). Спосіб горизонтального армування ґрунтів / Р.В Самченко, В.С. Шокарев, І.Д. Павлов, А.І. Юхименко, І.В. Степура (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна академія (UA). № у 201202618; заявл. 05.03.12; опубл. 10.09.12, Бюл. № 17. 4с. *(Особистий внесок: запропонував спосіб забезпечення прямолінійності горизонтальних ґрунтоцементних армоелементів).*

10. Пат. 73991 UA, МПК E21B 3/00 (2012.01). Буровий верстат / Р.В Самченко, І.В. Степура, В.С. Шокарев, В.П. Павленко, А.В. Павлов, А.І. Юхименко, А.А. Мунь (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна ака-

демія (UA). № у 201204614; заявл. 12.04.12; опубл. 10.10.12, Бюл. № 19. 5с. *(Особистий внесок: запропонував спорядити станок вертикального буріння вібратором для забезпечення можливості підсилення ґрунтоцементних армоелементів жорсткими конструкціями).*

11. Пат. 83660 UA, МПК E02D 3/12 (2006.01), E02D 5/34 (2006.01). Спосіб реконструкції будинків, споруд / Р.В Самченко, І.Д. Павлов, А.І. Юхименко, І.В. Степура, С.І. Степура (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна академія (UA). - № у 201302945; заявл. 11.03.13; опубл. 25.09.13, Бюл. № 18. – 5с. *(Особистий внесок: обґрунтував можливість виконання реконструкції будівель без зупинки їх експлуатації).*

12. Пат. 84177 UA, МПК E21B 3/00 (2013.01). Установка для проходки в ґрунтах / А.І. Юхименко, І.Д. Павлов, Р.В Самченко, І.В. Степура (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна академія (UA). - № у 201305182; заявл. 22.04.13; опубл. 10.10.13, Бюл. № 19. 3с. *(Особистий внесок: для забезпечення технологічності переміщення горизонтального бурового станка і механічного забезпечення при цьому паралельності горизонтальних ґрунтоцементних армоелементів розробив механізм переміщення).*

13. Пат. 87878 UA, МПК E02D 3/12 (2006.01). Бурозмішувальне долото / А.І. Юхименко, Р.В Самченко, І.Д. Павлов (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна академія (UA). № у 201309986; заявл. 12.08.13; опубл. 25.02.14, Бюл. № 4. 4с. *(Особистий внесок: розробив конструкцію спіралеподібної напрямної).*

14. Пат. 95510 UA, МПК E02D 3/12 (2006.01). Спосіб усунення деформацій будівель, споруд / Р.В Самченко, І.Д. Павлов, А.І. Юхименко, І.В. Степура (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна академія (UA). № у 201407845; заявл. 11.07.14; опубл. 25.12.14, Бюл. № 24. 3с. *(Особистий внесок: обґрунтував необхідність виконання усунення деформацій будівель, споруд у два етапи).*

15. Пат. 101409 UA, E21B 3/00 (2015.01). Установка для горизонтальної проходки в ґрунтах / Р.В Самченко, А.І. Юхименко, В.С. Шокарев, І.В. Степу-

ра, С.І. Степура (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна академія (UA). № у 201502596; заявл. 23.03.14; опубл. 10.09.14, Бюл. № 17. Зс. *(Особистий внесок: виконав удосконалення станка горизонтального буріння наділенням трьома швидкостями обертання і лінійного переміщення робочого органу).*

Матеріали конференцій, де здійснено апробацію роботи:

16. Юхименко А.І. Про великі можливості бурозмішувальної технології закріплення ґрунтів / Матеріали ІІІ Міжнародної науч.-техн. інтернет-конф. «Строительство, реконструкция и восстановление зданий городского хозяйства» (15 апр. - 15 мая 2012 г., г. Харьков). Харьков: ХНАГХ, 2012. С.294-296. *(Тези доповідей підготовлені та опубліковані автором самостійно).*

17. Юхименко А.И., Самченко Р.В., Шокарев В.С. [и др.] Малогабаритное оборудование и технологическая оснастка для укрепления грунтов буромесительной технологией / Матеріали научн.-техн. конф. с междунар. участием «Инновационные конструкции и технологии в фундаментостроении и геотехнике» (27-29 окт. 2013 г., г. Москва). М.: НОУ ВПО «ИНЭП», 2013. С.160-165. *(Особистий внесок: зробив аналіз вузьких місць існуючого устаткування і технологічного оснащення та запропонував шляхи їх удосконалення).*

18. Юхименко А.І. Матеріало-та енергоощадна технологія укріплення ґрунтів основ при захисті будівель від деформацій / Матеріали міжнародної наук.-практ. конф. «Україна-Польща: діалог культур в контексті євроінтеграції» (25-27 вересня 2014 р., м. Запоріжжя). Запоріжжя: ЗДІА, 2014. Т. ІІ С. 219-221. *(Тези доповідей підготовлені та опубліковані автором самостійно).*

19. Юхименко А.І., Шокарев Є.О. Застосування ефективного способу укріплення ґрунтів для підсилення основ фундаментів при реконструкції будівельних об'єктів / Матеріали ІV міжнародної наук.-техн. інтернет-конф. «Будівництво, реконструкція і відновлення будівель міського господарства» (25 листопада – 25 грудня 2014 р., м. Харків). Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2014. С.125-127. *(Особистий внесок: зробив аналіз методики розрахунків армованих основ).*

Додаткові публікації:

20. Юхименко А.І., Самченко Р.В., Шокарев В.С. [та ін.] Експериментальні дослідження впливу технологічних факторів на процес формування горизонтальних ґрунтоцементних армоелементів / Основи і фундаменти: міжвідомчий наук.-техн. зб. К.: КНУБА, 2015. Вип. 37. С. 145-155. *(Особистий внесок: виконав пенетраційні дослідження впливу швидкостей рухів бурозмішувача на процес твердіння ґрунтоцементних армоелементів в часі).*

21. Юхименко А.І. Технологічні аспекти горизонтального армування ґрунтів основ фундаментів за бурозмішувальним методом / Світ геотехніки. 2015. № 3(47). С. 21-25. *(Стаття підготовлена та опублікована автором самотійно).*

22. Юхименко А.І. Технологія підсилення основ при відновленні деформованих будівель та при реконструкції об'єктів в стиснених умовах / Будівельні конструкції: міжвідомчий наук.-техн. зб. наукових праць (будівництво). Київ: ДП НДІБК, 2016. Вип. 83. Кн.2. С.528-534. *(Стаття підготовлена та опублікована автором самотійно).*

23. Юхименко А.І., Гречко В.Ф., Гречко О.В. [та ін.] Досвід стабілізації деформацій будівлі горизонтальним армуванням ґрунту основи // Будівельні конструкції: міжвідомчий наук.-техн. зб. наукових праць (будівництво). К: ДП НДІБК, 2016. Вип. 83. Кн. 1. С.507-514. *(Особистий внесок: розробив технологічну карту на виконання робіт по підсиленню основ фундаментів деформованої будівлі школи).*

ANNOTATION

Yukhymenko A.I. The technology of horizontal drilling-and-mixing soil bases reinforcement of structures. - Qualification scientific work as a manuscript.

The dissertation for the scientific degree of a Candidate of Engineering Sciences in speciality 05.23.08 «Technology and organization of industrial and civil construction» (192 - Construction and civil engineering). - Zaporozhye State Engi-

neering Academy. - Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odessa, 2017.

In the dissertation it is noted that at present in Ukraine the capital construction has been reduced to the minimum volumes, but every year the number of deformed buildings increases, the deformations of which need to be urgently eliminated or stabilized in order to prevent their further development. In most cases, deformations of buildings occur as a result of uneven subsidence of foundations due to deterioration in the properties of the foundation soils in the process of exploitation or their poor-quality preparation during construction.

The analysis of scientific and technical information sources found that the most rational way to restore the operational capacity of deformed buildings is to strengthen the foundations of foundations by reinforcing the grounds of their reinforcement. In addition, it is established that the most effective technology for reinforcing the foundations of existing buildings is the horizontal reinforcement by the drilling method. The essence of the drilling method of soil consolidation is that a special device - a drilling mixer destroys the soil structure, crumbles the destroyed soil, impregnates the ground soil with a water-cement mortar and mixes the soil-cement mixture. As a result of the solidification processes, a ground-cement reinforcement element of high strength and rigidity is formed, it does not soak in water, but on the contrary - these characteristics increase with time in a humid environment. The above technological operations occur simultaneously and are performed using a horizontal drilling machine and a drilling mixer.

The scientific task, which is set in the thesis, is to increase the effectiveness of reinforcing the foundations of foundations in the restoration of deformed buildings and in the reconstruction of construction sites. This task can be effectively realized by developing a new technology of horizontal drilling-and-mixing reinforcement of soils with application of new and innovative design and technological solutions recommended by new ones and improvement. Based on the analysis of information sources and experimental studies, a number of shortcomings of the existing technology of horizontal reinforcement of soils have been identified and reserves have been estab-

lished to increase the effectiveness of strengthening the bases of deformed buildings. The main drawback of the existing technology of reinforcement by the drilling method is that the drilling-mixing technological processes were performed by a single-blade drilling mixer with a flat cutting insert. Depending on the physical condition of the fortified soil and the axial velocity, the drilling mixer can destroy the soil not in the form of a continuous cylindrical volume, but in the form of a screw volume, where so-called "dead zones" are formed in which the water-cement slurry falls in insufficient quantity or does not fall at all. This leads to the inclusion in the horizontal ground-cement element (HGCE) of not reinforced soil, that is, the integrity of the armo-element is violated, which significantly reduces its strength and rigidity.

The ways of increasing the efficiency of restoration of damaged buildings are defined in the work. These are: improving the quality of formation of ground-cement reinforcement elements due to a change in the order of implementation of drilling-mixing technological processes, which leads to a reduction in labor intensity and an increase in the processability of work and ensures the possibility of uninterrupted operation of construction sites and without resettlement of people for the period of recovery Works. In addition, at the same time, it is possible to carry out restorative work in cramped conditions.

The research confirms the hypothesis that as a result of the application of the developed innovative design and technological solutions, namely the new design of the three-bladed drill mixer and the advanced horizontal drilling machine, it is possible to change the order of the process of drilling-mixing (destruction of the soil structure, its grinding, saturation of the ground with a water-cement slurry And mixing the soil-cement mixture). Such a change in the technological process causes multiple processing of each elementary volume of the reinforced soil with the indicated technological procedures by applying a new design of the three-bladed driller in one run of the drill rod instead of repeated penetrations in the right-to-left directions with the use of the existing single-bladed driller in the formation of horizontal ground-cement reinforcements (HGCE).

Since the technology of horizontal drilling-boring reinforcement is based on the destruction of the soil structure, the work investigates and establishes the influence of technological factors on this process.

The results of the research showed that the following factors influence the quality of HGCE formation and the formation of soil characteristics: the degree of crushing of the destroyed soil structure; Technological parameters - speed of rotation and linear (axial) speed of displacement of the drilling mixer. To establish the trends of such influence, the advanced horizontal drilling machine is endowed with three degrees of rotational and axial movements of the drilling mixer instead of the one-speed specified motions, which is achieved by the addition of rotational and linear motion reducers with corresponding three-stage belt drives.

The conducted experimental studies were carried out in field conditions. When the HGCE was formed along the length of their formation, the technological parameters of reinforcement - the speed of rotation and the linear speed of the drilling mixer - changed in different sections. After solidification for 28 days, HGCE were opened. Visual inspection of HGCE has shown that they have a regular cylindrical shape without disturbing the external integrity and, most importantly, without any manifestation of "dead zones".

The following studies were carried out at the respective sections of the technological parameters change by non-destructive methods-penetration and shock-pulse, and also by the selection of the hollow crown of cylindrical ground-cement samples from the HGCE stem: the influence of technological factors on the HGCE strength set in time, the change in the shear strength, hardness, prism Strength, isotropy.

The strength of the primer cement in time is determined by the curvilinear relationship. At the same time, the most active change in strength occurs during the 17-19 days of hardening, then this process slows down.

It was experimentally established that, due to the drilling-mixing processes using the developed three-lobed construction of the drilling mixer, a uniform distribution of the cement particles along the HGCE cross-section occurs, which ensures the

transition from anisotropy of the natural soil to the isotropic state of the soil cement in the arranged armoelements.

The paper presents the results of a study of the influence of technological factors on the process of formation of horizontal ground-cement cement elements in the soil thickness and obtained dependencies of such influence on the formation of mechanical characteristics of ground cement, namely, when the speed of rotation increases, the mechanical characteristics of the soil cement are increased, and when the linear velocity is increased, On the deterioration of the drilling-mixing conditions. The results of development and research allow to establish the optimal technological regimes of reinforcement of soils depending on their physical state.

At the level of inventions, a number of design and technological solutions have been developed to implement the proposed technological procedures, namely: to ensure the parallelism and horizontalness of HGCE, the adaptability of drilling rigs moving from one point of HGCE production to another, to improve the parameters of reinforcement technology.

Introduction of the results of dissertational work has occurred for various purposes: the stabilization of deformations of structures that have arisen in the process of construction. When restoring the operational capacity of the deformed building of the educational complex and during the reconstruction with the superstructure of the hotel building.

Based on the results of development and research and testing them in full-scale conditions, a technological map has been developed that contains all the necessary information for the implementers, including taking into account new technological processes of drilling-boring soil reinforcement. The technological map is developed on an example of application of technological process of strengthening of weak soils by horizontal reinforcement by soil-cement reinforcements for strengthening of the base of foundations at restoration of operational ability of the deformed building of educational and educational complex in Ryaskoe Mashevsky district of the Poltava region, where the applicant took a direct part.

Depending on the calculation of bearing capacity and the deformability of the reinforced base, it becomes necessary to create several layers of HGCE, which requires the construction of a pit to the appropriate depth. The technological map reflects all the technological processes to ensure the stability of foundations in the construction of the pit and the stability of the slopes of the pit itself, which is arranged in cramped conditions, as well as the procedure for the formation of design series HGCE.

The technical and economic comparison of the developed technology of horizontal reinforcement of soils with the technology of reinforcement of foundations foundations with inclined armo elements was performed, which showed significant economic and technical advantages of horizontal reinforcement in all respects. In addition to economic benefits, the social dimension is of great importance. The developed technology of horizontal reinforcement allows carrying out restorative measures to protect deformed buildings without stopping their operation and resetting people, while reinforcement with inclined armored elements requires the performance of work inside the premises and, accordingly, stopping their operation and resettlement of residents.

Keywords: drilling-mixing reinforcement, soil consolidation technology, reinforcement of the structures bases, reconstruction of objects, restoration of deformed buildings, weak soils, soil-cement.

ЗМІСТ:

ВСТУП	20
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ УКРІПЛЕННЯ ГРУНТІВ ПРИ ПІДСИЛЕННІ ОСНОВ СПОРУД ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	26
1.1. Короткий огляд методів поліпшення властивостей ґрунтів основи.....	26
1.2. Підсилення основ фундаментів армуванням ґрунтів.....	33
1.3. Підсилення основ за напрямками армування.....	36
1.4. Загальні уявлення про бурозмішувальну технологію.....	39
1.5. Підсилення основ армуванням ґрунтоцементними елементами.....	40
1.5.1. Технологія армування ґрунтів ґрунтоцементними елементами у горизонтальному напрямку.....	43
1.5.2. Аналіз існуючої технології горизонтального армування ґрунтів по бурозмішувальному методу	45
Висновки за розділом 1.....	51
РОЗДІЛ 2 ОБГРУНТУВАННЯ НАПРЯМУ, МЕТОДИКА РОЗРОБОК ТА ДОСЛІДЖЕНЬ	53
2.1. Обґрунтування необхідності розробки горизонтальної технології укріплення ґрунтів	53
2.2. Визначення напрямку розробок та досліджень.....	54
2.3. Загальна методика досліджень.....	57
2.4. Методика вирішення окремих задач.....	59
2.4.1. Стабілізація деформацій основ фундаментів.....	59
2.4.2. Розробка нового та удосконалення існуючого технологічного обладнання	60
2.4.3. Методика визначення складових ґрунтоцементної суміші.....	65
2.4.4. Методика проведення експериментальних досліджень.....	67
2.4.5. Методика контролю якості утворених горизонтальних ґрунтоцементних армоелементів.....	71

	18
Висновки за розділом 2.....	73
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО БУРОЗМІШУВАЛЬНОГО АРМУВАННЯ ГРУНТІВ ОСНОВ СПОРУД ТА ЇЇ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	75
3.1. Розробка нового та удосконалення існуючого технологічного обладнання для горизонтального армування ґрунтів.....	75
3.1.1. Розробка нової конструкції бурозмішувача.....	75
3.1.2. Удосконалення станка горизонтального буріння.....	78
3.1.3. Розробка вертикального бурового станка.....	87
3.2. Експериментальні дослідження технологічних процесів.....	90
3.2.1. Дослідження параметрів руху горизонтального станка.....	91
3.2.2. Дослідження функцій бурозмішувача.....	92
3.2.3. Дослідження технології руйнування ґрунту.....	95
3.3. Експериментальні дослідження процесу формування ґрунтоцементних армоелементів.....	98
3.3.1. Технологія формування експериментальних горизонтальних ґрунтоцементних армоелементів.....	98
3.3.2. Дослідження впливу технологічних факторів на процес формування горизонтальних ґрунтоцементних армоелементів та параметрів міцності.....	101
3.3.3. Контроль якості утворених експериментальних армоелементів.....	110
3.3.4. Дослідження ізотропності ґрунтоцементу.....	112
3.3.5. Дослідження залежності призмової міцності і модуля деформації ґрунтоцементу від вмісту цементу у ґрунтоцементній суміші...114	
3.4. Технологія відновлення деформованих будівель та об'єктів реконструкції в стиснених умовах.....	118
Висновки за розділом 3.....	124

РОЗДІЛ 4 ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЇЇ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ	126
4.1. Сфера застосування горизонтального армування ґрунтів ґрунтоцементними армоелементами.....	126
4.2. Рекомендації по вибору та застосуванню раціональних технологічних рішень горизонтального армування ґрунтів.....	128
4.3. Впровадження розроблених елементів технології горизонтального армування ґрунтів основ фундаментів.....	131
4.4. Розробка технологічної карти на виконання горизонтального бурозмішувального армування ґрунтів.....	135
4.5. Техніко-економічна ефективність розробленої технології.....	156
Висновки за розділом 4.....	162
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	164
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	167
ДОДАТКИ	
Додаток А. Протоколи НТР.....	182
Додаток Б. Результати експериментальних досліджень.....	189
Додаток В. Кошторисні розрахунки.....	194
Додаток Г. Акти впровадження.....	202
Додаток Д. Список публікацій та відомості про апробацію результатів дисертації.....	206

ВСТУП

Суть наукової задачі. Підвищення ефективності підсилення основ фундаментів при відновленні деформованих будівель та при реконструкції будівельних об'єктів шляхом розробки технології горизонтального бурозмішувального армування ґрунтів із застосуванням розроблених інноваційних конструктивно-технологічних рішень.

Актуальність теми. На даний час будівельна сфера в Україні знаходиться в тяжкому стані. Капітальне будівництво звелось до мінімальних обсягів, натомість з кожним роком збільшується кількість деформованих будівель та споруд внаслідок нерівномірних деформацій основ через негативний вплив техногенних чинників на властивості ґрунтів, що потребує ефективних технологій по стабілізації деформацій. Деформований стан будівель необхідно терміново усувати з метою попередження збільшення подальших деформацій, які можуть призводити до руйнування конструкцій. Окрім того, Україну очікує велика проблема реконструкції житлових будинків перших масових серій забудови 50 – 60-х років минулого сторіччя, що пов'язано із додатковими навантаженнями на основи, які необхідно підсилювати. Тому питання збереження та підтримки будівельного фонду в належному стані повинно бути державним пріоритетом. Звідси витікають завдання по розробці ефективних інноваційних технологій та технологічного оснащення для відновлення деформованих будівель та для реконструкції об'єктів. Розроблена технологія горизонтального бурозмішувального армування ґрунтів при підсиленні основ забезпечує можливість відновлення пошкоджених будівель без відселення мешканців на період відновлювальних робіт, що важливо за умов значних проблем із переселенським фондом та морально-психологічним станом людей при переселенні. В основі розробленої технології лежить бурозмішувальний метод укріплення ґрунтів, що обумовлює високу ефективність за рахунок низьких матеріало-, машино-, енергоємності. Оскільки при підсиленні основ деформованих будівель використовується лише 15-25% цементу, інші 75-85% - це той же ґрунт в масиві, що укріплюється. При

цьому забезпечується високі міцність та жорсткість армоелементів, які не розмокають у воді. Технологія забезпечує підсилення основ деформованих будівель при високій вологості ґрунтів, у т.ч. обводнених.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами. Нормативно-інформаційною основою досліджень, яка відображає його зв'язок з науковими, виробничими та соціально значущими програмами та темами, є: Постанова Кабінету Міністрів України від 14.05.1999 р. № 820 «Про заходи щодо реконструкції житлових будинків перших масових серій»; Постанова Верховної Ради України від 24.12.1999 р. № 1359-XIV «Про Концепцію сталого розвитку населених пунктів»; Закон України від 24.06.2004 р. № 1869-IV «Про Загальнодержавну програму реформування і розвитку житлово-комунального господарства на 2004-2010 роки»; Закон України від 22.12.2006 р. № 525-V «Про комплексну реконструкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду».

Дисертаційна робота виконувалася у рамках кафедральних держбюджетних тем: №21-1ДВ/11 «Багатоцільова селекціонування організаційно-технологічних рішень на основі дослідження ресурсозберігаючих технологій відновлення, реконструкції та зведення будівель та споруд» (виконавець, 2013-2014 рр.), №21-1ДВ/15 «Розробка та удосконалення організаційно-технологічних рішень будівельно-відновлювальних робіт з використанням ресурсо- та енергозберігаючих технологій» (виконавець, 2015-2017 рр.).

Дана дисертаційна робота за змістом досліджень та спрямованістю результатів відповідає чинному паспорту спеціальності 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва», а саме таким пунктами в порядку пріоритетності в даній роботі: по *пункту 1* «Наукові основи створення та вдосконалення технології ... будівельно-монтажних процесів, пов'язаних із ... реконструкцією ... будинків, споруд і комплексів, зокрема в особливих умовах» - по змісту всіх розділів дисертації; по *пункту 6* «Шляхи зниження ... трудомісткості, матеріаломісткості і вартості будівельної продукції» - по змісту розділів 3-4.

Мета і задачі досліджень. Метою дисертаційної роботи є розробка технології горизонтального бурозмішувального армування ґрунтів для підвищення ефективності підсилення основ фундаментів деформованих будівель, споруд при відновленні експлуатаційної спроможності, а також при реконструкції об'єктів.

Для досягнення даної мети необхідно вирішити такі завдання:

- виконати аналіз джерел інформації зі стану технологій укріплення ґрунтів основ споруд та визначити науково-технічний рівень розвитку технології горизонтального укріплення ґрунтів бурозмішувальним методом;

- обґрунтувати необхідність і ефективність технології підсилення основ укріпленням ґрунтів горизонтальним армуванням ґрунтів по бурозмішувальному методу;

- розробити нові та удосконалити існуючі елементи горизонтального бурозмішувального методу армування ґрунтів;

- розробити нові та удосконалити існуючі обладнання та технологічне оснащення для виконання технології горизонтального бурозмішувального методу армування ґрунтів;

- дослідити вплив технологічних факторів на процес укріплення ґрунтів основ горизонтальним бурозмішувальним армуванням;

- розробити технологічну карту на виконання нових технологічних процесів горизонтального бурозмішувального армування ґрунтів основ споруд;

- визначити техніко – економічне ефективність технології горизонтального бурозмішувального методу армування ґрунтів;

- випробувати і впровадити розроблену технологію армування основ в горизонтальному напрямку.

Об'єкт дослідження – технологія горизонтального бурозмішувального армування ґрунтів основ споруд.

Предмет дослідження – технологічні параметри процесу армування ґрунтів при підсиленні основ деформованих будівель, споруд та при реконструкції об'єктів.

Методи дослідження: аналітичний метод обробки інформації – для вивчення існуючих технологій підсилення основ споруд; метод проведення натурних експериментів – для контролю за процесом влаштування та формування горизонтальних ґрунтоцементних армоелементів; експериментальні дослідження – для визначення впливу технологічних факторів на процес укріплення ґрунтів; лабораторні дослідження – для визначення механічних характеристик ґрунтоцементу.

Державні будівельні норми України, періодичні видання, збірники наукових праць, монографії та публікації вітчизняних та зарубіжних вчених склали теоретичну та методологічну базу досліджень.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

вперше:

- розроблено новий принцип здійснення технологічних бурозмішувальних процесів при армуванні ґрунтів ґрунтоцементними армоелементами, при якому кожний елементарний об'єм укріплюючого ґрунту піддається багаторазовій обробці бурозмішувальними процесами – руйнуванню структури ґрунту, його подрібненню, насиченню водоцементною суспензією та перемішуванню ґрунтоцементної суміші ;

- представлені результати дослідження процесу руйнування структури ґрунту, а саме отримано залежність товщини стружки різання від технологічних факторів – лінійної та обертальної швидкостей рухів бурозмішувача;

- представлені результати дослідження впливу технологічних факторів на процес утворення в ґрунтовій товщі горизонтальних ґрунтоцементних армоелементів та отримані залежності такого впливу на формування механічних характеристик ґрунтоцементу: питомого опору зрушенню, твердості та призмової міцності;

удосконалено:

- метод підсилення ґрунтоцементних армоелементів жорсткими конструкціями;

- процес забезпечення горизонтальності та паралельності утворення суміжних ґрунтоцементних армоелементів;

- конструктивно-технологічне устаткування та оснащення;

отримала подальший розвиток методика контролю якості підсилення основ споруд укріпленням ґрунтів горизонтальним бурозмішувальним армуванням.

Практичне значення отриманих результатів полягає: в зміні технологічних процесів бурозмішування, що суттєво покращують якість формування горизонтальних ґрунтоцементних армоелементів; в розроблені технології укріплення ґрунтів при відновленні деформованих будівель та при реконструкції об'єктів в стиснених умовах; у розробці інноваційних рішень технологічного оснащення та обладнання для підвищення ефективності та зменшення трудомісткості підсилення основ.

Результати досліджень і розробок використані на ряді об'єктів: при стабілізації деформацій виниклих в процесі будівництва кафе «Вікторія» (нині ресторана «Рів'єра») в м. Дніпро (довідка №30-17 від 10.01.2017 р., видана ТОВ «Солід»); при відновленні експлуатаційної спроможності деформованої будівлі навчально-виховного комплексу в с. Ряске Машівського району Полтавської області (довідка №60-11-378 від 25.02.2017 р., видана Полтавським національно технічним університетом ім. Ю. Кондратюка); при реконструкції із надбудовою поверху готелю «Дніпро» у м. Запоріжжя (довідка №01-28/439 від 13.03.2017 р., видана Запорізькою державною інженерною академією).

Особистий внесок здобувача: обґрунтована доцільність укріплення ґрунтів горизонтальним армуванням за бурозмішувальним методом; розроблено новий принцип здійснення технологічних процесів бурозмішування; досліджено вплив технологічних факторів на процес утворення в ґрунтовій товщі горизонтальних ґрунтоцементних армоелементів та на процес формування механічних характеристик; розробка інноваційних рішень по нових та удосконаленню існуючих способів технології горизонтального підсилення основ, технологічного оснащення та устаткування; впровадженні розроблених нових та удоскона-

лених існуючих способів технології та технологічного оснащення, новизна яких у більшості захищена патентами.

Внесок здобувача в роботах, опублікованих у співавторстві, відображений у списку літератури.

Апробація результатів роботи. Основні положення і результати дисертаційних досліджень, доповідалися і отримали позитивну оцінку на міжнародних та вітчизняних науково-технічних конференціях: III Международная научно-техническая интернет-конференция «Строительство, реконструкция и восстановление зданий городского хозяйства» (м. Харків, 2012); научно-техническая конференция «Иновационные конструкции и технологии в фундаментостроении и геотехнике» (г. Москва, 2013); Міжнародна науково-практична конференція «Україна - Польща: діалог культур в контексті євроінтеграції» (м. Запоріжжя, 2014); IV Міжнародна науково-технічна інтернет-конференція «Будівництво, реконструкція і відновлення будівель міського господарства» (м. Харків, 2014); Міжнародна науково-технічна конференція «Нові технології, обладнання, матеріали в будівництві і на транспорті» (м. Харків, 2014); IX Всеукраїнська науково-технічна конференція «Механіка ґрунтів, геотехніка та фундаментобудування»: «Проблеми, інновації та імплементації Єврокодів в Україні» (м. Дніпро, 2016).

Публікації. Основні результати дисертації опубліковані в 23 печатних роботах, в т.ч. 4— у фахових виданнях України, 2 статті надруковані у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз, отримано 9 патентів України на корисну модель, 4 тези доповідей конференцій та 4 додаткові публікації.

Структура роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних інформаційних джерел в кількості 134 та 5 додатків. Дисертація включає 17 таблиць і 75 рисунків. Загальний об'єм дисертаційної роботи складає 212 сторінок, з яких 138 сторінок основного тексту.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ УКРІПЛЕННЯ ҐРУНТІВ ПРИ ПІДСИЛЕННІ ОСНОВ СПОРУД ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Короткий огляд методів поліпшення властивостей ґрунтів основи

Альтернативою різному виду пальових фундаментів будівель є штучні основи частіше з поліпшенням властивостей ґрунтів[1]. Поліпшенням властивостей ґрунтів в будівництві займається технічна меліорація. Необхідність технічної меліорації ґрунтів продиктована широким розповсюдженням структурно – нестійких ґрунтів та суттєвими проблемами будівництва і експлуатації на таких ґрунтах[2]. Складності при будівництві та експлуатації будівель і споруд на слабких ґрунтах спонукають пошукам більш надійних та одночасно технологічних і економічних рішень. Одним із таких рішень є підсилення товщі слабого ґрунту різними способами (ущільненням, армуванням, ін'єктуванням, термічним, електрохімічним оброблюванням та ін.) з наступним влаштуванням на штучній основі фундаментів [3].

Як наслідок, в геотехніці існує достатня кількість способів підсилення товщі слабких та структурно – нестійких ґрунтів, які постійно удосконалюються [4]. Найбільш поширеними способами поліпшення властивостей слабких ґрунтів є наступні.

Ущільнення ґрунтів. Ущільнення ґрунтів поділяється на поверхневе та глибинне. Поверхневе ущільнення глинистих та пісчаних ґрунтів частіше за все виконують трамбуванням та укочуванням до щільності структури ґрунту, при якій забезпечуються необхідні міцність та деформативність. Поверхневе ущільнення застосовується для підготовки штучних основ в різних видах ґрунту т.ч. просадочних. При цьому, в залежності від потужності товщі та схем просадочності ґрунтів цілі ущільнення можуть бути різними. Враховуючи, що просадочні ґрунти можуть мати достатньо велику глибину залягання, то поверхневе

ущільнення застосовується частіше для утворення в основі будинку чи споруди суцільного маловодопроникного екрану у вигляді ущільненої ґрунтової подушки, що перешкоджає інтенсивному замочуванню нижніх шарів просадочної товщі [5], оскільки усунення просадочних властивостей ґрунтів у межах всієї товщі є вельми складне питання як із технічної, так і економічної сторін. Для ґрунтових умов невеликої потужності поверхнєве ущільнення ґрунтів можливо застосовувати як для підвищення несучої здатності основ, так і для усунення просадочних властивостей у межах всієї просадочної товщі.

На ефективність ущільнення ґрунтів відчутно впливають фізико - механічні характеристики та структура ґрунтів. Якщо вологість нижче за оптимальну, потрібна велика енергія на руйнування існуючої та формування нової структури [6] тому вологість ґрунтів при поверхневому ущільненні необхідно контролювати та зволожувати до оптимальної величини . Глибина ущільнення ґрунту важкими трамбівками залежить від маси трамбівки, висоти її скидання, діаметра трамбівки, кількості ударів по одному сліду.

Глибинне ущільнення ґрунтів виконується різними технологіями. Піщані ґрунти в водонасиченому стані ущільнюються спеціальними глибинними вібраторами двома шляхами: опусканням вібратора в пісок або занурюванням стержня разом із розташованим в його верхній частині вібратором. Вібрущільнення дозволяє ущільнювати водонасичені піски на глибину 1...10м, рідше на глибину 20м [7].

Утворення глибоких порожнин із ущільненням ґрунтів в їх стінках та навколо виконують також шляхом вибухів лінійних зарядів, розміщених в пробурених свердловинах [8].

Ущільнення суглинистих, супісчаних і лесових просадочних ґрунтів на значну глибину виконують шляхом утворення пробитих свердловин скиданням важкої параболоїдної трамбівки, забиванням снаряда молотом з подальшим витяганням, заглибленням і витяганням снаряда з віброзаглиблювачем та ін., при цьому ґрунт у стінках порожнин ущільнюється. Після утворення порожнини її пошарово заповнюють ґрунтом [9], або жорстким матеріалом (щебенем, шла-

ком, гравієм та ін.) і почергово ущільнюються. Внаслідок такого ущільнення утворюється масив ґрунту із середнім модулем загальної деформації, значно перевищуючим модуль деформації неуцільненого ґрунту. Піщані та ґрунтові палі розміщують в шаховому порядку із розрахунковим кроком.

Ущільнення просадочних ґрунтів виконують замочуванням просадочної товщі через котлован або дренажні свердловини. Внаслідок замочування зв'язки між частинками ґрунтів розмокають і під тиском власної ваги товщі ґрунт ущільнюється. Але при цьому має місце суттєве розтікання води за межі плями майбутньої основи, що викликає можливість замочування ґрунтів основ існуючих будівель, чим обмежується застосування даної ефективної технології. Для мінімізації цього негативного явища і розширення меж застосування цієї ефективної технології запропонований регульований спосіб замочування просадочної товщі [10], що суттєво зменшує розтікання води.

Особливо ефективним способом глибинного ущільнення лесових просадочних ґрунтів є технологія попереднього замочування товщі лесових і лесовидних ґрунтів з послідовними вибухами. Метод запропонований проф. І.М.Литвиновим у НДІБК [11,12] та вдосконалений А.М.Рижовим і В.С.Шокаревим також в НДІБК [13]. Технологія цього способу ущільнення ґрунтів полягає в наступному. У межах майбутньої будівлі відкопують котлован, в якому влаштовують дренажну систему шляхом буріння свердловин, опусканням труб для розміщення вибухових зарядів і заповнення порожнини свердловини між її стінками та трубою дренажним матеріалом (щебенем). В котлован подають воду, яка через його дно, дренажні свердловини фільтрується в ґрунт просадочної товщі. Після водонасичення просадочної товщі, під час якої проходять просадочні деформації, у порожнини труб опускають заряди вибухової речовини та виконують вибухи. Внаслідок динамічного впливу на водонасичений ґрунт відбувається настільки інтенсивне ущільнення лесового та лесоподібного ґрунту, що поверхня просідної товщі на період закінчення консолідації може опустатись до 1,5м при ущільненні просадочних товщ з глибиною за-

лягання до 30...35м. Цей метод вельми економічний, його ефективність зростає зі збільшенням потужності просадочних товщ [14,15].

Поверхнєве та глибинне ущільнення ґрунтів досить широко впроваджується в капітальне будівництво, але для поліпшення ґрунтів основ фундаментів при реконструкції об'єктів та для захисту існуючих будівель від деформацій ці методи неможливо застосувати або їх застосування по різних причинах недостатньо ефективне.

Термічне укріплення ґрунтів. Термічне укріплення ґрунтів полягає у фільтруванні нагрітих до високої температури газів у товщу ґрунтів по їх порах, за рахунок яких забезпечується термічна обробка ґрунтів. Так як ефективність термічного методу залежить від ступеню фільтрації суглинистих ґрунтів, то він добре адаптований до лесових і лесоподібних суглинків, коефіцієнт фільтрації яких достатньо високий, що обумовлюється суттєвою пористістю таких ґрунтів. При нагріванні лесових і лесоподібних просадочних суглинків в межах температур 300...1000°C усуваються просадочні властивості і суттєво підвищуються міцнісні і деформативні характеристики. При нижчій температурі ніж +300°C ліквідація просадочності лесових суглинків не відбувається. При температурах 1100...1300°C суглинки спікаються та розплавляються і закупорюють пори – випал ґрунтів припиняється.

У 1934 році М.О. Осташев запропонував для укріплення ґрунту використовувати нагріте повітря в стаціонарних нагрівальних агрегатах до температури 600...800°C, яке під тиском по жаростійким трубопроводам подають в свердловини. Коефіцієнт корисної дії такого способу термічної обробки вельми низький, тому проф. І.М.Литвинов у 1947р. запропонував випал лесових і лесоподібних ґрунтів виконувати шляхом спалювання рідкого, твердого або газоподібного палива у свердловинах [16]. В практиці будівництва знайшло широке застосування випалювання ґрунтів шляхом використання газоподібного палива, яке під тиском через форсунку подають у пробурені та герметизовані свердловини. Одночасно в свердловину подають за допомогою воздуходувного агрегату стиснене повітря для забезпечення горіння та надлишкового тиску з тим,

щоб розігріте повітря до температури 900...1000°C сумісно з продуктами горіння фільтрувалися по порах в товщу ґрунту, де за рахунок конвективної, радіаційної та контактної теплопередач відбувається випал ґрунтів, діаметр яких може досягати 2,0...2,5м, а міцнісні і деформативні характеристики випаленого ґрунту суттєво зростають.

Як відомо, на просадочних ґрунтах любий метод фундування стає ефективним тільки після повної прорізки просадочних товщ, тому після вдосконалення технології термічного закріплення ґрунтів Запорізьким відділенням НДІБК, яке забезпечило можливість якісного випалу ґрунтів на глибину до 25м [17], метод знайшов широке застосування в капітальному будівництві, при реконструкції об'єктів, для захисту будівель від деформацій, влаштування підпирних стінок, для закріплення укосів насипів і виємок та ін. В даний час, коли природний газ став дефіцитом та дорогим, термічне закріплення ґрунтів не застосовується.

Хімічні методи укріплення ґрунтів полягають у тому, що в ґрунт через систему забивних ін'єкторів чи пробурених свердловин нагнітаються різні хімічні розчини. Наприклад, були спроби застосування розведеної карбамідної смоли КМ і соляної кислоти. При хімічній взаємодії розчинів із солями ґрунту утворюються гелі, які при твердінні утворюють структурні зв'язки між частинками ґрунту і тим самим поліпшують характеристики ґрунтів, але різного типу смолізації, бітумізація не знайшли широкого застосування по різних причинах у т.ч. з екологічних міркувань.

Найбільшого поширення в практиці будівництва одержала однорозчинна або дворозчинна силікатизація. Тобто нагнітання в ґрунт хімічних розчинів, які в своєму складі містять силікат натрію (рідке скло) і хлористого кальція. Взаємодія цих речовин між собою, а також із солями ґрунту призводять до утворення гелю кремнієвої кислоти, яка є в'язучим і з часом тужавіє [18].

Для укріплення лесового ґрунту використовують також газову силікатизацію, при якій крім закачування розчину рідкого скла через ін'єктори в ґрунт-

нагнітають вуглекислий газ, який сприяє прискоренню та повному тужавінню закріпленої маси ґрунту [19].

Недоліком методу укріплення ґрунтів силікатизацією є те, що вона недовговічна через вилугування в часі. Прикладом є застосування силікатизації ґрунтів основи для стабілізації деформацій Одеського оперного театру опери та балету, де в 1965р. виконаний великий об'єм закріплення (витрати силікат – глиби досягли 1200т), після якого наступила стабілізація осідань театру. Через декілька десятків років деформації конструкцій театру поновились через нерівномірні осідання фундаментів і на 1990 рік тріщини в стінах розкрились до 10 – 25 мм [20]. Це спонукало прийняти нове рішення по захисту театру від деформацій шляхом підведення під фундаменти паль, які обпираються на глибоко розташовані непросадочні шари ґрунту. Крім того для силікатизації необхідні значні витрати дефіцитного та дорогостоячого рідкого скла [21].

Через ці та інші причини укріплення ґрунтів силікатизацією рідко застосовується в практиці.

Цементация ґрунтів є найбільш поширеним видом укріплення ґрунтів. Відповідно до загальної класифікації штучних основ, яку запропонував професор Зоценко М.Л. [22], цементация відноситься до підгрупи, де закріплення здійснюється нагнітанням у ґрунт в'язучих речовин, якою в даному разі є водоцементний розчин. При цьому реалізується скріплення частинок та агрегатів ґрунту, що поліпшує його характеристики. Цементация має розгалужену систему за способом подавання цементу в ґрунт, яка полягає в наступному.

Власноцементация, коли шляхом ін'єкцій цементного розчину під тиском до 0,4МПа, закріплюються масиви прониклих ґрунтів (крупні піски, щебені, тріщинуваті скельні породи) [23-27].

Нагнітання цементно – силікатних, піщано – цементно – силікатних розчинів ін'єктуванням в просадочні та насипні ґрунти під тиском 0,1 – 0,8 МПа – різь свердловини малих діаметрів запропонував та впровадив в практику науково – виробничний центр «Ін'єкт».

Напірну цементацію, (гідравлічний розрив порід), яка полягає в нагнітанні в ґрунт через спеціальні забивні ін'єктори під високим тиском (до 3...5МПа) цементно – піщано – глинистого розчину. Цей метод запропонував Сибірський держуніверситет шляхів сполучення (Крицкий М.Я., Лубягін А.В., Миранов В.С.). В Україні даним питанням займається Дніпропетровська академія будівництва (Головко С.І.) [24]. Цементний розчин при великому тиску розриває не-проникні для нього ґрунти та заповнює розриви. При цьому утворюється локальна мережа цементно-піщано-ґрунтових заповнень у вигляді коріння, яка армує масив ґрунту. Форма і розмір армуючих прошарків і лінз мають випадковий характер, тобто процес укріплення ґрунтів недостатньо керований і прогнозований [28-30].

Струменева цементація – основана на використанні високонапірного струменя цементного розчину (35 – 70 МПа), який одночасно руйнує і перемішує ґрунт з цементними розчинами, після тужавіння суміші утворюється ґрунтоцементний елемент з достатньо високими механічними властивостями.

Струйною технологією займаються ряд закордонних фірм, які під свою бурову техніку пристосували відповідне оснащення, але принцип закріплення ґрунтів аналогічний – в Японії - фірма «Кайима», в Італії - фірма «Родіо», в Західній Германії - «Бауэр», в Польщі - «KellerPolskaSp.z.o.o», яка володіє технологією Soilcrete[31]. В Україні цією технологією займається фірма «Основа-Солсіф».

В Росії в НДІОБВ законструйована та виготовлена універсальна головка до струйного монітору, яка забезпечує можливість утворювати економічні палі: двох-, трьох-, та чотирьохлопастні, гвинтові, із уширенням по висоті та ін. [20]. У м. Пермі струменевою технологією займається Малінін А.Г. [32].

В залежності від бурового оснащення технологія може бути одно-, двух-, триструменева. Позитивною якістю струменевої технології є її висока продуктивність, нею можливо утворювати цементноґрунтові елементи діаметром 500...800 мм, а триструменевою технологією до 1,2...2,5 м. Струменева технологія ефективна в капітальному будівництві, особливо при підземному будів-

ництві[33]. Але ряд причин обмежують широке застосування цього методу, а саме: суттєві непродуктивні витрати цементного розчину через те, що при руйнуванні ґрунтів значна частина розчину залишається за межами тіла ґрунтоцементного елемента, яка виходить на поверхню у вигляді пульпи; через витрати великої кількості технологічної води може збільшуватись рівень підземної води до 4м [20], що практично унеможлиблює застосування методу на просадочних територіях.

1.2 Підсилення основ фундаментів армуванням ґрунтів

Одним із способів підсилення основ, складених структурно-нестійкими або слабкими ґрунтами, є армування товщ ґрунтів жорсткими елементами. Ефект такого армування полягає у тому, що в укріплюючій товщі утворюють вертикальні, похилі або горизонтальні армуючі елементи збільшеної міцності і жорсткості в порівнянні із оточуючим ґрунтом.

При цьому армований масив включає в себе армуючі елементи – набивні ґрунтощобеневі, шлакові, шлакобетонні та із других матеріалів, наприклад із геотекстилю [34]. Особливий інтерес визиває геотекстиль, який виготовляється в різних конструктивних формах та володіє високою стійкістю до різних агентів впливу. Геотекстиль забезпечує високу довговічність армоелементів і застосовується в різних цілях – укріплення укосів виїмок, насипів. Особливо високий ефект застосування геотекстилю у дорожньому будівництві, де рулонне армування забезпечує високу продуктивність зміцнення дорожнього полотна армуванням у декілька шарів.

Модульдеформації утвореної штучної основи визначається як середньовиважений. Він може регулюватися як за рахунок зміни властивостей матеріалу армуючих елементів, так і за рахунок зміни відстані, а також глибиною і довжиною[35].

По способах утворення армуючих елементів армування ґрунтів можна розподілити на 2 групи технологій. До першої групи відносяться технології, ар-

муючі елементи яких виготовляють в попередньо влаштованих порожнинах (свердловинах) шляхом запресовки в них жорстких матеріалів (крупного піску, щебеню, шлаку та ін.). До другої групи утворення армуючих елементів відносяться способи закріплення ґрунтів різними технологіями. В свою чергу обидві групи способів влаштування армуючих елементів поділяються на підгрупи в залежності від технологій утворення порожнин (свердловин), запресовки жорстких матеріалів, методів закріплення ґрунтів та ін.

а) Утворення армуючих елементів шляхом запресовки (набивання) жорстких матеріалів. Влаштування таких армоелементів складається із двох технологічних операцій – попереднього утворення порожнин та їх заповнення запресовкою жорстким матеріалом. В практиці будівництва при утворенні армуючих елементів порожнини влаштовують різними способами. Частіше порожнини утворюють пробиванням циклічними скиданнями трамбівки масою 3...5т. і різних по формі, які влаштовані в основному на гусеничному шасі (рис.1.1). Окрім того порожнини виконують у вигляді свердловин шнековим способом (рис.1.2)[36,37].

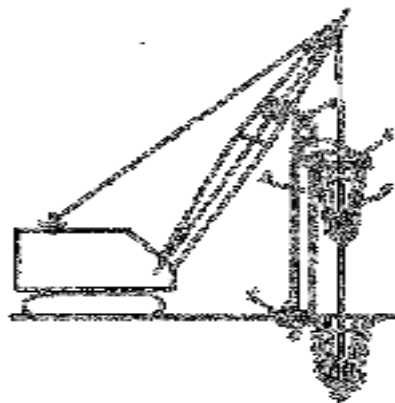


Рис. 1.1. Процес утворення порожнини



Рис. 1.2. Процес буріння свердловин

Поширеним також способом утворення порожнин є пробивання за допомогою пневмопробійника [38,39]. Пневмопробійник являє собою пневматичний пристрій ударної дії під впливом стисненого повітря. Проходка свердловин в різних напрямках здійснюється ударним вузлом. Недоліком цього способу утворення свердловини є те, що у пневмопробійників недостатньо надійна ро-

бота механізму реверсу по поверненню пневмопробійника на поверхню, особливо при їх зануренні на глибину більш ніж 6м [40].

Порожнини утворюють також шляхом розкочування, коли ґрунт не видаляється на поверхню, а втрамбується в оточуючій свердловині масиву ґрунту при обертанні і осьовому переміщенні конусоподібного пристрою.

При формуванні порожнин вище зазначеними способами внаслідок динамічної дії відповідних снарядів різної форми ґрунт у стінках порожнин ущільнюється. Після закінчення формування порожнин на необхідну глибину (довжину) їх заповнюють порціями жорсткого матеріалу (крупний пісок, щебень, шлак, тощій бетон та ін.), який циклічно втрамбовують тими ж снарядами, якими влаштовували порожнину. Завдяки динамічній дії на стінки порожнини при пресуванні жорсткого матеріалу товщина ущільненої зони ґрунту навколо порожнини збільшується.

Внаслідок формування порожнин без виїмки ґрунту і її набивання пресуванням жорстким матеріалом, в товщі ґрунту утворюється армуючий елемент достатньої міцності та жорсткості. Ефективність роботи таких армоелементів обумовлюється поєднанням ущільненого ґрунту навколо порожнини та міцності і жорсткості спресованого матеріалу. Підсилення основ армуванням ґрунтів шляхом введення в товщу основ жорстких армоелементів широко застосовується в практиці капітального будівництва.

Загальними недоліками наведених вище способів армування ґрунтів основ є наступне: достатньо високі трудомісткість і матеріалоємність, які обумовлюють високу вартість робіт, окрім того, складність їх використання при реконструкції об'єктів через габаритність устаткування, а при підсиленні основ деформованих будівель їх застосування практично неможливе через динамічний вплив.

б) Утворення армуючих елементів шляхом укріплення ґрунтів фільтраційними технологіями. До фільтраційних технологій закріплення ґрунтів відносяться такі, що базуються на фільтрації агентів закріплення по порах ґрунтового масиву, який підсилюється. Такими технологіями є: термічна обробка ґру-

нтів, де укріплюючим агентом служить розпечене повітря, яке розплавляє легкоплавкі включення, які при охолодженні зв'язують частинки ґрунтів, утворюючи кристалічні зв'язки. Хімічна обробка ґрунтів, де укріплюючим агентом служать різні хімічні речовини, які при нагнітанні під тиском фільтруються по порах, вступають в хімічні реакції між собою, а також із солями ґрунтів, утворюючи гелі, які тужавіють, зв'язуючи частинки ґрунтів. Смолізація, де агентами є нагнітаючі в ґрунт карбамідна смола з соляною або щавелевою кислотою. Цементация – агентами є суміші цементу, води та добавок у вигляді дрібного піску, кам'яного борошна та ін[1].

В зв'язку із постійним розвитком процесів обводнення (підтоплення) територій суттєво змінюється вологісний режим ґрунтів, як наслідок в декілька разів зменшується коефіцієнт фільтрації. По цій та іншим причинам армування основ фільтраційними способами закріплення ґрунтів в даний час різко скортилося, а в більшості випадків стало неможливим.

1.3 Підсилення основ за напрямками армування

Вертикальне армування найбільш поширене в капітальному будівництві. Це обумовлено декількома факторами. По – перше, в більшості випадків навантаження від будівельних споруд діє у вертикальному напрямку, тому і сприйняття цих навантажень має бути в цьому ж напрямку. По – друге, технології, механізми, обладнання найбільш адаптовані до утворення армоелементів у вертикальному напрямку. По – третє, сили гравітації сприяють утворенню вертикальних армоелементів. Існують і інші фактори, наприклад, більшість матеріалів краще працюють на стиск, тому надійніше сприймають вертикальні навантаження. Більшість перерахованих вище технологій по підсиленню основ шляхом ущільнення, закріпленням ґрунтів спрямовані саме в вертикальному напрямі. Але в багатьох випадках виникає необхідність в армуванні в похилому або в горизонтальному напрямках.

Необхідність армування в похилому напрямку виникає частіше при реконструкції об'єктів для підсилення основ та фундаментів, де вертикальне армування несприйнятне або недоцільне. Способи похилого армування різні. Похиле армування виконують технологіями влаштування похилих порожнин за допомогою пневмопробійників, вібровдавлюванням, похилим бурінням та ін. з послідуочим набиванням жорсткими матеріалами [38-40], або вдавллюванням різних конструкцій. Похилим армуванням можливо виконувати також укріплення ґрунтів через занурені під кутом перфоратори або пробурені свердловини для нагнітання різних закріплюючих агентів [41] та ін.

Підсилення основ похилим армуванням ґрунтів використовують також при захисті деформованих будівель та споруд [42,43]. Обладнання та оснащення мають бути малогабаритними.

Недоліком похилого армування ґрунтів є те, що при такому способі підсилення основи необхідно виконувати буріння під фундаментами з двох сторін у т.ч. всередині приміщень, що тягне за собою ряд складностей, наприклад, розбирання підлог і, як наслідок, відселення мешканців, припинення експлуатації будівель та ін.

Армування основ будівель та споруд в горизонтальному напрямку частіше застосовується при реконструкції об'єктів та особливо при захисті пошкоджених будівель від подальших деформацій, коли виникає необхідність в підвищенні несучої здатності основ. Горизонтальне армування основ може виконуватися різними способами. Спільним технологічним елементом для всіх способів горизонтального армування є влаштування котлованів із яких виконують горизонтальні армуючі елементи в ґрунті основи під фундаментами.

Одним із таких рішень є занурення в ґрунтову товщу під фундаментами в горизонтальному напрямку сталевих труб, які потім заповнюють бетоном [44]. Технологія такого армування базується на наступному. В котловані на рейкових напрямних монтують силовий механізм (прес), за допомогою якого в ґрунтову товщу під фундаментами задавллюють трубу, спрямовану в горизонтальному напрямку. Потім цим же механізмом порціями в труби запресовують бе-

тон. Система паралельних горизонтальних трубчатих конструкцій під фундаментами утворює шпальний розподільувач, який сприймає навантаження від будівлі та розподіляє його на ґрунт основи. При вдавлюванні трубчатої конструкції в ґрунт він видавлюється за межі зовнішньої поверхні труби і ущільнюється. Вдавлювання трубчатих конструкцій в ґрунт може виконуватися в декілька рядів по глибині. Таким чином за рахунок зміцнення шару ґрунту ущільненням і міцності та жорсткості металевої труби утворюються армуючі елементи високої несучої здатності. Різновидами такого армування в горизонтальному напрямку є вдавлювання замість труб різних конструктивних елементів, наприклад залізобетонних, прокатного профілю та ін. [45,46].

Такий спосіб армування в горизонтальному напрямку ефективний для сприймання достатньо великих навантажень, але він має декілька недоліків: по – перше, потрібно мати велику потужність силової установки для статичного вдавлювання елементів армування на всю довжину (ширину) фундаментів будівель; по – друге, достатньо великі трудомісткість, матеріаломісткість і вартість [47].

Відомі способи горизонтального армування ґрунтів з використанням пневмопробійників, за допомогою яких із котлованів утворюють горизонтальну порожнину. При ударно – поступальному проходженні під дією стисненого повітря снаряд пневмопробійника ґрунт витісняється на периферію і ущільнюється. Після утворення горизонтальної порожнини можливі два варіанти її заповнення. Перший – заповнення свердловини під тиском цементним або другим розчином в'язучого чи почерговою запресовкою за допомогою того ж пневмопробійника жорстких матеріалів. Другий – забивання конструкцій [48]. При цьому, для спрощення технології армування за допомогою пневмопробійників розроблені різні способи та пристрої [49-52]. Ці технології горизонтального армування докладно розроблені і перевірені в інституті гірничої справи Сибірського відділення А.Н. бувшого СРСР, але через значні трудомісткість, матеріалоемність, вартість та недостатню технологічність не знайшли широкого впрова-

дження для підсилення основ при реконструкції та захисті деформованих будівель та споруд.

Відомі способи підсилення основ фундаментів армуванням слабких ґрунтів з використанням суміші в'язучих розчинів та тих же ґрунтів, що закріплюються за бурозмішувальною технологією[53].

1.4 Загальні уявлення про бурозмішувальну технологію

Бурозмішувальна технологія укріплення ґрунтів полягає в руйнуванні структури ґрунту, одночасної подачі в зруйновану зону ґрунту в'язучого, наприклад водоцементного розчину та перемішування ґрунтоцементної суміші. Одночасно ці технологічні операції бурозмішування виконуються буровим станком з використанням спеціального технологічного оснащення - бурозмішувача. При цьому проходка та руйнування ґрунту в товщі відбувається без виносу його на поверхню[54].

Суміш зруйнованого ґрунту і водоцементного розчину ретельно перемішують цим же пристроєм. Внаслідок тужавіння ґрунтоцементної суміші у товщі ґрунту утворюється вертикальний ґрунтоцементний елемент високої міцності і жорсткості, який не розмокає у воді [55]. Укріплення ґрунтів бурозмішувальною технологією має великі потенціальні можливості, особливо при використанні потужної бурової техніки [56,57]. Окрім підготовки основ будівель бурозмішувальну технологію використовують для закріплення укосів, а також для захисту схилів від зсувів [58].

Струменево – змішувальна технологія укріплення ґрунтів армуванням ґрунтоцементними елементами запропонована у м.Дніпропетровськ НПП «РемБуд» [59], де на базі вітчизняного обладнання проведено її впровадження. В основу цієї технології покладено метод бурозмішування, до якого включені елементи струменевої технології. Сутність струменево – змішувальної технології полягає в наступному. Руйнування структури ґрунту здійснюють гідродинамічним способом за допомогою напірного струменя закріплюючого розчину в

комбінації із механічним способом за допомогою спеціального механічного пристрою – долотом [60], який одночасно виконує функцію гідромонітору. Зруйнований напірним струменем розчину ґрунт додатково перемішується лопатями пристрою. Перемішана суміш зруйнованого ґрунту і цементного розчину тужавіє, твердіє і через деякий час перетворюється в міцний армуючий ґрунтоцементний елемент.

Ця технологія добре зарекомендувала себе при підготовці основ об'єктів при новому будівництві на відкритих площадках, у т.ч. для влаштування пальових фундаментів, закріплення бортів котлованів [61], укріплення насипів [62], захисту схилів від зсувів [63] та ін.

В зв'язку з тим, що для одночасного руйнування структури ґрунту та перемішування із закріплюючим розчином струменю цементного розчину, необхідно забезпечити достатню кінетичну енергію, для чого потрібні відносно великі тиск та витрати води, що затрудняє використання цієї технології для захисту деформованих будівель. Окрім того, долото спільно із гідромонітором прилаштовують до бурових штанг бурового механізму, який змонтований на автомобілі. При цьому виконується вертикальна проходка на необхідну глибину шляхом обертання долота з монітором при повторних осьових переміщеннях в напрямках вниз – вгору і навпаки при руйнуванні структури ґрунтів та для ретельного перемішування з цементним розчином, що затрудняє виконувати закріплення ґрунтів в горизонтальному напрямку.

1.5. Підсилення основ армуванням ґрунтоцементними елементами

Одним із ефективних напрямків зниження вартості фундаментобудування взагалі і підготовки основ зокрема є використання у якості будівельного матеріалу ґрунтів, які залягають в основі будівель. При змішуванні ґрунту із цементним розчином утворюється ґрунтоцементний матеріал високої міцності та жорсткості, який не розмокає у воді. Ці властивості ґрунтоцементу давно цікавлять спеціалістів з метою використання в будівництві. Вивченням ґрунтоцемент-

ту, як будівельного матеріалу займався ряд відомих вчених та спеціалістів в різні часи. Із науково – технічних джерел витікає, що першим в СРСР Т.А.Молчанов в 1932р. запропонував використання змішування цементного розчину з ґрунтом в будівельній справі. Значний внесок в питанні використання ґрунтоцементу в будівництві зробили в кінці 50 – х та на початку 60 – х років минулого століття фахівці Західно – Сибірського філіалу Академії будівництва СРСР та Сибірського ЗНДІЕП під керівництвом д.т.н., проф. А.В.Силенко, які запропонували та розробили технологію влаштування ґрунтобетонних фундаментів для будівництва будівель різного призначення [64]. Потім була розроблена механізована технологія будівництва ґрунтобетонних фундаментів [65]. Ці питання також вивчали, досліджували, впроваджували в практику такі вчені: В.В.Аскалонов [66,67], В.М.Безрук [68-70], В.А.Яковлева [71], В.Е.Соколович [72,73], Я.Я. Мотузов [74], Я.Н.Токин [75,76], Р.К.Ковальський [77] та ін.

Ґрунтоцемент успішно використовується не тільки в будівництві доріг, при влаштуванні фундаментів та конструкцій будівель, а й для закріплення ґрунтів при підготовці основ в капітальному будівництві та підсилення основ при

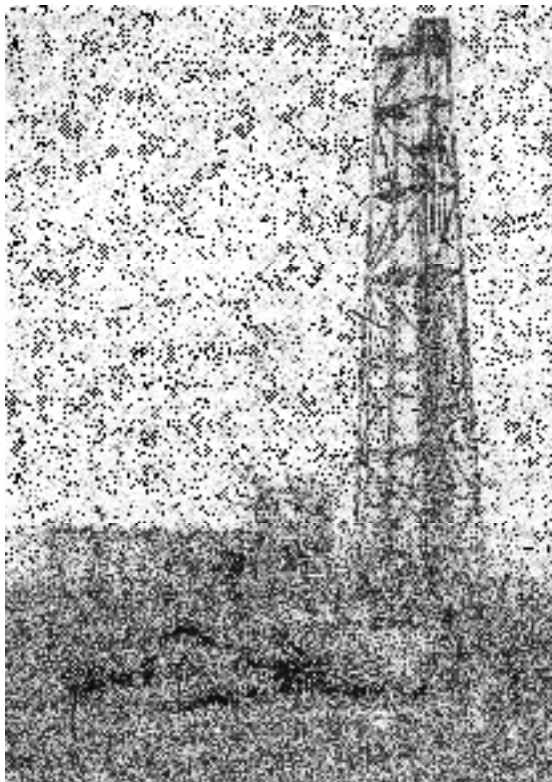


Рис. 1.3. Агрегат АГС-7 для влаштування ґрунтоцементних паль

реконструкції і захисті будівель від деформацій. Одним із перших спеціалістів використання ґрунтоцементу для вертикального армування основ за бурозмішувальною технологією започатковано під керівництвом А.П.Ручьева [78,79]. Вперше вертикальні ґрунтоцементні армуючі елементи влаштовувались агрегатом АГС – 7 конструкції СибЗНДІЕП (рис.1.3). Всі вузли технологічного обладнання агрегату були змонтовані на шасі автомобіля МАЗ – 200 [78].

Водоцементний розчин готувався у розчиномішалці і за допомогою розчинона-

сосу подавався через вертлюг до порожнистої штанги та робочого органу - бурозмішувача (рис.1.4). Бурозмішувач при обертанні та вертикальному осьовому переміщенні руйнував ґрунт та одночасно змішував його з цементним розчином. Руйнування структури ґрунту та його перемішування із цементним розчином виконують в вертикальному напрямку на потрібну глибину. Ґрунтоцементна суміш тужавіє, твердіє та набирає міцності в часі, перетворюючись в жорсткий вертикальний армуючий елемент.

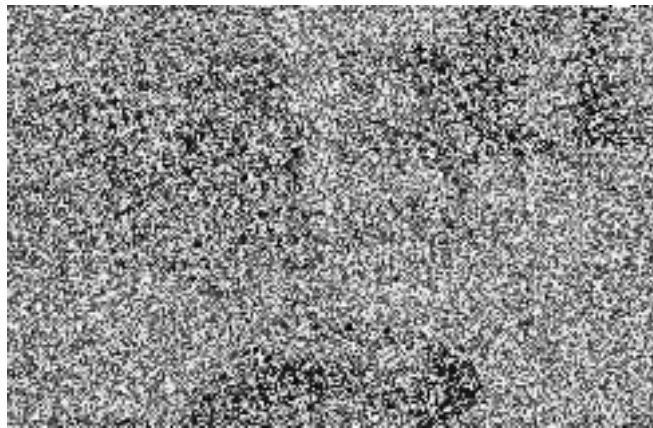


Рис. 1.4. Загальний вигляд робочого органу агрегату АГС-7

В Московському інституті основ НДІОСП ім. Герсєванова розроблена технологія укріплення мулових ґрунтів, які перемішуються із цементом. Ця технологія знайшла впровадження при будівництві портових споруд [72-74].

Вказані вище технології спрямовані на вертикальне армування бурозмішувальною технологією, якими неможливо виконувати утворення горизонтальних ґрунтоцементних армоелементів.

В останнє десятиріччя розвитком та вдосконаленням армування ґрунтів бурозмішувальною технологією займалися Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка – Зоценко М.Л.[22,39-41], Винников Ю.Л., Яковлев А.В. [5, 6], Великодній Ю.Й.[41], Петраш Р.В.[55], Дніпропетровське ТОВ «Рембуд» - Крисан В.И.[59-63], Запорізьке відділення науково – дослідного інституту НДІБК – Степура І.В., Шокарев В.С.[80,81]. Науковці Одеської державної академії будівництва під керівництвом д.т.н., проф. Меней-

люка О.І. [4, 34], а також Віницький державний технічний університет – Друкований М.Ф., Корчевський Б.Б. [82-84], які займаються розробкою та дослідженням технологій армування ґрунтів геотекстильними матеріалами та теоретичним обґрунтуванням аспектів армування.

Запорізьке відділення НДІБК сконцентрувало свої зусилля на розробці бурозмішувальної технології вертикального та горизонтального армування ґрунтів без виносу зруйнованого ґрунту на поверхню, тобто без часткової виїмки ґрунту при реконструкції та захисті деформованих будівель. Але ці розробки знаходяться на початковому етапі свого розвитку, їх необхідно дослідити та удосконалити.

1.5.1 Технологія армування ґрунтів ґрунтоцементними елементами у горизонтальному напрямку

Технологічна схема даної технології показана на рис. 1.5і полягає в наступному. Технологічні бурозмішувальні процеси руйнування, подрібнення ґрунту, просочування подрібненого ґрунту цементним розчином та перемішування ґрунтоцементної суміші відбувається одночасно і розпочинаються з першої бурової штанги 1, яка обладнана пристроєм – бурозмішувачем 2 для виконання цих технологічних операцій. Для виконання такої функції у бурозмішувача влаштовані отвори, через які в зону руйнування ґрунту поступає розчин із порожнистої бурової штанги. Розчин замішують у розчиномішалці 3, який через рукав 4 нагнітається за допомогою розчинонасосу 5 крізь вертлюг 6, яким оснащений горизонтальний буровий станок. Із вертлюга розчин під тиском поступає в бурову штангу і далі через отвори бурозмішувача до зруйнованого та подрібненого ґрунту, де суміш ретельно перемішується бурозмішувачем.

Бурозмішувальні процеси горизонтального армування здійснюються за допомогою малогабаритного станка горизонтального буріння.

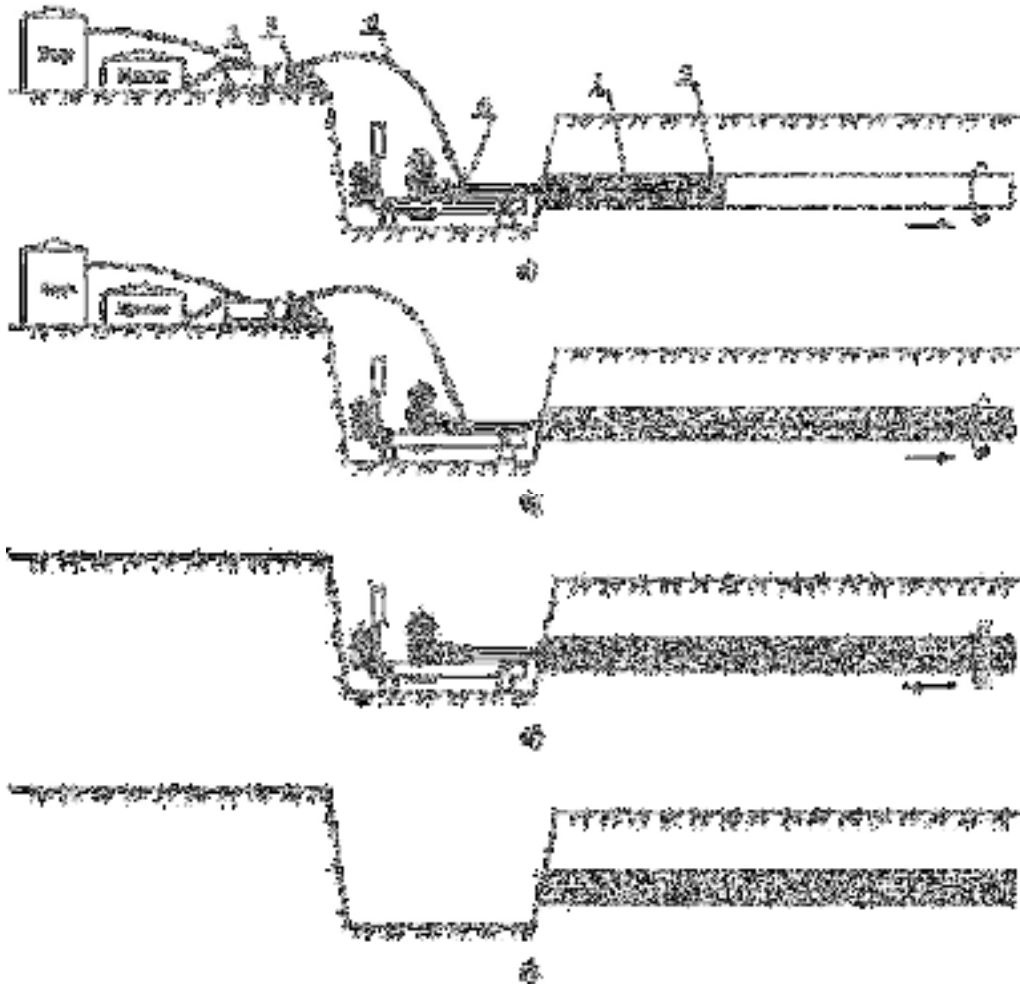


Рис. 1.5. Технологічна схема утворення горизонтальних ГЦЕ армуючих елементів:

а) руйнування ґрунту та його перемішування із в'язучим розчином; б) занурення бурозмішувача до проектної відмітки; в) виймання бурових штанг із додатковим перемішуванням ґрунтоцементної суміші; г) готовий ґрунтоцементний елемент: 1 – бурова штанга; 2 – бурозмішувач; 3 – розчиномішалка; 4 – рукав; 5 – розчинонасос; 6 – вертлюг; 7 – станок горизонтального буріння

Приготування водоцементного розчину виконується будь-якою малогабаритною розчиномішалкою, які випускаються промисловістю. У якості розчинонасосів використовуються будівельні діафрагмові або плунжерні насоси, які забезпечують тиск до 0,7 МПа.

Проектна довжина армуючого горизонтального елемента досягається по черговим нарощуванням секцій бурових штанг за допомогою швидкоз'єднуючих та роз'єднуючих муфт. При досягненні проектної довжини колони бурових штанг їй задають зворотній хід та обертання, при яких виконується

додаткове перемішування суміші, і при необхідності, із додатковою подачею водоцементної суспензії. Поступовим видаленням бурових штанг закінчується формування у закріплюючій ґрунтовій товщі армуючого ґрунтоцементного елемента, який не розмокає у воді, досягає високої міцності та жорсткості.

Дана технологія ефективна, але вона знаходиться на початковому етапі свого розвитку, має ряд недоліків і потребує суттєвої доробки.

1.5.2 Аналіз існуючої технології горизонтального армування ґрунтів по бурозмішувальному методу

Для вирішення цього питання перш за все необхідно зробити аналіз вузьких місць існуючої бурозмішувальної технології горизонтального армування ґрунтів, устаткування та технологічного оснащення. Аналіз здійснювався на об'єктах, де застосовувалось армування ґрунтів. На кожному об'єкті на прилеглий території виконували опитне закріплення, в процесі якого відпрацьовувались технологічні параметри армування ґрунтів з урахуванням конкретних ґрунтових умов. Опитні ГЦЕ розкривались та з'ясовувалися можливі недоліки та корегувався при цьому робочий технологічний процес. Всі операції технологічного процесу бурозмішування: руйнування структури ґрунтів, їх подрібнення,

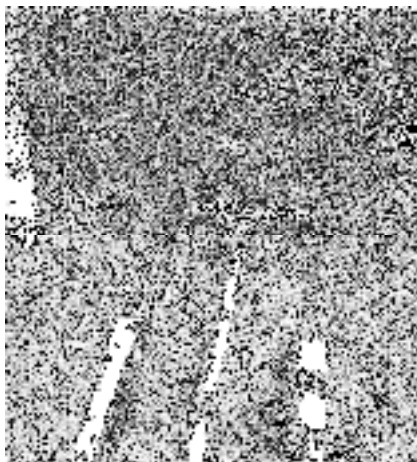


Рис.1.6. Конструкція існуючого однолопатєвого бурозмішувача

просочування цементним розчином та перемішування ґрунтоцементної суміші на даний час виконується однолопатєвим бурозмішувачем із плоскою ріжучою пластиною (рис. 1.6). Це обумовлює наступні недоліки технологічного процесу: по-перше, виникає великий опір руйнуванню ґрунту через одночасне врізання всією площиною бурозмішувача, що призводить до перевантаження бурового станка, а інколи до неможливості проходки на потрібну відстань; по-друге, пластинчата форма бурозмішувача при руйнуванні ґрунту не досить подрібнює його, а ріже у вигляді стружки, то-

вщина якої залежить від стану ґрунту та лінійної осьової швидкості бурозмішувача, що не сприяє необхідному подрібненню та розпушуванню; по-третє, конструкція пластинчатої форми лопаті бурозмішувача недостатньо якісно забезпечує просочування зруйнованого ґрунту цементним розчином. Основним недоліком є те, що в залежності від швидкості осьового руху при обертанні лопаті бурозмішувача може описувати не суцільну циліндричну поверхню, а гвинтоподібну, коли можуть виникати так звані „мертві зони”, в які цементний розчин не потрапляє, або потрапляє недостатньо (рис.1.7.). Недостатньо якісно просочена ґрунтоцементна суміш однолопатеvim плоским бурозмішувачем не може бути якісно перемішана тому, що існує також імовірність виникнення тих же „мертвих зон” при обертанні бурозмішувача в процесі перемішування. Для зменшення негативного впливу від перерахованих вище вузьких місць існуюча технологія передбачає повторення рухів бурозмішувача "вправо-вліво" за довжиною бурової штанги для більш рівномірного розподілу цементних частинок по довжині та перерізу ГЦЕ, а це призводить до збільшення трудомісткості виконання робіт.

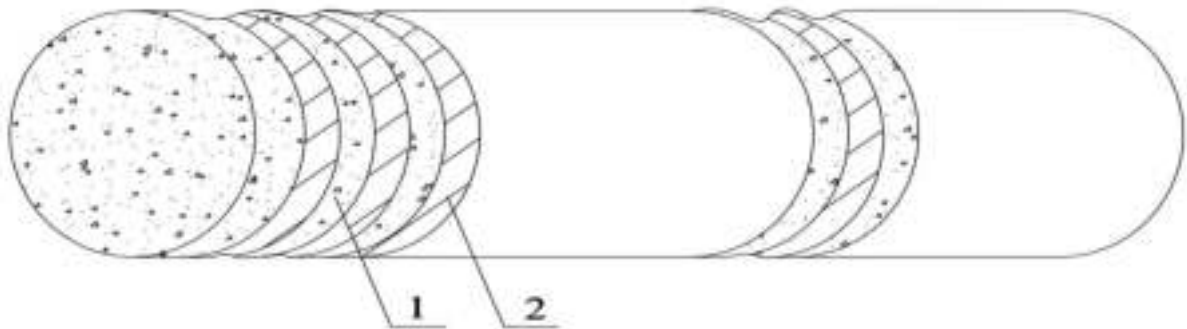


Рис.1.7. Схема утворення "мертвих зон" при формуванні ГЦЕ:

1 – ґрунтоцемент; 2 – ґрунт недостатньо просочений цементним розчином ("мертві зони")

Станок горизонтального буріння. Перераховані вище технологічні операції бурозмушвання при горизонтальному армуванні виконуються горизонтальним буровим станком.

Пошук і аналіз вітчизняного устаткування показує, що найбільш відповідними станками у галузі гірничовидобувної промисловості, що серійно випускаються, є горизонтальні станки типів БВУ-1 і НКР-100. Проте ці станки мають ряд недоліків: великі габарити і вага, поєднання електро-, гідро- і пневмоприводів, продуктивність буріння в середньому дорівнює 4 м.п. за годину, а з підвищенням вологості ґрунтів швидкість проходки різко зменшується. Для установаження і демонтажу вказані станки вимагають підйомних засобів, а для виконання бурових робіт - компресори, гідронасоси, мають підвищений шум в роботі. Унаслідок вказаних недоліків застосування цих верстатів істотно ускладнюється для утворення горизонтальних ГЦЕ в обмежених умовах щільної міської забудови, особливо при реконструкції та захисті будівель від деформацій. У зв'язку з цим, для реалізації запропонованої технології горизонтального армування, виникла необхідність в розробці та виготовленні верстата, який забезпечив би виконання горизонтального буріння без виносу ґрунту на поверхню в стиснених умовах. Указаним вимогам найбільш відповідає станок горизонтального буріння УГБ-250, розроблений і виготовлений Запорізьким відділенням НДІБК для потреб вирівнювання нахилених будівель [85] (рис.1.8). Ініціатором розробки був зав. лабораторією Запорізького відділення НДІБК к.т.н. Степура І.В., головним конструктором і відповідальним виконавцем при розробці і виготовленні верстата - с.н.с. Павлов А.В, загальними керівниками були к.т.н. Трегуб А.С. та Шокарев В.С.

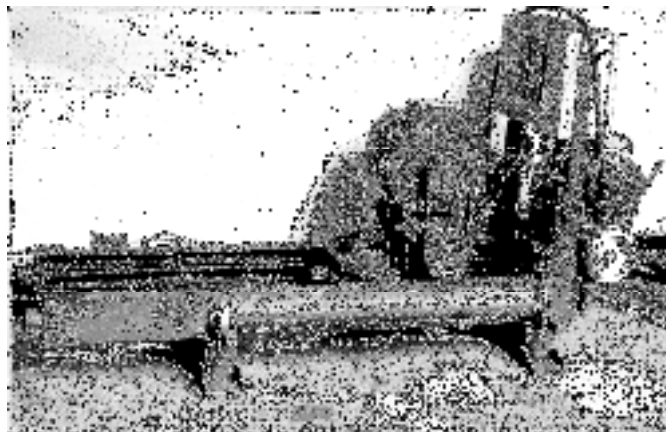


Рис. 1.8. Установка горизонтального буріння УГБ 250

Цей станок добре зарекомендував себе при вирівнюванні нахилених будівель, але для потреб укріплення ґрунтів його необхідно було удосконалити.

Застосування даного станка обумовлює вузьке місце технології горизонтального армування, яке полягає в тому, що вона на теперішній час виконується лише при одній постійній швидкості обертань $n=60$ об/хв та лінійній робочій швидкості поздовжнього руху бурозмішувача $v=0,36$ м/хв. Тому виникла необхідність удосконалити конструкцію горизонтального бурового станка з метою забезпечення декількома ступенями швидкостей обертань та осьового переміщення бурозмішувача. Горизонтальний буровий станок був розроблений для потреб вирівнювання нахилених будівельних об'єктів і його робочі одношвидкісні як осьові, так і обертальні рухи цілком задовольняли, адже це обумовлювало простоту, малогабаритність, компактність конструкції. Але при відновленні деформованих будівель шляхом підсилення основ фундаментів горизонтальним армуванням, ґрунти основ яких піддалися нерівномірному замочуванню одноступінчатих рухів недостатньо. Окрім цього вказані швидкості лінійного руху бурозмішувача та його обертання недостатні для забезпечення потрібних продуктивності укріплення основ та якості утворення горизонтальних ГЦЕ. Тому бурові станки мають бути оснащені різними швидкостями обертань та лінійного осьового руху бурозмішувача для вибору оптимального (раціонального) режиму горизонтального армування в залежності від стану ґрунту.

Отже, із вище наведеного витікає, що існує нагальна необхідність в наділенні станка горизонтального буріння декількома ступенями швидкостей обертального та осьового рухів робочого органу.

Слід зазначити також, що значні труднощі виникають при переміщенні бурового станка по рейковим напрямним від однієї точки влаштування ГЦЕ до іншої, особливо коли утворення ГЦЕ відбувається не підряд, а чергують через декілька кроків в одному напрямку, а потім в зворотному. В зв'язку з тим, що існуючий кулачковий механізм підйому бурового станка над рейковими напрямними працював недосконало, внаслідок чого переміщення необхідно виконувати посуванням станини по рейковим напрямним за допомогою важелів (ло-

мів). Таке переміщення установки не технологічне, потребує суттєвих фізичних зусиль та викликає певні труднощі по забезпеченню поступального переміщення станини паралельно самій собі. Це потребує додаткового часу для забезпечення відносної паралельності між суміжними армоелементами.

Недостатньою виявилась також потужність механізму обертань станка, особливо при укріпленні ґрунтів щільністю більш ніж $1,5 \text{ г/см}^3$ в сухому стані.

Станок вертикального буріння. Відновлення деформованих будівель є складним та відповідальним процесом, який потребує перш за все високої міри безпеки. Оскільки технологія підсилення основ пошкоджених будівель будь-яким способом передбачає виготовлення котлованів чи траншей для влаштування укріплюючих елементів (в нашому випадку горизонтальних ГЦЕ), необхідно планувати і виконувати заходи по забезпеченню стійкості фундаментів та укосів самих котлованів. Для здійснення захисних засобів, наприклад, влаштування підпірних стінок, необхідно застосувати станки вертикального буріння. В специфічних умовах відновлювальних деформованих, а часто аварійних будівлях такі станки мають бути малогабаритними, мобільними та високопродуктивними. Існує малогабаритний станок вертикального буріння СВБ-200 (рис.1.9), розроблений ЗВ НДІБК, для нужд уточнення ґрунтових умов при відновленні деформованих будівель. Даний станок компактний, має незначну вагу. Станком можна відбирати зразки ґрунтів для досліджень у т.ч. із підвальних приміщень, але він має ряд недоліків: одношвидкісні рухи обертання та лінійного переміщення робочого органу; недостатня потужність; не пристосований до зміцнення ГЦЕ конструктивними елементами. Але головним недоліком є те, що рама



Рис. 1.9. Установка вертикального буріння СВБ-200

станка недостатньо жорстка і не відповідає тим навантаженням, які мають місце при укріпленні ґрунтів. Необхідно розробити нову конструкцію вертикального бурового станка або зробити пошук і залучити такий станок.

Експериментальними дослідженнями та розрахунками встановлено, що горизонтальні ґрунтоцементні елементи добре працюють на стиск і недостатньо чинять опір навантаженням на згин. Тому необхідно розробити технологію їх підсилення для збільшення опору на згин, що не враховано існуючою технологією.

Недоліком існуючої технології є також те, що при укріпленні основ горизонтальним армуванням ґрунтів бурозмішувальною технологією часто виникають проблеми по забезпеченню прямолінійності та паралельності ГЦЕ. Особливо це питання стає актуальним з урахуванням необхідності підсилення основ пошкоджених будівель, які перетерпіли деформації внаслідок нерівномірного замочування ґрунтів, або при реконструкції будівель на площадках із високим рівнем підземних вод. При укріпленні зволжених ґрунтів армуванням ГЦЕ в процесі руйнування ґрунту при проходці бурозмішувача колона бурових штанг може відхилитися від прямолінійного напрямку. Таке відхилення може бути у т.ч. вправо за рахунок правого обертання колони штанг, або в зв'язку із виникненням згинального моменту при нарощуванні секцій бурової колони. Для зменшення відхилення від прямолінійності в існуючій технології застосовують направляючу штангу із гладкою направляючою (рис.1.10), але ефективність при її застосуванні незначна.

З метою суттєвого покращення вказаного вище комплексу технологічних процесів бурозмішування, а також для забезпечення раціонального технологічного режиму горизонтального армування необхідно вдосконалити технологію, устаткування та технологічне оснащення.

Таким чином, на базі аналізу існуючої технології, устаткування та технологічного



Рис. 1.10. Бурозмішувач, з'єднаний із направляючою штангою

оснащення виявлені недоліки, шляхи їх вирішення та визначені резерви по підвищенню ефективності підсилення основ, які наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Технологічні резерви підвищення ефективності горизонтального армування ґрунтів і план їх реалізації

№	Найменування резерву	Можливий ефект від реалізації	Шляхи вдосконалення
1	2	3	4
1	Вдосконалення процесів бурозмішування	а) рівномірне розподілення цементних частинок; б) покращення якості утворених ГЦЕ	Трьохсекційна конструкція бурозмішувача
2	Зміна процесів різання та подрібнення ґрунту	а) зменшення опору руйнування ґрунту; б) збільшення довжини проходки бурозмішувачем	Висхідні ріжучі ребра руйнівної секції бурозмішувача
3	Перехід від одношвидкісних осьового та оберտального рухів бурозмішувача до трьохшвидкісних	а) встановлення раціональних технологічних режимів армування в залежності від стану ґрунтів; б) унеможливлення виникнення "мертвих зон" при утворенні ГЦЕ	Наділення механізмів осьового переміщення та обертання бурового станка трьохступінчатими ремінними передачами
4	Вдосконалення механізму переміщення горизонтального бурового станка по рейковим напрямним	а) підвищення технологічності переміщення бурового станка; б) механічне забезпечення паралельності суміжних ГЦЕ	Оснащення механізму переміщення роликоткочення в зазорах між кутниковими полосами рейкових напрямних
5	Фіксація в ґрунтовій товщі бурозмішувача в горизонтальному положенні при осьовому переміщенні та обертанні при утворенні ГЦЕ	Забезпечення прямолінійності ГЦЕ при їх утворенні	Наділення бурозмішувача спіралеподібною подовженою направляючою

Висновки за розділом 1

1. Більшість територій України є складними для будівництва і експлуатації, що обумовлює проблеми на всіх етапах інвестиційного періоду.

2. Покращення механічних властивостей основи фундаментів виконують влаштуванням в товщі ґрунтів каркасу із жорстких елементів, тобто ар-

муванням, яке виконується різними способами, які розподіляються на декілька груп по технологіям утворення армуючих елементів.

3. В останні роки набуває більш широкого застосування бурозмішувальний спосіб укріплення ґрунтів.

4. Більшість технологій і обладнання адаптовані до вертикального армування, яке частіше застосовується в капітальному будівництві. При реконструкції об'єктів і захисті будівель від деформацій частіше виникає необхідність підсилення основ горизонтальним армуванням.

5. Зроблений аналіз існуючих технологій горизонтального армування ґрунтів та виявлені резерви підвищення ефективності.

РОЗДІЛ 2

ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМУ, МЕТОДИКА РОЗРОБОК ТА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Обґрунтування необхідності розробки горизонтальної технології укріплення ґрунтів

Як зазначалося у першому розділі, більшість технологій армування ґрунтів основ розроблено для підсилення основ у вертикальному напрямку, цьому сприяють декілька факторів. Але часто виникають обставини, що потребують укріплення ґрунтів у горизонтальному напрямку.

В більшості випадків внаслідок історичних природних умов формування товщі ґрунтів мають слоїсте нашарування. Шари ґрунтів таких товщ мають різні властивості. Досить часто товщі наряду із добрими будівельними властивостями включають шари слабких або структурно-нестійких ґрунтів. Такі явища зустрічаються не тільки при генезисі формування ґрунтових товщ, але і внаслідок техногенних і природних явищ. Наприклад, у м. Запоріжжі Південний жилмасив при намиванні піщаних товщ для створення основ будівель на узбережжі р. Дніпро, піском покриваються мулові шари або рослинність, яка гниє і потім сприяє значним осадкам будівель. Товщі, які складені із ґрунтів з якісними будівельними властивостями, але включають слабкі шари ґрунтів немає необхідності укріплювати по всій глибині стисненої зони. Доцільно підсилити лише слабкий шар, що можливо виконати горизонтальним армуванням [86].

Існують й інші випадки необхідності горизонтального армування ґрунтів. В першу чергу це стосується захисту деформованих будівель від подальших деформацій та при реконструкції об'єктів. При реконструкції будівель, коли збільшується навантаження на основу за рахунок підвищення етажності, заміни дерев'яних перекриттів та покриттів на залізобетонні, встановлення додаткового обладнання та ін., виникають додаткові навантаження на основу. Для компен-

сації дефіциту несучої здатності основи вельми ефективним є підсилення основи горизонтальним армуванням [87].

Із практики дослідження причин пошкодження будівель в процесі експлуатації відомо, що в більшості випадків головною причиною є нерівномірні деформації основ, які виникають по різних причинам, наприклад, через нерівномірні замочування ґрунтів. Тому для стабілізації деформацій основ і, тим самим попередження подальших деформацій будівель, найбільш ефективним засобом є горизонтальне армування замочених ґрунтів основи.

Ефект підсилення основ горизонтальним армуванням ґрунтів, тобто збільшення несучої здатності основи, полягає в: по-перше, збільшенні середньовиважених характеристик міцності та деформативності армованих основ, по-друге – зменшення тиску на підстилаючі шари ґрунту за рахунок збільшення площі умовного фундаменту.

В першому розділі дисертаційної роботи зроблений аналіз технології та обладнання горизонтального армування ґрунтів, які існують на теперішній час. Зроблений висновок, що дана технологія потребує суттєвого вдосконалення. Даний аналіз дає можливість виявити резерви по підвищенню ефективності та визначити шляхи їх реалізації.

2.2 Визначення напрямку розробок та досліджень

В Україні існує велика кількість деформованих будівель внаслідок нерівномірних деформацій основ через негативний вплив техногенних чинників на властивості ґрунтів, що потребує ефективних технологій по стабілізації деформацій. Деформований стан будівель необхідно терміново усувати з метою попередження збільшення подальших деформацій, які можуть призводити до руйнування конструкцій. Окрім того, Україну очікує велика проблема реконструкції житлових будинків перших масових серій забудови 50 – 60-х років минулого сторіччя, що пов'язано із додатковими навантаженнями на основи, які необхідно підсилювати.

Аналіз інформаційних джерел показав, що існуючі технології недостатньо відповідають вимогам по вирішенню вказаних проблем. Виникає необхідність у їх удосконаленні з метою реалізації резервів по підвищенню ефективності, а також в розробці нових інноваційних рішень, які були б універсальними та надійними у вирішенні як першої, так і другої проблем.

Найбільш прийнятною технологією підсилення основ деформованих будівель та при реконструкції будівельних об'єктів, тобто існуючих будівель, є горизонтальне армування ґрунтів. Ефект такої технології полягає в тому, що горизонтальні армоелементи влаштовують із котлованів або траншей, виготовлених за межами будівлі. Це забезпечує, по-перше – влаштування армоелементів в ґрунтовій товщі основ під всією площиною фундаментів без порушення конструктивних елементів будівлі і опорядження, у т.ч. без порушення підлог. По-друге – підсилення основ можливо виконувати без відселення людей та без зупинки діяльності відновлюваних об'єктів. При цьому більш ефективним методом укріплення ґрунтів є бурозмішувальний. Такий спосіб армування виконують влаштуванням горизонтальних ґрунтоцементних армоелементів (ГЦЕ). Бурозмішувальна технологія (БЗТ) полягає в руйнуванні структури ґрунту, просочуванні зруйнованого та подрібненого ґрунту водоцементним розчином, ретельного перемішування ґрунтоцементної суміші. Суміш схоплюється, твердіє і перетворюється в ґрунтоцементний елемент високої міцності та жорсткості і не розмокає у воді.

Ефективність БЗТ полягає в низьких матеріало-, машино-, енергоємності. При армуванні ґрунтів даною технологією використовується лише 15...25% цемент, решта 75...85% - той же ґрунт в масиві, що укріплюється.

Основним напрямом дисертаційної роботи є розробка та дослідження технології горизонтального армування ґрунтів за бурозмішувальним методом, спрямованої на підвищення ефективності зміцнення основ фундаментів при відновленні деформованих будівель.

Для оптимізації процесів відновлення пошкоджених будівель необхідно дослідити досвід спеціалістів та вчених, які займаються цими проблемами [35,

37,79,88-91]. Аналіз результатів досліджень дасть можливість розробити оптимальні інноваційні конструктивно-технологічні рішення для реалізації поставлених мети та завдання дисертаційної роботи.

Метою дисертаційної роботи є розробка технології горизонтального бурозмішувального армування ґрунтів для підвищення ефективності підсилення основ фундаментів деформованих будівель, споруд при відновленні експлуатаційної спроможності, а також при реконструкції об'єктів.

Для досягнення даної мети необхідно вирішити такі завдання:

- виконати аналіз джерел інформації зі стану технологій укріплення ґрунтів основ споруд та визначити науково-технічний рівень розвитку технології горизонтального укріплення ґрунтів бурозмішувальним методом;

- обґрунтувати необхідність і ефективність технології підсилення основ укріпленням ґрунтів горизонтальним армуванням ґрунтів по бурозмішувальному методу;

- розробити нові та удосконалити існуючі елементи горизонтального бурозмішувального методу армування ґрунтів;

- розробити нові та удосконалити існуючі обладнання та технологічне оснащення для виконання технології горизонтального бурозмішувального методу армування ґрунтів;

- дослідити вплив технологічних факторів на процес укріплення ґрунтів основ горизонтальним бурозмішувальним армуванням;

- розробити технологічну карту на виконання нових технологічних процесів горизонтального бурозмішувального армування ґрунтів основ споруд;

- визначити техніко – економічну ефективність технології горизонтального бурозмішувального методу армування ґрунтів;

- випробувати і впровадити розроблену технологію горизонтального бурозмішувального армування ґрунтів основ.

2.3 Загальна методика досліджень

У відповідності до поставленої мети розроблена загальна методика досліджень та розробок дисертаційної роботи, яка наведена в блок-схемі (рис.2.1). В ній зазначені основні етапи організації процесу досліджень та розробок.

Оскільки в більшості випадків основною причиною виникнення деформацій будівель є нерівномірні осідання фундаментів, то на **першому етапі** досліджень був проведений аналіз науково-технічних джерел щодо способів стабілізації нерівномірних деформацій основ шляхом укріплення ґрунтів. В зв'язку з суттєвістю та масштабністю даної проблеми їй приділялось достатньо уваги спеціалістів та вчених, які проводили постійний пошук ефективних способів та їх вдосконалення. Як наслідок, в останні десятиріччя все частіше застосовується бурозмішувальний спосіб укріплення ґрунтів взагалі, і зокрема для стабілізації деформацій будівель, у т.ч. горизонтальним армуванням. Технологія горизонтального укріплення ґрунтів потребує суттєвого удосконалення та розробки нових інноваційних рішень для збільшення ефективності відновлення деформованих та аварійних будівель і споруд.

На **другому етапі** розроблена блок-схема досліджень та розробок удосконаленої технології горизонтального армування ґрунтів (рис. 2.1). У відповідності до задач дисертаційної роботи визначені найбільш суттєві показники технології підсилення основ деформованих будівель при їх відновленні горизонтальним армуванням ґрунтів. Визначена загальна методика досліджень та розробок технології горизонтального армування ґрунтів, механізмів і обладнання для їх реалізації, розглянута методика вирішення окремих завдань.

На **третьому етапі** проведені розробки та дослідження по удосконаленню технології горизонтального армування ґрунтів. З цією метою розроблені інноваційно-технологічні рішення по покращенню бурозмішувальних процесів. Проведені експериментальні дослідження технологічних процесів та впливу технологічних факторів на утворення горизонтальних ГЦЕ та на формування характеристик ґрунтоцементу. Запропонована технологія підсилення основ дефо-

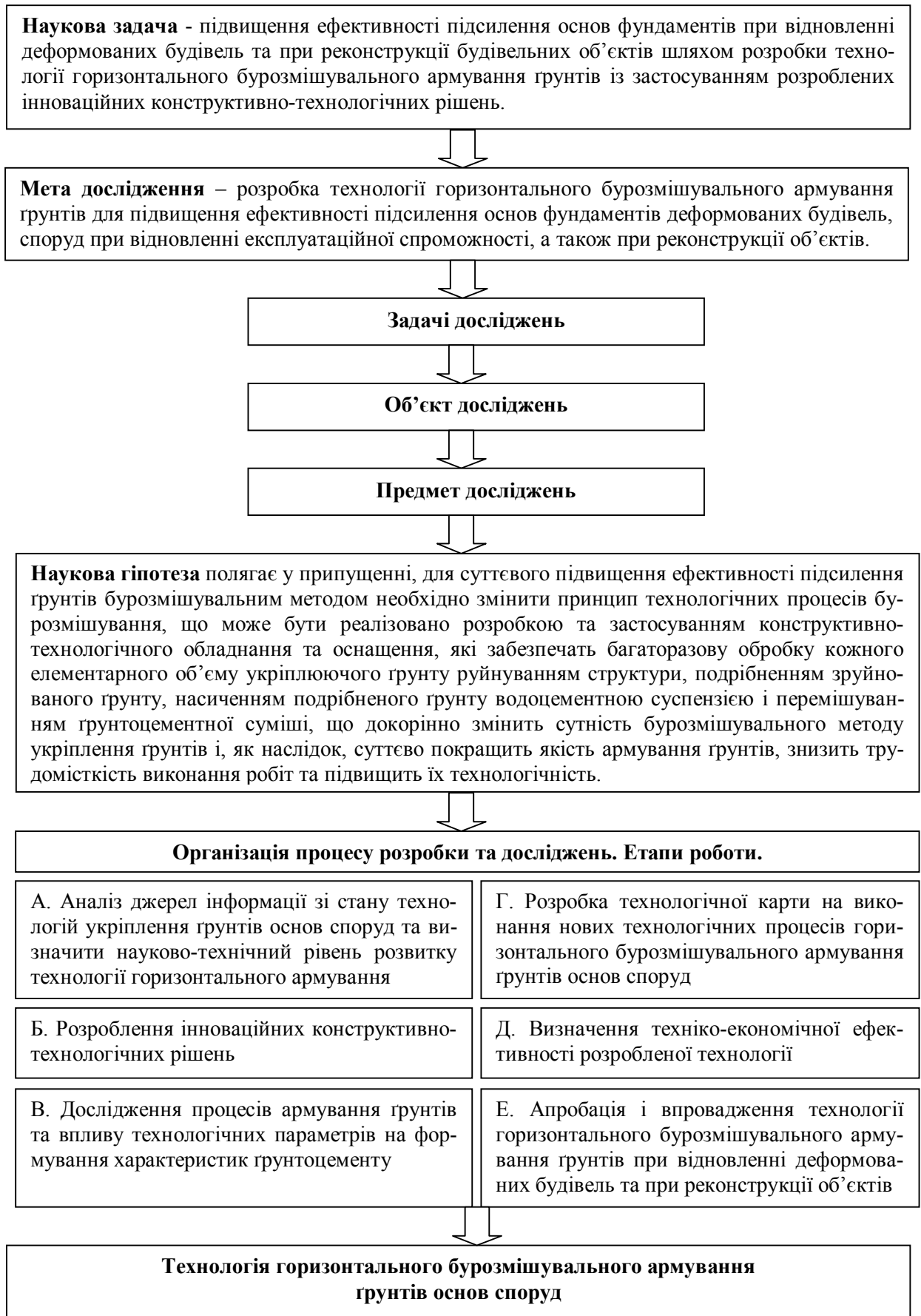


Рис.2.1. Блок-схема розробок та досліджень

рмованих будівель при їх відновленні в стиснених умовах та технологія підсилення ГЦЕ жорсткими конструкціями. Розроблені рекомендації по контролю якості ГЦЕ.

Четвертий етап присвячений апробації та впровадженню результатів досліджень. Розроблені рекомендації по вибору раціональних технологічних рішень. Розроблена технологічна карта та проведено техніко-економічне порівняння розробленої технології горизонтального армування із технологією похилого армування на прикладі конкретного об'єкта відновлення деформованого стану.

2.4 Методика вирішення окремих задач

2.4.1 Стабілізація деформацій основ фундаментів

Шляхи вирішення стабілізації осідань фундаментів деформованих будівель полягають в наступному:

1. Обстеження будівлі, яке виконують на базі технічного завдання, в якому одним із перших пунктів зазначають виявлення небезпечних місць і прийняття термінових мір по попередженню раптового обрушення конструкцій.
2. Інструментальними вимірюваннями та по характеру пошкоджень визначають ступінь деформованого стану будівлі - загальна чи місцева деформація.
3. При детальному обстеженні основи виявляють: вид підготовки основи; геологічний розріз площадки та характеристики ґрунтів в межах зони стиснення (вологість, щільність, пластичність і т.п.); тип фундаментів, глибину закладання; межі деформованого стану будівлі.
4. При визначенні масштабу (параметрів) пошкодження зазначають вісі та ряди ушкоджень.
5. На основі аналізу п.п. 1-4 визначають і призначають способи та технології стабілізації деформацій [92]. При цьому, по можливості мають бути мак-

симально збережені: оточуюча інфраструктура; конструктивні елементи будівлі, в т.ч. опорядження, комунікації. Крім того, при неможливості, або певних труднощах по переселенню мешканців на період відновлювальних робіт необхідно застосувати технології, які дозволяють виконати відновлення без зупинки експлуатації, ПОР повинен передбачати заходи по забезпеченню нормальних умов проживання. В розробленій нами технології горизонтального армування ґрунтів при підсиленні основ фундаментів відновлювальних деформованих будівель такі заходи передбачаються.

2.4.2 Розробка нового та удосконалення існуючого технологічного обладнання

На основі аналізу, проведеного в першому розділі автор знайшов можливість удосконалення технології горизонтального армування ґрунтів за допомогою розробки нового та вдосконалення існуючих устаткування та пристроїв у відповідності із визначеними технологічними резервами, зокрема:

Бурозмішувач. Бурозмішувач є основним елементом технологічного оснащення технології горизонтального армування ґрунтів. Ним виконуються всі процеси бурозмішування – руйнування ґрунту, подрібнення зруйнованого ґрунту, просочування подрібненого ґрунту цементним розчином та перемішування ґрунтоцементної суміші. Зроблений аналіз показав (п.1.5.2), що існуючий однолопатевий бурозмішувач із плоскою ріжучою пластиною не відповідає умовам якісного утворення ГЦЕ. Тому виникла необхідність в розробці нової конструкції бурозмішувача. Конструкція бурозмішувача повинна відповідати слідуючим вимогам. Забезпечити оптимальні навантаження на роботу горизонтального бурового станка. Ця вимога має досягатись за рахунок зменшення опору руйнуванню ґрунту при проходці бурозмішувача в ґрунтовій товщі на потрібну відстань утворення ГЦЕ. Звідси має бути відповідна конструкція ріжучої частини бурозмішувача. На початку ріжучої частини повинен бути забурник з послідуєчим переходом до ріжучої лопаті, яка забезпечує поступове врі-

зання в товщу ґрунту та його руйнування за рахунок висхідної системи витків ножів ріжучої лопаті. Ступінь підняття витків ножів лопатей обумовлюється кутом між ними. Кут підняття впливає на товщину стружки різання, на ступінь опору руйнуванню ґрунту, на час проходження бурозмішувача в товщі при формуванні ГЦЕ, що в кінцевому результаті впливає на продуктивність їх утворення, на ступінь подрібнення стружки та ін. При цьому основними показниками є останні два аргументи, аналіз яких буде зроблений при дослідженні в третьому розділі. Процеси подрібнення зруйнованого ґрунту, просочування цементною суспензією та перемішування ґрунтоцементної суміші повинні забезпечити рівномірний розподіл цементних частинок як по довжині, так і по перерізу ГЦЕ. Така функція бурозмішувача має бути забезпечена відповідною конструкцією лопатей, ріжучих пластин та системою розподілу отворів для витікання цементної суспензії. Лопатей по довжині бурозмішувача повинно бути декілька, так щоб за одну проходку кожен елементарний об'єм ґрунтоцементної суміші піддавався багатократній обробці. Такий принцип даного технологічного процесу є запорукою запобіганню виникнення так званих „мертвих зон”, в які цементна суспензія потрапляє в недостатній мірі, або ж зовсім не потрапляє.

Горизонтальний буровий станок. Одним із основних механізмів здійснення технологічного процесу горизонтального армування ґрунтів є горизонтальний буровий станок. Аналіз інформаційних джерел показав, що із існуючих станків горизонтального буріння, які розроблені в Україні, найбільш прийнятним є станок УГБ-250. Але в такому стані, який є на теперішній час, ефективність його застосування недостатня через перераховані в п.1.5.2 недоліки. Тому для підвищення ефективності підсилення основ із застосуванням станка виникла необхідність його вдосконалення. Перш за все станок необхідно наділити декількома швидкостями осьового (продольного) та обертального рухів відповідних механізмів. При вдосконаленні станка необхідно мати на увазі, що надмірне збільшення габаритів та маси станка недопустимо. Найбільш доцільно це питання вирішити за рахунок наділення механізмів обертання та осьового рухів

ремінними передачами. В зв'язку з цим необхідно виконати розрахунки діаметрів шківів відповідних передач редукторів.

Методика розрахунку ремінних передач [93] зводиться до наступного. Ремінні передачі - це передачі гнучким зв'язком (рис.2.2), що складаються з ведучого 1 і відомого 2 шківів і надягнутого на них ремня 3. Основне призначення - передача механічної енергії від двигуна передаточним і виконавчим механізмам, як правило, з пониженням частоти обертання. Приклад розрахунків покажемо для ремінної передачі механізму обертань бурозмішувача.

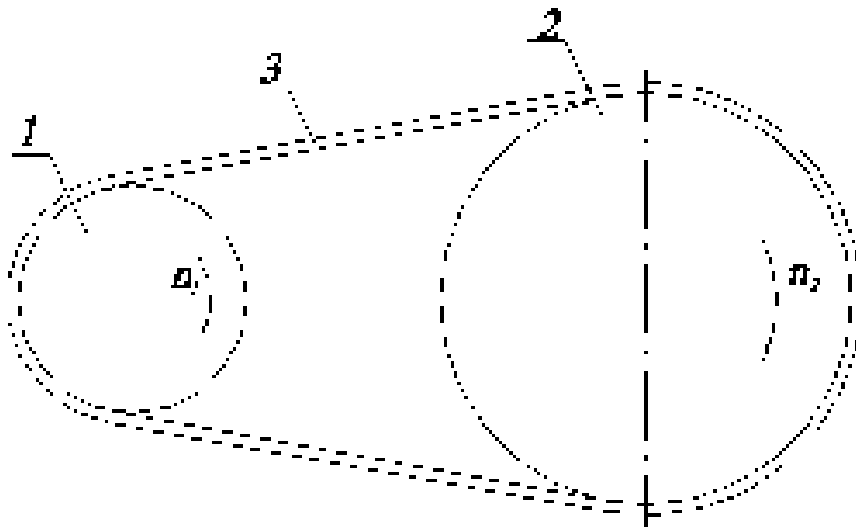


Рис.2.2. Схема ремінної передачі:
1 – ведучий шків; 2 – відомий шків; 3 – ремінь

Механізм обертання включає в себе: електродвигун з потужністю $P=5,5$ кВт та кількістю обертань $n_0=1500$ об/хв, шківів необхідних розрахункових діаметрів з відповідним передаточним відношенням та редуктор РЧУ 100 з передавальним відношенням $u_p=16$.

При визначенні діаметрів шківів необхідно користуватися наступним відношенням:

$$n = \frac{n_0}{u_p \cdot u}, \quad (2.1)$$

де: n – швидкість обертання бурозмішувача, об/хв;

n_0 – кількість обертів електродвигуна, об/хв;

u_p – передаточне відношення редуктора;

u – передаточне відношення пари шківів.

Передаточне відношення пари шківів:

$$u = \frac{d_1}{d_2}, \quad (2.2)$$

де: d_1 – діаметр ведучого шківа, мм;

d_2 – діаметр відомого шківа, мм;

Із співвідношень по виразах 2.1 та 2.2 визначають діаметри шківів ремінних передач трьох швидкостей обертань механізму обертань та інших ремінних передач горизонтального бурового станка.

По закінченню спорядження станка ремінними передачами механізмів обертання та лінійного переміщення робочого органу необхідно дослідити фактичні швидкості вказаних рухів. Методика таких досліджень полягає у вимірюванні довжини l проходження робочого органу за певний час t та визначення кількості обертів n впродовж фіксованого часу t' , Швидкості цих рухів визначаються по відомим формулам, як частка від ділення: відповідно швидкість лінійного $v=l/t$, м/хв та швидкість обертань $\omega=n/t'$, об/хв. Процедура досліджень по визначенню швидкостей буде наведена у розділі 3.

Для підвищення опору згинальним навантаженням необхідно підсилити ГЦЕ жорсткими конструкціями. З цією метою потрібно передбачити установку вібратора на муфті передачі обертань на робочому органі. Потребує вдосконалення система з'єднань секцій бурових штанг з метою підвищення технологічності нарощування колони бурових штанг із скороченням часу на ці технологічні операції.

Потребує удосконалення технологія переміщення бурового станка по рейковим напрямним від однієї точки утворення ГЦЕ до іншої. При цьому необхідно підвищити технологічність цієї процедури та полегшити процес переміщення станка. Це пов'язано з тим, що часто виникає необхідність утворювати ГЦЕ через декілька шагів в одному напрямку фундаментів, потім у зворотному. Окрім того, що головне – механічно забезпечити паралельність утворюваних ГЦЕ. На дану технологічну операцію в існуючій технології витрачається доста-

тня кількість часу при виготовленні одного ГЦЕ. Для цього необхідно передбачити паралельність суміжних кутникових полос рейкових напрямних як при їх виготовленні, так і при укладанні і кріпленні секцій напрямних на дні котловану. Переміщення станків по рейковим напрямним відбувається за допомогою роликів кочення механізму. Ролики мають котитися в зазорі між суміжними полосами кутників рейкових напрямних. Система із 4 роликів, розміщених по кутам станини, забезпечує переміщення станини станка паралельно самій собі без перекосів у горизонтальній площині. Механізм переміщення станків необхідно розробити.

Станок вертикального буріння. При реконструкції та відновленні деформованих будівель в процесі укріплення ґрунтів основ виникає необхідність у виготовленні котловану безпосередньо біля фундаменту для підсилення основи горизонтальним армуванням. В зв'язку з цим необхідно влаштувати підпірну стінку для захисту фундаментів від зсуву і укріплення стінок котловану для забезпечення їх стійкості на час виконання робіт по підсиленню основи. Для цього потрібен малогабаритний, компактний, мобільний станок вертикального буріння, який можна було б встановлювати біля стіни будівлі і влаштовувати вертикальні ГЦЕ підпірної стінки безпосередньо біля фундаментів. Даний станок повинен відповідати наступним вимогам: обмежені габарити, незначна вага, бути мобільним с тим, щоб його можливо застосовувати в стиснених умовах з можливістю максимального приближення до стін будівлі. При цьому станок має бути достатньо потужним із можливістю утворювати вертикальні ГЦЕ із послідуємим їх підсиленням жорсткими конструкціями шляхом їх занурення в текучепластичну суміш. Пошук станка вертикального буріння показав, що існуючі станки як вітчизняні, так і зарубіжні не відповідають вимогам по габаритам, по вазі, по мобільності та іншим показникам. Тому виникла необхідність в розробці станка вертикального буріння. Станок має бути універсальним, окрім влаштування вертикальних ГЦЕ повинен бути наділений функцією буріння свердловин, у т.ч. під кутом.

2.4.3 Методика визначення складових ґрунтоцементної суміші

Визначення вмісту цементу при утворенні горизонтальних ГЦЕ. Основною складовою суміші є цемент, на базі рекомендацій, наведених в науково-технічних джерелах, приймаємо цемент марки М-400. Перш за все дана марка цементу найкраще забезпечує необхідні міцнісні і деформативні характеристики ГЦЕ. Окрім того, ця марка відповідає необхідній однорідності, тобто в ній відсутні домішки різних шлаків, що є важливою умовою надійної роботи вертлюга та сталим процесам витікання цементної суспензії із отворів бурозмішувача. Вміст цементу повинен відповідати необхідним показникам призмової міцності R_p , і жорсткості E , прийнятим в розрахунках при проектуванні основ фундаментів при підсиленні БЗТ. Методика по визначенню необхідного вмісту цементу в ґрунтоцементній суміші при утворенні горизонтальних армуючих елементів із прогнозованими механічними характеристиками R_p та E розроблена із урахуванням наступних міркувань. Із науково-технічних джерел [28,37,38, 70,87,94] відомо, що на механічні характеристики ґрунтоцементу окрім вмісту цементу впливають різні чинники ґрунтових умов такі як: число пластичності ґрунту, первісна вологість ґрунтів, їх пористість, щільність, тиск, температура та ін. Зважаючи на те, що при горизонтальному армуванні ґрунтів основи в стисливій зоні основи безпосередньо під фундаментами різниця в значеннях цих чинників по довжині армоелементів не суттєва, то будемо вважати їх ідентичними умовами. Тобто E та R_p ґрунтоцементу будуть залежати лише від вмісту цементу. Для цього необхідно дослідити залежність міцності R_p та модуля деформації E від вмісту цементу. По графікам даних залежностей при необхідних значеннях R_p та E , які прийняті в проекті при розрахунках, визначаються із потрібним вмістом цементу.

Визначення параметрів складових ґрунтоцементної суміші. На основі проведених наших досліджень та аналізу досліджень, висвітлених у науково-технічних джерелах [28;95] рекомендується методика визначення наступних технологічних параметрів.

Оптимальна вологість w_0 ґрунтоцементної суміші визначається за формулою [96]:

$$w_0 = 0,8w_1 + kЦ \quad (2.3)$$

де: w_1 – максимальна молекулярна вологоємність ґрунту природного складу;

k – коефіцієнт водоцементного відношення цементної суспензії, для портландцементу М400 приймається $k=0,6$;

$Ц$ – відсоток вмісту цементу від маси скелету ґрунту в суміші.

З урахуванням води, яка знаходиться у порах ґрунту, водоцементне відношення ґрунтоцементу визначається рівнянням:

$$B / Ц = w_1 / Ц \quad (2.4)$$

Для забезпечення необхідного дозування цементу в ґрунт при бурозмішувальній технології вводять водоцементний розчин з водоцементним відношенням 0,6, розрахункову кількість на один погонний метр ГЦЕ якої визначають по формулі:

$$V_p = \rho_d \cdot Ц \cdot F \cdot \left(\frac{1}{\rho_u} + \frac{0,6}{\rho_w} \right), \text{ м}^3/\text{п.м.}, \quad (2.5)$$

де: ρ_d – щільність ґрунту в сухому стані, $\text{т}/\text{м}^3$;

$Ц$ – вміст цементу, д.од.;

F – площа попереченого перерізу ГЦЕ, м^2 ;

ρ_u, ρ_w – щільність відповідно цементу і води, $\text{т}/\text{м}^3$;

0,6 – водоцементне відношення розчину.

Для отримання цементоґрунтової суміші з оптимальною вологістю, яка визначається по формулі (2.3), де враховується природна вологість ґрунту будівельного майданчику, в суміш вводиться додаткова кількість води у складі водоцементного розчину, яка визначається за наступною формулою:

$$V_e = \rho_d \cdot F \cdot [w_0(1 + Ц) - w_1 - 0,6Ц] \cdot \frac{1}{\rho_w}, \text{ м}^3/\text{п.м.}, \quad (2.6)$$

де: w_0 – оптимальна початкова вологість суміші в д.од., яка визначається по формулі (2.3);

w_1 – природна вологість ґрунту, д.од.

2.4.4 Методика проведення експериментальних досліджень

Дослідження технології горизонтального армування ґрунтів включає наступні етапи: дослідження функцій розроблених елементів устаткування та оснащення; дослідження процесів бурозмішування; дослідження впливу технологічних чинників на процес утворення ГЦЕ та на формування властивостей ґрунтоцементу; дослідження механічних характеристик ґрунтоцементу.

Досліджені функції нової конструкції бурозмішувача: ступінь зменшення опору руйнуванню ґрунту в товщі при формуванні ГЦЕ; можливість проходки бурозмішувача та виконання при цьому процесів бурозмішування на необхідну відстань утворення ГЦЕ і, як наслідок, виявлення при цьому змін умов роботи бурового станка. Розглянута технологія руйнування ґрунту та залежність товщини різання стружки від технологічних та конструктивних параметрів бурозмішувача.

Експериментальне дослідження проводилось на експериментальній площадці Запорізького відділення ДП НДІБК (додаток А) [97]. На рис.2.3 показані план експериментальної площадки та розміщення устаткування. Процес досліджень виконувався у наступному порядку.

На першому етапі виконані *підготовчі роботи*: узгодження експериментальної площадки; влаштування котловану за допомогою екскаватора розмірами 3х3м в плані та глибиною 1,5м; оснащення експериментальної площадки механізмами у складі: експериментальний станок горизонтального буріння, встановлений у котловані, розчиномішалка і розчинонасос, розміщені на поверхні. Устаткування скомпоновано таким чином, що управління усіма механізмами виконується із пульта бурового станка із можливістю безперервної роботи розчиномішалки при технологічних зупинках двох інших механізмів.

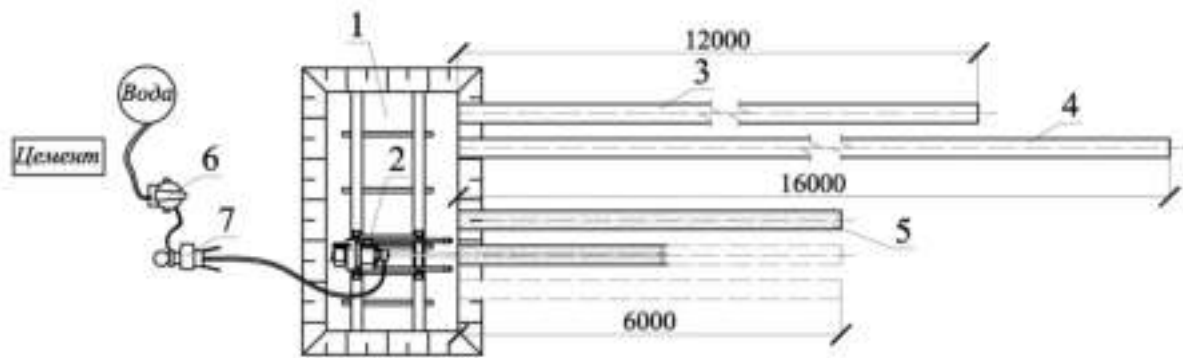


Рис. 2.3. Схема експериментального майданчика:

1 – котлован; 2 – станок горизонтального буріння; 3 – свердловина, пройдена бурозмішувачем “старої” конструкції; 4 – так само “нової” конструкції; 5 – горизонтальний ГЦЕ; 6 – розчиномішалка; 7 – розчинонасос

На другому етапі досліджень були влаштовані декілька ГЦЕ, кожен з яких виготовлявся при змінних параметрах рухів бурозмішувача (обертальної і лінійної швидкості) на відповідних ділянках. З метою дослідження зміни властивостей ґрунтоцементу в часі твердіння через 7 діб після утворення ГЦЕ були розкриті і досліджені на різні параметри. Дослідження проводилось через кожні 7 діб. Між часом досліджень ГЦЕ покривались вологою тирсою, ґрунтом та плівкою для збереження їх у вологому стані, тобто в природному стані. Дослідження проводилось на предмет виявлення змін властивостей ґрунтоцементу в часі твердіння, впливу формування механічних характеристик зміни технологічних чинників. Дослідження проводилось як шляхом відбору монолітів ґрунтоцементу, так і неруйнівними методами – пенетрацією і ударно-імпульсним. Відпрацьована також методика контролю якості утворених ГЦЕ – їх довжини та суцільності акустичним методом, що досить важливо, адже при відновленні деформованого стану будівель перевірка цих показників відбувається під фундаментами в "пятні" будівлі.

Сутність будь-якої технології обумовлюється визначеними устаткуванням та оснащенням і навпаки. Тому при дослідженні технологічних процесів необхідно визначитись із функціями устаткування та дослідити параметри цих функцій. Після удосконалення станків горизонтального буріння наданням різ-

них швидкостей осьового та горизонтального переміщення перевірялись ступінь надійності цих змін та визначались із параметрами швидкостей цих рухів. Функції горизонтального бурового станка полягають у виконанні всіх технологічних процесів бурозмішування – різання стружки ґрунту при його руйнуванні, подрібнення стружки, просочування водоцементною суспензією, перемішування ґрунтоцементної суміші при утворенні ГЦЕ. При цьому необхідно дослідити вплив технологічних чинників – швидкостей осьового та обертального рухів горизонтального станка на формування механічних характеристик. Однак дослідження такого впливу на кожний технологічний процес бурозмішування окремо виконати досить складно. Тому в роботі застосований спосіб інтегральної оцінки опосередкового впливу технологічних чинників на кінцевий результат процесів бурозмішування – на механічні характеристики ґрунтоцементу. При дослідженні цих питань застосовані як лабораторні методи випробувань опитних зразків, виготовлених із відібраних монолітів ГЦЕ, так і неруйнівні методи.

а) Методика дослідження впливу швидкості обертань та лінійної швидкості бурозмішувача на опір зрушенню ґрунтоцементу. У якості одного із критеріїв оцінювання впливу технологічних чинників на процес утворення ГЦЕ, у тому числі набору міцності ґрунтоцементу у часі була, застосована методика дослідження ґрунтів пенетрацією. Метод пенетрації полягає у визначенні величини опору матеріалу (у нашому випадку ґрунтоцементу) зрушенню шляхом занурення сталевого конуса, який має заданий кут при вершині $17^{\circ}40'$, або 30° в залежності від характеристики пружини, якою наділений той чи інший варіант стандартного прибору „Пенітрометр” (рис.2.4).



У роботі [98] відмічається, що пенетраційний метод визначення механічних характеристик ґрунтів не має обмежень. З використанням відповідних конструктивних рі-

Рис. 2.4. Загальний вигляд пенетрометра

шень приборів даним методом можна досліджувати різні ґрунти від мулових до твердих порід.

У роботі [5] зазначено, що для зв'язних ґрунтів питомий опір зрушенню R прямо пропорціональний зусиллю penetрації P і обернено пропорціональний квадрату глибини занурення сталевго конуса h .

Спеціальним пристроєм мікропенетрометром МВ-2 у ГЦЕ занурюють сталевий конус на глибину h , який має заданий кут при вершині $17^{\circ}40'$. За величиною силового впливу на конус визначається чисельна характеристика penetрації – питомий опір зрушенню R по формулі (2.7) [98]:

$$R = \frac{P}{h^2}, \text{ МПа,} \quad (2.7)$$

де: h – глибина занурення сталевго конусу, мм;

P – зусилля пружини пенетрометра, для заданих в технічних паспортних умовах приладу задається характеристика пружини пенетрометра в нашому випадку $P=25,5\text{Н}$.

б) Методика дослідження впливу швидкості обертань та лінійної швидкості бурозмішувача на твердість ґрунтоцементу. При проектуванні основ фундаментів, армованих горизонтальними ГЦЕ, виникає необхідність в розрахунках на зминання ГЦЕ від навантаження фундаментів, тому виникає потреба в дослідженні ґрунтоцементу на твердість. Оскільки вимірювання твердості виконується не по всьому перерізу ГЦЕ, а лише по зовнішній поверхні, тому вживаємо термін "поверхнева твердість".

В якості альтернативного варіанту критерія оцінки впливу технологічних чинників на процес формування горизонтальних ГЦЕ армоелементів методу penetрації застосували неруйнівний спосіб вимірювання поверхневої твердості ударно-імпульсним методом за допомогою прилада „Онікс-2,5”. Цей прилад призначений для вимірювання міцності цементних бетонів, цегли та других композитних матеріалів методом ударного імпульса. Принцип роботи приладу заснований на кореляційній залежності параметрів ударного імпульса від пружно-пластичних властивостей контрольованого матеріалу.

Прилад складається із електронного блоку і склерометра (рис.2.5). Для виконання замірів необхідно індентором склерометра нанести удар зусиллям пружини прибору по замірювальній поверхні. При ударі перетворювач виробляє сигнал, пропорційний поверхневій твердості предмета замірювання, який реєструється електронним блоком і перетворюється в цифровий показник твердості в МПа.



Рис. 2.5. Загальний вигляд приладу „Онiкс-2,5”

в) Методика дослідження впливу швидкості обертань та лінійної швидкості бурозмішувача на призмову міцність ґрунтоцементу.

Дослідження ГЦЕ пенетрацією відображає поверхневу міцність, а ударно-імпульсний метод прибором „Онiкс–2,5”-поверхневу твердість. Найбільш об’єктивним способом оцінки впливу технологічних чинників на формування механічних характеристик ґрунтоцементу є дослідження призмової міцності шляхом вимірювання на одноосьовий стиск ґрунтоцементних зразків із відібраних монолітів ГЦЕ.

Циліндричні моноліти вирізались пустотілою алмазною коронкою за допомогою електроперфоратора (рис.2.6). Відбір зразків відбувався на кожній ділянці ГЦЕ відповідно до того чи іншого змінного технологічного параметру по 3 шт на відповідній ділянці. Для дослідження призмової міцності R були виготовлені згідно з рекомендаціями [99] циліндричні зразки діаметром 70мм і висотою 70мм. Дослідження на стиск виконувалось у віці 35 діб твердіння за допомогою гідравлічного пресу (рис.2.7).

2.4.5 Методика контролю якості утворених горизонтальних ґрунтоцементних армоелементів

Основними параметрами контролю якості горизонтальних ГЦЕ є - фактична довжина, суцільність ствола, ступінь розподілу характеристик ґрунтоцементу по перерізу і довжині ГЦЕ, міцнісні то жорсткісні якості.



Рис. 2.6. Електроперфоратор з алмазною пустотілою коронкою



Рис. 2.7. Гідравлічний прес

Ступінь розподілу характеристик – твердості ґрунтоцементу, визначається ударно-імпульсним методом із застосуванням приладу "ОНІКС-2,5".

Важливу роль мають свідчення про міцнісні та деформативні характеристики ґрунтоцементу і їх розподіл по довжині ГЦЕ, а також інформація про суцільність ствола.

При дослідженні цих питань ставилась двояка задача. По-перше, отримати дані про властивість ГЦЕ, по-друге, перевірити можливість застосування способу контролю якості суцільності ствола горизонтальних ГЦЕ акустичним методом. Для реалізації вказаного підходу була застосована наступна методика досліджень. Алмазною пустотілою коронкою із певним кроком по довжині ГЦЕ відбирались моноліти ґрунтоцементу із яких виготовлялись циліндричні зразки, випробовувані на гідравлічному пресі на стиск. За результатами досліджень визначаються призмова міцність та модуль деформацію Цими ж дослідженнями визначалась суцільність ствола ГЦЕ. Такий спосіб контролю має дискретний характер оцінки нерозривності ствола ГЦЕ, Для більш об'єктивної оцінки нерозривності ствола ГЦЕ та його довжини відпрацьований акустичний метод із застосуванням програмного комплексу РІТ-W, розробленого у США (рис.2.8).



Рис. 2.8. Загальний вигляд програмно-технічного комплексу PIT-W

Прилад PIT-W заснований на використанні методу відбитих імпульсів. Спочатку посилають імпульс нанесенням легкого удару по торцевій поверхні ГЦЕ. Для цього застосовують спеціальний ручний молоток. Внаслідок акустична хвиля, викликана імпульсом поширюється позовж армоелементу. Відбиті хвилі фіксуються датчиком вібрацій (акселерометром) встановленим на торцевій поверхні ГЦЕ. Сигнал вібрації перетворюється в графічний та цифровий показник форми та довжини, які відображаються на приборі і зберігаються в його пам'яті. При необхідності аналізу результатів утворення ГЦЕ виконується роздрук графічної інформації.

Висновки по розділу 2

1. Розробка та дослідження роботи направлені на вирішення актуальної задачі – відновлення деформованих та аварійних будівель шляхом стабілізації деформацій основ укріпленням ґрунтів горизонтальним армуванням за бурозмішувальним методом.
2. Визначений напрям розробок та досліджень, який зазначений в розробленій блок-схемі, сприяє організації виконання досліджень та розробки інноваційно-технологічних рішень по підвищенню ефективності укріплення ґрунтів.
3. Розроблені план проведення експериментальних досліджень і методика вирішення окремих задач дають можливість більш спрямовано виявити резерви покращення існуючої технології і обладнання та намітити шляхи їх вдосконалення для реалізації поставленої мети дисертаційної роботи.
4. Ефективність відновлення експлуатаційної спроможності деформованих будівель залежить від різних складових технології та оснащення горизонтального армування ґрунтів, з яких бурозмішувальні процеси є найбільш зна-

чущими, вони обумовлюються конструктивно-технологічними особливостями бурозмішувача та станка горизонтального буріння.

5. Розроблена методика визначення вмісту цементу у складових ґрунтоцементної суміші за умови досягнення прогнозованих показників характеристик міцності та жорсткості ГЦЕ.

6. Запропонована методика контролю якості горизонтального армування ґрунтів ґрунтоцементними армоелементами.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО БУРОЗМІШУВАЛЬНОГО АРМУВАННЯ ҐРУНТІВ ОСНОВ СПОРУД ТА ЇЇ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Розробка нового та удосконалення існуючого технологічного обладнання для горизонтального армування ґрунтів

3.1.1 Розробка нової конструкції бурозмішувача

В основі метода укріплення ґрунтів за бурозмішувальною технологією (БЗТ) лежать бурозмішувальні процеси, які виконуються основним елементом технологічного оснащення – бурозмішувачем. На базі аналізу існуючої технології горизонтального армування ґрунтів, яким виявлені недоліки та резерви підвищення ефективності технології виникла необхідність в розробці нової конструкції бурозмішувача [100].

На рівні винаходу розроблена нова конструкція бурозмішувача (патент України № 73029) [101] (рис. 3.1), яка складається із трьох секцій лопатей та забурника. Лопаті ріжучої (правої) секції виконані у вигляді низхідних симетричних ребер, а лопаті лівої секції - у вигляді симетричних висхідних ребер. Лопать середньої секції жорстко з'єднана із правою і лівою секціями та виконана у вигляді пластини із ріжучими крайками та прохідним поздовжнім і поперечними отворами, з'єднаними із порожниною корпусу. Із отворів витікає під тиском цементна суспензія. Ріжучі крайки всіх лопатей наділені твердосплавними елементами, які наділяють пристрій надійною породоруйнівною функцією.

Укріплення ґрунтів запропонованим бурозмішувачем виконують наступним чином. Корпус 1 муфтою з'єднують із порожнистою штангою бурового станка, по якій нагнітається цементний розчин за допомогою розчинонасоса. При обертанні та осьовому переміщенні направляюча 9 при

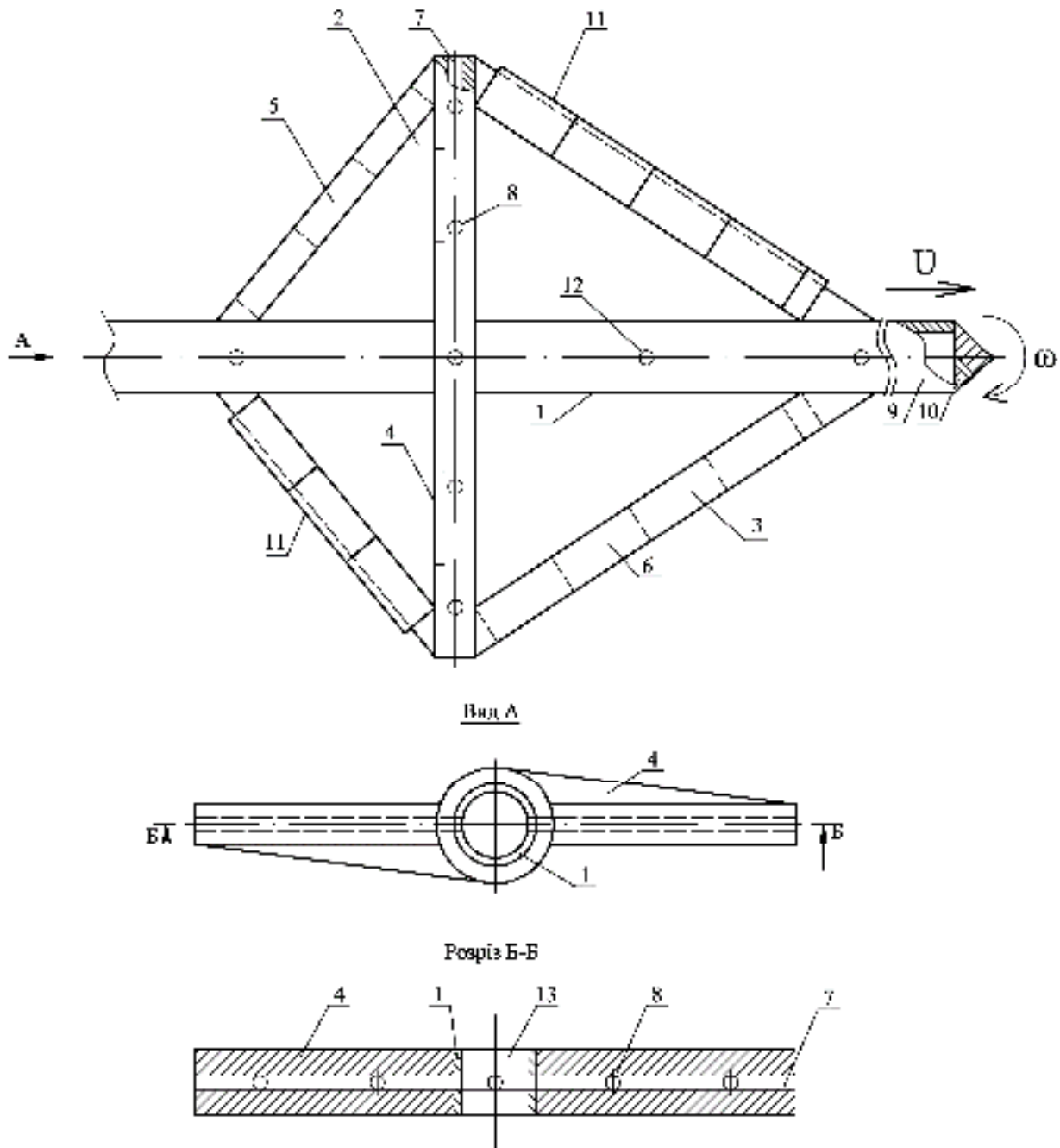


Рис. 3.1. Конструктивно-технологічна схема трилопатевого бурозмішувача: 1 – корпус; 2 – права секція; 3 – ліва секція; 4 – середня секція; 5 – низхідні ребра правої секції лопаті; 6 – висхідні ребра лівої секції лопаті; 7 – поздовжній отвір; 8,12 – поперечні отвори; 9 – направляюча; 10 – забурник; 11 – ріжучі пластини; 13 – порожнина корпусу; v - лінійна швидкість; ω - швидкість обертань

допомозі забурника 10 вривається в ґрунт. При подальшому заглибленні та обертанні в ґрунт поступово занурюється права секція 3. Оскільки ріжучі ребра 6 правої секції виконані із поступовим підйманням, то при обертанні і заглибленні вони руйнують ґрунт із поступовим збільшенням діаметра

руйнування ґрунту у вигляді об'єму конуса. За рахунок поступового врзання в ґрунт і заглиблення ріжучих ребер при їх обертанні, значно зменшується опір проходженню бурозмішувача і відповідно зменшується зусилля руйнування ґрунту. При поступовому заглибленні з обертанням ріжучих ребер одночасно із отворів 12 корпусу 1 та отворів 7 і 8 пластини середньої секції 4, які з'єднані із порожниною корпусу 1, витікає цементний розчин і просочує ґрунт. Лопаті 4,5,6 перемішують зруйнований ґрунт із цим розчином. При проходженні бурозмішувача на необхідну відстань закріплення ґрунтової товщі відбуваються одночасні технологічні процеси бурозмішування, зазначені раніше.

По закінченні горизонтальної проходки бурозмішувача на потрібну відстань укріплення ґрунтової товщі приступають до його витягання на поверхню шляхом одночасного обертання і осьового переміщення у зворотному напрямку. При необхідності додатково подають цементний розчин. При цьому за час проходження бурозмішувача на необхідну відстань закріплення з врахуванням можливих технологічних і технічних зупинок текучепластична ґрунтоцементна суміш може частково тужавіти і при витяганні бурозмішувача чинити суттєвий опір обертанню та витягання бурозмішувача. Тому в запропонованому бурозмішувачі у лівій секції 2 передбачені ріжучі лопаті 5 у вигляді висхідних ребер, крайки яких наділені твердосплавними пластинами 11. При обертанні та осьовому переміщенні в процесі витягання ріжучі ребра 5 за рахунок поступового підйому та врзання в початково затужавлену ґрунтоцементну суміш сприяють подоланню опору при витяганні бурозмішувача.

При витяганні бурозмішувача за рахунок обертання лопатей 4,5,6 відбувається додаткове перемішування ґрунтоцементної суміші, що покращує розподілення цементу по об'єму закріплюючого ґрунту.

Таким чином, застосування нової конструкції бурозмішувача призводить до зміни процесів бурозмішування, забезпечує покращення технологічних елементів руйнування, подрібнення ґрунту, просочування його цементним

розчином та перемішування ґрунтоцементної суміші, що обумовлює суттєве підвищення якості утворення ГЦЕ, у т.ч. більш рівномірне розподілення цементу по перерізу ГЦЕ і відповідно підвищення механічних характеристик ґрунтоцементу.

По розробленим кресленням виготовлений експериментальний зразок бурозмішувача, випробування якого засвідчило суттєві переваги запропонованого бурозмішувача над існуючим, що буде показано в подальшому.

3.1.2 Удосконалення станка горизонтального буріння

Всі процеси горизонтального армування ґрунтів виконують основним механізмом – станком горизонтального буріння.

Як зазначено у п.1.5.1, із існуючих бурових станків найбільш прийнятним станком для здійснення горизонтального армування ґрунтів при підсиленні основ деформованих будівель та при реконструкції об'єктів є горизонтальний буровий станок УГБ-250. Даний станок необхідно удосконалити згідно із методикою, зазначеною у п.2.4.2.

З урахуванням аналізу недоліків бурового станка, які викладені в п.1.5.2, здійснено наступне вдосконалення станка. Кінематична схема вдосконаленого станка УГБ-300 показана на рис. 3.2, у відповідності з якою станок має механізм осьового руху робочого органу А та механізм обертання робочого органу Б, які складаються із елементів, вказаних на схемі.

На рис. 3.3 показана принципова схема удосконаленої бурової установки:

- привід робочого органу - електричний;
- обертання робочого органу - реверсне від електродвигуна через реміну передачу до редуктора;
- з'єднання робочого органу з валом редуктора - жорстке, через перехідну кулачкову муфту;

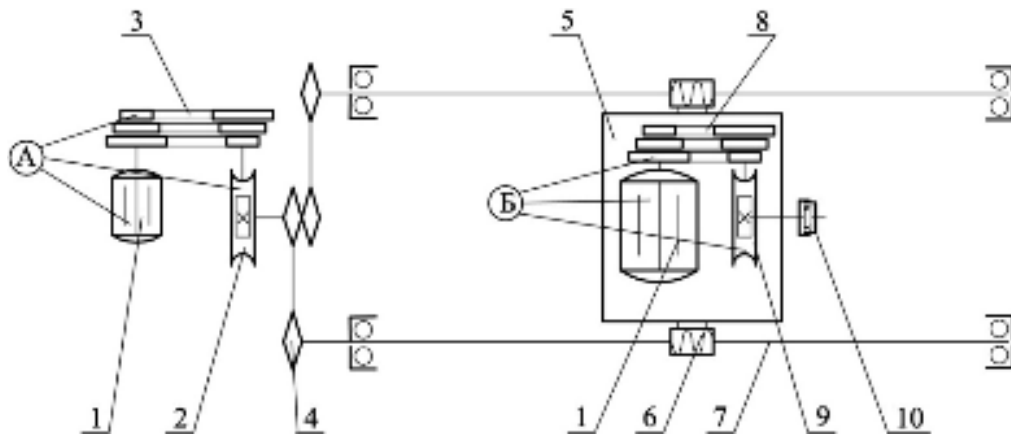


Рис. 3.2. Кінематична схема бурової установки:

А- механізм осьового руху робочого органу; Б – механізм обертання робочого органу; 1 - електродвигун; 2 - понижуючий редуктор осьового переміщення робочого органу; 3 – триступінчата ремінна передача механізму осьового переміщення робочого органу; 4 – ланцюгова передача; 5 - каретка механізму обертання робочого органу; 6 - гайка силова; 7 – силовий різьбовий вал; 8 – триступінчата ремінна передача механізму обертання робочого органу; 9 - понижуючий редуктор механізму обертання; 10 - кулачкова муфта

- осьова подача робочого органу здійснюється за допомогою синхронного обертання двох різьбових валів також від електродвигуна через понижуючий редуктор.

Розташування валів осьового переміщення робочого органу - бокове, розміщених в направляючих швелерах жорсткої станини. Кожен механізм має автономне управління. Кріплення електрошкафи верхніе – безпосередньо до станини.

Бурові штанги приводяться в обертальний рух через черв'ячний редуктор РЧУ-100 електродвигуном потужністю 4,5 кВт, який в процесі реконструкції замінили на електродвигун потужністю 5,5 кВт. На тихохідний вал насаджена перехідна муфта, нерухомий корпус якої прикріплений до рами механізму обертання. Механізм обертання закріплений на каретці, що пересувається в напрямних швелерах станини за допомогою механізму осьового переміщення, який складається з електродвигуна потужністю 2,2 кВт, черв'ячного редуктора РЧУ-63 і двох валів, синхронне обертання яких забезпечує ланцюгова передача.

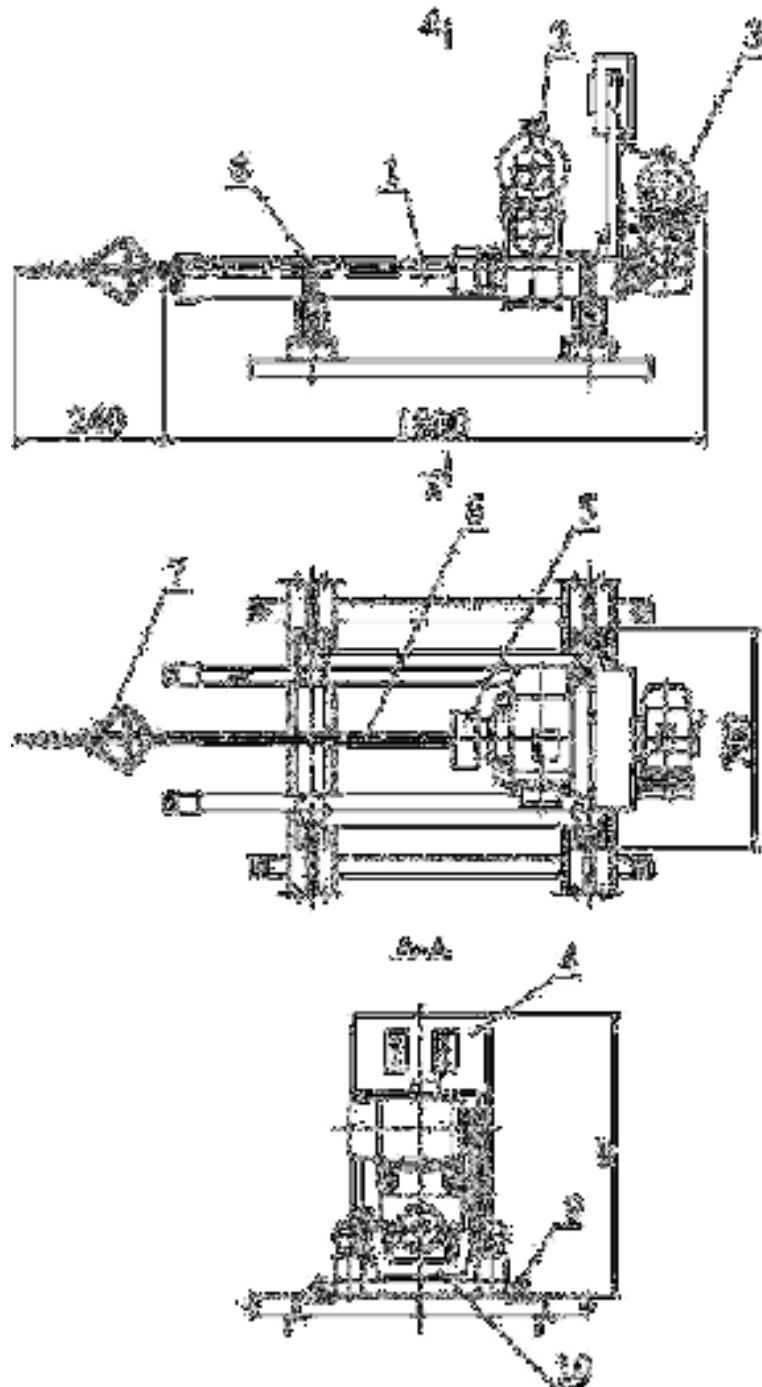


Рис. 3.3. Принципова схема удосконаленої установки горизонтального закріплення ґрунтів УГБ-300:

1 – корпус; 2 – механізм обертання робочого органу із трьома ступенями швидкості; 3 - механізм осьового переміщення робочого органу із трьома ступенями швидкості; 4 - електрошафа; 5 - вібратор; 6- бурова штанга; 7 - трилопатевий бурозмішувач з направляючою; 8 – механізм підняття станка при переміщенні; 9 - анкерний болт; 10 – каретка механізму обертання

Управління установкою здійснюється за допомогою реверсивних магнітних пускачів і кнопкових вимикачів. Робочий хід механізму осьового перемі-

щення бурових штанг обмежений двома кінцевими вимикачами. Електрошафа встановлена на рамі і прикріплена до станини на висоті, яка відповідає техніці безпеки і електробезпеки, а також зручності експлуатації.

Удосконалення горизонтального бурового станка. Для забезпечення виконання раціонального технологічного процесу укріплення ґрунтів в залежності від їх стану та наділення ГЦЕ потрібними механічними характеристиками відповідно до вимог проектних значень, виконана реконструкція горизонтального бурового станка, яка полягає в наступному[102].

Експериментальний станок горизонтального буріння УГБ-300 (рис. 3.4) удосконалений (патент України №101409) тим, що він оснащений трьохступін-

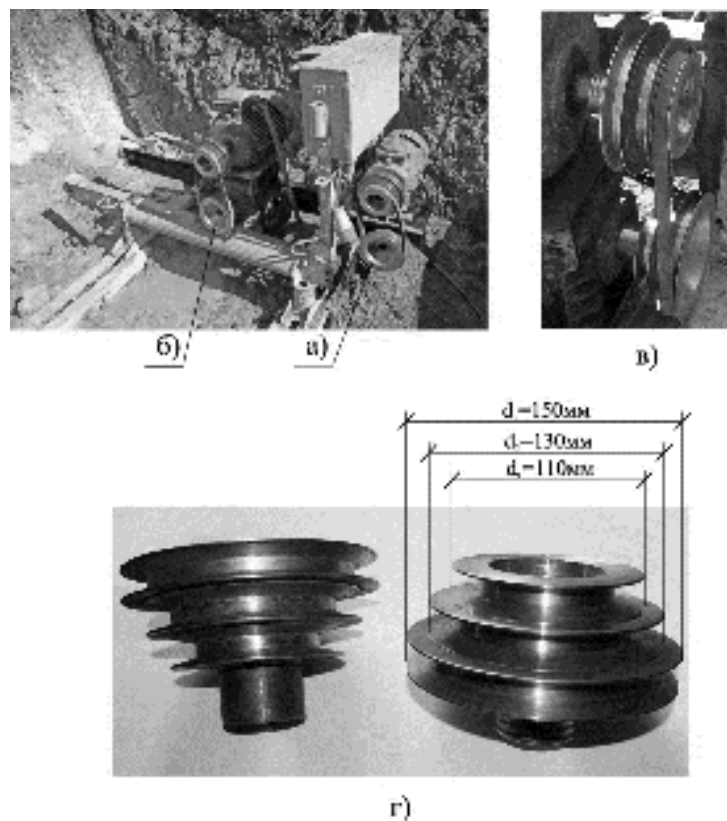


Рис. 3.4. Реконструйований трьохшвидкісний експериментальний станок горизонтального буріння:

а) механізм лінійного руху робочого органу; б) механізм обертання робочого органу; в) трьохшвидкісний механізм обертального руху бурового станка; г) трьохпазові шківни для оснащення експериментального трьохшвидкісного станка горизонтального буріння

чатими ремінними передачами редукторів механізму осевого переміщення каретки (рис. 3.4,а) та механізму обертання робочого органу (рис. 3.4,б). Згідно із

методикою (п.2.4.2) виконані розрахунки параметрів відповідних шківів, креслення та виготовлені в металі шківви із трьома пазами для ременів (рис.3.4,г), якими оснащенні вказані механізми бурового станка.

Після виготовлення верстат був випробуваний. Метою випробувань дослідного зразка бурової установки УГБ-300 була перевірка загальної працездатності верстата і окремих його вузлів, встановлення фактичних параметрів лінійного та обертального рухів бурозмішувача, а також проведено дослідження впливу технологічних параметрів на процес утворення ГЦЕ, про що буде наведено в наступних підрозділах. Випробування показали задовільну працездатність установки, її зручність в експлуатації і відповідність поставленим вимогам. Крім того, розроблений верстат є багатофункціональним. Його можна успішно застосовувати окрім закріплення ґрунтів бурозмішувальною технологією для горизонтального буріння ґрунтів, для тампонування свердловин ґрунтом, для улаштування в пробурених свердловинах жорстких армуючих елементів з різних сипучих матеріалів при підсиленні основ деформованих будівель і при реконструкції об'єктів, а також для безтраншейної прокладки підземних комунікацій, виконувати проколи під автодорогами і залізничним полотном.

В таблиці 3.1 наведені порівняльні дані характеристик бурового станка до і після реконструкції.

Удосконалення способу переміщення бурового станка від однієї точки утворення ГЦЕ до іншої. Для забезпечення технологічності переміщення бурового станка по рейковим напрямним нами на рівні винаходу (патент України №73030) [103] розроблений механізм переміщення бурової установки, показаний на рис. 3.5. Механізм включає станину 1, на якій змонтовані по всім кутам станини циліндри 2, оснащені корпусом 3 та роликом кочення 4. Із корпусом 3 жорстко з'єднана зубчата рейка 5, яка розміщена в направляючих, утворених боковиною 6 станини та ребром 7 косинки 8, на якій закріплене зубчате колесо 9, облаштоване рукояткою 10 та фіксатором 11.

Основні технічні характеристики удосконаленої установки горизонтального закріплення ґрунтів УГЗ-300

Найменування показників	Параметри	
	До реконструкції	Після реконструкції
1. Довжина проходки, м	до 20	до 30
2. Діаметр свердловини, мм	до 250	до 400
3. Тип робочого органу	шнек	шнек, бурова штанга
4. Привід обертання робочого органу	електричний	електричний
5. Швидкість лінійного переміщення робочого органу, м/хв	0,36	0,44; 0,68; 0,92
6. Швидкість обертань робочого органу, об/хв	60	86; 112; 138
7. Споживана потужність, кВт	7,7	8,7
8. Маса верстата в зборі, кг	280	290
9. Габаритні розміри, $h \times l \times b$, мм	700x1700x1250	700x1700x1250

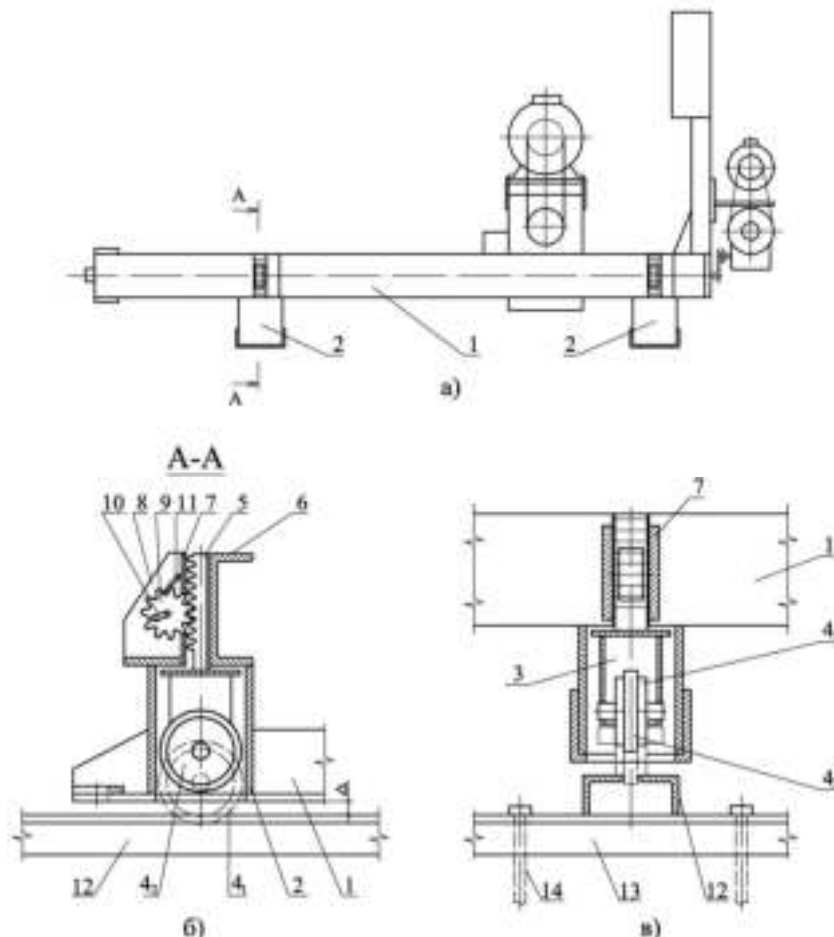


Рис. 3.5. Механізм переміщення бурового станка по рейковим напрямним: а) загальний вид станка; б) розріз А-А; в) вид збоку; 1 – станина; 2 – циліндр; 3 – корпус; 4 – ролик кочення; 4₁ – крайні опорні вінці; 4₂ – середня частина ролика; 5 – зубчата рейка; 6 – боковина станини; 7 – ребро; 8 – косинка; 9 – зубчате колесо; 10 – рукоятка; 11 – фіксатор; 12 – кутникові напрямні; 13 – шпали; 14 – штирі

Переміщення установки в горизонтальному напрямку для утворення ряду горизонтальних паралельних ГЦЕ виконують наступним чином. На сплановане дно котловану укладають кутникові рейкові напрямні 12, через шпали 13 яких забивають штирі 14 в ґрунт дна котловану і таким чином закріплюють рейкові напрямні та забезпечують умови для переміщення установки та її кріплення болтовим з'єднанням до рейкових напрямних під час буріння свердловин.

Після закінчення утворення чергового ГЦЕ установку розкріплюють, готують її в транспортне положення і переміщують наступним чином. За допомогою рукоятки 10 обертають зубчате колесо 9, яке приводить в рух зубчасту рейку 5, опускаючи корпус 3 і сумісно з ним ролик кочення 4 до упору в кутники рейкових напрямних 12, який займе положення 4'. При цьому в кутники рейкових напрямних обіпруться два крайні опорні вінці 4₁ ролика кочення, а середня частина ролика кочення 4₂, яка має більший діаметр, займе положення між кутниками. Після обпирання ролика кочення на рейкові напрямні продовжують обертати зубчате колесо так, щоб між станиною 1 і рейковою напрямною 12 утворився зазор Δ . Після чого зубчате колесо стопорять фіксатором 11. В аналогічне положення установлюють всі чотири ролики кочення, добиваючись однакової величини зазору Δ між станиною 1 та рейковими напрямними 12. По закінченню приведення установки в транспортне положення її перекочують до наступної точки утворення чергового ГЦЕ і опускають станину на рейкові напрямні, піднімаючи ролики кочення в робоче положення установки обертанням зубчатого колеса в зворотному порядку. Станину кріплять болтовим з'єднанням до рейкових напрямних і утворюють черговий армоелемент. При цьому паралельність армоелементів забезпечується механічно, оскільки установка переміщується поступально паралельно сама собі. Цьому сприяє положення середніх частин 4₂ всіх чотирьох роликів кочення, які розміщуються між кутниками рейкових напрямних і не дають можливості перекоосу при перекочуванні установки. Розміщення бурових станків на рейкових напрямних, підготовлених до утворення горизонтальних ГЦЕ на відповідних ділянках показано на рис.3.6. Кріплення бурових станків до рейкових напрямних показано на рис. 3.7.



Рис. 3.6. Розміщення станків на рейкових напрямних



Рис. 3.7. Кріплення бурових станків

Для реалізації способу переміщення бурового станка за допомогою розробленого механізму необхідно вдосконалити рейкові напрямні таким чином, щоб суміжні полоси кутникових напрямних 12 були паралельні між собою та встановлені із певним зазором, всередині якого відбувалося б кочення ролика 4 механізму переміщення.

Станок горизонтального буріння удосконалений також тим, що він прилаштований до підсилення ГЦЕ жорсткими конструкціями.

Технологія підсилення ГЦЕ жорсткими конструкціями. Для підвищення можливості краще працювати на згин, тобто для збільшення опору згинальним моментам нами запропоновано в необхідних випадках підсилювати ґрунтоцементні елементи жорсткими конструкціями. Технологія такого підсилення показана на рис. 3.8 і полягає в наступному (патент України №84177) [104]. Після утворення ґрунтоцементної суміші із товщі ґрунту витягають бурову штангу із бурозмішувачем шляхом їх обертання і осьового переміщення в зворотному напрямку буровим станком та при необхідності із додатковою подачою цементної суспензії і доведенням ґрунтоцементної суміші до текучого стану. До перехідної муфти 1 механізму обертання 2 бурового станка кріплять вібратор 3, постачений фланцем 4. До фланця вібратора кріплять жорстку конструкцію 5,

якою може бути металева, залізобетонна, пластикова труба, арматурний каркас або любий прокатний профіль із відомими фізико-механічними характеристиками. З'єднання жорсткої конструкції із вібратором виконують за допомогою вузла 6 (фланці). При цьому передня частина секції обпирається на підставку 7, яка закріплена на станині станка. По закінченні монтажу вузла жорсткої конструкції її занурюють в ґрунтоцементну суміш 8, утворену в горизонтальному напрямку ґрунтової товщі 9 основи.

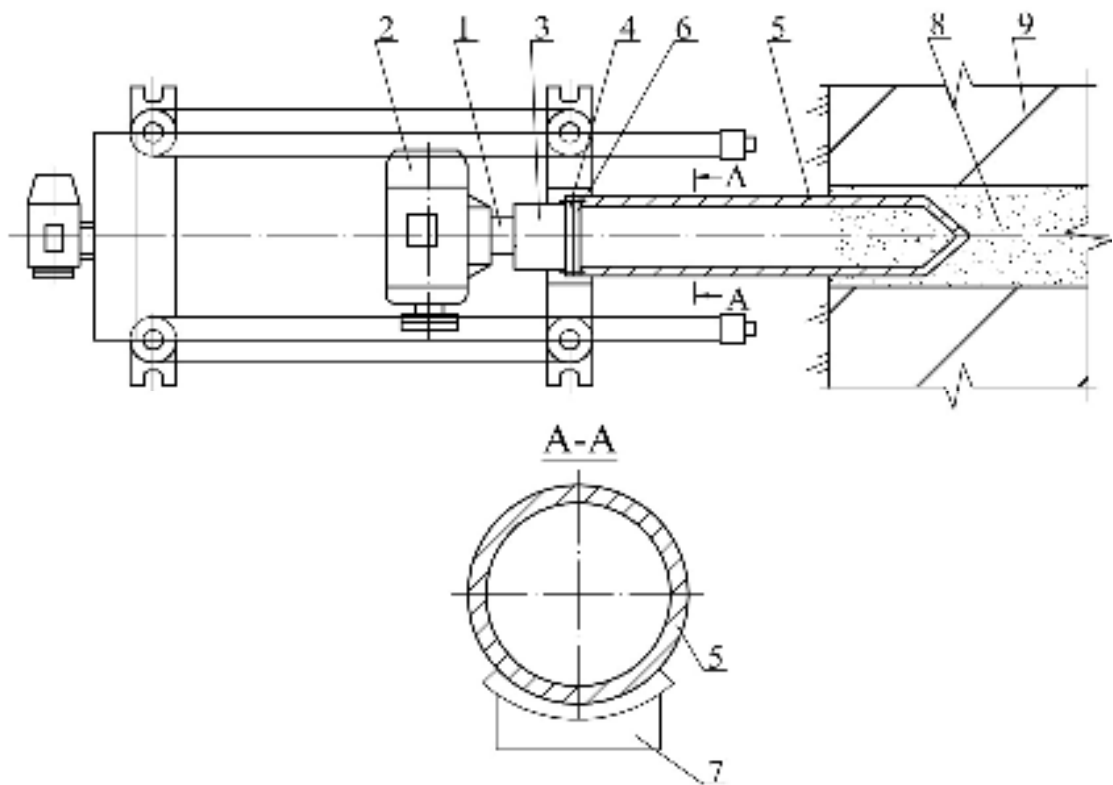


Рис. 3.8. Технологічна схема підсилення ґрунтоцементного армоелемента жорсткою конструкцією:

1 – перехідна муфта; 2 – механізм обертання робочого органу; 3 – вібратор; 4 – фланець вібратора; 5 – жорстка конструкція; 6 – вузол з'єднання жорсткої конструкції з вібратором; 7 - підставка; 8 – ґрунтоцементна суміш; 9 – ґрунтовий масив

При занурюванні конструктивного елемента слід враховувати, що ґрунтоцементна суміш знаходиться в текучопластичному стані і занурювання може відбуватися лише внаслідок силового зусилля при осьовому переміщенні каретки бурового станка. Але ґрунтоцементна суміш може частково тужавіти під

час технологічних пауз, пов'язаних із переоснащенням технологічних процесів, наприклад, видалення чергової штанги при витяганні бурової колони із бурозмішувачем, приєднання жорсткої конструкції до вібратора та ін. При цьому частково затужавлена суміш може чинити опір при занурюванні жорсткої конструкції. В такому випадку необхідно включати вібратор, який своїм вібруванням дозволяє вільно занурювати жорстку конструкцію.

Занурювання конструктивного елемента виконують посекційно, довжина кожної секції може бути до 2 і більше метрів в залежності від умов по стисненості. Секції готують заздалегідь і вони мають бути розподілені на парні та непарні. На торцях парних секцій зварюванням кріплять втулки із нарізок трубок, а відповідно на торцях непарних секцій кріплять відрізки стержнів для їх стикування і з'єднання при занурюванні. Початок першої секції має бути виконаний у вигляді конусоподібної поверхні для направлення і центровки. При цьому, якщо в якості жорсткої конструкції є труба, то при формуванні направляючої конусоподібної частини розрізи стінок труби необхідно виконувати так, щоб при згині пелюсток між ними були якомога більші зазори, які б до мінімуму зводили опір проникненню ґрунтоцементної суміші у порожнину труби при її занурюванні.

Ґрунтоцементна суміш, яка оточує жорстку конструкцію та заповнює її порожнину, в часі тужавіє та твердіє і сумісно із жорсткою конструкцією утворюють надійний армуючий елемент, який добре працює на згин, а армована основа фундаментів такими армоелементами володіє високою несучою здатністю та забезпечує надійну експлуатацію будівель.

3.1.3 Розробка вертикального бурового станка

Оскільки відомий станок вертикального буріння СВБ-200 має ряд недоліків, що викладені у п. 1.5.2, які в сукупності не відповідають умовами його застосування при відновленні деформованих будівель, прийнято рішення розробити новий станок.

Нами за участю фахівців ЗВ НДІБК розроблений на рівні винаходу (патент України №73991) [105] та виготовлений станок вертикального буріння, принципова та кінематична схема якого показана на рис. 3.9. На корпусі станка змонтовані наступні механізми. Механізм обертання 1 у складі електродвигуна потужністю 5,5 кВт, який пасовою передачею з'єднаний із коробкою передач швидкості обертання. У якості коробки передач використана коробка передач

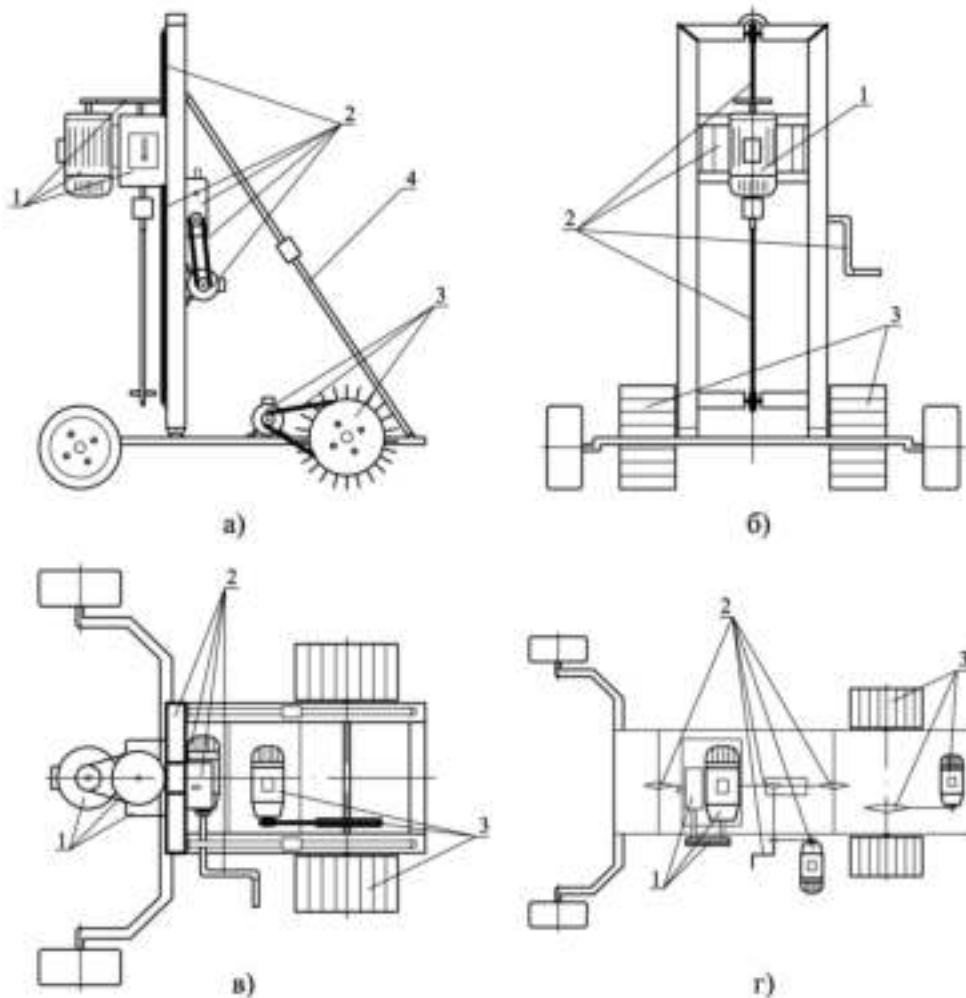


Рис. 3.9. Станок вертикального буріння:

а) вид збоку; б) вид спереду; в) вид зверху; г) кінематична схема; 1 - механізм обертання робочого органу; 2 – механізм осьового переміщення; 3 - механізм переміщення бурового станка; 4 – укіс регулювання нахилу

швидкості автомобіля ГАЗ-53. Вихідний вал коробки передач швидкості обертання з'єднаний із робочим органом через вертлюг. Вертлюг забезпечує при його обертанні подачу в'язучого (водоцементного розчину) до робочого органу – бурової штанги із бурозмішувачем. Механізм осьового переміщення 2 робочого

органу у складі електродвигуна потужністю 1,5 кВт, який через пасову передачу з'єднаний із черв'ячним редуктором, який в свою чергу ланцюговою передачею через систему зірочок з'єднаний із механізмом обертання і задає йому із зусиллям переміщення в напрямках вверх-вниз і навпаки; механізм переміщення бурової установки 3 у складі електродвигуна потужністю 1,5 кВт, ланцюгової передачі від електродвигуна до колісної пари.

Механізм осевого переміщення робочого органу 2 забезпечений можливістю роботи як в ручному, так і в механічному режимі. Для цього передбачена рукоятка управління осевою подачею із вузлом переключення від механічної до ручної подачі. Таке рішення розширює можливість варіювання технологічного процесу буріння та бурозмішувального укріплення ґрунтів в залежності від стану ґрунту, тобто від його фізико – механічних характеристик. Цьому також сприяє коробка передач, яка має п'ять ступенів швидкості обертання в межах 47...363 об/хв. При вертикальному бурінні або при укріпленні ґрунтів в текучопластичному стані використовують другу або третю ступінь обертів, тобто

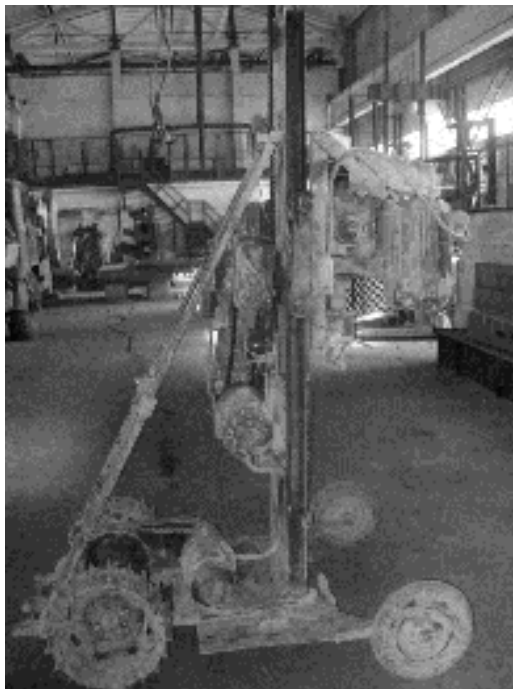


Рис. 3.10. Вертикальний буровий станок ВБУ - 300

у межах 55...117 об/хв, а при укріпленні або бурінні ґрунтів в тугопластичному стані – в межах 47...55 об/хв в залежності від щільності ґрунтів.

За розробленими кресленнями виготовлений дослідний станок (рис. 3.10), випробування якого показали задовільні результати, що підтвердилось на практиці при влаштуванні підпірної стінки фундаментів та укріпленні укосу котловану. Технічні характеристики розробленого станка наведені в табл. 3.2. Розроблений станок вертикального буріння та закріплення ґрунтів можна використовувати і для укріплення ґрунтів армуванням у вертикальному напрямку. А також для інших цілей при реконструкції, наприклад, для влаштування роздільної стінки між бу-

дівлею, що реконструюється та суміжними будівлями для зменшення взаємного впливу.

Буровий станок мобільний, механізм переміщення станка від однієї точки буріння до іншої працює надійно і забезпечує влаштування вертикальних та похилих свердловин на мінімальних відстанях від фундаментів.

Таблиця 3.2

Основні технічні характеристики станка вертикального буріння

Найменування показників	Параметри
1. Глибина буріння, м	до 20
2. Діаметр свердловини, мм	до 400
3. Кут буріння, град.	до 45
4. Тип робочого органу	шнек, бурова штанга
5. Привід обертання робочого органу	електричний
6. Швидкість проходки свердловини, м/хв.	0,7
7. Швидкість обертань робочого органу, об/хв	47...363
7. Споживана потужність, кВт	8
8. Маса верстата в зборі, кг	250
9. Габаритні розміри, $h \times l \times b$, мм	2200x1400x93

3.2 Експериментальні дослідження технологічних процесів

Конструктивні рішення технологічного устаткування та оснащення обумовлюють перш за все можливість реалізації розробленої технології підсилення основ будівель горизонтальним армуванням ґрунтів [106]. Окрім того, вони мають забезпечити ефективність їх можливого використання в умовах діючих об'єктів без припинення експлуатації та відселення мешканців, що виконується частіше в стиснених умовах. В таких умовах слід застосовувати удосконалені малогабаритні станки горизонтального буріння для утворення ГЦЕ в шарі основи безпосередньо під фундаментами, які виконуються із котловану або траншеї обмежених розмірів, влаштованих ззовні безпосередньо біля будівлі чи всередині підвальних приміщень. При цьому, підсилення основ може виконува-

тись без порушення конструкцій, у т.ч. підлог, внутрішнього опорядження, тощо.

Розроблені та удосконалені устаткування і технологічне оснащення експериментально перевірялись на їх працездатність та встановлення реальних технологічних параметрів.

3.2.1 Дослідження параметрів руху горизонтального станка

Після оснащення редукторів механізмів обертання та осевого переміщення робочого органу пасовими передачами із відповідними розрахунковими параметрами ведучих та відомих шківів були перевірені і уточнені фактичні швидкості обертального і поздовжнього рухів бурозмішувача експериментальним шляхом наступним чином.

Швидкість лінійного переміщення бурозмішувача. Одночасно включався пускач поздовжнього руху каретки механізма лінійного переміщення бурового станка і секундомір, який також одночасно відключався в момент зупинки каретки, тобто в момент її відключення кінцевим вимикачем. По довжині переміщення каретки ℓ та зафіксованому часі секундоміром t визначалась швидкість лінійного переміщення бурозмішувача по відомій формулі $V = \ell / t$. Така процедура визначення лінійної швидкості повторювалась по 5 разів на кожній із трьох впроваджених передач механізму лінійного переміщення, по яким визначалась середнє значення.

Швидкість обертань бурозмішувача: Одночасно включались пускач механізма обертання і відеокамера, яка була спрямована на муфту з'єднання із бурозмішувачем. Записування обертань на відеокамеру продовжувалось на протязі 1 хв., що повторювалось декілька разів також на кожній із трьох установлених передач механізма обертання. Потім записане відео продивлялось на комп'ютері в уповільненому стані і фіксувалась середня кількість обертів за хвилину. Дані визначень швидкостей лінійного переміщення та обертань бурозмішувача занесені в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3

Швидкості рухів бурозмішувача

Номер передачі	Швидкість лінійного переміщення $V, \text{м/хв}$	Швидкість обертань $n, \text{об/хв}$
I	0,44	86
II	0,68	112
III	0,92	138

3.2.2 Дослідження функцій бурозмішувача

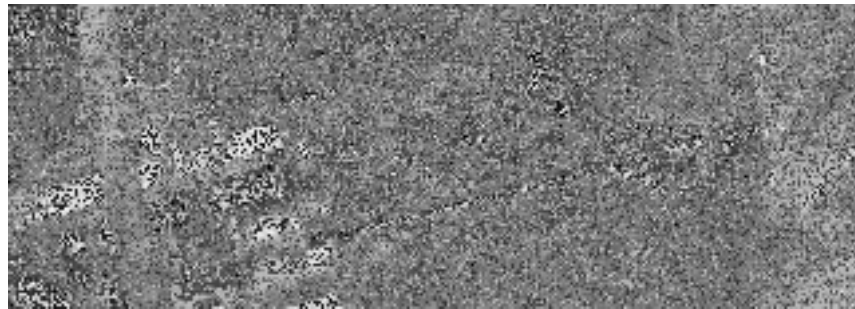
Конструктивне рішення розробленого нами бурозмішувача та його призначення наведено в п.2.4.2, де перераховані його чисельні функції. По розробленим кресленням виготовлений експериментальний зразок бурозмішувача (рис.3.11). Однією із функцій якого є забезпечення надійної потрібної довжини проходки руйнування ґрунту, подрібнення зруйнованого ґрунту та його просочування цементною суспензією. Тому на першому етапі досліджень було проведено порівняльне буріння свердловин без виносу зруйнованого ґрунту на поверхню бурозмішувачами „старої” (рис.3.12,а) і „нової” (рис.3.12,б) конструкцій. Буріння проводилось в однакових умовах із застосуванням води у якості зволоження ґрунту при його руйнуванні. Порівняльне проходження двох свердловин (рис.3.13 – зліва свердловина, пройдена „старою” конструкцією, справа – „новою” конструкцією бу-



Рис.3.11. Бурозмішувач нової конструкції



а)



б)

Рис.3.12. Бурозмішувачі
а) існуючої конструкції; б) нової конструкції



Рис.3.13. Пройдені свердловини бурозмішувачами:
1 – однолопатевою („старою”) конструкцією; 2 - трьохлопатевою („новою”) конструкцією

розмішувача) показало наступні результати: по-перше, довжина проходження лівої свердловини – 12м із значними потугами бурового станка, правої – 16м (більше неможливо через наявність комунікації) з нормальними зусиллями бурового станка; по-друге, після витягнення бурових штанг із бурозмішувачами, останні були перевірені на предмет можливої кольматації отворів витікання ро-

зчину, що обумовлює якість просочування подрібненого ґрунту. На рис. 3.14а показаний результат перевірки на предмет витікання води під тиском із отворів бурозмішувача нової конструкції до проходки в товщі ґрунту, а на рис. 3.14б після проходки. Перевірка показала вільне витікання води практично із всіх отворів, тоді як у бурозмішувача „старої” конструкції більшість отворів були закольматовані через недостатній розмір отворів та недосконалу схему їх розміщення, отвори приходилось чистити шомполом.



а)



б)

Рис.3.14. Перевірка бурозмішувача нової конструкції на предмет витікання води:

а) до проходки бурозмішувача в товщі ґрунту; б) після проходки

Розроблені конструктивна-технологічні рішення значно покращують технологічні показники (табл.3.4).

Таблиця 3.4.

Порівняння технологічних показників існуючих та розроблених рішень

Технологічні показники	Влаштування 1 м.п. ГЦЕ		Переміщення від однієї точки влаштування ГЦЕ до суміжної	
	Існуюча технологія	Розроблена технологія	Існуюча технологія	Розроблена технологія
t – середня тривалість процесу, хв.	15	10	10	5
T – трудомісткість, люд.-хв./маш.-хв.	45/30	30/20	20/-	10/5
N – кількість виконавців, чол.	3	3	2	2

3.2.3 Дослідження технології руйнування ґрунту

Однією із головних функцій буромішувача є руйнування та подрібнення ґрунту. Як зазначалося вище, від ступеню різання та подрібнення залежить якість просочування зруйнованого ґрунту цементною суспензією та перемішування суміші.

Низхідні лопаті запропонованого бурозмішувача поступово врізаються в ґрунт при його обертанні та осьовому переміщенні буровим станком і руйнують ґрунт на початковому етапі у вигляді конуса. Розглянемо схему різання та подрібнення ґрунту. На рис. 3.15 схематично показаний розріз ґрунту на початковій стадії врізання та руйнування ґрунту. Для більшої зручності аналізу фрагмент розрізу ґрунту умовно показаний у вертикальному вигляді. Поперечний переріз форми зруйнованого ґрунту має конусоподібний вигляд. Висота конуса

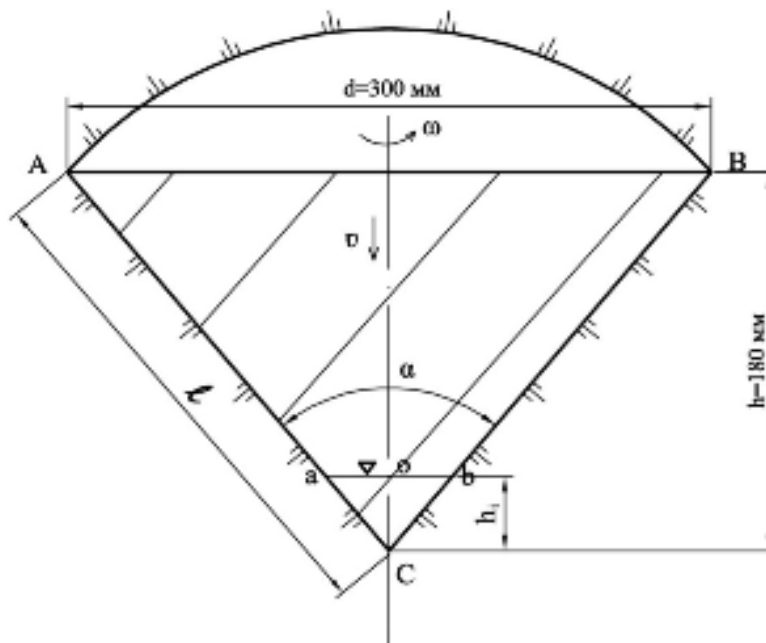


Рис. 3.15. Схема для визначення товщини стружки різання ґрунту при бурозмішувальній технології укріплення

по осі **h** дорівнює висоті нижньої лопати, діаметр основи конуса **d** має розмір довжини середньої лопати, твірна конуса **ℓ** дорівнює довжині бокового ребра

нижньої лопаті. Площина перерізу конуса врізання бурозмішувача в ґрунт має форму трикутника ABC, кут при вершині конуса $\angle ACB = \alpha$.

Для визначення товщини різання стружки приймаємо припущення, що бурозмішувач при обертанні із швидкістю ω об/хв і осьовому переміщенні v м/хв. за один оберт врізається в ґрунт і описує елементарну конічну поверхню із висотою h_i , елементарний розріз якого має форму елементарного трикутника abC . Товщина стружки, яка зрізається ножом бурозмішувача ∇ буде дорівнювати катету ao елементарного трикутника aoc . Із співвідношення сторін Δaoc маємо:

$$\nabla = ao = oc \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = h_i \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}, \quad (3.1)$$

де h_i – висота конічної поверхні, яка дорівнює глибині врізання (занурювання) бурозмішувача за один його оберт.

Удосконалений станок горизонтального буріння має три швидкості осьового переміщення $v_1=0,44$ м/хв., $v_2=0,68$ м/хв., $v_3=0,92$ м/хв. і три швидкості обертань бурозмішувача $\omega_1=86$ об/хв., $\omega_2=112$ об/хв., $\omega_3=138$ об/хв. (див. табл. 3.3). Для прикладу розрахунку приймаємо середні швидкості $v_2=0,68$ м/хв. і $\omega_2=112$ об/хв. Довжина середньої лопаті, яка обумовлює діаметр руйнування ґрунту і, отже, діаметр формування ГЦЕ складає $d=300$ мм, висота бурозмішувача нижньої секції $h=180$ мм. При таких конструктивних і технологічних параметрах час занурювання нижньої лопаті бурозмішувача в ґрунт відбувається за:

$$t = \frac{h}{v} = \frac{180 \text{ мм}}{680 \text{ мм/хв}} = 0,264 \approx 0,26 \text{ хв.} \quad (3.2)$$

Величина занурювання лопаті бурозмішувача в ґрунт за один оберт дорівнює:

$$h_i = \frac{v}{n} = \frac{680 \text{ мм/хв}}{112 \text{ об/хв}} = 6,1 \text{ мм.} \quad (3.3)$$

Тоді товщина стружки різання ґрунту буде:

$$\nabla = h_i \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 6,1 \text{ мм} \cdot 0,833 = 5,1 \text{ мм.}$$

За наведеною вище методикою підраховані значення товщини різання стружки ґрунту в залежності від комбінації технологічних параметрів v та ω бурозмішувача при прийнятих його геометричних розмірах, які зведені в табл. 3.5.

Таблиця 3.5.

Параметри різання стружки при відповідних швидкостях бурозмішувача

Висота нижньої лопаті бурозмішувача h , мм	Діаметр середньої лопаті бурозмішувача d , мм	Лінійна швидкість бурозмішувача v , м/хв	Швидкість обертання бурозмішувача ω , об/хв	Товщина стружки різання ґрунту ∇ , мм
180	300	0,44	86	4,3
		0,68	112	5,1
		0,92	138	5,6

Аналіз виразів 3.1-3.3 показує наступне. Зміною кута α між вітками ричагів різання (див. рис. 3.1) при їх підніманні можна регулювати товщину різання стружки.

Із виразу 3.1 слідує, що зі зменшенням кута α товщина стружки зменшується. На товщину стружки різання також впливають технологічні параметри – швидкості обертання та лінійного переміщення (див. табл. 3.4). Але вплив технологічних чинників на товщину різання стружки досить незначна.

Одним із головних показників технології армування ґрунтів є продуктивність утворення ГЦЕ. Із співвідношення 3.2 витікає, що для мінімізації часу на проходження бурозмішувача при утворенні ГЦЕ необхідно збільшувати швидкість v його лінійного переміщення. Для підвищення ступеню подрібнення зруйнованого ґрунту, покращення просочування подрібненого ґрунту та ретельного перемішування ґрунтоцементної суміші необхідно збільшувати швидкість обертань бурозмішувача. Цим умовам сприяють параметри рухів вдосконаленого станка горизонтального буріння. Таким чином, результати досліджень процесу руйнування ґрунту дозволяють оптимізувати параметри та процеси бурозмішування горизонтального армування ґрунтів.

3.3 Експериментальні дослідження процесу формування ґрунтоцементних армоелементів

На процес формування ГЦЕ впливають декілька чинників, основними з яких є: ґрунтові умови, вміст цементу у суміші ґрунт – цемент, перемішування суміші, умови тужавіння та твердіння ґрунтоцементної суміші, технологічні чинники та ін. Оскільки при горизонтальному укріпленні ґрунтів їх армуванням відбувається в обмеженому шарі по товщині, тобто ГЦЕ утворюються практично в ідентичних ґрунтових умовах, а вміст цементу визначається розрахунком в залежності від необхідних для проектування механічних характеристик, то процес утворення ГЦЕ в більшій мірі залежить від технологічних чинників – від конструктивних рішень бурозмішувача, швидкості його обертань та лінійної швидкості при руйнуванні структури ґрунту, ступеню подрібнення зруйнованого ґрунту, якості просочування подрібненого ґрунту водоцементним розчином, якості перемішування ґрунтоцементної суміші та ін. [107]

Як було зазначено вище, на товщину стружки різання ґрунту та інші технологічні параметри бурозмішування впливають швидкості лінійного та обертального рухів бурозмішувача, тому було досліджено залежність процесу утворення ГЦЕ та формування параметрів механічних характеристик від технологічних факторів.

3.3.1 Технологія формування експериментальних горизонтальних ґрунтоцементних армоелементів

Були виготовлені 3 ГЦЕ довжиною по 6м кожний зі зміною технологічних параметрів на відповідних ділянках. Технологічна схема утворення ГЦЕ у відповідності із вищезазначеним показана на рис.3.16. Всі ГЦЕ виготовлені з однаковим вмістом цементу – 30% від маси сухого ґрунту, тобто складові вмісту ґрунтоцементної суміші були на всіх ГЦЕ такими: цементу 30%, ґрунту в сухому стані – 70%. Вказаний вміст цементу – 30% в даному випадку по-

яснюється наступним. Бурозмішувальна технологія (БЗТ) застосовується для різних цілей – від армування ґрунтів для підсилення основ, де оптимальним вмістом цементу рекомендується до 20% [41], тоді як при застосуванні ГЦЕ у якості несучих конструкцій в залежності від розрахунків – 30-40%.

Водоцементне відношення також було ідентичним – $V/C=0,8$ – цементного розчину у розчиномішалці, а з урахуванням природної вологи в масиві ґрунту V/C ґрунтоцементної суміші=1,2.

Враховуючи, що ГЦЕ горизонтальні, в шарі ґрунту товщиною 300мм на глибині 1,5м від поверхні, ґрунтові умови по довжині слід рахувати ідентичними, вони відповідали значенню характеристик, які наведені в табл.3.5.

Приведені ґрунтові умови практично є типовими для лесових ґрунтів середнього Придніпров'я.

Формування ГЦЕ здійснювалося наступним чином. В першу чергу був утворений ГЦЕ №1, потім ГЦЕ №2 і в останню чергу – №3. Кожний ГЦЕ формувався при відповідній постійній швидкості обертань бурозмішувача по всій довжині – ГЦЕ1 – $n_1=86$ об/хв; ГЦЕ2 – $n_2=112$ об/хв; ГЦЕ3 – $n_3=138$ об/хв. При цьому лінійна швидкість поздовжнього руху на кожній із трьох ділянок була своя – $v_1=0,44$ м/мин, $v_2=0,68$ м/мин, $v_3=0,92$ м/мин. По закінченні проходки бурозмішувача на першій ділянці із лінійною швидкістю v_1 роботу бурового станка і розчинонасоса зупиняли (розчиномішалка працювала безперебійно для забезпечення незмінних кондицій водоцементного розчину на наступних ділянках) і задавали буровому станку наступну чергову лінійну швидкість v_2 , продовжуючи утворення ГЦЕ на другій ділянці (II), таким же чином послідовно

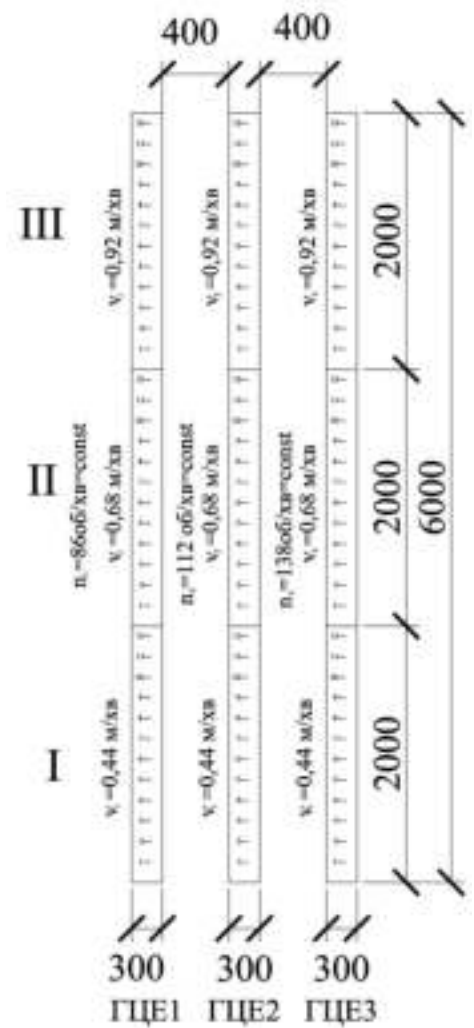


Рис. 3.16. Схема розташування ГЦЕ

формували ГЦЕ на ділянці III. По закінченні утворення ГЦЕ 1 приступали до формування ГЦЕ 2 та ГЦЕ 3, задаючи відповідно постійні швидкості обертань n_2 і n_3 та зміни швидкості осьових рухів v_i^I , v_i^{II} , v_i^{III} . Таким чином, по черговим комбінуванням задавання постійних значень одних технологічних чинників і відповідних змінних значень других чинників, формувалися ГЦЕ з різними характеристиками, відповідними тим чи іншим технологічним параметрам.

При експериментальних дослідженнях необхідно вивчити вплив технологічних чинників на процеси бурозмішування: руйнування (різання) ґрунту, ступінь його подрібнення, якість просочування водоцементною суспензією, ефективність перемішування ґрунтоцементної суміші, які в свою чергу впливають на процес утворення ГЦЕ та на формування властивостей ґрунтоцементу. При цьому, дослідити вплив технологічних чинників на кожен перелічений технологічний процес окремо досить складно. Тому приймаємо допущення, що вирішення цього питання можливо опосередкованим дослідженням залежності кінцевого результату - якості механічних властивостей від технологічних чинників.

Одним із завдань досліджень було вивчення питання зміни величини механічних характеристик у часі в процесі твердіння ґрунтоцементу, тому по закінченні формування ГЦЕ після 7 діб їх твердіння ГЦЕ були розкриті та досліджені (рис.3.17).

Таблиця 3.6.

Характеристики ґрунту експериментального майданчика

Щільність ґрунту природного стану ρ , т/м ³	Щільність сухого ґрунту ρ_d , т/м ³	Щільність твердих часток ґрунту ρ_s , т/м ³	Вологість w , %	Коефіцієнт пористості e	Число пластичності I_p , %
1,472	1,344	2,629	10	0,97	9

ГЦЕ були розкриті за допомогою екскаватора із подальшою ручною доробкою. Візуальний огляд розкритих ГЦЕ показав, що вони мають правильну круглу форму $\varnothing 300$ без порушення зовнішньої цілісності.

При проектуванні в практиці застосування БЗТ виникають різні питання по механічним характеристикам ґрунтоцементу, у т.ч. опір зрушенню, твердість, міцність на стик та ін. Тому була необхідність дослідити вплив технологічних чинників на деякі характеристики при формуванні ГЦЕ.

3.3.2 Дослідження впливу технологічних факторів на процес формування горизонтальних ґрунтоцементних армоелементів та параметрів міцності

а) Дослідження впливу швидкості обертань та лінійної швидкості бурозмішувача на опір зрушенню ґрунтоцементу. Дослідження ГЦЕ розпочалося на початковій стадії твердіння ґрунтоцементу. Дослідження процесу набору міцності виконувалось в одних і тих же зонах ГЦЕ через кожні 7 діб, тобто виконано 4 етапи досліджень в часі – 07; 14; 21; 28.10.14р. Процес вимірювання питомого опору зрушенню ГЦЕ показаний на рис.3.18.

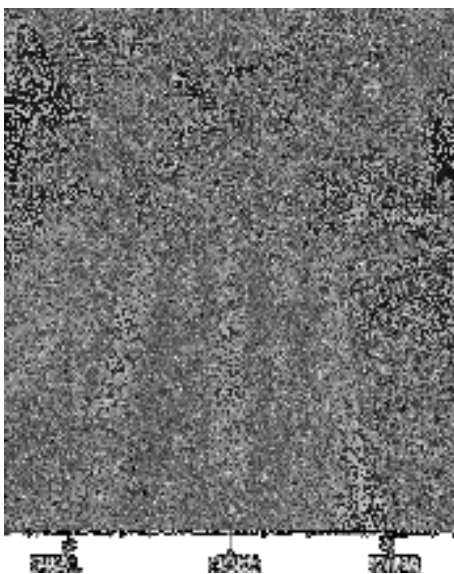


Рис. 3.17. Розкриті ГЦЕ

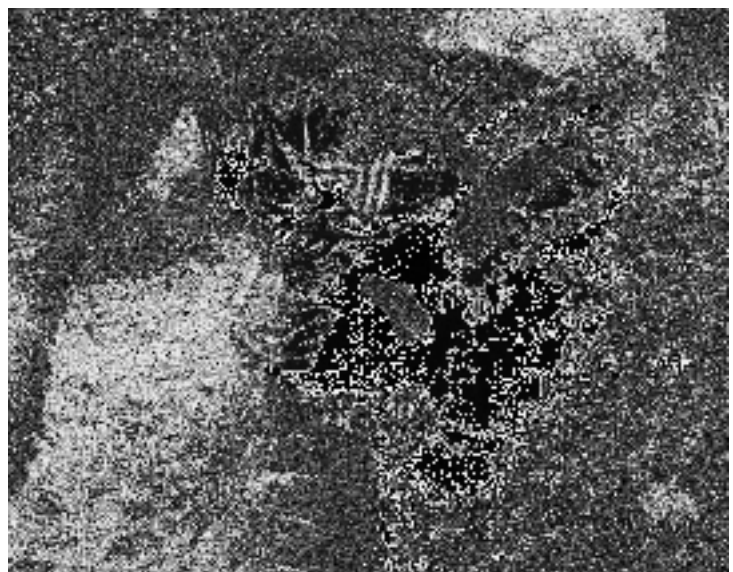


Рис. 3.18. Процес вимірювання питомого опору зрушенню пенетрометром

На кожному етапі досліджень, в кожній точці того чи іншого перерізу ГЦЕ зроблено по 5 уколів (занурень) сталевим конусом, по яким визначалось середньоарифметичне значення глибини занурення конуса у ґрунтоцемент – $h_{\text{іср}}$. Глибину занурення заміряли за допомогою голки, опущеної в лунку після уколу конуса. За середнім значенням $h_{\text{іср}}$ по формулі (2.7) визначались із середнім значенням питомого опору зрушенню $R_{\text{ср}}$. Всі ці значення заносились в таблиці.

Кожний ГЦЕ у відповідності із п.3.3.1 поділений на 3 ділянки довжиною по 2м, які відповідають тій чи іншій швидкості лінійного переміщення бурозмішувача V_i при їх утворенні. Кожний із трьох ГЦЕ утворювався при відповідних трьох швидкостях обертань бурозмішувача n_i . Вище зазначене відображено на технологічній схемі (див. рис.3.16). Кожна ділянка ГЦЕ з відповідною лінійною швидкістю розподілений на 12 інтервалів, на яких набиралася статистика по механічним характеристикам для визначення впливу на них того чи іншого технологічного чинника.

На кожному етапі досліджень результати вимірювань зводились в таблиці, будувались графіки зміни питомого опору зрушенню R при зміні лінійної швидкості $R=f[V]$ та при зміні швидкості обертань $R=f[n]$ бурозмішувача.

Результати penetраційних досліджень по даним замірювань через 7 і 28 діб твердіння наведені у повних обсягах у відповідних таблицях, які розміщені у додатку Б. Для зручності і аналізу в даному пункті наведені табл.3.7 та табл.3.8 в скороченому вигляді замірів питомого опору зрушенню – в непарних точках. Графіки зміни питомого опору зрушенню при зміні швидкостей обертання та лінійного руху бурозмішувача через 7 і 28 діб твердіння показані відповідно на рис.3.19 та рис.3.20.

Аналіз графіків показує:

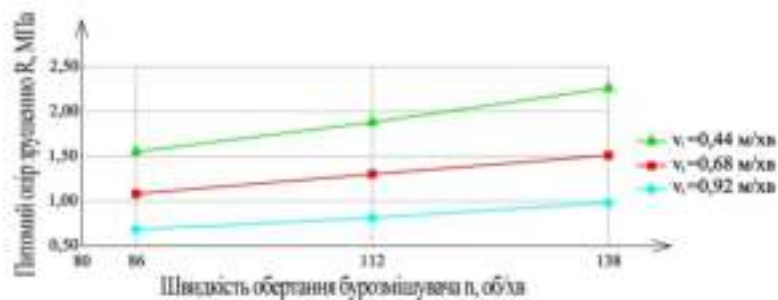
а) зі збільшенням кількості (швидкості) обертань бурозмішувача на всіх етапах твердіння питомий опір зрушенню R збільшується;

б) при підвищенні лінійної швидкості руху бурозмішувача питомий опір зрушенню R навпаки зменшується.

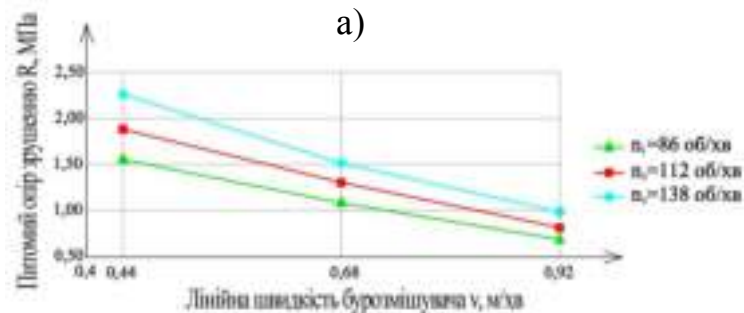
Таблиця 3.7

Результати penetраційних досліджень
07.10.14 (7 діб)

Номер ушкоду	Глибина запорування конусу h, мм					h _{ср} мм	R, МПа	Номер ушкоду	Глибина запорування конусу h, мм					h _{ср} мм	R, МПа	Номер ушкоду	Глибина запорування конусу h, мм					h _{ср} мм	R, МПа
	1	2	3	4	5				1	2	3	4	5				1	2	3	4	5		
ГЦЕ 1			ГЦЕ 2						ГЦЕ 3														
I. v _л =const=0,44 м/хв																							
n _л =86 об/хв						n _л =112 об/хв						n _л =138 об/хв											
1.1.1	4	4	5	4	4	4,2	1,4456	2.1.1	4	4	3	4	3	3,6	1,968	3.1.1	3	4	3	4	3	3,4	2,2059
1.1.3	4	4	4	4	4	4,0	1,5938	2.1.3	3	4	3	4	4	3,6	1,968	3.1.3	3	4	3	2	4	3,2	2,4902
1.1.5	4	4	4	4	5	4,2	1,4456	2.1.5	4	3	4	4	4	3,8	1,766	3.1.5	4	3	3	3	4	3,4	2,2059
1.1.7	4	4	4	4	4	4,0	1,5938	2.1.7	4	3	4	3	4	3,6	1,968	3.1.7	4	3	3	3	4	3,4	2,2059
1.1.9	4	3	5	4	4	4,0	1,5938	2.1.9	4	3	3	4	4	3,6	1,968	3.1.9	4	3	3	3	3	3,2	2,4902
1.1.11	4	4	5	4	4	4,2	1,4456	2.1.11	4	4	3	4	4	3,8	1,766	3.1.11	4	3	3	4	4	3,6	1,9676
R _{ср} Мпа						1,55	R _{ср} Мпа						1,88	R _{ср} Мпа						2,26			
II. v _л =const=0,68 м/хв																							
n _л =86 об/хв						n _л =112 об/хв						n _л =138 об/хв											
1.1I.1	6	5	4	4	5	4,8	1,1068	2.1I.1	4	5	4	4	5	4,4	1,317	3.1I.1	4	4	5	4	4	4,2	1,4456
1.1I.3	5	4	4	6	6	5,0	1,02	2.1I.3	5	4	4	5	5	4,6	1,205	3.1I.3	4	4	4	4	4	4,0	1,5938
1.1I.5	5	6	6	4	5	5,2	0,943	2.1I.5	5	4	5	4	5	4,6	1,205	3.1I.5	4	4	4	4	5	4,2	1,4456
1.1I.7	4	5	4	5	5	4,6	1,2051	2.1I.7	4	5	4	5	4	4,4	1,317	3.1I.7	4	4	4	4	4	4,0	1,5938
1.1I.9	5	5	5	6	5	5,2	0,943	2.1I.9	5	5	5	4	4	4,6	1,205	3.1I.9	5	3	4	4	4	4,0	1,5938
1.1I.11	4	5	5	4	5	4,6	1,2051	2.1I.11	4	4	5	4	5	4,4	1,317	3.1I.11	4	4	3	4	5	4,0	1,5938
R _{ср} Мпа						1,08	R _{ср} Мпа						1,30	R _{ср} Мпа						1,51			
III. v _л =const=0,92 м/хв																							
n _л =86 об/хв						n _л =112 об/хв						n _л =138 об/хв											
1.1II.1	6	5	5	5	6	5,4	0,8745	2.1II.1	6	5	5	5	6	5,4	0,874	3.1II.1	6	5	5	5	4	5,0	1,02
1.1II.3	6	7	6	7	6	6,4	0,6226	2.1II.3	5	6	6	6	6	5,8	0,758	3.1II.3	5	5	5	5	6	5,2	0,943
1.1II.5	6	7	6	6	6	6,2	0,6634	2.1II.5	6	7	6	5	5	5,8	0,758	3.1II.5	4	6	6	5	5	5,2	0,943
1.1II.7	6	5	7	6	7	6,2	0,6634	2.1II.7	5	5	5	6	5	5,2	0,943	3.1II.7	5	5	5	6	5	5,2	0,943
1.1II.9	6	6	6	5	6	5,8	0,758	2.1II.9	5	5	6	5	5	5,2	0,943	3.1II.9	5	5	6	5	5	5,2	0,943
1.1II.11	7	6	6	7	7	6,6	0,5854	2.1II.11	5	6	7	6	5	5,8	0,758	3.1II.11	5	5	5	6	5	5,2	0,943
R _{ср} Мпа						0,66	R _{ср} Мпа						0,81	R _{ср} Мпа						0,98			



а)



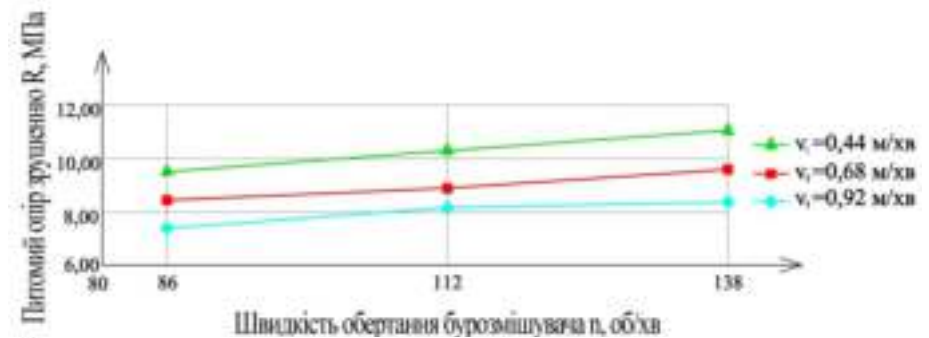
б)

Рис. 3.19. Графік зміни питомого опору зрушенню в залежності:
а) від швидкості обертання бурозмішувача; б) від лінійної швидкості бурозмішувача

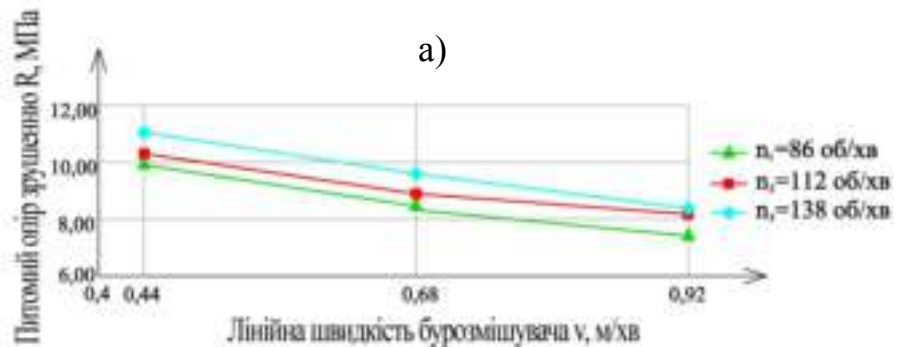
Таблиця 3.8

Результати пенетраційних досліджень
28.10.14 (28 діб)

Номер ушкоу	Глибина загортання вогусу h, мм					h _{ср} , мм	R, МПа	Номер ушкоу	Глибина загортання вогусу h, мм					h _{ср} , мм	R, МПа	Номер ушкоу	Глибина загортання вогусу h, мм					h _{ср} , мм	R, МПа
	1	2	3	4	5				1	2	3	4	5				1	2	3	4	5		
ГПЕ 1							ГПЕ 2							ГПЕ 3									
I. v ₁ =const=0,44 м/хв																							
n ₁ =86 об/хв							n ₂ =112 об/хв							n ₃ =138 об/хв									
1.1.1	2	1	2	1	2	1,6	9,9609	2.1.1	2	1	2	1	2	1,6	9,961	3.1.1	1	1	2	1	2	1,4	13,01
1.1.3	2	2	1	1	2	1,6	9,9609	2.1.3	2	2	1	1	2	1,6	9,961	3.1.3	2	2	1	1	2	1,6	9,9609
1.1.5	2	1	1	2	2	1,6	9,9609	2.1.5	2	1	1	1	2	1,4	13,01	3.1.5	2	1	1	2	2	1,6	9,9609
1.1.7	2	2	2	1	1	1,6	9,9609	2.1.7	2	2	2	1	1	1,6	9,961	3.1.7	2	2	2	1	1	1,6	9,9609
1.1.9	2	1	1	1,5	2	1,5	11,333	2.1.9	2	1	1	2	2	1,5	11,33	3.1.9	2	2	1	2	2	1,8	7,8704
1.1.11	2	2	1	1	2	1,6	9,9609	2.1.11	2	2	1	1	2	1,6	9,961	3.1.11	1	2	1	2	2	1,6	9,9609
R _{ср} , Мпа 9,92							R _{ср} , Мпа 10,31							R _{ср} , Мпа 11,96									
II. v ₂ =const=0,68 м/хв																							
n ₁ =86 об/хв							n ₂ =112 об/хв							n ₃ =138 об/хв									
1.II.1	2	1	2	1	2	1,6	9,9609	2.II.1	2	1	2	1	2	1,6	9,961	3.II.1	2	1	2	1	2	1,6	9,9609
1.II.3	2	2	1	2	2	1,8	7,8704	2.II.3	2	2	1	2	2	1,8	7,87	3.II.3	2	2	1	1	2	1,6	9,9609
1.II.5	2	2	1	2	2	1,8	7,8704	2.II.5	2	2	1	2	2	1,8	7,87	3.II.5	2	1	1	2	2	1,6	9,9609
1.II.7	2	2	2	1	2	1,8	7,8704	2.II.7	2	2	2	1	2	1,8	7,87	3.II.7	2	2	2	1	1	1,6	9,9609
1.II.9	2	2	1	1,5	2	1,7	8,8235	2.II.9	2	2	1	2	2	1,7	8,824	3.II.9	2	2	1	2	2	1,7	8,8235
1.II.11	2	2	1	2	2	1,8	7,8704	2.II.11	2	2	1	1	2	1,6	9,961	3.II.11	2	2	1	1	2	1,6	9,9609
R _{ср} , Мпа 8,46							R _{ср} , Мпа 8,90							R _{ср} , Мпа 9,60									
III. v ₃ =const=0,92 м/хв																							
n ₁ =86 об/хв							n ₂ =112 об/хв							n ₃ =138 об/хв									
1.III.1	2	1	2	2	2	1,8	7,8704	2.III.1	2	1	2	2	2	1,7	8,824	3.III.1	2	1	2	1	2	1,6	9,9609
1.III.3	2	2	2	1,5	2	1,9	7,0637	2.III.3	2	2	2	1	2	1,7	8,824	3.III.3	2	2	1	2	2	1,8	7,8704
1.III.5	2	1	2	2	2	1,8	7,8704	2.III.5	2	1	2	2	2	1,8	7,87	3.III.5	2	2	1	2	2	1,8	7,8704
1.III.7	2	2	1	2	2	1,8	7,8704	2.III.7	2	2	1	2	2	1,7	8,824	3.III.7	2	2	2	1	2	1,8	7,8704
1.III.9	2	2	1,5	2	2	1,9	7,0637	2.III.9	2	2	1	2	2	1,8	7,87	3.III.9	2	2	1	2	2	1,8	7,8704
1.III.11	2	2	1,5	2	2	1,9	7,0637	2.III.11	2	2	1	2	2	1,8	7,87	3.III.11	2	2	1	2	2	1,8	7,8704
R _{ср} , Мпа 7,41							R _{ср} , Мпа 8,18							R _{ср} , Мпа 8,39									



а)



б)

Рис. 3.20. Графік зміни питомого опору зрушенню в залежності:
а) від швидкості обертання бурозмішувача; б) від лінійної швидкості бурозмішувача

Окрім того, досліджено питання набору питомого опору зрушенню горизонтальних ГЦЕ у часі. З цією метою побудовані графіки зміни питомого опору зрушенню у часі після твердіння ґрунтоцементу на протязі 28 діб (рис.3.21). Аналіз графіків показує, що найбільша інтенсивність набору міцності відбувається в перші 7...21 доби, потім зміцнення уповільнюється і після 24 діб питомий опір зрушенню досяг меж 8...10 МПа.

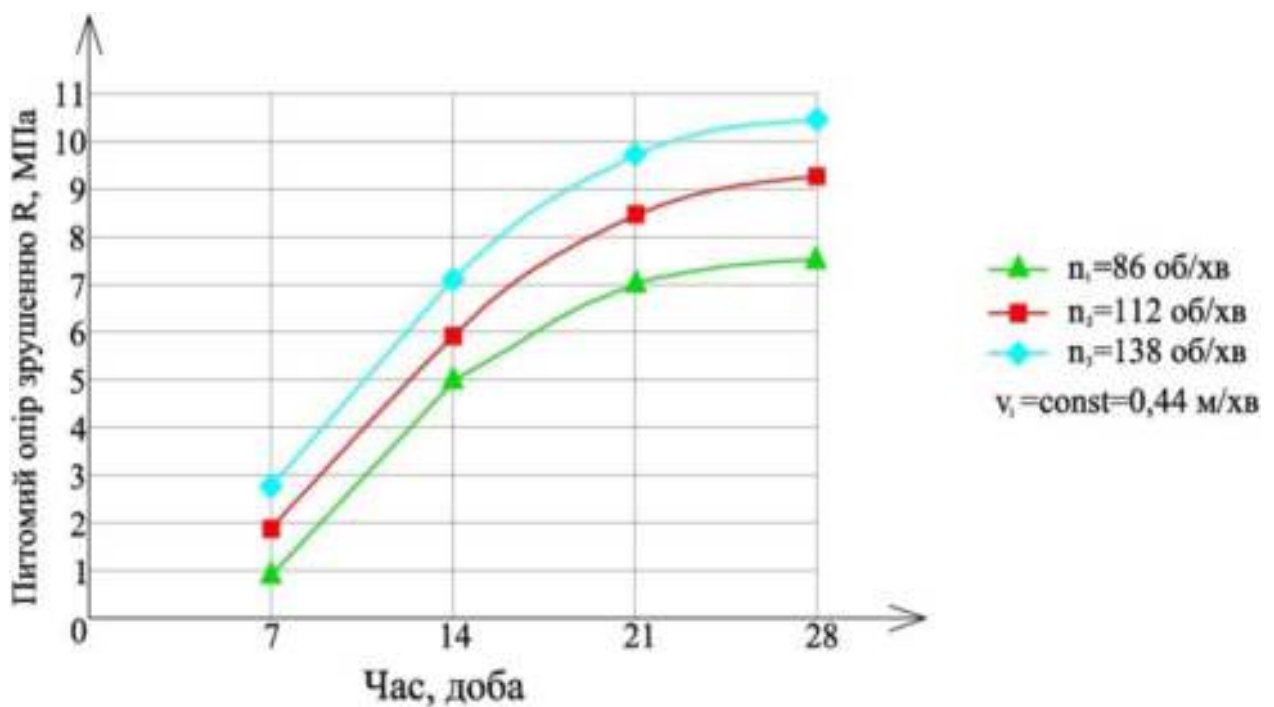


Рис. 3.21. Набір питомого опору зрушенню ГЦЕ у часі

На основі даних графіків (див. рис. 3.21) можна зробити висновки, що через 2...3 доби починається зміцнення ґрунтоцементу, а через 5...7 діб твердіння коли питомий опір зрушенню досягає 1,5...3 МПа можна виконувати роботи, наприклад по зведенню фундаментів.

б) Дослідження впливу швидкості обертань та лінійної швидкості бурозмішувача на твердість ґрунтоцементу. Дослідження твердості ґрунтоцементу виконувалось у відповідності з методикою ударно-імпульсним методом (п.2.4.4б). Порядок випробувань поверхневої твердості ґрунтоцементу даним способом був аналогічним пенетраційним дослідженням. Процес вимірювання

твердості ГЦЕ за допомогою прилада "Онiкс-2,5" показаний на рис.3.22. Результати вимірів в скороченому вигляді, тобто виміри в непарних точках зведені в таблицях 3.9 і 3.10 повний об'єм яких наведений у додатку Б. На основі цих таблиць побудовані графіки зміни поверхневої твердості через 7 та 28 діб твердіння від швидкості обертань та лінійної швидкості на рис.3.23 та рис.3.24. Аналіз цих графіків вказує на аналогічну тенденцію зміни поверхневої твердості ґрунтоцементу, вона збільшується при збільшенні швидкості обертань, а при збільшенні лінійної швидкості навпаки – зменшується.

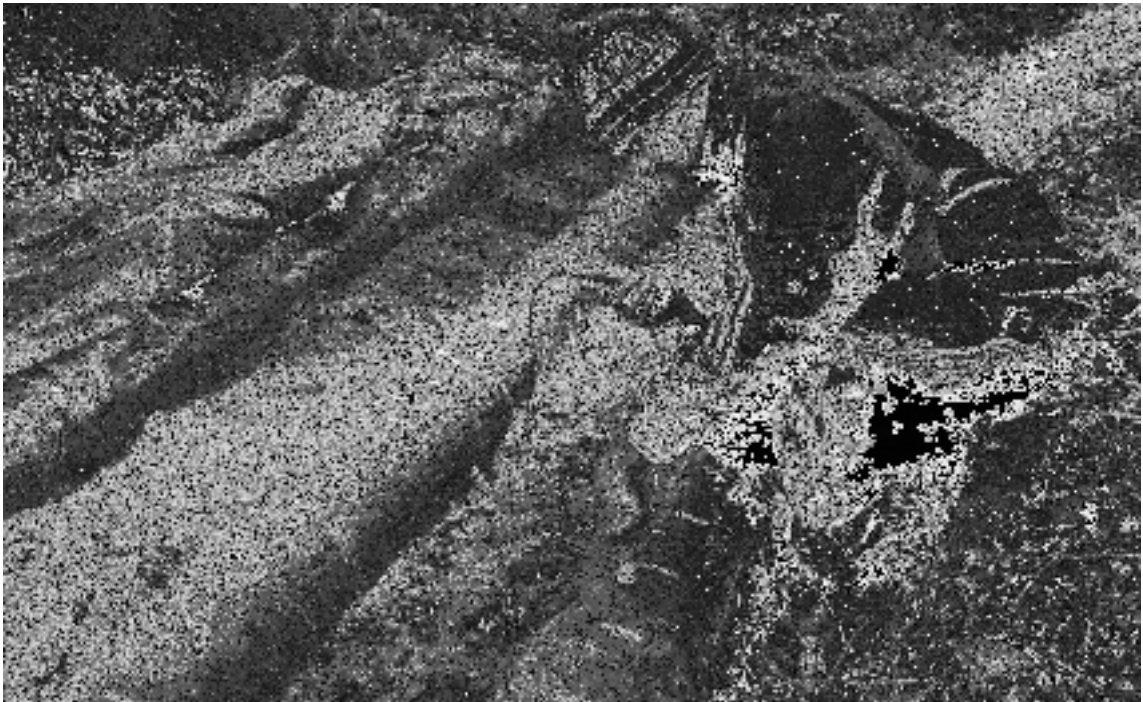


Рис. 3.22. Вимірювання твердості ґрунтоцементу прибором „Онiкс-2,5”

Побудовані також графіки розподілу поверхневої твердості Q по довжині ГЦЕ в залежності від зміни лінійної швидкості бурозмішувача (рис.3.25). Графік розподілу поверхневої твердості по довжині ГЦЕ відповідає тенденціям зміни зробленим висновкам у п.3.3.2б, тобто Q зменшується по довжині елемента по мірі збільшення лінійної швидкості бурозмішувача і навпаки збільшується по мірі збільшення швидкості обертів бурозмішувача.

Таблиця 3.9

Результати визначення поверхневої твердості ОНІКСом
07.10.14 (7 діб)

Номер удару	Міцність, Мпа					Q _{ср} , МПа	Номер удару	Міцність, Мпа					Q _{ср} , МПа	Номер удару	Міцність, Мпа					Q _{ср} , МПа
	1	2	3	4	5			1	2	3	4	5			1	2	3	4	5	
ГПЕ 1						ГПЕ 2						ГПЕ 3								
I. v _л =const=0,44 м/хв																				
n ₁ =86 об/хв						n ₂ =112 об/хв						n ₃ =138 об/хв								
1.1.1	1,8	1,7	1,7	1,7	1,8	1,74	2.1.1	1,8	1,9	1,9	1,8	1,8	1,84	3.1.1	1,8	2,1	1,9	1,8	2,1	1,94
1.1.3	1,5	1,9	1,8	1,6	1,9	1,74	2.1.3	1,8	1,9	1,8	2,0	1,9	1,88	3.1.3	1,8	1,9	2,2	2,1	1,9	1,98
1.1.5	1,7	1,8	1,7	1,8	1,6	1,72	2.1.5	1,9	1,8	1,7	1,9	1,8	1,82	3.1.5	1,9	2,1	2,0	1,9	2,1	2
1.1.7	1,9	1,6	1,6	1,9	1,7	1,74	2.1.7	1,8	1,8	1,9	1,8	1,8	1,82	3.1.7	1,9	2,1	2,0	1,8	2,0	1,96
1.1.9	1,8	1,8	1,7	1,8	1,6	1,74	2.1.9	1,7	1,9	1,8	1,8	1,9	1,82	3.1.9	2,0	1,9	2,2	2,1	1,9	2,02
1.1.11	1,8	1,6	1,7	1,8	1,6	1,7	2.1.11	1,9	1,8	1,7	1,9	1,8	1,82	3.1.11	2,0	1,9	2,1	1,9	1,9	1,96
Q _{ср} , МПа 1,73						Q _{ср} , МПа 1,83						Q _{ср} , МПа 1,98								
II. v _л =const=0,68 м/хв																				
n ₁ =86 об/хв						n ₂ =112 об/хв						n ₃ =138 об/хв								
1.11.1	1,6	1,5	1,6	1,5	1,6	1,56	2.11.1	1,6	1,7	1,6	1,7	1,6	1,64	3.11.1	1,8	1,7	1,6	1,7	1,7	1,7
1.11.3	1,5	1,4	1,4	1,4	1,7	1,48	2.11.3	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,6	3.11.3	1,5	1,6	1,8	1,6	1,9	1,68
1.11.5	1,6	1,4	1,5	1,6	1,5	1,52	2.11.5	1,7	1,6	1,5	1,7	1,6	1,62	3.11.5	1,7	1,6	1,7	1,8	1,6	1,68
1.11.7	1,6	1,5	1,4	1,5	1,6	1,52	2.11.7	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,62	3.11.7	1,7	1,6	1,6	1,7	1,7	1,66
1.11.9	1,5	1,4	1,5	1,4	1,7	1,5	2.11.9	1,7	1,6	1,6	1,5	1,6	1,6	3.11.9	1,7	1,8	1,7	1,6	1,6	1,68
1.11.11	1,4	1,6	1,5	1,6	1,5	1,52	2.11.11	1,5	1,6	1,7	1,6	1,6	1,6	3.11.11	1,6	1,6	1,7	1,8	1,6	1,66
Q _{ср} , МПа 1,52						Q _{ср} , МПа 1,60						Q _{ср} , МПа 1,68								
III. v _л =const=0,92 м/хв																				
n ₁ =86 об/хв						n ₂ =112 об/хв						n ₃ =138 об/хв								
1.111.1	1,4	1,5	1,3	1,3	1,2	1,34	2.111.1	1,4	1,5	1,4	1,3	1,3	1,38	3.111.1	1,4	1,5	1,4	1,3	1,6	1,44
1.111.3	1,3	1,1	1,2	1,4	1,2	1,24	2.111.3	1,3	1,4	1,2	1,4	1,4	1,34	3.111.3	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,42
1.111.5	1,4	1,2	1,3	1,3	1,2	1,28	2.111.5	1,4	1,5	1,4	1,3	1,3	1,38	3.111.5	1,6	1,4	1,4	1,3	1,5	1,44
1.111.7	1,3	1,1	1,2	1,1	1,2	1,18	2.111.7	1,3	1,4	1,2	1,2	1,4	1,3	3.111.7	1,3	1,5	1,3	1,3	1,6	1,4
1.111.9	1,1	1,1	1,3	1,3	1,2	1,2	2.111.9	1,4	1,3	1,4	1,3	1,3	1,34	3.111.9	1,3	1,4	1,5	1,4	1,7	1,46
1.111.11	1,3	1,1	1,2	1,2	1,1	1,18	2.111.11	1,3	1,4	1,2	1,4	1,3	1,32	3.111.11	1,3	1,3	1,5	1,6	1,5	1,44
Q _{ср} , МПа 1,22						Q _{ср} , МПа 1,32						Q _{ср} , МПа 1,44								

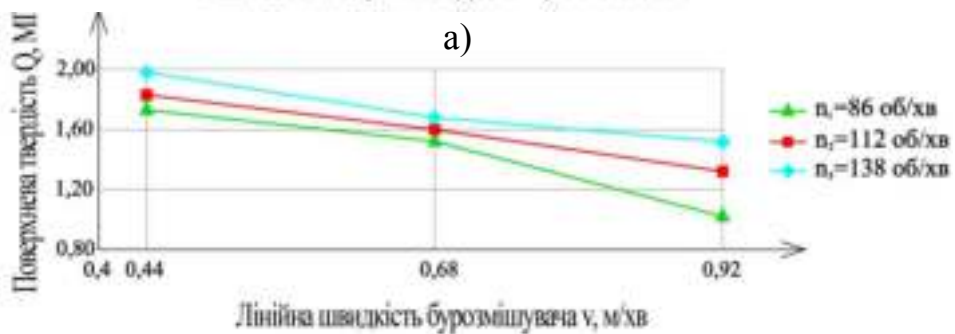
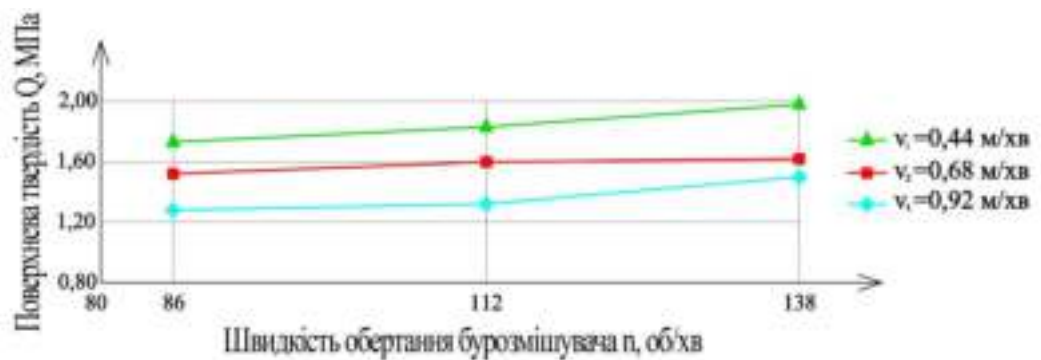
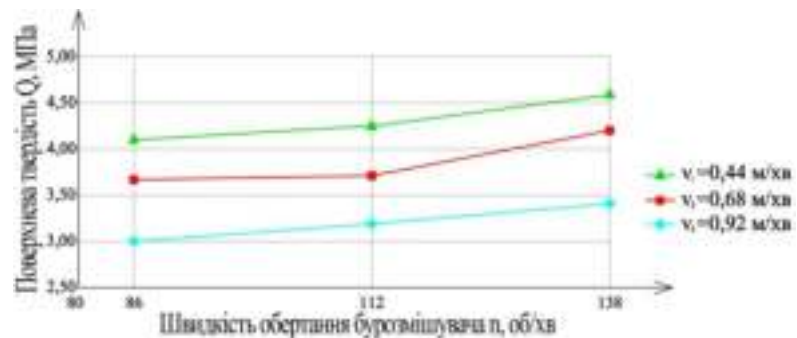


Рис. 3.23. Графік зміни поверхневої твердості в залежності:
а) від швидкості обертання бурозмішувача; б) від лінійної швидкості бурозмішувача

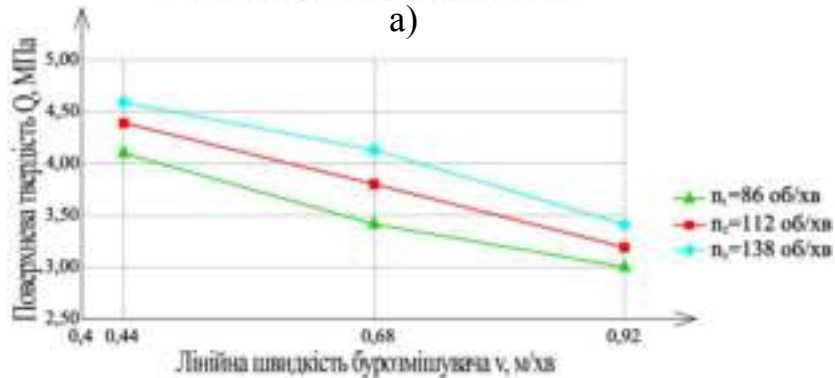
Таблиця 3.10

Результати визначення поверхневої твердості ОНКСом
28.10.14 (28 діб)

Номер узору	Міцність, МПа					$Q_{\text{ср}}$, МПа	Номер узору	Міцність, МПа					$Q_{\text{ср}}$, МПа	Номер узору	Міцність, МПа					$Q_{\text{ср}}$, МПа
	1	2	3	4	5			1	2	3	4	5			1	2	3	4	5	
ГПЕ 1						ГПЕ 2						ГПЕ 3								
$n_1=86 \text{ об/хв}$						$n_2=112 \text{ об/хв}$						$n_3=138 \text{ об/хв}$								
I. $v_1=\text{const}=0,44 \text{ м/хв}$						II. $v_1=\text{const}=0,68 \text{ м/хв}$						III. $v_1=\text{const}=0,92 \text{ м/хв}$								
1.1.1	4,1	4,2	4,0	4,2	4,1	4,12	2.1.1	4,3	4,6	4,3	4,6	4,3	4,46	3.1.1	4,6	4,6	4,7	4,6	4,6	4,66
1.1.3	4,0	4,0	4,0	4,1	4,0	4,02	2.1.3	4,3	4,4	4,6	4,3	4,3	4,38	3.1.3	4,7	4,6	4,6	4,6	4,5	4,6
1.1.5	4,2	4,0	4,0	4,2	4,1	4,1	2.1.5	4,4	4,5	4,1	4,6	4,3	4,38	3.1.5	4,6	4,5	4,5	4,6	4,6	4,56
1.1.7	4,1	4,2	4,1	4,2	4,0	4,12	2.1.7	4,4	4,5	4,4	4,6	4,3	4,44	3.1.7	4,4	4,5	4,7	4,6	4,4	4,52
1.1.9	4,0	4,1	4,0	4,1	4,0	4,04	2.1.9	4,2	4,5	4,5	4,3	4,3	4,36	3.1.9	4,7	4,6	4,6	4,6	4,5	4,6
1.1.11	4,2	4,0	4,2	4,0	4,1	4,1	2.1.11	4,3	4,4	4,6	4,3	4,3	4,38	3.1.11	4,6	4,5	4,4	4,6	4,6	4,54
$Q_{\text{ср}}$, МПа 4,10						$Q_{\text{ср}}$, МПа 4,39						$Q_{\text{ср}}$, МПа 4,59								
$n_1=86 \text{ об/хв}$						$n_2=112 \text{ об/хв}$						$n_3=138 \text{ об/хв}$								
I.1.1						2.1.1						3.1.1								
I.1.3						2.1.3						3.1.3								
I.1.5						2.1.5						3.1.5								
I.1.7						2.1.7						3.1.7								
I.1.9						2.1.9						3.1.9								
I.1.11						2.1.11						3.1.11								
$Q_{\text{ср}}$, МПа 3,55						$Q_{\text{ср}}$, МПа 3,80						$Q_{\text{ср}}$, МПа 4,00								
$n_1=86 \text{ об/хв}$						$n_2=112 \text{ об/хв}$						$n_3=138 \text{ об/хв}$								
I.11.1						2.11.1						3.11.1								
I.11.3						2.11.3						3.11.3								
I.11.5						2.11.5						3.11.5								
I.11.7						2.11.7						3.11.7								
I.11.9						2.11.9						3.11.9								
I.11.11						2.11.11						3.11.11								
$Q_{\text{ср}}$, МПа 3,00						$Q_{\text{ср}}$, МПа 3,19						$Q_{\text{ср}}$, МПа 3,41								



а)



б)

Рис. 3.24. Графік зміни поверхневої твердості в залежності:
а) від швидкості обертання бурозмішувача; б) від лінійної швидкості бурозмішувача

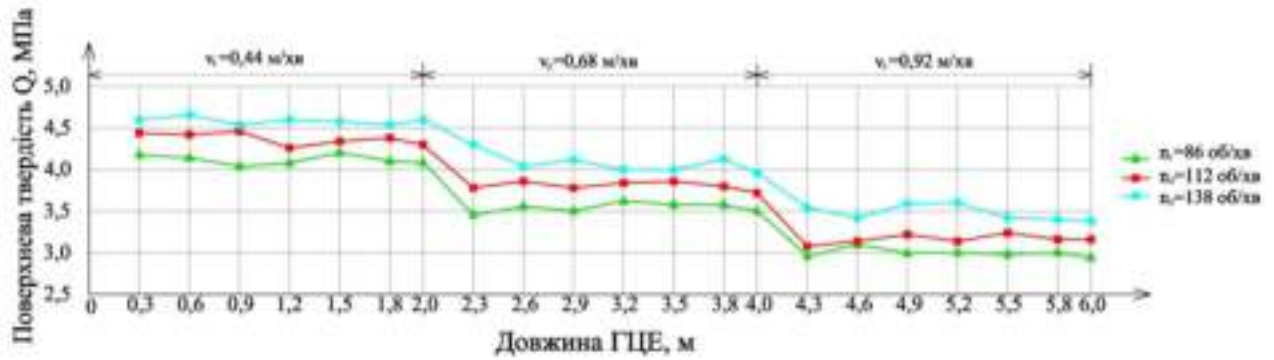


Рис.3.25. Графік зміни поверхневої твердості по довжині ГЦЕ в залежності від лінійної швидкості бурозмішувача (через 28 діб)

в) Дослідження впливу швидкості обертань та лінійної швидкості бурозмішувача на призмову міцність ґрунтоцементу. Для дослідження ґрунтоцементу на стиск, електроперфоратором з пустотілою коронкою відбирали моноліти на ділянках зміни технологічних параметрів у віці 35 діб твердіння (рис.3.26).

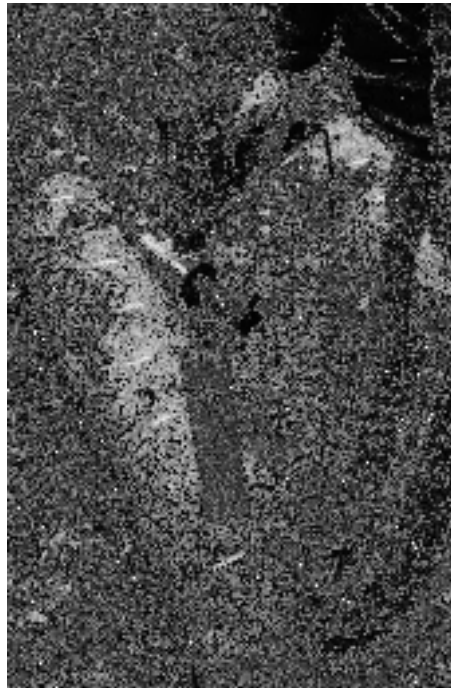


Рис. 3.26. Процес відбору монолітів з ГЦЕ

Із відібраних монолітів були виготовлені циліндричні зразки (рис. 3.27), які досліджувалися на стиск на гідравлічному пресі. Прикладання навантаження проводилося до руйнування зразка (рис.3.28). В результаті випробувань

отримано середнє значення міцності на стиск ґрунтоцементу на відповідних ділянках. Отримані результати зведено в таблицю 3.11 і по їх даним побудовані графіки розподілу міцності по довжині ГЦЕ в залежності від зміни лінійної швидкості бурозмішувача (рис.3.29). Аналіз графіка показує аналогічну тенденцію зміни міцності на стиск при зміні технологічних параметрів, що і при дослідженні інших механічних характеристик, а саме – міцність ґрунтобетону зменшується при збільшенні лінійної швидкості бурозмішувача, що вказує на погіршення всіх процесів бурозмішування [108]: ступеню подрібнення ґрунту, просочування цементним розчином, перемішування ґрунтоцементної суміші.



Рис. 3.27. Відібрані та підготовлені зразки для випробування



Рис. 3.28. Гідравлічний прес та зруйнований зразок

3.3.3 Контроль якості утворених експериментальних армоелементів

Контроль якості утворених ГЦЕ відповідно до ДБН В.3.1-1-2002 [109] здійснювався кількома шляхами [110]:

- перевіркою геометричних характеристик на відповідність проектним розмірам;
- відбором зразків з ГЦЕ і їх дослідженням в лабораторних умовах на відповідність механічним характеристикам проектним величинам;

Таблиця 3.11

Результати визначення призмової міцності випробуванням на стиск
04.11.14 (35 діб)

Номер зразку	Призмova міцність, Мпа	Середня призмova міцність, Мпа	Номер зразку	Призмova міцність, Мпа	Середня призмova міцність, Мпа	Номер зразку	Призмova міцність, Мпа	Середня призмova міцність, Мпа
ГЦЕ 1			ГЦЕ 2			ГЦЕ 3		
I, $v_1 = \text{const} = 0,44 \text{ м/хв}$								
$n_1 = 86 \text{ об/хв}$			$n_2 = 112 \text{ об/хв}$			$n_3 = 138 \text{ об/хв}$		
1.1.1	3,05	3,02	2.1.1	3,25	3,22	3.1.1	3,59	3,57
1.1.2	3,00		2.1.2	3,26		3.1.2	3,61	
1.1.3	3,02		2.1.3	3,15		3.1.3	3,52	
II, $v_2 = \text{const} = 0,68 \text{ м/хв}$								
$n_1 = 86 \text{ об/хв}$			$n_2 = 112 \text{ об/хв}$			$n_3 = 138 \text{ об/хв}$		
1.11.1	2,50	2,54	2.11.1	2,80	2,76	3.11.1	2,88	2,90
1.11.2	2,62		2.11.2	2,76		3.11.2	2,90	
1.11.3	2,49		2.11.3	2,72		3.11.3	2,92	
III, $v_3 = \text{const} = 0,92 \text{ м/хв}$								
$n_1 = 86 \text{ об/хв}$			$n_2 = 112 \text{ об/хв}$			$n_3 = 138 \text{ об/хв}$		
1.111.1	2,30	2,32	2.111.1	2,40	2,37	3.111.1	2,45	2,45
1.111.2	2,33		2.111.2	2,35		3.111.2	2,48	
1.111.3	2,34		2.111.3	2,36		3.111.3	2,43	

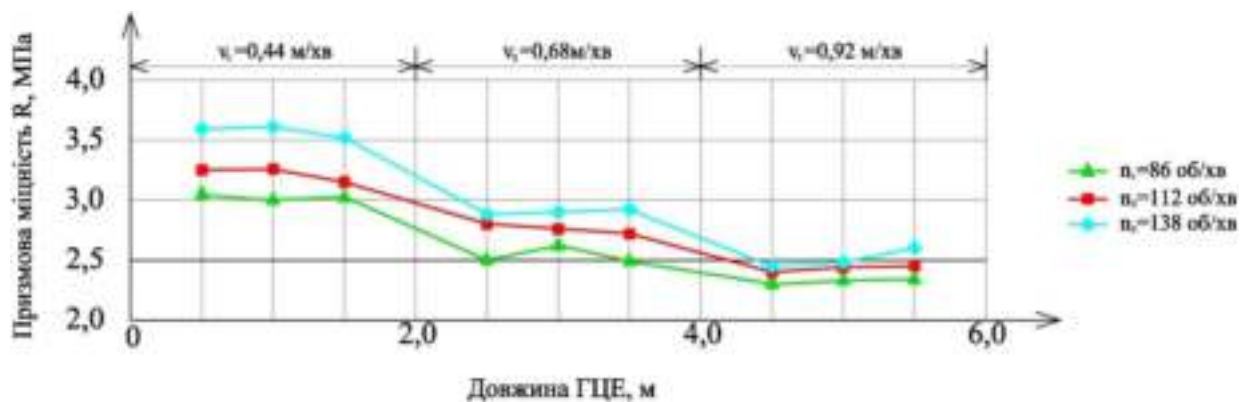


Рис. 3.29. Графік зміни призмової міцності по довжині ГЦЕ при зміні лінійної та обертальної швидкостей бурозмішувача (у віці 35 діб твердіння)

- перевіркою нерозривності (суцільності) ГЦЕ по довжині.

Остання вимога перевірялася двома шляхами:

- вибуруванням циліндричних монолітів з тіла ГЦЕ з певним кроком по довжині (див. рис. 3.26);

- акустичним методом за допомогою програмно-технічного комплексу РІТ-W, розробленого в США (рис.3.30).

Обидва використані методи показали, що порушення суцільності ствола ГЦЕ не виявлені, а довжина паль відповідає натурним вимірам.

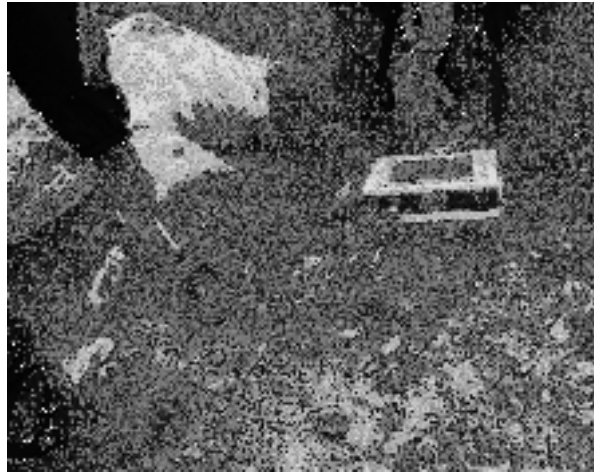


Рис. 3.30. Процес перевірки суцільності ГЦЕ

3.3.4 Дослідження ізотропності ґрунтоцементу

Армування ґрунтів ґрунтоцементними елементами можливо застосувати для різних цілей. Окрім підсилення основ армування ґрунтів ГЦЕ використовують для влаштування підпірних стін [58], для захисту від зсувів будівель, побудованих на схилах, для укріплення укосів насипів та виїмок [62] та в інших цілях. В таких умовах орієнтація осьового моменту інерції ГЦЕ може бути в різних напрямках. При цьому напрямок осьового моменту опору повинен відповідати напрямку осьового моменту інерції. Оскільки загалом ситуація із потрібними орієнтаціями напрямків осьових моментів опору невизначена, тобто в кожному випадку певна, можна зробити припущення, що для сприйняття навантажень в загальних випадках ГЦЕ мають володіти ізотропними властивостями. Тому є необхідність дослідити ГЦЕ на ізотропію.

Відомо, що природний ґрунт, внаслідок специфічних умов формування товщ володіє неоднорідними властивостями в різних напрямках, тобто природ-

ному ґрунту притаманна анізотропія. При бурозмішувальній технології ґрунт природного складу руйнується, подрібнюється, просочується водоцементним розчином, ґрунтоцементна суміш перемішується і твердіє у часі, що обумовлює вирівнювання властивостей ГЦЕ в різних напрямках.

Для дослідження властивостей ґрунтоцементних армуючих елементів в різних напрямках застосували ударно-імпульсний спосіб вимірювання властивостей у взаємно перпендикулярних напрямках перерізів ГЦЕ.

Дослідження виконували наступним чином. На ділянках зміни технологічних параметрів – швидкості обертань та лінійної швидкості бурозмішувача ГЦЕ розрізались і торці готувались до вимірювань. Для цього перерізи розмічались через 3 см у двох взаємно перпендикулярних напрямках, у точках яких приладом "Онікс-2,5" виконували заміри твердості ґрунтоцементу армоелементів. По результатам вимірювань будувались графіки розподілу твердості у двох напрямках перерізу. Результати досліджень показані на рис.3.31.

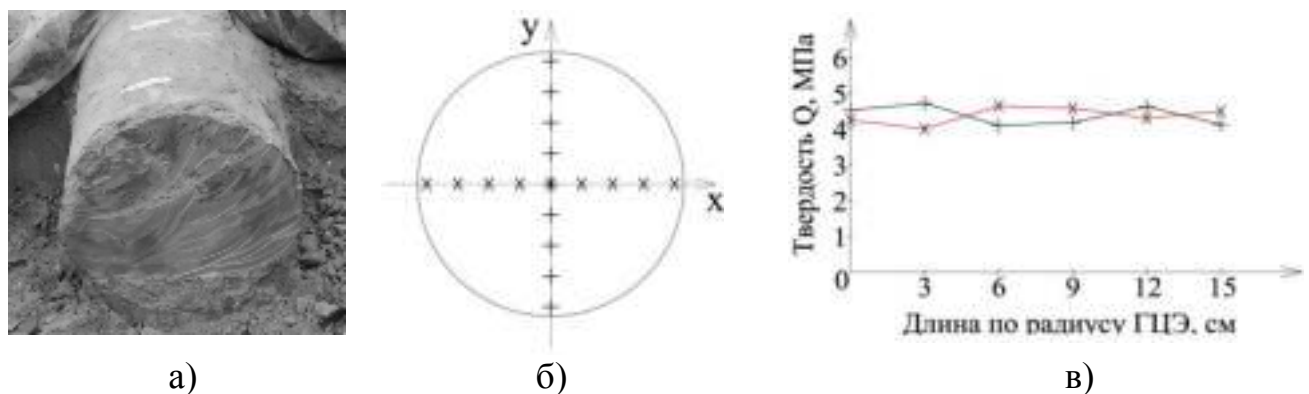


Рис.3.31. Розподіл твердості ґрунтоцементу по перерізу ГЦЕ:

а) підготовлена торцева поверхня до дослідження твердості; б) точки вимірів твердості в напрямках по осях x , y ; в) середньо-вважений розподіл твердості ГЦЕ в горизонтальному і вертикальному напрямках по перерізу

Аналіз результатів досліджень показує, що різниця у твердості ґрунтоцементу у двох напрямках не перевищує 5%, що дає можливість стверджувати: по-перше – внаслідок удосконалених бурозмішувальних процесів із застосуванням розробленої трилопатевої конструкції бурозмішувача відбувається рівномірний розподіл цементних частинок по перерізу; по-друге – бурозмішуваль-

ні процеси забезпечують перехід від анізотропії природного ґрунту до ізотропного стану ґрунтоцементу у виготовлених армоелементах.

3.3.5 Дослідження залежності призмової міцності і модуля деформації ґрунтоцементу від вмісту цементу у ґрунтоцементній суміші

Механічні характеристики ґрунтоцементу в основному залежать від вмісту цементу у ґрунтоцементній суміші. Згідно методики визначення потрібного вмісту цементу (п. 2.4.3) в ґрунтоцементній суміші при утворенні ГЦЕ необхідно дослідити залежність призмової міцності та модуля деформації від вмісту цементу, побудувати графіки цих залежностей (R_n , $E=f(n\% \text{ цементу})$) і по графікам визначати потрібний вміст цементу. Дослідження такої залежності виконувалось шляхом випробування зразків із ґрунтоцементу на стиск при різному вмісту цементу у суміші ґрунт-цемент.

У якості ґрунту для виготовлення ґрунтоцементних зразків лабораторних досліджень прийнятий лесоподібний суглинок із характеристиками пластичності $I_p=15\%$; щільності частинок ґрунту $\rho_s=2,58 \text{ т/м}^3$; щільності скелету – $\rho_d=1,4 \text{ т/м}^3$; природної вологості – $w=15\%$.

Випробування ґрунтоцементних зразків, дослідження проводилось відповідно до ДСТУ Б.В. 2.7-18-95. Бетони легкі. Загальні технічні умови [99].

Зразки ґрунтоцементу виготовлялися у вигляді кубиків, які мали розміри $7 \times 7 \times 7$ см у металевих формах. Виготовлення зразків виконувалось наступним чином. Ґрунт перемішувався із водоцементним розчином (цементною суспензією) до однорідного стану із вмістом цементу n в кількості 5%, 15%, 20%, 25%, 30% та 35% від ваги сухого ґрунту та із ідентичним В/Ц відношенням 0,6. В кожній серії по вмісту цементу виготовили по 6 зразків. Всього було виготовлено та досліджено 42 зразки (рис.3.32).

На другу добу кубики виймалися із форм і зберігалися до випробування у вологому середовищі – зволоженій тирсі протягом 28 діб, після чого кубики готувалися до випробування. Випробування зразків – кубиків на одноосьовий

стиск виконували на багаторичажному приборі для дослідження характеристик ґрунтів, прилаштованому для поетапного навантаження (рис.3.33).

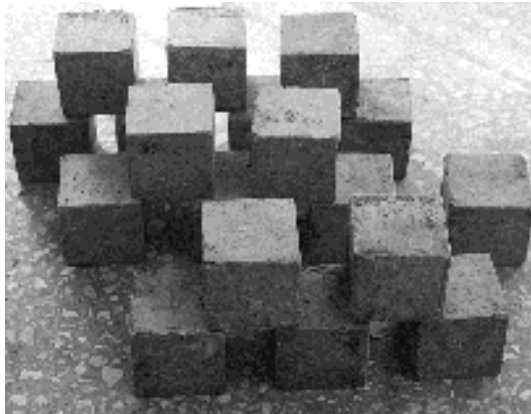


Рис. 3.32. Виготовлені ґрунтоцементні кубики

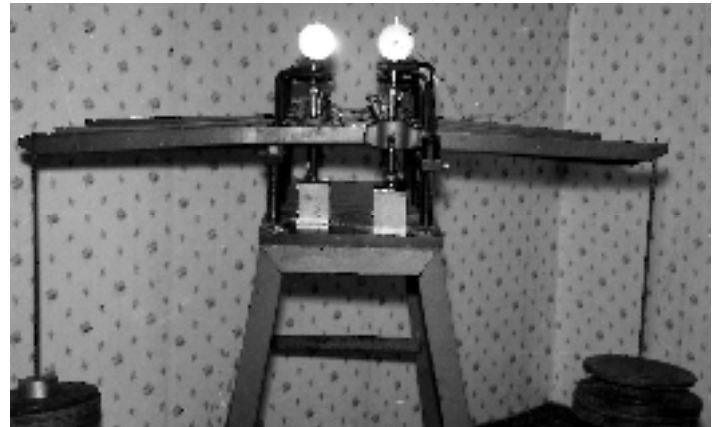


Рис. 3.33. Випробування ґрунтоцементних кубиків

Ступені етапів навантаження виконувались поступовим нарощуванням дископодібних гир, які укладались на підвіску ричагів. Кубики навантажували ступенями по $0,1 R_n$. Кожну ступінь навантаження витримували до стабілізації деформації стиску i_n , яка вимірювалась індикаторами часового типу з ціною ділення шкали $0,01$ мм. Після стабілізації деформації зразка прикладали наступну ступінь навантаження. Навантаження кожного зразка доводили до повного руйнування. Прикладання зусилля R_n до кубиків виконувалось через шток ричажної системи, шарнірно з'єднаний із металевою пластиною, яка безпосередньо контактувала із площиною грані кубика. Величина зусилля R_i , прикладеного безпосередньо до зразка, визначалася із співвідношення довжин плеч від підвіски навантаження до вісі кріплення ричага і між цією віссю і віссю штока передачі навантаження. На кожній ступені навантаження визначали зусилля R_i , прикладене до зразка, і відповідну абсолютну деформацію зразка i_i , які заносилися в журнал дослідів. По даним цих показників на кожному етапі навантаження визначались напруження σ_i в ґрунтоцементному кубіку, як частка від ділення зусилля R_i на площу перерізу зразка та відносна деформація зразка ϵ_i - частка від ділення абсолютної деформації i_i на висоту кубика. Ці дані визначалися

для всіх зразків кожної серії вмісту цементу – $n_1=5\%$, $n_2=10\%$, $n_3=15\%$, $n_4=20\%$, $n_5=25\%$, $n_6=30\%$ та $n_7=35\%$.

По правилам "Механіки ґрунтів" [111] за даними цих досліджень визначались із відповідними значеннями призмової міцності R_p , МПа та модуля деформації E , МПа. Ці дані заносилися в таблицю 3.12, в якій значення R_p та E являються опосередкованими із 6 визначень для кожного процентного відношення n %. За даними таблиці на рис. 3.34 наведений графік залежності призмової міцності R_p від вмісту цементу, а на рис. 3.35 – графік залежності модуля деформації E від вмісту цементу.

Таблиця 3.12

Характеристики ґрунту і результати випробувань зразків на механічні характеристики ґрунтоцементу

Вид ґрунту	Вологість w , %	Щільність скелету ґрунту ρ_d , т/м ³	Число пластичності I_p , %	Вміст цементу n , %	Водоцементне відношення	Опосередковані значення механічних хар-ик	
						Міцність R_p , МПа	Модуль деформації E , МПа
Лесовий суглинок	15	1,4	15	5	0,6	0,5	60
				10		1,3	170
				15		2,1	260
				20		2,7	360
				25		3,2	410
				30		3,6	440
				35		3,9	450

Аналіз графіків залежності механічних характеристик від вмісту цементу показує, що зі збільшенням вмісту цементу, як призмова міцність, так і модуль деформації зростають практично пропорційно до 25% вмісту, при подальшому збільшенні вмісту цементу приріст зростання характеристик уповільнюється. Звідси можна зробити висновок, що ефективними межами вмісту цементу при підсиленні основ армуванням ґрунтів являються 15...25% від ваги ґрунту в су-

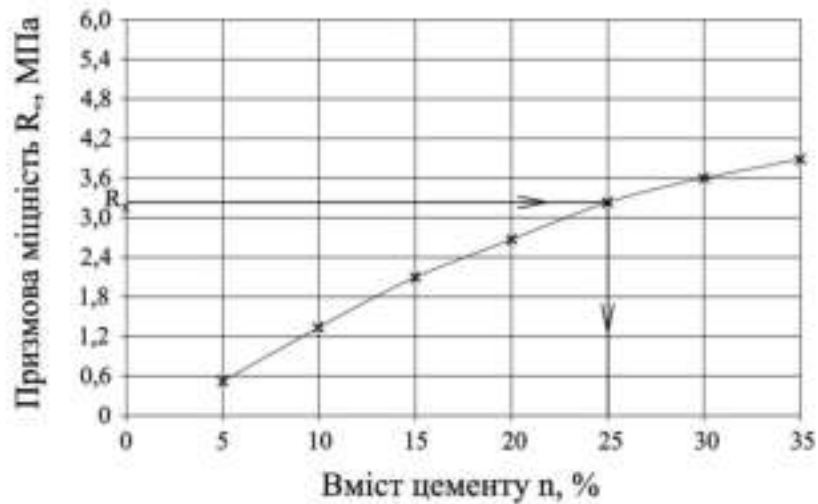


Рис. 3.34. Залежність призмової міцності від вмісту цементу після 28 діб тужавіння у вологому стані

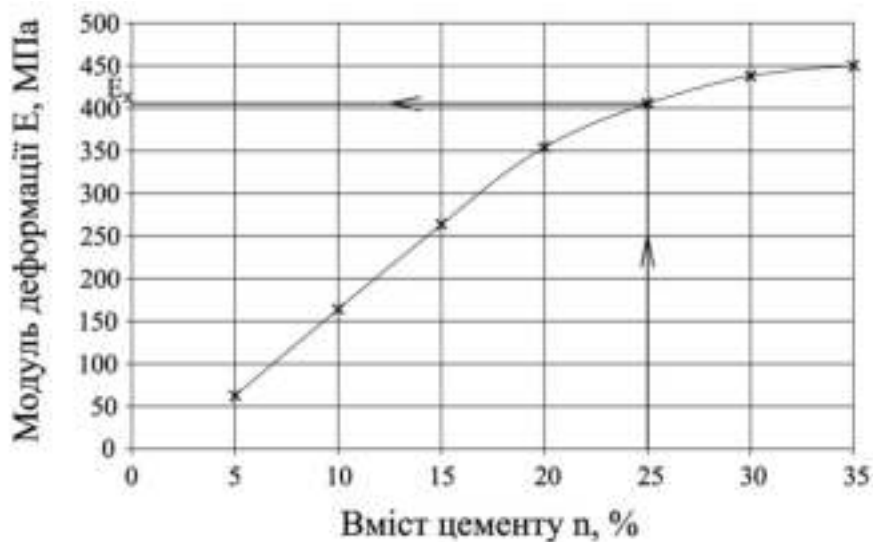


Рис. 3.35. Залежність модуля деформації від вмісту цементу після 28 діб тужавіння у вологому стані

хому стані. Враховуючи, що на різних будівельних майданчиках можуть бути різні ґрунтові умови, то для визначення оптимального вмісту цементу в кожному конкретному випадку ґрунтових умов перед проектуванням необхідно проводити експериментальні дослідження на прилеглих територіях а до відновлювальної будівлі або дослідних майданчиках по відпрацюванню технологічних параметрів укріплення ґрунтів БЗТ і визначення оптимальних потрібних значень $R_{п}$ та E . Для цього на дослідному майданчику виготовляють шурф, на про-

ектній глибині влаштування ГЦЕ та відбирають ґрунт, із якого утворюють зразки (кубічні чи циліндричні) із різними процентами цементу ($n \%$) від ваги сухого ґрунту, випробують на стиск і по їх результатам будують графіки $R_n=f(n \%)$ та $E=f(n \%)$ і по графікам визначаються із необхідними значеннями наступним чином. На графіку залежності призмової міцності від вмісту цементу (див. рис.3.33) визначають значення призмової міцності R_x , яке прийнято в розрахунках основи, при проектуванні її зміцнення для відновлення експлуатаційної спроможності деформованої будівлі або при реконструкції, наприклад $R_x=3,5$ МПа. Із відповідного значення проводять горизонталь до перетинання із графіком $R_n=f(n)$. Із точки перетинання опускають перпендикуляр на вісь вмісту цементу. Точка його перетину із горизонтальною віссю визначає потрібне значення вмісту цементу $n=25\%$ від ваги ґрунту в сухому стані, який укріплюється горизонтальним армуванням. По графіку $E=f(n \%)$ (див. рис. 3.34) при відповідному $n=25\%$ визначаються із значенням модуля деформації $E_x \approx 405$ МПа. По цьому значенню E (при необхідності) корегуються розрахунки.

Можлива і зворотна задача – виходячи із техніко-економічних розрахунків задаються вмістом цементу n , в межах $15...25\%$ від ваги ґрунту в сухому стані і по графіках $R_n=f(n)$ та $E=f(n)$, які побудовані при дослідженні визначаються із R_n і E , які приймаються в розрахунках несучої здатності при проектуванні підсилення основ фундаментів горизонтальним армуванням ГЦЕ.

3.4 Технологія відновлення деформованих будівель та об'єктів реконструкції в стиснених умовах

В останні роки капітальне будівництво значно скоротилось, натомість збільшився об'єм реконструкцій об'єктів. Цілі та завдання, які ставляться при реконструкції різні, але практично в більшості випадків вони пов'язані зі збільшенням навантажень на основи, наприклад, при надбудові поверхів, заміні дерев'яних перекриттів та покриттів на залізобетонні, установкою додаткового

обладнання та ін. Так чи інакше виникають питання, пов'язані із компенсацією додаткових навантажень на основи. Друга проблема при реконструкції пов'язана з тим, що в більшості випадків роботи виконуються в стиснених умовах. Третя проблема – уникнути погіршення навколишнього середовища, наприклад, максимально зберегти зелені насадження. Виникає також проблема непошкодження близько розташованих існуючих будівель, споруд, комунікацій та ін. Все це призводить до питання використання сучасної будівельної техніки і технологій будівництва, які в більшості зорієнтовані на великі обсяги робіт, високу продуктивність та ін., тому вони є крупногабаритними, достатньо великої ваги і т.д. Тобто їхнє використання в стиснених умовах, наприклад, в середині приміщень у, т.ч. в підвалах є проблематичним. Часто виникає питання проведення реконструкції в умовах діючого виробництва, без припинення експлуатації або без відселення мешканців із житлових будинків. Звідси витікають завдання перед науковцями, дослідниками, проектувальниками та конструкторами – розробка техніки та технологій, придатних з однієї сторони для роботи в стиснених умовах та анонсованих вище вимог, з другої - забезпечення достатньої продуктивності, якості та надійності.

Розроблена нами на рівні винаходу (патент України №83660) [112] технологія підсилення основ при реконструкції та при захисті пошкоджених будівель від подальших деформацій в стиснених умовах показана на технологічній схемі (рис. 3.36) і полягає в наступному. Для виготовлення горизонтальних армуючих ґрунтоцементних елементів при підсиленні основ під фундаментами необхідно відкопати котлован 1 за межами будівлі. Через стисливість умов будівельного майданчика укіс котловану має бути розташований якомога ближче до поздовжнього зовнішнього обрізу фундаменту 2 та мати мінімальний кут відхилення впритул до вертикального.

Для забезпечення необхідної несучої здатності основ горизонтальне армування ґрунтів може виконуватись в декілька рядів (ярусів) по висоті, що потребує відповідної глибини котловану для влаштування цих рядів [113]. При цьому необхідно забезпечити стійкість укосів котловану, які мають бути міні-

мальними через стисливість, та захистити фундаменти від зсуву. Розрахунок несучої здатності основи, тобто ви-значення кількості рядів, а також стійкості укосів котловану і підпірної стінки фундаментів виконують на основі положень та вимог механіки ґрунтів, основ та фундаментів. Якщо розрахунок показав, що стійкість не витримується, укоси необхідно укріпити та влаштувати підпірну стінку фундаментів.

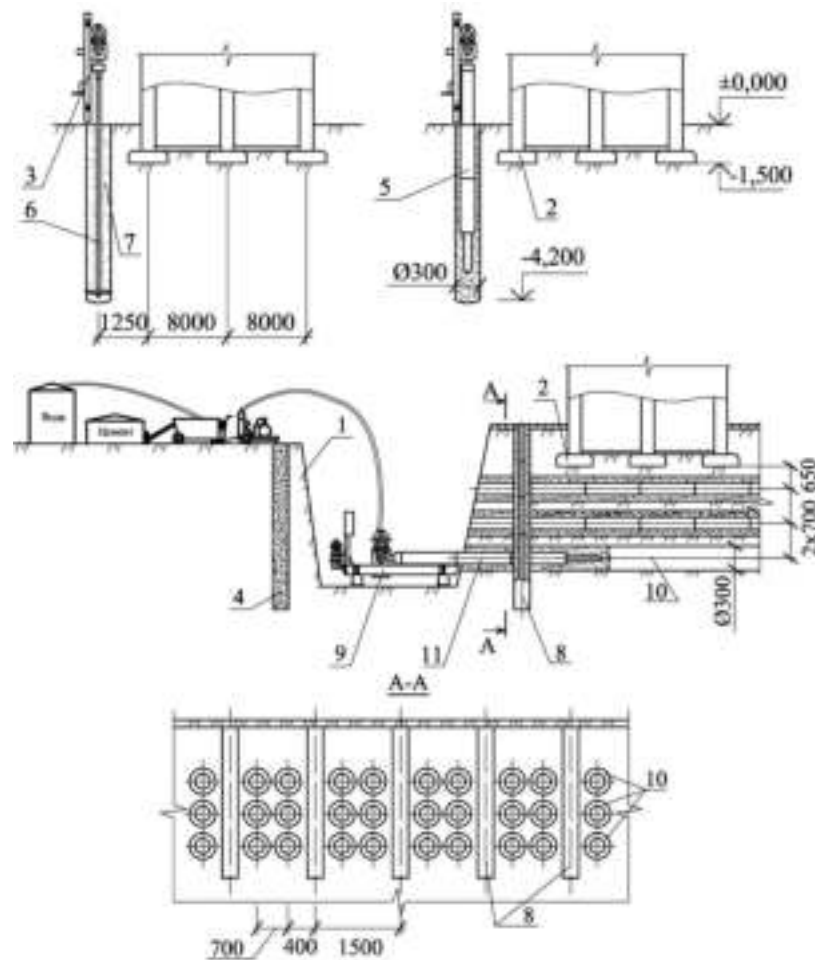


Рис. 3.36. Технологічна схема підсилення основи при реконструкції та захисті будівель в стиснених умовах:

- а) укріплення укосів котловану та влаштування горизонтальних армоелементів; б) влаштування підпірної стінки фундаментів; в) підсилення вертикальних ґрунтоцементних елементів жорсткими конструкціями; 1 – котлован; 2 – фундамент; 3 – станок вертикального буріння; 4 – вертикальні ГЦЕ; 5 – підсилюючі вертикальні жорсткі елементи; 6 – колона бурових штанг; 7 – вертикальна текучопластична ґрунтоцементна суміш; 8 – вертикальний елемент підпірної стінки; 9 – станок горизонтального буріння; 10 – горизонтальні ГЦЕ; 11 – яруси горизонтальних ГЦЕ; 12 – підсилюючі горизонтальні жорсткі елементи; 13 – горизонтальна текучопластична ґрунтоцементна суміш

Розроблена технологія укріплення укосів в стиснених умовах вертикальними ґрунтоцементними елементами ефективна, вона базується на бурозмішувальному способі укріплення ґрунтів. Ця технологія найбільш доцільна, оскільки вона виконується за тим же способом і тим же устаткуванням й оснащенням, що і горизонтальне армування при підсиленні основи будівлі, яка реконструюється, за виключенням бурового станка. Для влаштування вертикальних ґрунтоцементних елементів використовується малогабаритний станок вертикального буріння, наведений у п.3.1.3, який прилаштований до бурозмішувальної технології.

Згідно проекту за межами майбутнього котловану по його контуру станком вертикального буріння 3 виконують влаштування одного або кількох рядів, що визначається розрахунками, вертикальних ґрунтоцементних елементів 4 по бурозмішувальній технології, яка аналогічна горизонтальній технології з різницею лише в тому, що ґрунт руйнують, подрібнюють і перемішують із в'язким розчином у вертикальному напрямку станком вертикального буріння. При необхідності вертикальні ґрунтоцементні елементи підсилюють жорсткими конструктивними елементами 5 у вигляді арматурних каркасів, труб і других металевих або пластикових матеріалів. Підсилення ґрунтоцементного елемента виконують наступним чином. По закінченні перемішування ґрунтоцементної суміші колонну бурових штанг 6 видаляють із вертикально утвореної ґрунтоцементної суміші 7, яка знаходиться в текучопластичному стані, і занурюють підсилюючий елемент 5 шляхом задавлювання станком вертикального буріння. Занурення підсилюючого елемента можливо виконувати вібратором, або поєднанням зусиль тиску станком і вібруванням.

Вертикальними ґрунтоцементними елементами також влаштовують підпірну стінку фундаментів 8 для їх захисту від зсувів, які аналогічно можливо підсилувати конструктивними елементами високої міцності та жорсткості. Підпірну стінку можна влаштовувати безпосередньо біля обрізів фундаментів (див. рис. 3.36б,в), цьому сприяють малі габарити вертикального бурового станка, порівняно невелика вага та його мобільність.

Після закріплення укосів вертикальними ГЦЕ 4 майбутнього котловану 1 та влаштування підпірної стінки фундаментів 8 приступають до відкопування котловану, при цьому кути укосів котловану можуть бути мінімальними, або зовсім вертикальними (рис. 3.37), де показаний фрагмент підсилення основи деформованої будівлі в стиснених умовах малогабаритним устаткуванням з відкопаним котлованом після укріплення його бортів вертикальними ГЦЕ. При цьому, укріплені борти котловану забезпечують можливість ґрунт не вивозити, а укласти на поверхні біля котловану. На дні котловану укладають рейкові напрямні для переміщення та кріплення бурових станків горизонтального буріння 9 і приступають до влаштування горизонтальних армуючих ґрунтоцементних елементів 10. При цьому слід звернути увагу, що горизонтальні армоелементи виконують в проміжках між вертикальними елементами підпірної стінки фундаментів, це необхідно враховувати при розробці проектно́ї документації.

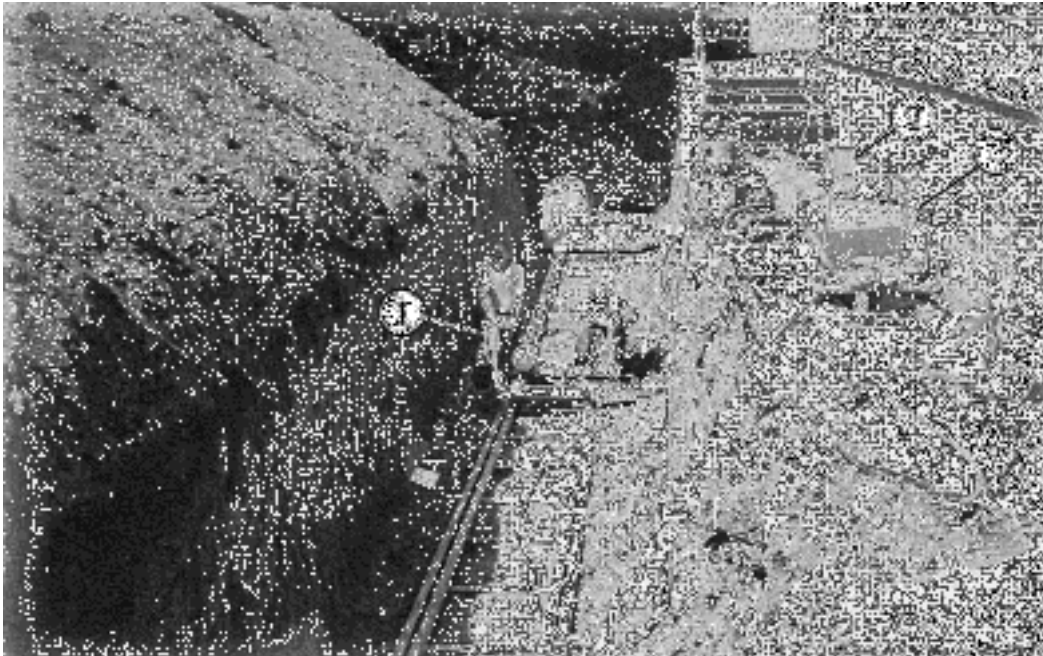


Рис. 3.37. Підсилення основи фундаментів горизонтальним армуванням ґрунтів при відновленні деформованої будівлі в стиснених умовах:
1 – станок горизонтального буріння; 2 – розчинонасос; 3 – розчиномішалка

Вище наведений спосіб підсилення основ фундаментів в однаковій мірі може бути застосований як при відновленні деформованих та аварійних будівель, споруд, так і при реконструкції об'єктів [114].

При реконструкції будівель, де плануються значні додаткові навантаження, наприклад, при надбудові декількох поверхів, розрахунками визначають кількість рядів (ярусів) по висоті ґрунтоцементних елементів, які також можливо підсилювати конструктивними міцними та жорсткими елементами 12 (див. рис. 3.30), що занурюють у текучопластичну суміш 13 відразу ж після видалення горизонтальної колони бурових штанг і бурозмішувача.

Необхідно зробити акцент на тому, що бурозмішувальна технологія як вертикального, так і горизонтального армування включає елементи мокрого процесу, тому при влаштуванні ґрунтоцементних армоелементів необхідно назначити певне чередування влаштування армоелементів для запобігання надмірному зволоженню ґрунтів основи. Наприклад, утворювати армуючі елементи уздовж фундаментів в одному напрямку парні елементи, а в зворотному напрямку – не парні. Необхідно також процес армування основ супроводити моніторингом будівель геодезичним наглядом за можливим додатковим осіданням та із застосуванням вимірювально-інформаційної автоматизованої системи “Моніторинг”, розробленої Запорізьким відділенням НДІБК [115]. У випадках виявлення додаткових осідань фундаментів необхідно в оперативному порядку з'ясувати причину такого явища і вносити корегування в порядок влаштування ГЦЕ.

Для здійснення геодезичного нагляду за можливими додатковими осіданнями фундаментів від часткового зволоження ґрунтів на цокольній стіні будівлі із певним кроком кріплять геодезичні марки, наприклад, наклеюванням мірних стрічок.

Після закінчення влаштування проектного обсягу армуючих ґрунтоцементних горизонтальних елементів приступають до закриття котловану шляхом пошарової засипки ґрунтом із ущільненням одним із відомих способів до щільності ґрунту у сухому стані $\rho_d=1.60\dots 1.65 \text{ г/см}^3$.

Висновки за розділом 3

1. Розробка та застосування нової конструкції трилопатевого бурозмішувача змінює принцип здійснення бурозмішувальних процесів технології горизонтального армування ґрунтів:

- різання ґрунту відбувається за рахунок поступового занурювання породоруйнівних ножів у товщу із поступовим збільшенням діаметра руйнування;

- кожний елементарний об'єм зруйнованого ґрунту при занурюванні та обертанні бурозмішувача піддається багатократній обробці подрібнення, просочування водоцементною суспензією, перемішування суміші.

2. Експериментальні дослідження розроблених та вдосконалених технологічних обладнань та пристроїв засвідчили суттєве підвищення функціональних можливостей, а саме:

- збільшення довжини утворення ГЦЕ до 20 м, замість 12 м при задовільному навантаженні на буровий станок;

- збільшення швидкостей рухів бурозмішувача- обертання в межах 86...138 об/хв. замість 60 об/хв., лінійного переміщення 0,44...0,92 м/хв. замість 0,36 м/хв.;

- унеможливлення виникнення "мертвих зон" при формуванні горизонтальних ГЦЕ.

3. Експериментальними дослідженнями встановлено вплив технологічних факторів на механічні характеристики ГЦЕ:

- зі збільшенням швидкості обертання бурозмішувача в межах 86...130 об/хв. механічні характеристики ґрунтоцементу – питомий опір зрушенню, твердість та призмova міцність збільшуються в межах 25...30%;

- при збільшенні лінійної швидкості вказані механічні характеристики навпаки зменшуються на 20...25 %, що вказує на погіршення якості бурозмішувальних процесів.

4. З метою визначення необхідного вмісту цементу у ґрунтоцементній суміші досліджена залежність призмovoї міцності R_n та модуля деформації E

від вмісту цементу, які показали, що збільшення R_p і E відбувається по лінійній закономірності, при збільшенні вмісту цементу до 25% від маси ґрунту в сухому стану до значень відповідно 3,3 та 410 МПа. Подальші збільшення уповільнюються, відхиляючись від лінійної закономірності.

5. Розроблена технологія горизонтального армування ґрунтів при підсиленні основ деформованих будівель та при реконструкції будівель в стиснених умовах.

РОЗДІЛ 4

ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ І ЇЇ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ

4.1 Сфера застосування горизонтального армування ґрунтів ГЦЕ

Необхідність покращення характеристик ґрунтів з метою зміцнення основ фундаментів обумовлюється досить поширеною областю деформованих будівель та споруд [116]. Перш за все це пошкоджені будівлі внаслідок нерівномірних деформацій основ фундаментів через негативний вплив різних чинників, спричиняючих погіршення властивостей ґрунтів. Це часто відбувається через нерівномірне замочування основ або неналежну якість їх підготовки. Як перший, так і другий чинники досить поширені в Україні, особливо з урахуванням, що біля 80% площі складають ґрунти не сприятливі для будівництва та експлуатації будівель по різних ознакам [6]. Такі явища обумовлюють значну кількість пошкоджених будівель – близько 80%, які потребують ремонту і відновлення [90].

Для прикладу наведемо лише одну Запорізьку область, де тільки у м. Запоріжжі налічується більш ніж 200 пошкоджених будівель та споруд [91]. Будівлі зазнають різного виду деформації – прогини, вигини, кручення, але найбільша кількість – крени. Об'єктів, які зазнали кренів із перевищенням допустимих норм в 2...4 рази, нараховується біля 60 [89].

Існують різні технології усунення або зменшення впливу чинників, які призводять до деформацій будівель. Із відомих способів найбільш ефективним, на наш погляд, є спосіб усунення деформацій будівель та споруд, розроблений на основі управління жорсткістю основи фундаментів [117]. Даний спосіб реалізується шляхом керованої нерівномірної горизонтальної перфорації відповідного шару ґрунтів під фундаментами бурінням горизонтальних свердловин змінних параметрів. За рахунок керованого стиску перфорованого шару ґрунту відбуваються керовані осідання фундаментів, які призводять до усунення крену

будівлі. Але при цьому ослабляється перфорований шар основи, який необхідно підсилити відразу після усунення деформації будівлі. При цьому, укріплення ґрунтів як перфорованого шару, так і основи в цілому найбільш ефективно виконувати горизонтальним армуванням ГЦЕ технологією, розробленою за участю здобувача в процесі праці над дисертацією. Приклади впровадження даного способу відновлення деформованих об'єктів показані в публікації [118].

Окрім області захисту будівель від деформацій, дана технологія по підсиленню основ досить добре застосовуються при реконструкції об'єктів [119], особливо у випадках надбудови поверхів та заміни перекриттів і покриттів на залізобетонні, або при заміні чи встановленні додаткового обладнання, тобто при підвищенні навантажень на основу. Для компенсації дефіциту несучої здатності основи ефективним способом її підсилення є горизонтальне армування ґрунтів ГЦЕ. Особливістю цього способу укріплення ґрунтів є те, що окрім простоти, технологічності, економічності та надійності, даний спосіб дозволяє зміцнювати основу без зупинки діяльності об'єкту реконструкції. Особливо показовим прикладом об'єкту реконструкції в цьому відношенні є надбудова третього поверху будівлі поліклініки центральної лікарні ім. Гусака в м. Донецьку. Генпідрядник - будівельне підприємство ООО СКК „Белый мост” сумісно з Запорізьким відділенням НДІБК у 2009-2010 рр. за участю здобувача успішно справились із цим завданням. На даний час надбудована третім поверхом будівля поліклініки надійно функціонує. На превеликий жаль через окупацію м. Донецьк немає можливості отримати довідку про провадження технології горизонтального армування ґрунтів при реконструкції даного об'єкта без зупинки діяльності.

Україну чекає велика реконструкція житлових малометражних 5 - поверхових будинків масової забудови 50 – 60-х р.р. ХХ ст. Горизонтальне армування ґрунтів ГЦЕ, як один з найбільш економічних і одночасно надійних способів підсилення основ при надбудові поверхів за умов максимального збереження існуючих конструкцій, наприклад, фундаментів, а можливо і з мінімальним від-

селення мешканців, а також з максимальним збереженням оточуючої інфраструктури, може бути вигідно затребувана.

Вимоги до технологій по відновленню деформованих будівель та при реконструкції регламентовані ДБН В.3.1-1-2002 [109], до яких досить добре адоптована удосконалена технологія підсилення основ горизонтальним армуванням ґрунтів.

Горизонтальне армування ГЦЕ прийнятне також в капітальному будівництві для підготовки основ, особливо на територіях складених якісними ґрунтами, але які включають лінзи слабких ґрунтів або верхні шари є суглинки I типу просадочності.

4.2 Рекомендації по вибору та застосуванню раціональних технологічних рішень горизонтального армування ґрунтів

Сутність бурозмішувальної технології укріплення ґрунтів викладена в попередніх розділах. Для підсилення основ армуванням горизонтальними ГЦЕ придатні майже всі структурно-нестійкі та слабкі ґрунти, леси, лесові суглинки та супіски [120]. Укріпленню бурозмішувальною технологією підлягають водонасичені ґрунти, у т.ч. ґрунти нижче рівня підземних вод. Багаторічні дослідження свідчать, що оброблені за бурозмішувальною технологією ґрунти не розмокають у воді. Вода, в якій дослідні ґрунтоцементні зразки знаходились багато років, не мутніла, а механічні характеристики не змінювались, а навпаки з часом покращувались.

Підрядна організація по впровадженню горизонтального армування ґрунтів розробляє проект виконання робіт (ПВР) на базі аналізу проектної документації по підсиленню основи, яка розроблена фахівцями, обізнаними в питаннях механіки ґрунтів, основ та фундаментів. При цьому, ПВР має розроблятися з урахуванням положень, викладених у попередніх розділах даної праці, а також наступних рекомендацій.

В першу чергу необхідно визначитись із напрямком утворення ярусів ГЦЕ, зазначених в проекті. Від кількості ярусів ГЦЕ залежить глибина котловану для їх влаштування і дає підставу для висновку щодо необхідності прийняття засобів по забезпеченню стійкості фундаментів та укосів котловану. Яруси ГЦЕ можливо утворювати в напрямках як „зверху-вниз” так і „знизу-угору”. Напрямок утворення ярусів „знизу-угору” більш технологічний. Технологія утворення ГЦЕ в цьому напрямку наведена в п.4.3., де зазначено, що перед відкопкою котловану необхідно влаштувати підпірну стінку фундаментів та виконати укріплення майбутніх укосів котловану. Технологія по виконанню цих заходів наведена в п. 3.4. При цьому слід зазначити, що з економічної точки зору, а також із урахуванням стисненості умов відновлюваних будівель або об’єктів реконструкції, брівка котловану повинна бути максимально приближена до фундаментів у т.ч., з метою зменшення загальної довжини армоелементів. Але при максимальному приближенні необхідно враховувати стійкість фундаментів, утворюючи захисні стінки із вертикальних ГЦЕ, які іноді потребують підсилення жорсткими конструкціями (див.п.3.4). Тому в черговий раз слід акцентувати, що якість утворення підпірної стінки фундаментів є досить відповідальним конструктивним та технологічним елементом при розгляді питання надійності та безпеки при виконанні робіт по підсиленню основ. Тим більше, що такі роботи можна виконувати без зупинки діяльності об’єктів, у тому числі без відселення мешканців, що частіше відбувається на практиці. Укріплення укосів котловану і влаштування підпірної стінки фундаментів рекомендується виконувати за бурозмішувальним способом. Він є в даних умовах найбільш доцільним, оскільки виконується по одній і тій же технології, одними й тими ж устаткуванням і оснащенням, що і горизонтальне армування за виключенням бурового станка. В даному випадку для влаштування підпірної стінки і укріплення укосів котловану застосовується розроблений та виготовлений нами вертикальний буровий станок (див. рис. 3.9; 3.10).

При відновленні пошкоджених будівель, де укріплення ґрунтів горизонтальним армуванням частіше виконується в стиснених умовах, рекомендується

застосовувати малогабаритні розчиномішалки та розчинонасоси. В стиснених умовах, де здійснений захист фундаментів від зсуву і забезпечена стійкість укочів вертикальними ГЦЕ, котлован можна відкопувати із вертикальними стінками, а відкопаний ґрунт не вивозити на достатню відстань, а відсипати безпосередньо на прилеглий до котловану територію, не ризикуючи обрушенням стінок котловану від привантаження вийнятим ґрунтом. Реалізація такого технологічного рішення забезпечує економію не лише на транспортних витратах по відвезенню та підвезенню ґрунтів при закритті котловану, але обумовлює і технологічність виконання робіт. Адже при багатоярусному влаштуванні ГЦЕ виникає необхідність декілька разів підвищувати рівень дна котловану для влаштування вищерозташованих ярусів, що досягається відсипкою та ущільненням ґрунту із резерву, що розташований на поверхні поруч із котлованом.

Важливим моментом при укріпленні ґрунтів горизонтальним армуванням ГЦЕ є їх виготовлення, механічні характеристики яких повинні відповідати проектним значенням. При вирішенні даного питання слід визначатись із вмістом складових ґрунтоцементної суміші, методика яких наведена у п.2.4.3. За основу необхідно приймати проектну призмову міцність ґрунтоцементу, яка обумовлюється перш за все вмістом цементу. Оскільки укріплення основ фундаментів може відбуватися в різних ґрунтових умовах, то перед початком реалізації проектних рішень на кожній площадці із відповідними ґрунтовими умовами необхідно проводити експериментальні дослідження по відпрацюванню технологічних параметрів та визначенню характеристик зміцнених ґрунтів (згідно п.3.3.5), які б відповідали проектним вимогам.

На процес армування ґрунтів при утворенні ГЦЕ впливають технологічні параметри руху бурозмішувача. Утворення ГЦЕ відбувається при лінійному і обертальному рухах бурозмішувача відразу при переміщенні першої бурової штанги. При заглибленні бурозмішувача в горизонтальному напрямку на 0,3...0,5м необхідно утворити тампон навколо бурової штанги діаметром на 20...30% більшим діаметра утворюючого армоелемента з метою запобігання витіканню цементної суспензії, яка подається до бурозмішувача під тиском.

Тампон утворюють шляхом ущільнення вологого ґрунту навколо бурової штанги, що обертається.

При осьовому переміщенні бурозмішувачу задають оптимальну лінійну швидкість в межах 0,44-0,68 м/хв (в залежності від стану ґрунту) при максимальній швидкості обертання в межах 112-138 об/хв. Таке співвідношення рухів бурозмішувача потрібно для забезпечення якісних технологічних операцій бурозмішування: при мінімальній лінійній швидкості досягається максимальне подрібнення зруйнованого ґрунту, що обумовлює більш якісне просочування водоцементною суспензією. Максимальні обертання сприяють більш якісному перемішуванню ґрунтоцементної суміші. Окрім того, оптимальна осьова швидкість бурозмішувача та максимальна швидкість обертань із трьох можливих удосконаленого нами станка горизонтального буріння дають можливість уникнути так званих „мертвих зон” ГЦЕ, в які цементна суспензія недостатньо або зовсім не потрапляє. При зворотному ході бурозмішувача для прискорення його витягання на поверхню буровим штангам задають максимальну осьову швидкість і середню швидкість обертань для більш якісного перемішування ґрунтоцементної суміші.

4.3 Впровадження розроблених елементів технології горизонтального армування ґрунтів основ фундаментів

В останні роки бурозмішувальна технологія (БЗТ) укріплення ґрунтів все частіше застосовується для різних цілей, вказаних в попередніх розділах. При цьому армування ґрунтів БЗТ використовується як у вертикальному та похилому напрямках [80], так і в горизонтальному напрямку [81].

Здобувач приймав участь у застосуванні горизонтального армування ґрунтів на 7 об'єктах, наведених у таблиці 4.1., навчаючись студентом на кафедрі промислово-цивільного будівництва, а потім в аспірантурі цієї ж кафедри будівельного факультету ЗДІА. Із аналізу таблиці слідує, що горизонтальне армування ґрунтів застосовано при капітальному будівництві – в процесі прибудови

профкорпусу до існуючої будівлі клініки Україно – Французького центру репродуктивних функцій людини „ Сім + Я ” у м . Донецьку по вул. проф. Богословських,3 (п.1 таблиці).

Таблиця 4.1.

Досвід горизонтального армування ґрунтів основ за участю здобувача

№ п/п	Об’єкт застосування	Призначення застосування	Кількість ярусів армoe-лементів, шт.	Довжина армoe-лементів, м	Кількість армoe-лементів, шт.
1	2	3	4	5	6
1.	Капітальне будівництво: прибудова профкорпусу до існуючої клінічної будівлі у м. Донецьку по вул. проф. Богословських,3, 2009 р.	Підготовка основи фундаментів в стиснених умовах	3	9	72
2.	Нерівномірно осідаюча будівля ресторану „ Вікторія ” по пр. маршала Малиновського у м. Дніпропетровську, 2011 р.	Стабілізація осідань фундаментів	1	12	20
3.	Реконструкція будівлі „ Індустріалбанку ” у м. Запоріжжі по вул. Сакко і Ванцетті, 2010 р.	Підвищення несучої здатності основи фундаментів при надбудові поверху	2	17,5... 20,5	45
4.	Деформована будівля спортивного залу ОШ №94 Кіровського р-ну м. Донецьк, 2011 р.	Зміцнення основи фундаментів	2	15,0	50
5.	Нахилений житловий будинок у кварталі Баракова у м. Красnodон Луганської обл., 2013 р.	Укріплення перфорованого шару основи після вирівнювання будівлі	1	16	70
6.	Реконструкція будівлі готелю „ Дніпро ” у м. Запоріжжі, 2012 р.	Підсилення основи фундаментів для збільшення несучої здатності при надбудові поверхів	3	19	75
7.	Деформована будівля навчально-виховного комплексу у с. Ряске Машівського р-ну Полтавської обл., 2015 р.	Зміцнення основи для попередження подальших нерівномірних осідань фундамента	3	17,0;1 6;3,4	91;45

На 2 об’єктах реконструкції (п.п.3;6 таблиці) і на 4 деформованих об’єктах (п. п.2;4;5;7) де, здобувач ретельно аналізував вузькі місця існуючої

технології та зосереджував увагу та думці по усуненню недоліків та виявленні резервів і їх реалізацію по удосконаленню існуючих способів, технологічних процесів, обладнання та технологічного оснащення, а також на розробці пропозицій нових елементів технологій [121]. Результатом такого підходу є пропозиції по розробленню інноваційних рішень по новим процесам технології та оснащенню горизонтального армування ґрунтів. Наведемо декілька прикладів.

Відчувши на практиці складність процедури переміщення станків горизонтального буріння по рейковим направляючим від однієї точки буріння до іншої, запропонований інноваційний спосіб та пристрій для вирішення цього питання. Наділення станків горизонтального буріння такими пристроями забезпечує технологічність їх переміщення та спрощує необхідність досягнення паралельності горизонтальних ГЦЕ (див.п.3.1.2, рис.3.5).

Наша практика і аналіз відомих джерел показують, що деформації будівель частіше відбуваються внаслідок нерівномірного осідання фундаментів через нерівномірні деформації основ. Однією з причин є різнорідні властивості ґрунтів в „пятні” будівлі. Ця обставина потребує вчасної зміни та застосування раціональних режимів технологічного процесу армування основи у відповідності зі зміною властивостей ґрунтів – вологості, щільності та ін. Це регулюється різними технологічними прийомами, у т.ч. зміною швидкостей обертань та осьового руху бурозмішувача. Існуючий станок горизонтального буріння наділений лише однією лінійною швидкістю та швидкістю обертань. За участю здобувача станок удосконалений тим, що збільшено кількість швидкостей цих рухів. Внаслідок реконструкції механізми лінійного та обертального рухів забезпечені трьохступінчатими редукторами [102]. Експериментальні дослідження (див. п. 3.2.1) опитного бурового станка показали досить добрі результати [97]. Удосконалений станок забезпечує широкий вибір раціональних технологічних режимів в залежності від зміни ґрунтових умов площадки армування основ як деформованих будівель, так і об'єктів реконструкції. Експериментальний станок був випробуваний при армуванні ґрунтів основи деформованої бу-

дівлі школи в с. Ряске Машівського р-ну Полтавської обл. (додаток А) [122].
Акти впровадження наведені у додатку Г.

Застосування існуючої технології відбувається із використанням однолопатевого бурозмішувача із плоскою ріжучою пластиною для здійснення всіх технологічних процесів бурозмішування. Застосування такого бурозмішувача обумовлює ряд недоліків при утворенні горизонтальних ГЦЕ, які зазначені у п.1.5.2, що послужило підставою для розробки нової трилопатевої конструкції бурозмішувача [101], наведеної в п.3.1.1. Дослідження процесів утворення ГЦЕ [97] із застосуванням трилопатевої конструкції бурозмішувача викладено у розділі 3, які показали добрі результати і дали підставу для його використання при впровадженні горизонтального армування ґрунтів для зміцнення основи [122].

Однією із основних вимог якісного армування ґрунтів горизонтальними ГЦЕ є їх горизонтальність та прямолінійність. В існуючій технології така вимога повинна досягатись застосуванням направляючої бурозмішувача, яка являє собою гладкий циліндричний стрижень недостатньої довжини. Така направляюча не завжди забезпечує прямолінійність особливо у вологих ґрунтах або при зміні вологості основи у межах площадки. В зв'язку з цим нами була запропонована спіралеподібна подовжена направляюча, якою оснащений трилопатевий бурозмішувач [123]. Позитивний ефект від впровадження даного рішення пояснюється рис.4.1, де показано, що спіралеобразна направляюча при обертанні бурозмішувача вгвинчується в ґрунт і фіксує заданий напрямок бурозмішувача.

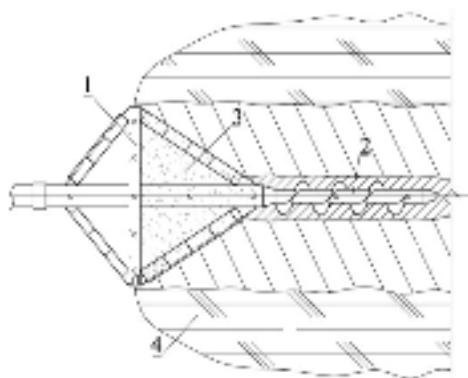


Рис.4.1. Бурозмішувач,
з'єднаний із направляючою
штангою:

1 – бурозмішувач; 2 – спіралеподібна направляюча; 3 – водоцементний розчин; 4 – масив ґрунту

шешення пояснюється рис.4.1, де показано, що спіралеобразна направляюча при обертанні бурозмішувача вгвинчується в ґрунт і фіксує заданий напрямок бурозмішувача.

Впровадження перерахованих та інших розроблених інноваційних рішень технології горизонтального армування слабких ґрунтів в практику зміцнення основ деформованих буродівель, споруд суттєво підвищує ефективність розробленої технології.

4.4 Розробка технологічної карти на виконання горизонтального бурозмішувального армування ґрунтів основ

Технологічна карта розроблена на основі методичних вказівок, вимог та рекомендацій, викладених в науково-технічних джерелах та нормативних документах [124-130], в якій відображені нові технологічні процеси бурозмішування згідно розробленої технології горизонтального армування ґрунтів.

Загальні положення. Технологічна карта являє собою документ, який містить всі необхідні відомості для персоналу, що виконує певний технологічний процес. Технологічна карта повинна в обов'язковому порядку давати відповіді на такі питання:

- Якого роду технологічні операції слід виконувати?
- В якій послідовності виконуються передбачені технологічним процесом операції?
- З якою періодичністю потрібно виконувати технологічні операції?
- Яке обладнання і технологічне оснащення потрібні, а також матеріали для ефективного виконання цих операцій?
- Та інші відомості щодо технологічного процесу.

Технологічна карта складається для кожного окремо взятого об'єкту і затверджується керівником підприємства.

Область застосування. Дана технологічна карта розроблена на прикладі реального застосування технології підсилення основи фундаментів деформованої будівлі Рясківського навчально-виховного комплексу у с. Ряске Машівського району Полтавської області з метою її захисту від подальших деформацій шляхом укріплення ґрунтів горизонтальним армуванням по бурозмішувальній технології, з урахуванням елементів дисертаційної роботи здобувача [131].

Будівлю Рясківського навчально-виховного комплексу побудовано на початку 70-х років минулого століття. Будівля двоповерхова (рис.4.2), має складну форму в плані. Конструктивна схема будівлі безкаркасна з поздовжніми несучими стінами. Крок несучих стін 6,4м. Будівля зведена без підвалу.

Фундамент стрічковий бутобетонний. Стіни цегляні, товщиною 380мм внутрішні і 510 мм зовнішні. Перекриття збірні залізобетонні пустотні плити.



Рис.4.2. Фрагмент будівлі школи

Інженерно - геологічний розріз площадки [132] показаний на рис. 4.3. До глибини 10,0м складений піщаними, супіщано-суглинистими ґрунтами. Зверху розріз перекритий насипними ґрунтами потужністю до 1 ... 1,5м. Підземні води залягають на глибині 6,5м від денної поверхні.

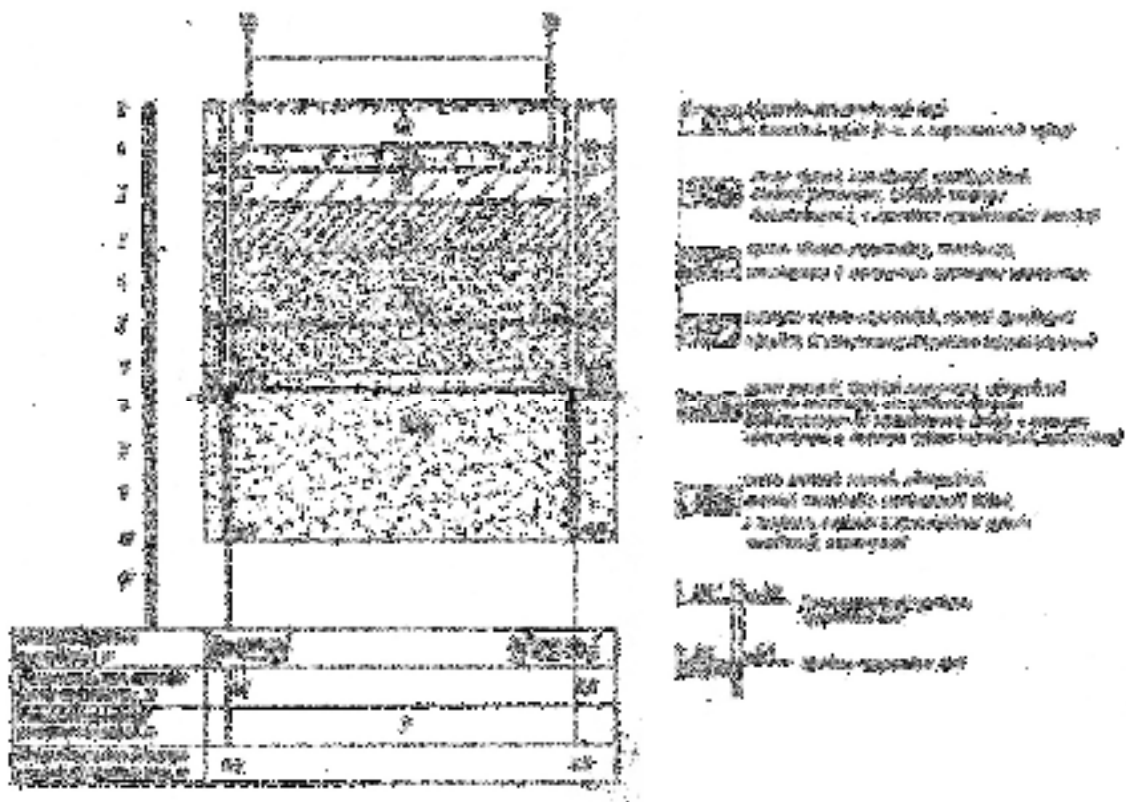


Рис.4.3. Інженерно-геологічний розріз площадки

Основою фундаментів будівлі є слабкі природні ґрунти без їх поліпшення: пилюватий пісок з включеннями органічних речовин (ІГЕ-2), супіски пластичної консистенції (ІГЕ-3) та суглинки пилюваті (ІГЕ-4).

Середній тиск під подошвою фундаментів (p) перевищує розрахунковий опір ґрунтів основи (R), тобто необхідна умова $p < R$ не виконується.

У процесі експлуатації через нерівномірні замочування основи будівля зазнала деформацій. В стінах ділянки будівлі у вісях «1 ... 3» утворилися тріщини з величиною розкриття до 12мм (рис. 4.4) [133].

Раніше виконані роботи по стабілізації деформації у складі підсилення стін підпиранням буто-бетонними банкетами, бандажуванням металевими тяжами та розширенням фундаментів виявились не ефективними. Деформації продовжувались через те, що ґрунти основи залишалися слабкими, а їх замочування продовжувались.



Рис.4.4. Деформації будівлі

Мета даної роботи – збільшення несучої здатності основи за рахунок підвищення міцнісних та деформаційних характеристик слабких ґрунтів (ІГЕ-2, 3, 4), що залягають в основі фундаментів для запобігання подальших нерівномірних деформацій основи і фундаментів будівлі.

Для стабілізації нерівномірних деформацій будівлі передбачено зміцнення будівельних властивостей слабких ґрунтів шляхом їх армування горизонтальними ґрунтоцементними елементами (ГЦЕ) підвищеної жорсткості під деформованою частиною будівлі у вісях «1 ... 3».

Реальні конструктивні, технологічні рішення та обсяги робіт взяті з проекту на відновлення будівлі, який розроблений Полтавським НТУ [132].

У відповідності з проектом для підсилення основи необхідно виконати укріплення ґрунтів під фундаментами армуванням трьома рядами (ярусами) армуючих елементів в зоні слабких ґрунтів ІГЕ-2;3;4 (рис.4.5).

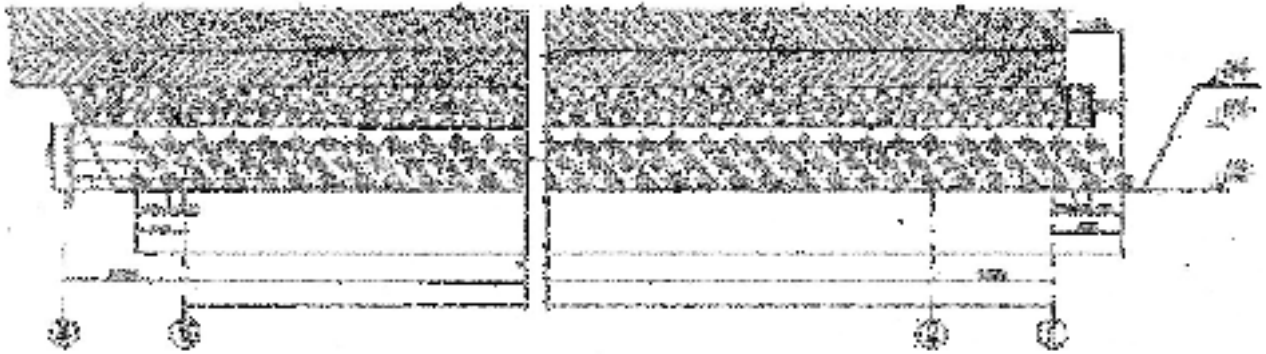


Рис.4.5. Розташування рядів ґрунтоцементних армоелементів

Організація і технологія виконання робіт. До початку виконання основних робіт з підсилення основи фундаментів виконуються підготовчі роботи: позамайданчикові, внутрішньомайданчикові, підготовка устаткування і технологічного оснащення, заготівля матеріалів [134].

До позамайданчикових робіт належать: монтаж тимчасових ліній електропередачі, водопроводу та ін.

До внутрішньомайданчикових робіт відносяться: розчищення території будівельного майданчика, створення умов для складування та зберігання матеріалів та ін.

Підготовка майданчика для робіт з підсилення основи: перенесення чи захист існуючих інженерних мереж, звільнення майданчика від сміття, огорожа майданчика, монтаж технологічної лінії, організація місця складування матеріалів.

Підсилення основи фундаментів при захисті будівлі від подальших деформацій складається з наступних операцій:

1. Монтаж станків вертикального буріння
2. Влаштування дискретної підпірної стінки фундаментів

3. Укріплення майбутніх укосів котловану
4. Демонтаж станків вертикального буріння
5. Розробка котловану до 1-го (нижнього) рівня влаштування ГЦЕ і його доопрацювання вручну
6. Монтаж технологічної лінії у складі: станків горизонтального буріння, розчиномішалок, розчинонасосів і рейкових напрямних
7. Влаштування 1-го ряду ГЦЕ
8. Демонтаж технологічної лінії
9. Зворотне засипання ґрунтом котловану з пошаровим ущільненням до 2-го рівня влаштування ГЦЕ
10. Монтаж технологічної лінії
11. Влаштування 2-го ряду ГЦЕ
12. Демонтаж технологічної лінії
13. Зворотне засипання ґрунтом котловану з пошаровим ущільненням до 3-го рівня влаштування ГЦЕ
14. Монтаж технологічної лінії
15. Влаштування 3-го ряду ГЦЕ
16. Демонтаж технологічної лінії
17. Зворотне засипання котловану з пошаровим ущільненням ґрунту до щільності $1,6 \text{ г / см}^3$ в сухому стані.

Перед початком робіт проводиться очищення території, при необхідності, руйнування відмостки. Потім здійснюється підведення тимчасових комунікацій, а саме: підведення водопроводу для подачі води безпосередньо на робочу площадку і електролінії напругою 380В. Температура води, що подається залежить від сезону виконання робіт. Робочий майданчик по периметру огорожується тимчасовим парканом або будівельної стрічкою. На рис. 4.6 показана схема будівлі та робочого майданчика.

Враховуючи, що заходи по відновленню пошкоджених будівель виконуються, як правило, в стиснених умовах, то котлован для виконання горизонтального армування має бути обмежених розмірів. Це потребує, по-перше – об-

меження величини укосів впритул до вертикальних, по-друге – максимального наближення брівки котловану до фундаментів будівлі. Це в свою чергу обумовлює необхідність укріплення майбутніх укосів котловану перед його відкопуванням та влаштування підпірної стінки фундаментів, що здійснюється за допомогою малогабаритних станків вертикального буріння.

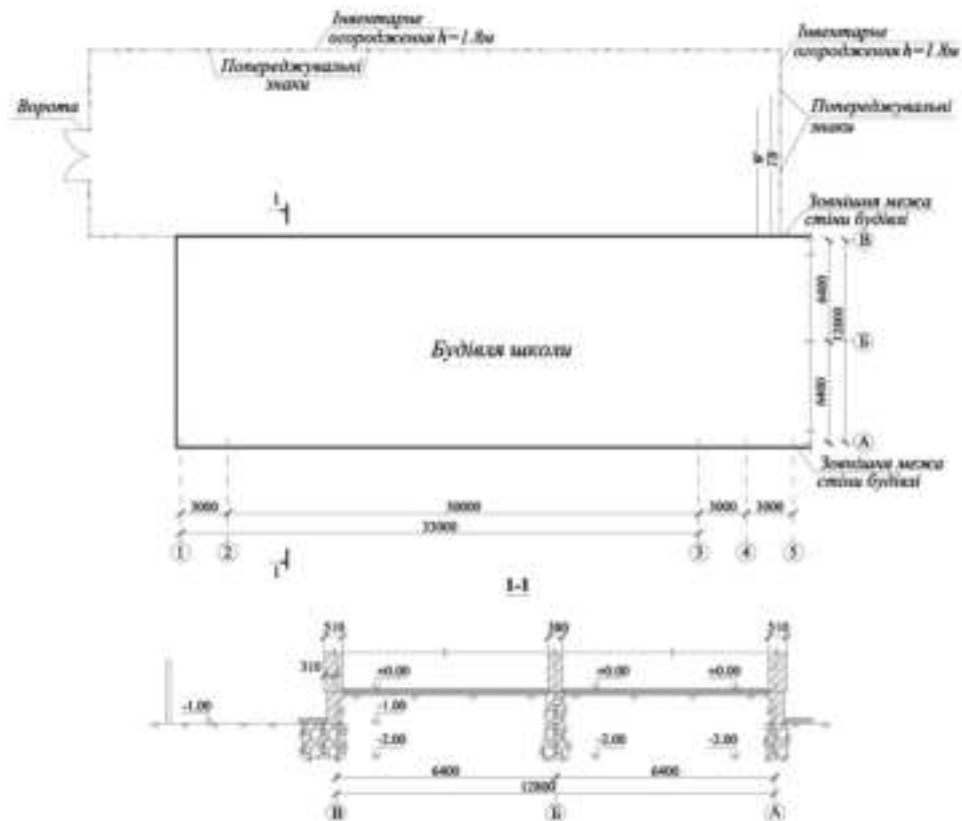


Рис.4.6. Схема будівлі та робочого майданчика:
W – електролінія напругою 380В; ТВ- тимчасовий водопровід

Монтаж станків вертикального буріння для влаштування дискретної підпірної стінки фундаментів і укріплення укосів майбутнього котловану проводиться механізовано, так як верстати є самохідними. Перед влаштуванням вертикальних ГЦЕ розмічають місця їх влаштування. Технологія влаштування підпірної стінки фундаментів і укріплення укосів котловану наведена в п.3.4. Схема розміщення обладнання та інструменту показана на рис.4.7. Технологічні процеси підготовки та підсилення основ горизонтальним армуванням ґрунтів показані на рис.4.8-4.16. Відповідні технологічні процеси вказані на підписунокних підписах технологічних схем. Технологічна схема влаштування вертикальних ГЦЕ показана на рис.4.8. По закінченню влаштування вертикальних ГЦЕ

верстати вертикального буріння демонтують і до подальших робіт приступають після технологічної перерви тривалістю 10 діб для набору міцності вертикальних ГЦЕ.

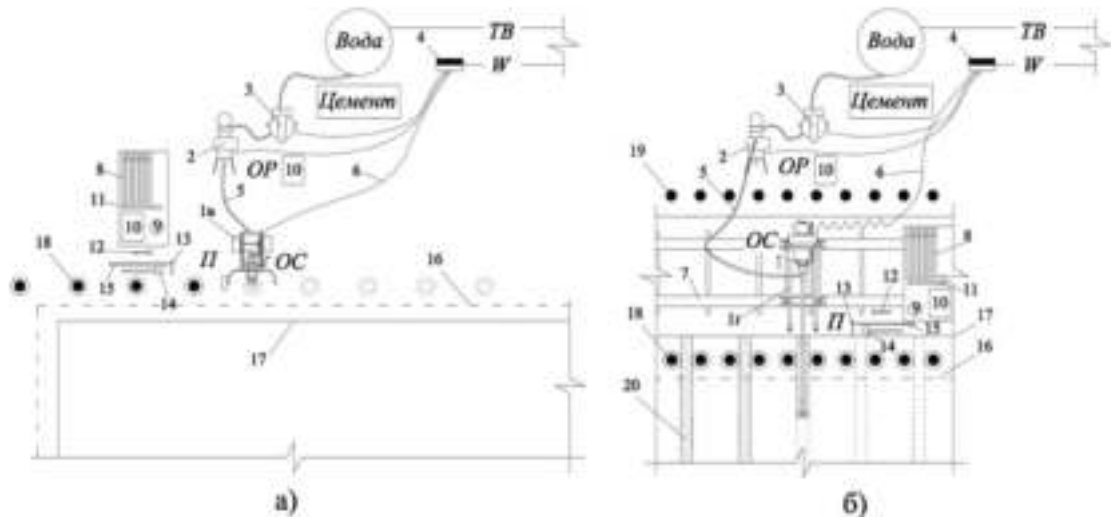


Рис.4.7. Схеми розміщення обладнання, інструментів та операторів:

а) для влаштування підпірної стінки та зміцнення укосів котловану; б) для влаштування горизонтальних ГЦЕ; 1в – станок вертикального буріння; 1г – станок горизонтального буріння; 2 - розчинонасос; 3 – розчиномішалка; 4 – електричний шкаф з рубильником; 5 - рукав; 6 – силовий кабель; 7 – рейкові напрямні; 8 – бурові штанги; 9 – відро; 10 – набір інструментів; 11 – рівень; 12 – ключ; 13 – молоток; 14 – лопата; 15 – лом; 16 – контур фундаменту; 17 – контур будівлі; 18 – ГЦЕ підпірної стінки фундаменту; 19 – ГЦЕ укріплення укосів котловану; 20 – горизонтальний ГЦЕ; ОС – оператор станка; П – підсобник; ОР – оператор розчиномішалки та розчинонаосу; W – електролінія напругою 380В; ТВ – тимчасовий водопровід; W – електролінія напругою 380В; ТВ – тимчасовий водопровід

Наступним етапом є розробка котловану, порядок якого залежить від обраної схеми виконання рядів ГЦЕ для укріплення ґрунтів у напрямках "зверху-вниз" або "знизу-угору". Враховуючи, що виконано укріплення укосів котловану та влаштування підпірної стінки фундаментів, більш технологічною схемою горизонтального влаштування ГЦЕ прийнято напрямком "знизу-угору". При виборі схеми "знизу-угору" котлован розробляють до рівня влаштування 1-го нижнього ряду горизонтальних ГЦЕ, при цьому дно котловану повинно бути на 100 мм нижче відмітки низу ГЦЕ (рис.4.9-4.11). Ґрунт при розробці котловану складують на поверхні біля брівки котловану, адже борти котловану укріплені.

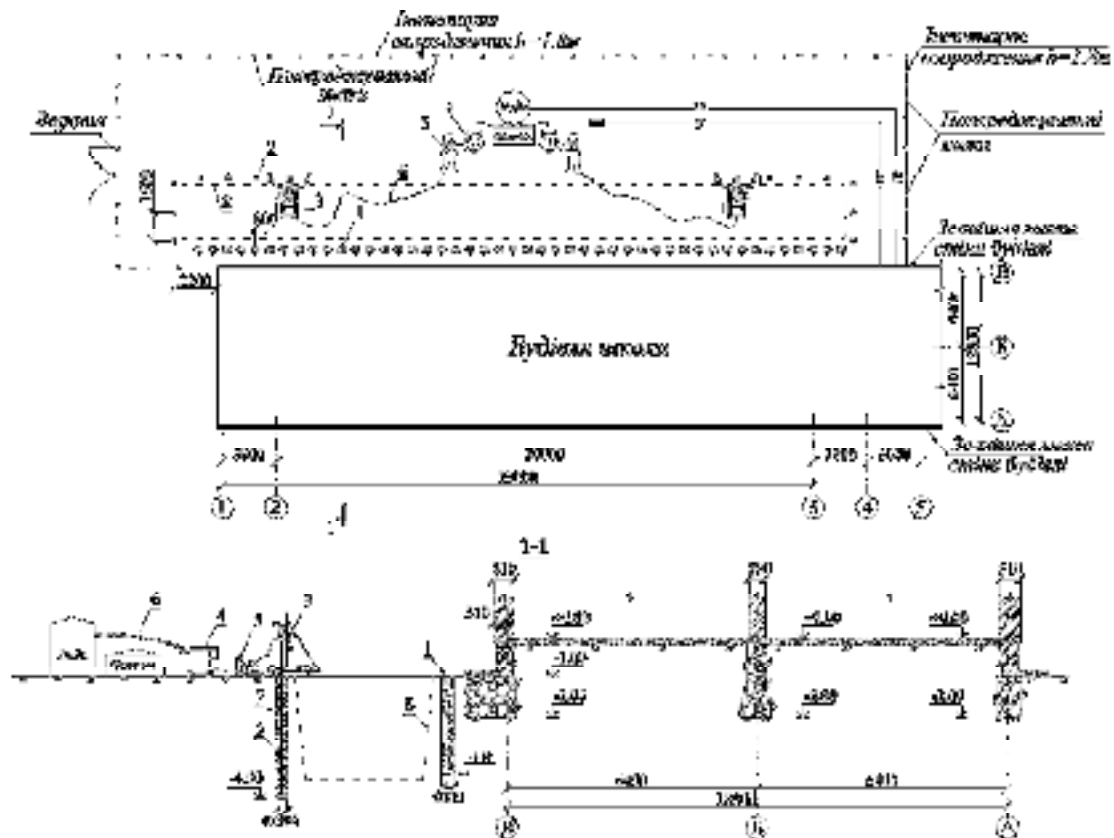


Рис.4.8. Технологічна схема владштування вертикальних ГЦЕ:
 1 - вертикальний ГЦЕ підпірної стінки; 2- ГЦЕ укріплення укосів; 3 - станок вертикального буріння; 4 - розчиномішалка; 5 - розчинонасос; 6 - рукав; 7 - бурова штанга; 8 - контур майбутнього котловану

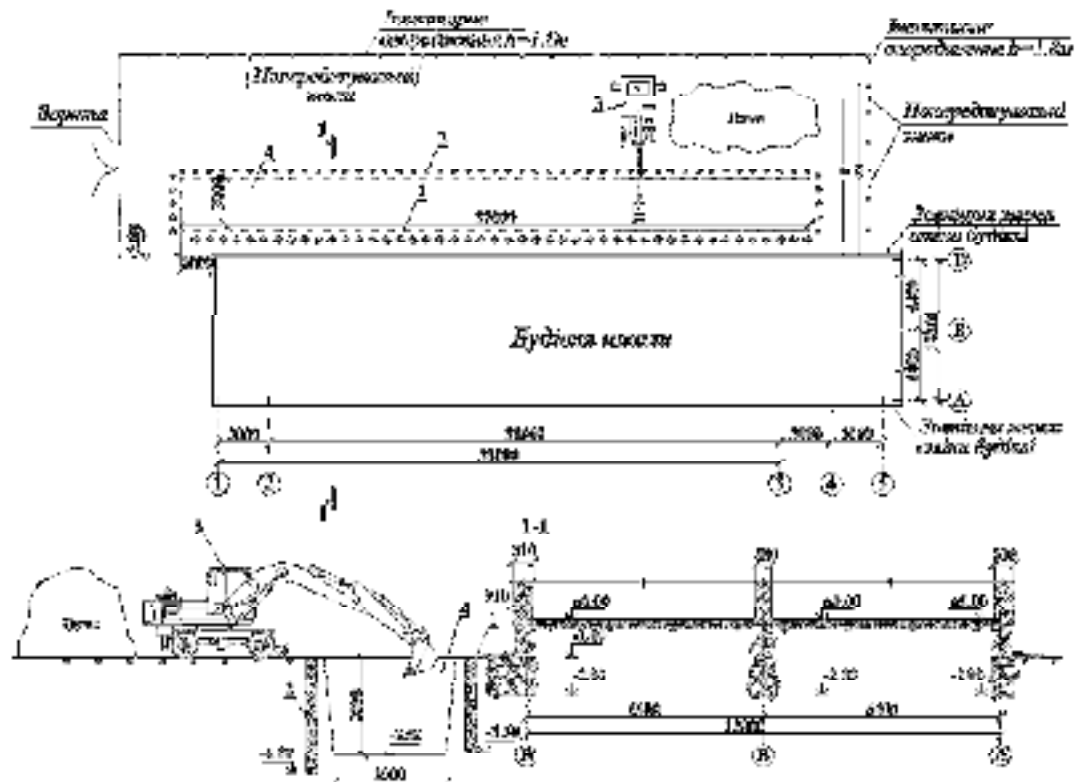


Рис.4.9. Технологічна схема розроблення котловану:
 Поз. 1...2 - аналогічні рис.4.8; 3 - екскаватор; 4 - котлован

Для виконання 2-го ряду ГЦЕ, роблять підсіпку висотою 450 мм, з пошаровим ущільненням підсипаного ґрунту вібротрамбовками (рис.4.12;4.13). Аналогічно виконується підсіпка до 3-го рівня (рис.4.14;4.15).

Монтаж технологічної лінії у складі станків горизонтального буріння, розчиномішалок, розчинонасосів і рейкових напрямних виконується із застосуванням триног і ручних лебідок, при цьому розчинозмішувачі і розчинонасоси встановлюються зверху біля брівок котловану вручну, вони споряджені колісними парами. Секції рейкових напрямних опускають лебідками, встановлюють по рівнях на сплановане дно котловану по всій довжині, з'єднуючи їх між собою та закріплюючи штирями до дна котловану. Потім виконують ретельну розмітку вісей майбутніх ГЦЕ, відмічають риси на рейкових напрямних і по них встановлюють станки горизонтального буріння, опускаючи їх в котлован на рейкові напрямні за допомогою лебідок.

Механізми технологічної лінії з'єднуються гнучкими рукавами (шлангами), підключаються до лінії напруги і перевіряють її працездатність. Схема розташування обладнання для влаштування 1го (нижнього) ряду горизонтальних ГЦЕ показана на рис.4.10.

Після перевірки працездатності приступають безпосередньо до влаштування горизонтальних ГЦЕ. Бригада складається з 1 оператора бурового верстата на кожний верстат, 1 оператора розчинозмішувача і 1 підсобного робітника. Після кожного виготовленого ряду ГЦЕ або при зтяжній технологічній перерві виконують промивку штанг, вертлюга і бурозмішувача. Після виконаного чергового ряду ГЦЕ станки горизонтального буріння і рейкові напрямні демонтують, доопрацьовують котлован до наступного рівня і знову монтують їх. Влаштування наступного ряду ГЦЕ відбувається аналогічно.

По закінченню влаштування всіх рядів ГЦЕ технологічні лінії демонтують, котлован засипають з пошаровим ущільненням (рис.4.16) і при необхідності влаштовують вимощення.

Калькуляція трудових затрат. Калькуляція трудових затрат - це зведений розрахунок нормативного часу і суми заробітної плати за комплекс будівельно-монтажних робіт. У ній містяться витрати праці не тільки на основні, але і на

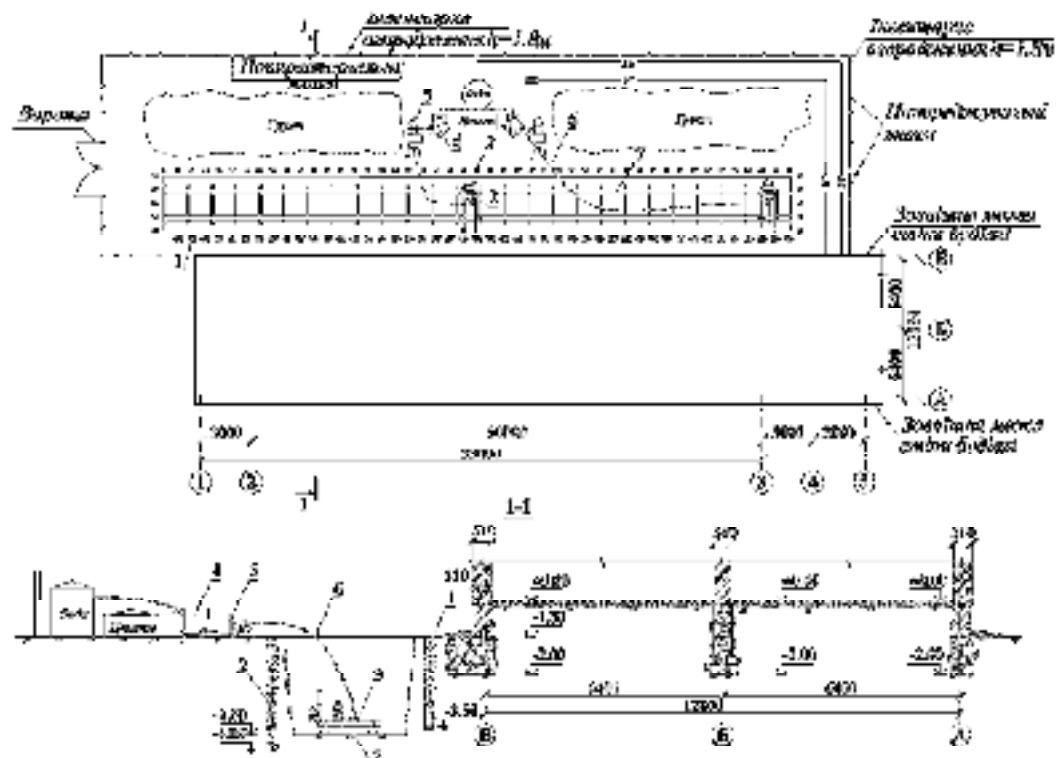


Рис.4.10. Схема розташування обладнання для влаштування 1го (нижнього) ряду горизонтальних ГЦЕ:

1...2 - аналогічні рис.4.9; 3 - станок горизонтального буріння; 4 - розчиномішалка; 5 - розчинонасос; 6 - рукав; 7 - рейкові напрямні

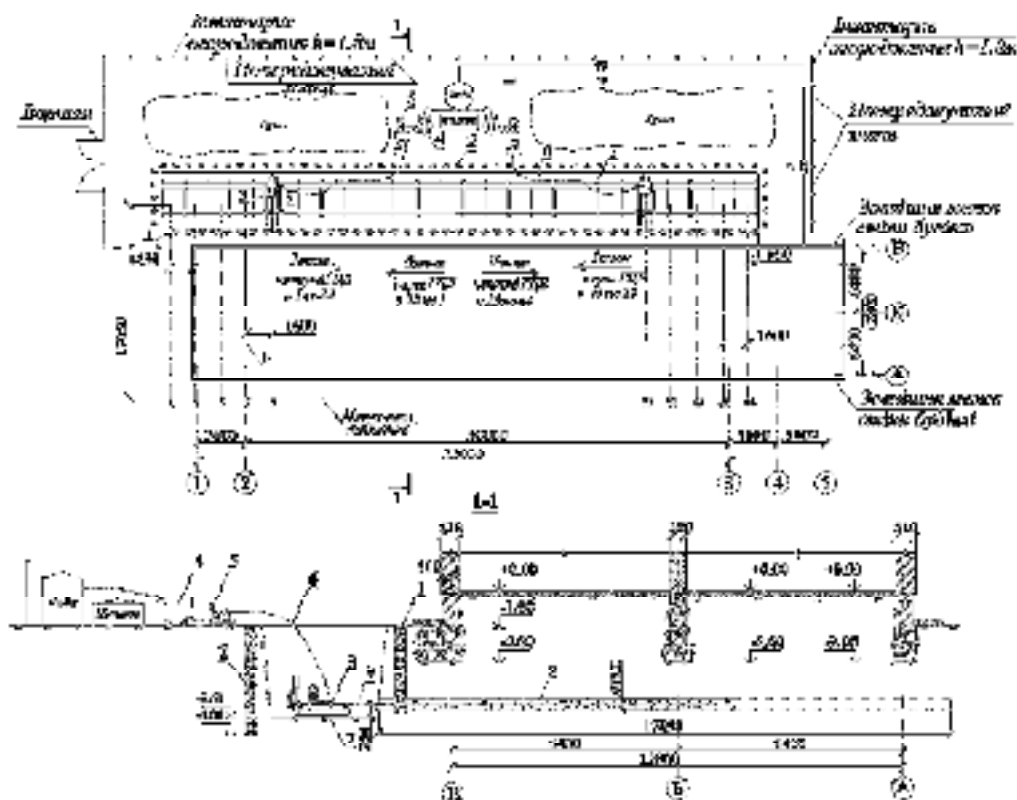


Рис.4.11. Технологічна схема влаштування 1го (нижнього) ряду горизонтальних ГЦЕ:

Поз. 1...7 - аналогічні рис.4.10; 8 - горизонтальний ГЦЕ; 9 - бурові штанги

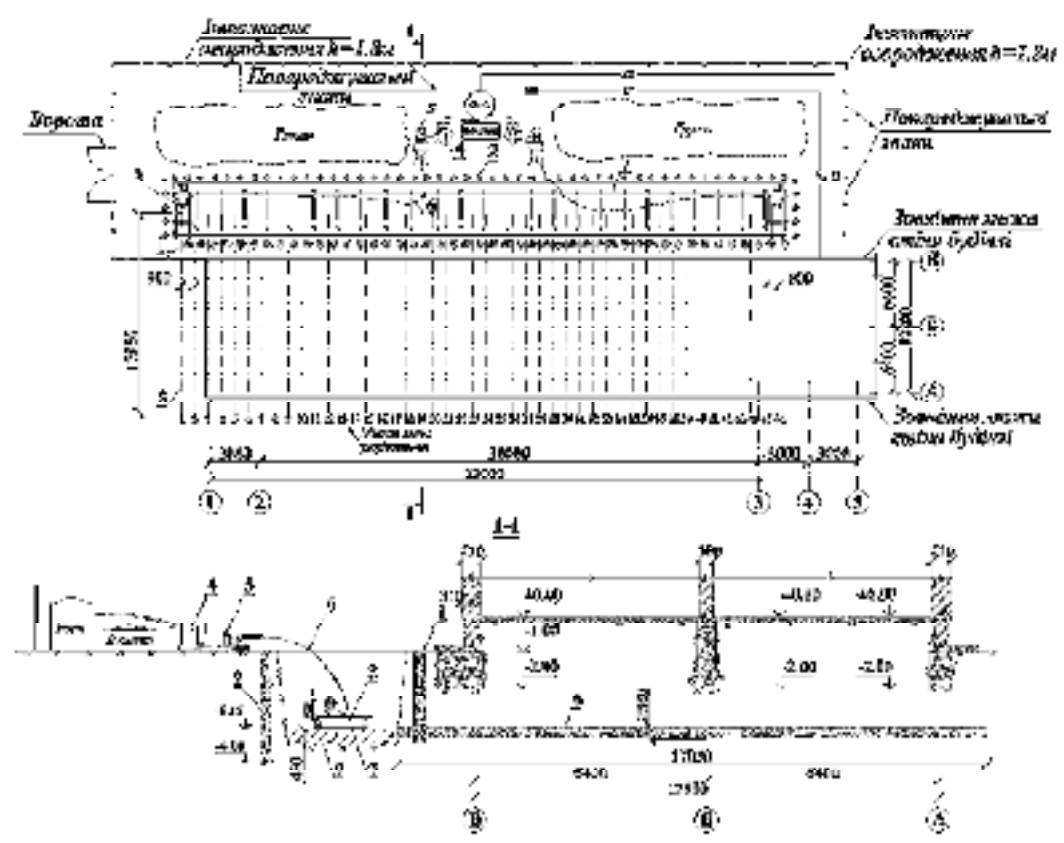


Рис.4.12. Схема розташування обладнання для планування 2го (середнього) ряду горизонтальних ГЦЕ :
 Поз. 1...8 - аналогічні рис.4.11; 9 - підсіпка ґрунту

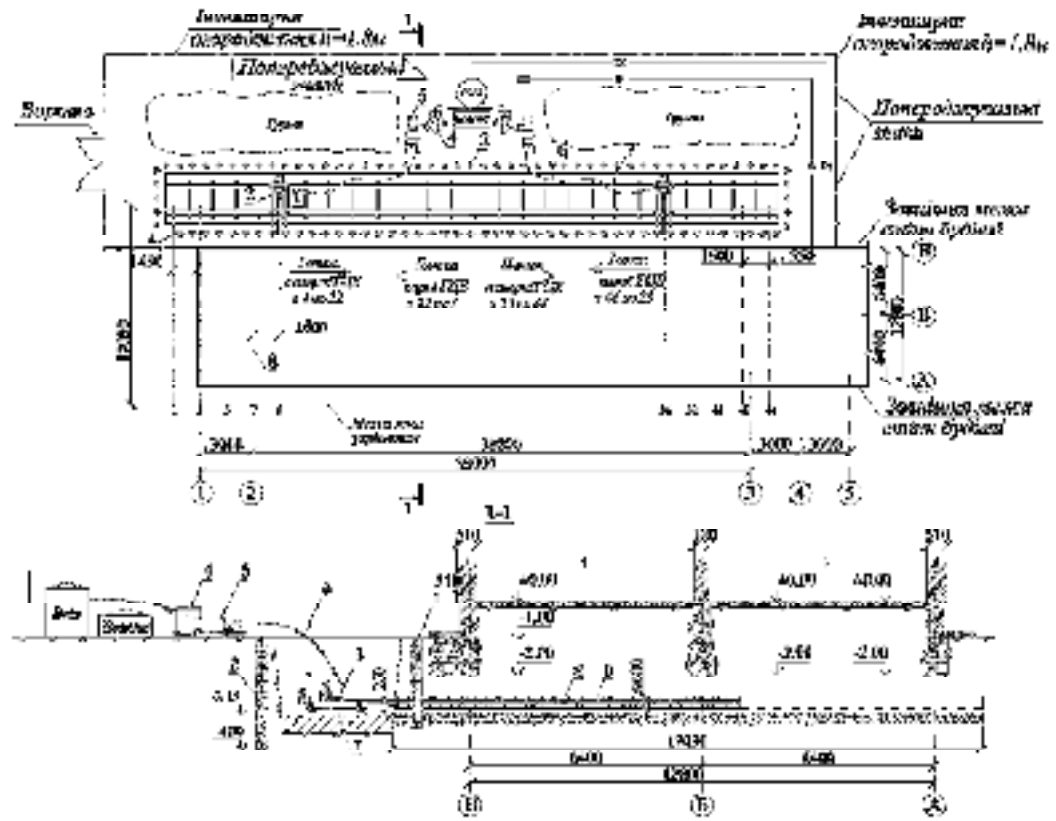


Рис.4.13. Технологічна схема влаштування 2го (середнього) ряду горизонтальних ГЦЕ :
 Поз. 1...9 - аналогічні рис.4.11

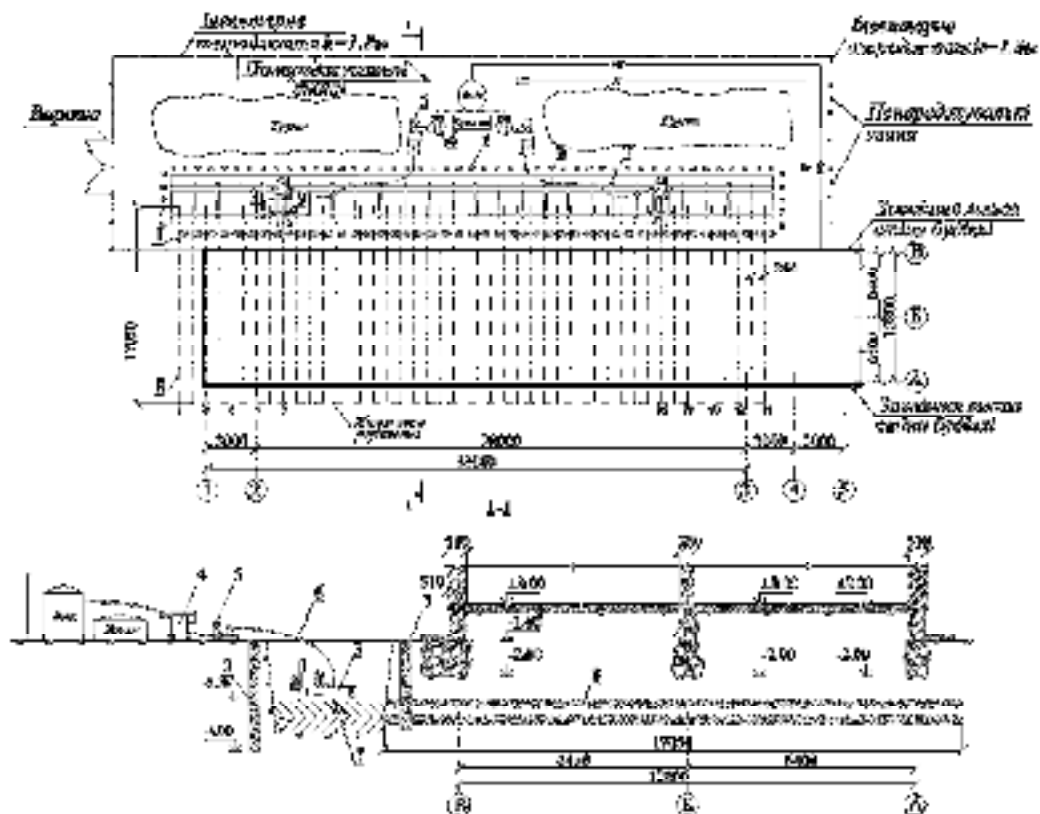


Рис.4.14. Схема размещения оборудования для влаштування
3го (верхнього) ряду горизонтальных ГЦЕ :
Поз. 1...9 - аналогічні рис.4.12

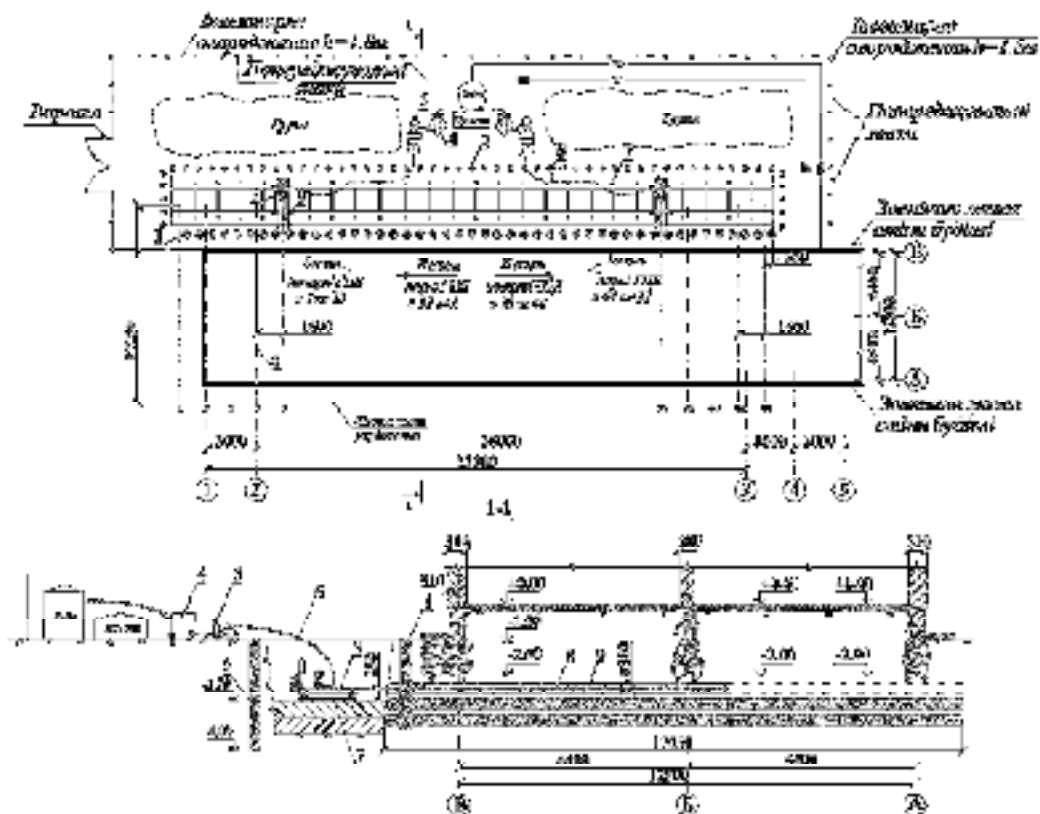


Рис.4.15. Технологічна схема влаштування 3го (верхнього)
ряду горизонтальных ГЦЕ :
Поз. 1...9 - аналогічні рис.4.11

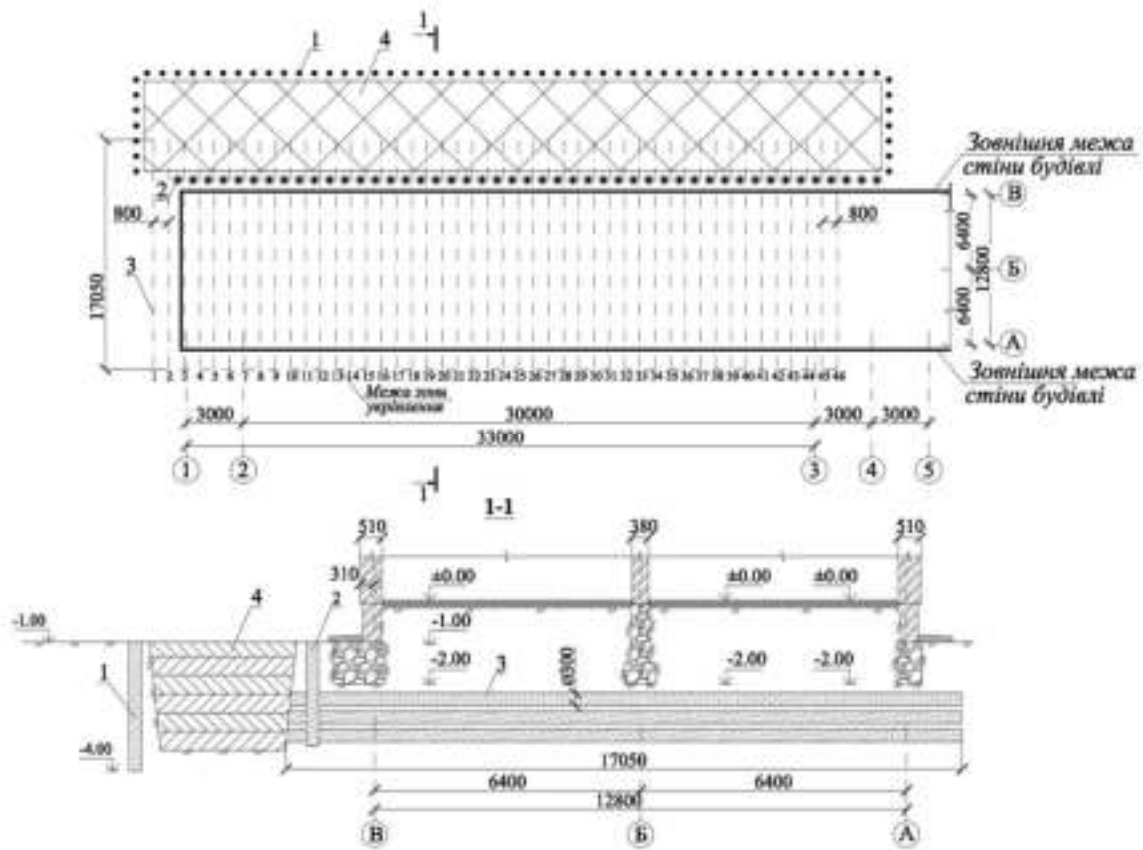


Рис.4.16. Схема плану та розрізу будівлі з підсиленою основою фундаментів: 1 - ГЦЕ укріплення укосів; 2 - вертикальний ГЦЕ підпірної стінки; 3 - горизонтальний ГЦЕ; 4 - ґрунтова подушка

всі необхідні допоміжні та супутні роботи. Калькуляція є основним нормативним джерелом для укрупненого розрахунку заробітної плати. Її призначення - спростити і полегшити нормування праці.

Калькуляція трудових витрат (табл.4.2), складена на підставі кошторису (додаток В), визначає нормативну трудомісткість одиниці продукції і вартість праці.

Калькуляція трудових витрат є основою для побудови календарного графіка виробництва робіт (рис.4.17), тому в таблиці повинні бути відображені всі виробничі процеси в повному обсязі і в технологічній послідовності їх виконання. Календарний графік складений у вигляді лінійного графіка.

Техніко-економічні показники. Після складання калькуляції трудових затрат та побудови графіка виробництва робіт розраховують наступні показники:

Таблиця 4.2.

Калькуляція трудових затрат

№	Найменування	Обґрунтування	Од. вим.	Об'єм	На од. об'єму		На весь об'єм		Склад ланки: професія, розряд і кількість
					Н _{чр.} чел.-г./маш.-г.	Розцінка, грн	Тру-домісткість, чел.-ч./маш.-ч.	Зарплата, грн.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Засадка дерев міжох порід	E1-191-2	100 шт.	0,1	11,08/7,65	451,84	1/0,785	45	Розробки -1
2	Монтаж металів	M38-6-4	1 шт.	6	2,63/0,5	40,78/18,11	12/3	245/109	Іювенри 4р-2,3р-2
3	Викопування піщаної стілки фундаментів	E4-21-1 E5-127-1	100м	1,75	40/36,9	1489,12/3315,8	70/64,6	2606/5802	Іювенри 4р-1,3р-2; оперитор ставка 5р-2
4	Укріплення устя котловану	E4-21-1 E5-127-1	100м	1,89	40/36,9	1489,12/3315,8	74/69,7	2814/6266	Іювенри 4р-1,3р-2; оперитор ставка 5р-2
5	Демонтаж стовпів вертикального буріння та технологічного обладнання	M38-6-4	1 шт.	6	2,63/0,5	40,78/18,11	12/3	245/109	Іювенри 4р-2,3р-2
6	Розробка котловану екскаватором	E1-11-1	1000м ³	0,275	51,23/26,01	402,48/1540,8	14/7,15	110/422	Машинист 4р-1; пом. маш. - 1
7	Дробка котловану вручну	E1-169-1	100м ³	0,145	129,20	4188	19	604	Землекоп 3р - 5
8	Встановлення сосків та кріплення рейкових вагончиків	M38-6-4	1 шт.	10	2,63/0,5	40,78/18,11	26/5	408/181	Іювенри 4р-2,3р-2
9	Монтаж металів	M38-6-4	1 шт.	6	2,63/0,5	40,78/18,11	16/3	245/109	Іювенри 4р-2,3р-2
10	Утворення 1го (ніжнього) ряду ГПД	E4-21-1 E5-127-1	100м	7,483	40/36,9	1489,12/3315,8	298/276,1	11144/24812	Іювенри 4р-1,3р-2; оперитор ставка 5р-2
11	Демонтаж стовпів горизонтального буріння, рейкових вагончиків та технологічного обладнання	M38-6-4	1 шт.	12	2,63/0,5	40,78/18,11	32/11	489/217	Іювенри 4р-2,3р-2

Продовження табл. 4.2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	Підсилка котловану врізу	E1-166-1	100м ²	0,4995	150,45	4877,59	75	2436	Землекоп Зр - 5
13	Удільнення піщаного ґрунту	E1-134-1	100м ²	0,4995	23,88/22,3	678,95/174,89	12/11	339,87	Інженери 4р-2,3р-2
14	Встановлення секцій та кріплення рейкових напрямних	M38-6-4	1 шт.	10	2,63/	40,78/18,11	26/5	408/181	Інженери 4р-2,3р-2
15	Монтаж месинговіа	M38-6-4	1 шт.	6	2,63/	40,78/18,11	16/3	245/109	Інженери 4р-2,3р-2
16	Утворення 2го (середнього) ряду ГЦЕ	E4-21-1 E5-127-1	100м	7,483	40/36,9	1489,12/3315,8	298/276,1	11144/24812	Інженери 4р-1,3р-2; оператор ставка 5р-2
17	Демонтаж стовпів горизонтального буріння, рейкових напрямних та технологічного обладнання	M38-6-4	1 шт.	12	2,63/0,5	40,78/18,11	32/11	489/217	Інженери 4р-2,3р-2
18	Підсилка котловану врізу	E1-166-1	100м ²	0,4995	150,45	4877,59	75	2436	Землекоп Зр - 5
19	Удільнення піщаного ґрунту	E1-134-1	100м ²	0,4995	23,88/22,3	678,95/174,89	12/11	339,87	Інженери 4р-2,3р-2
20	Встановлення секцій та кріплення рейкових напрямних	M38-6-4	1 шт.	10	2,63/0,5	40,78/18,11	26/5	408/181	Інженери 4р-2,3р-2
21	Монтаж месинговіа	M38-6-4	1 шт.	6	2,63/0,5	40,78/18,11	16/3	245/109	Інженери 4р-2,3р-2
22	Утворення 3го (верхнього) ряду ГЦЕ	E4-21-1 E5-127-1	100м	7,483	40/36,9	1489,12/3315,8	298/276,1	11144/24812	Інженери 4р-1,3р-2; оператор ставка 5р-2
23	Демонтаж стовпів горизонтального буріння, рейкових напрямних та технологічного обладнання	M38-6-4	1 шт.	12	2,63/0,5	40,78/18,11	32/11	489/217	Інженери 4р-2,3р-2
24	Улаштування групової побутовіа	E1-139-1	1000 м ²	0,1887	219,95/188,2	98,47/8554,80	42/35,51	19/1614	Машинист 4р-2; пом. маш. - 2

1. Трудомісткість робіт

- загальна: 6360 чол.-г.

- на од. об'єму.: 2,43 чол.-г./м.п.

2. Вартість робіт

- загальна: 455863 грн.

- на од. об'єму: 175 грн./м.п.

3. Виробіток на одного робітника в зміну: 18 м.п./чол.-зм.

4. Витрати машино-змін: 96 маш.-зм.

5. Тривалість робіт 55 днів

Матеріально-технічні ресурси. Відомість матеріально-технічних ресурсів складена на підставі виробничих норм витрати матеріалів у будівництві.

1.	Цемент М400	78,267 т.
2.	Гайки	36 шт.
3.	Екскаватор РС-160	1 шт.
4.	Автомобіль бортовий	2 шт.
5.	Установка УГБ-300	2 шт.
6.	Установка УВБ-300	2 шт.
7.	Розчиномішалка 100 л.	2 шт.
8.	Розчинонасос 7 атм.	2 шт.
9.	Штанги	40 шт.
10.	Бурозмішувач	4 шт.
11.	Пневмотрамбівка	2 шт.
12.	Бензопилка	1 шт.
13.	Гнучкий шланг	100 м.п.
14.	Кабель силовий	200 м.п.
15.	Лом	4 шт.
16.	Відбійний молоток	2 шт.
17.	Драбина	1 шт.
18.	Лопати	6 шт.

19.	Відра	6 шт.
20.	Нівелір, рейка	1 компл.
21.	Набір інструментів	2 компл.
22.	Рубильник	1 шт.

Контроль якості робіт. Нормативні допуски. Для забезпечення необхідної якості робіт із підсилення основи, використовують систему вхідного контролю, самоконтролю і приймального контролю.

Вхідний контроль полягає у перевірці при прийманні цементу на відповідність вимогам ДСТУ Б.В.2.7-46: 2010 і вимогам проекту, а також перевірці працездатності оснащення і механізмів.

Самоконтроль здійснюється безпосередньо самими виконавцями в процесі роботи. Параметрами самоконтролю при влаштуванні армуючих елементів є:

- планова прив'язка вісей ГЦЕ згідно проектним параметрам;
- розміри зони закріплення ґрунтів основи;
- лінійна та обертальна швидкості рухів бурозмішувача;
- водоцементне відношення в межах 0,8 ... 1,0;
- активність цементу (не нижче М400);
- витрата цементу на 1 м.п. свердловини 25-35 кг ;
- тиск нагнітання розчину (при оптимальному тиску відсутній випор ґрунту зі свердловини).

Контрольовані параметри заносяться в журнал виробництва робіт.

Враховуючи наявність в технології елементів мокрого процесу здійснюють геодезичний контроль за можливими додатковими осіданнями фундаментів, який здійснюється шляхом геодезичного нівелювання по настінним маркам. Для нагляду за можливими змінами просторового положення будівлі застосовують систему “Моніторинг” [115].

Для визначення якості укріплення ґрунтів у вигляді приймального контролю проводиться відбір зразків з ґрунтоцементних армуючих елементів і проводиться випробування в лабораторних умовах, згідно ДСТУ Б В.2.7-48-96 (див. п.3.3.4), при цьому призмова міцність ґрунтоцементу в даному випадку

повинна бути не менше 2,0 МПа [132]. Кількість піддослідних елементів повинно бути не менше 2% на кожен захватку. Контрольовані параметри заносяться в журнал виробництва робіт.

В якості приймального контролю також є контроль довжини і суцільності ґрунтоцементних елементів, що здійснюється акустичним методом. Контролю підлягають 10% елементів. Методика акустичного контролю наведена у п.2.4.5. та п.3.4.

Приймання робіт по укріпленню ґрунтів основи бурозмішувальною технологією проводити відповідно до вимог ДБН А.3.1-5-2009 (наявність актів прихованих робіт, виконавчих схем, результатів лабораторних випробувань зразків, відібраних з ґрунтоцементних елементів). У відповідності з вказаним ДБН та ДБН В.3.1-1-2002 в таблиці 4.3 показані допуски на відхилення від проектних значень.

Таблиця 4.3.

Показники граничних відхилень ГЦЕ від проектних

№	Найменування відхилення	Допуск, мм
1	Відхилення від проектної довжини	±100
2	Відхилення забою по горизонталі	±20
3	Відхилення забою від вертикалі	±20

З урахуванням особливостей технології зміцнення основ існуючих деформованих будівель, де укріплення ґрунтів здійснюється під фундаментами, тобто в “пятні” будівель, де практично неможливо або досить затруднено розкрити ГЦЕ, система контролю повинна полягати в наступному. Необхідні параметри технологічних процесів (вміст цементу, В/Ц, швидкість обертань та лінійна швидкість рухів бурозмішувача), які б відповідали отриманню потрібних вимог проектних рішень ГЦЕ, відпрацьовують та досліджують шляхом їх розкриття та відбором зразків для лабораторних досліджень, а також неруйнівними методами (наприклад акустичним для визначення суцільності стовбура) на експериментальних майданчиках із ідентичними ґрунтовими умовами, тобто на прилеглих територіях. При виконанні проектних робочих ГЦЕ необхідно суворо до-

тримуватися відпрацьованих значень технологічних параметрів елементів процесу.

Охорона праці та техніка безпеки.

1. Для виконання робіт необхідно призначити відповідального виконавця робіт із числа ІТП

2. Всі роботи виконувати відповідно до вимог ТБ згідно ДБН А.3.2-2-2009.

3. Обслуговуючий персонал бурових верстатів необхідно навчити технологічним прийомам роботи на верстатах, зробити інструктаж по ТБ, привласнити кваліфікаційну групу.

4. Всі роботи із застосуванням електрообладнання повинні виконуватися відповідно до ДБН А.3.2-2-2009.

5. Електрокабель до бурових верстатів прокласти на спеціальних опорах.

6. Технічне обслуговування, надійність заземлення бурових верстатів і допоміжного обладнання перевіряти перед початком кожної зміни.

7. На час огляду, змащення, чистки, усунення несправностей обладнання повинно бути знеструмлено.

8. Під час виконання земляних та інших робіт у котлованах, траншеях необхідно вжити заходів із запобігання впливу на працівників таких небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- обвалення ґрунтів;
- машини та їх робочі органи, що рухаються, предмети, що ними переміщуються;
- підвищена напруга в електричному колі, замикання якого може відбутися через тіло людини, тому необхідно забезпечити надійне заземлення електроустаткування;
- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищений рівень шуму та вібрації на робочому місці.

9. Планування, організацію і виконання земляних робіт необхідно здійснювати згідно з вимогами ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013.

10. Під час виконання земляних робіт необхідно дотримуватись вимог безпеки та охорони праці цього документа, відповідних рішень проектно-технологічної документації (ПОБ, ПВР тощо), зокрема:

- визначеної безпечної крутизни незакріплених укосів котлованів і траншей з урахуванням навантаження від машин і ґрунту;
- визначеної конструкції кріплення стінок виїмок;
- визначених типів і місць встановлення огорож виїмок котлованів і траншей та попереджувальних знаків, перехідних містків, а також сходів для спуску працівників до місця робіт або їх евакуації;
- вибраних типів машин, що застосовуються для розробки ґрунту та місць їх встановлення.

11. З метою запобігання розмиванню, зсувам ґрунтів, обваленню стінок виїмок у місцях виконання земляних робіт до їх початку необхідно забезпечити відведення поверхневих і підземних вод та обвалування виїмок та котлованів..

12. Земляні роботи в охоронній зоні кабелів високої напруги, діючих газопроводів та інших комунікацій необхідно виконувати за нарядом-допуском після одержання дозволу від організацій, що їх експлуатують. Виконання робіт у цих умовах необхідно здійснювати під безпосереднім наглядом керівника робіт та працівників організацій, що експлуатують ці комунікації.

13. У разі виявлення в процесі виконання земляних робіт не зазначених у проектно-технологічній документації комунікацій, підземних споруд або вибухонебезпечних матеріалів земляні роботи необхідно припинити до одержання дозволу відповідних органів.

Організація робочих місць.

1. У разі розміщення у котлованах, траншеях виїмках робочих місць їх розміри повинні бути достатніми для розміщення устаткування та оснащення. Необхідно також забезпечити проходи до робочих місць і на робочих місцях шириною у провітрі не менше ніж 0,6 м, а на робочих місцях - необхідний простір у зоні робіт.

2. Для спускання людей у котловани і траншеї та евакуації з них повинні бути передбачені маршеві сходи шириною не менше ніж 0,6 м з огороженням або приставні драбини (дерев'яні - довжиною не більше ніж 5,0 м).

3. У важких гідрогеологічних умовах і за наявності водонасичених ґрунтів або за неможливості улаштування укосів необхідно використовувати шпунтову огорожу або укріплення укосів різними технологіями. В нашому випадку укоси котловану укріплюються вертикальними ГЦЕ, влаштованими за бурозмішувальною технологією та можливістю їх підсилення.

4. До початку витягування ґрунту з виїмок за допомогою бадей повинні бути встановлені згідно з ПВР захисні навіси-козирки для захисту працюючих у виїмках.

5. Виконання робіт у виїмках глибиною більше ніж 1,5 м дозволяється лише ланкою у складі не менше двох працівників.

6. Перед допуском працівників у виїмки глибиною більше ніж 1,3 м стійкість укосів або надійність кріплення стінок виїмки повинні бути перевірені особою, відповідальною за безпеку земляних робіт.

7. Допуск працівників у котловани з укосами, що зволожувались, дозволяється тільки після огляду виїмок особою, відповідальною за безпеку робіт, стан ґрунту укосів і обвалення нестійкого ґрунту у місцях, де виявлено «козирки» чи тріщини (відшарування).

4.5. Техніко-економічна ефективність розробленої технології

Для вирішення питання ефективності розробленої технології горизонтального армування структурно – нестійких ґрунтів при підсиленні основ доцільно порівняти із технологією укріплення ґрунтів похилими армоелементами. Дана технологія часто застосовується в практиці відновлення деформованих будівель та при реконструкції. Так, проф. П.А. Коновалов у праці [20] навів приклад укріплення ґрунтів похилими силікатизованими армоелементами при реконструкції, а проф. М.Л. Зоценко у праці [5] показує практику застосування тех-

нології похилого армування ґрунтів щебеневими армоелементами для підсилення основ деформованих будівель.

Технологія укріплення ґрунтів в горизонтальному напрямку бурозмішуванням викладена в розділі 2 та 3 даної роботи.

Технологія укріплення ґрунтів бурозмішувальним методом похилими ґрунтоцементними елементами полягає в наступному. В укріплюючій товщі ґрунту під фундаментами всіх стрічок із обох сторін утворюють ґрунтоцементні елементи під певним кутом, внаслідок чого отримують армований масив під "прямою" фундамента.

Концепція порівняння ефективності застосування цих технологій витікає із умови забезпечення необхідної несучої здатності підсиленої основи шляхом армування ґрунтів під існуючими фундаментами горизонтальними або похилими армоелментами. Порівняння показників вказаних технологій покажемо на прикладі їх застосування для стабілізації деформацій пошкодженої будівлі Рясківського навчально-виховного комплексу у с. Ряське Машівського району Полтавської області. Укріплення ґрунтів армуванням похилими армоелментами за бурозмішувальним методом було запропоновано організацією, яка виконала обстеження і розробила рекомендації по стабілізації деформацій будівлі школи [120].

Розрахунки та проект укріплення слабких структурно-нестійких ґрунтів основи деформованої будівлі шляхом їх армування горизонтальними ґрунтоцементними елементами за бурозмішувальною технологією виконані Полтавським НТУ ім. Ю. Кондратюка [132]. Горизонтальне армування ґрунтів основ фундаментів, тобто реалізація вказаного проекту, виконано Запорізьким відділенням НДІБК за участю здобувача. Згідно розрахунків і проекту по стабілізації деформації будівлі під фундаментами деформованої частини необхідно влаштувати в зоні слабких ґрунтів ІГЕ 2, 3, 4 (див.рис.4.3) в осях 1...3 ґрунтоцементні армоелементи діаметром 300мм в три ряди по висоті загальною довжиною 2251м. Об'єм і параметри горизонтального армування ґрунтів ГЦЕ, які забезпечують стабілізацію деформацій і обумовлюють подальшу нормальну експлу-

атацію будівлі, викладені в розділі 4 даної роботи та прийняті при розрахунках показників економічної ефективності.

Порівняльні схеми армування цими технологіями показані на рис.4.18. Об'єм і параметри армування слабких ґрунтів під фундаменти 1 шляхом утворення похилих ґрунтоцементних елементів 4' визначаються згідно забезпечення

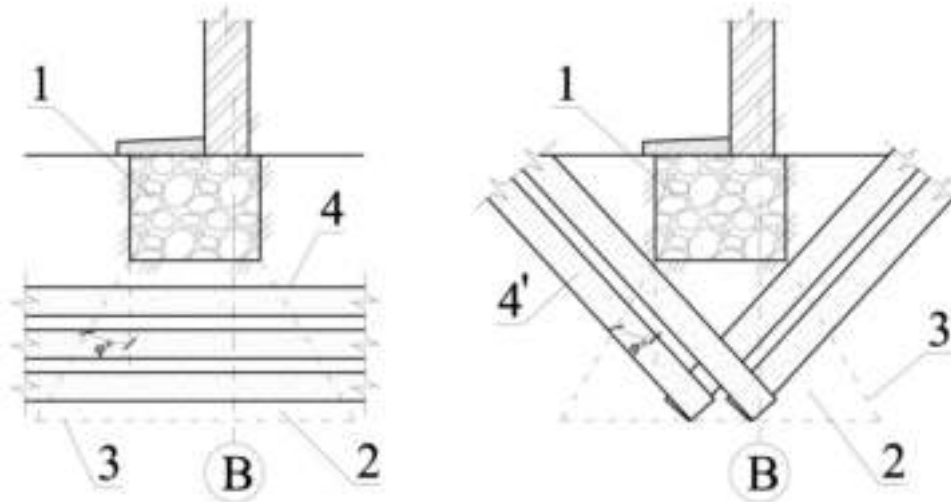


Рис.4.18. Схема для визначення об'ємів армування ґрунтів основ фундаментів: а) при горизонтальному армуванні; б) при похилому армуванні; 1 – фундамент; 2 – зона активних деформацій; 3 – лінія умовного фундаменту; 4 – горизонтальні ґрунтоцементні елементи; 4' - похилі ґрунтоцементні елементи

необхідної несучої здатності підсиленої основи, а саме так, щоб об'єм армування зони активних деформацій 2, яка визначається лінією умовного фундаменту 3, був ідентичний, горизонтальному армуванню. Згідно з цими умовами армування основи необхідно виконати в зоні слабких ґрунтів ПЕ 2, 3, 4 в осях 1...3 похилими ґрунтоцементними елементами діаметром 300мм в 2 ряди з кроком 0,7м із двох сторін фундаментів загальною довжиною 2356м. Для забезпечення такого армування всередині приміщень потрібно виконати розбирання полів для можливості утворення ґрунтоцементних елементів. Технологічні схеми армування ґрунтів основ фундаментів двома технологіями показано на рис. 4.19 та рис. 4.20.

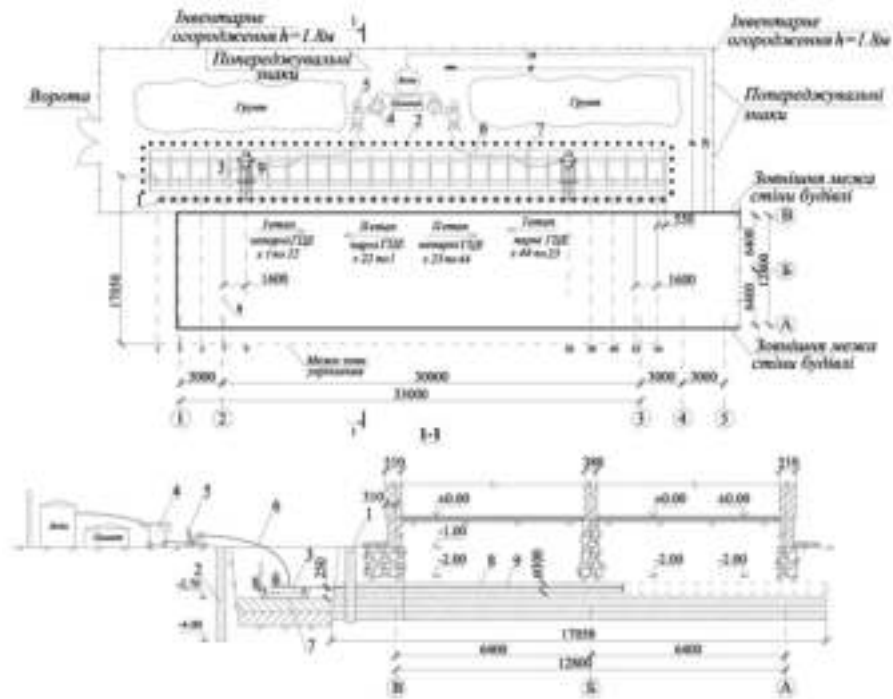


Рис.4.19. Технологічна схема підсилення основи фундаментів укріпленням ґрунтів горизонтальними ґрунтоцементними елементами: 1 – вертикальний ГЦЕ підпірної стінки; 2 – ГЦЕ укріплення укосів котловану; 3 – станок горизонтального буріння; 4 – розчиномішалка; 5 – розчинонасос; 6 - рукав; 7 – рейкові напрямні; 8 – горизонтальний ГЦЕ; 9 – бурові штанги

Для обох варіантів підсилення основ були розраховані: об'єми будівельних робіт і витрата матеріалів у відповідності з вимогами [125,128,130].

На підставі одержаних об'ємів робіт і витрат матеріалів за допомогою програмного комплексу АВК-3 були складені «Локальні кошториси» (форма №4) по кожному варіанту, які приведені в Додатку В.

Кошториси розроблялися на підставі:

- ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи (ДБН Д.2.2-99);
- вартість матеріалів по нормам витрати;
- збірки цін на перевезення ґрунту;
- загальновиробничі витрати розраховані згідно усереднених показників додатку 3 ДБН Д.1.1-1-2000.

Техніко-економічні показники варіантів підсилення основ фундаментів

№ П/ П	Найменування показників	Варіанти підсилення основ		Економі- чне спів- відно- шення
		Укріплення го- ризонтальними армоелементами	Укріплення по- хилими армоє- лементами	
1	Прямі витрати, тис. грн.	407,767	463,655	1,14
2	Кошторисна трудомісткість, чол.-год.	6,360	9,484	1,49
3	Кошторисна зарплата, тис. грн.	122,275	188,589	1,54
4	Загальновиробничі витрати, тис. грн.	48,096	73,869	1,54
5	Матеріали, тис. грн.	84,398	108,798	1,28
6	Всього по кошторису, тис. грн.	455,863	537,525	1,17
7	Економічний ефект, тис. грн.	81,662		

- кошторисна трудомісткість при укріпленні ґрунтів основи горизонтальними армоелементами в 1,49 раза менша, ніж при варіанті укріплення похилими армоелементами;
- кошторисна зарплата при укріпленні ґрунтів основи горизонтальними армоелементами в 1,54 раза менша, ніж при варіанті укріплення похилими армоелементами;
- загальновиробничі витрати при укріпленні ґрунтів основи горизонтальними армоелементами в 1,54 рази менші, ніж при варіанті укріплення похилими армоелементами;
- витрата матеріалів при укріпленні ґрунтів основи горизонтальними армоелементами в 1,28 разів менша, ніж при варіанті укріплення похилими армоелементами;
- кошторисна вартість при укріпленні ґрунтів основи горизонтальними армоелементами в 1,17 раза менша, ніж при варіанті укріплення похилими армоелементами;
- терміни виконання робіт при укріпленні ґрунтів основи горизонтальними армоелементами в 1,4 разів менші, ніж при варіанті укріплення похилими армоелементами;

– підсилення основи будівлі укріпленням ґрунтів горизонтальними армоелементами відбувається без призупинки експлуатації будівлі, тоді як при підсиленні основи будівлі укріпленням ґрунтів похилими армоелементами у зв'язку з руйнуванням полів першого поверху з послідуєчим їх відновленням, необхідно призупинити експлуатацію будівлі чи її частини. Особливо ця обставина важлива при відновленні деформованих житлових будинків, коли при варіанті підсилення основ похилими армоелементами необхідно відселяти мешканців, що окрім фінансових переваг, має велике соціальне значення.

Техніко-економічним порівнянням двох варіантів підсилення основи будівлі школи по ряду показників підтверджена ефективність підсилення основи будівлі розробленою бурозмішувальною технологією укріплення ґрунтів горизонтальними ґрунтоцементними армоелементами, яка істотно відрізняється своєю простотою.

Окрім переваги економічних показників перший варіант вигідно відрізняється також з технологічної сторони. Влаштування похилих армоелементів потребує виконання робіт у середині приміщення, що призводить до необхідності руйнування та відновлення конструкцій підлоги та інших конструкцій. А це призводить до цілого ряду як економічного порядку, так і організаційних та інших незручностей.

Висновки за розділом 4

1. Наведені області застосування горизонтального армування ґрунтів, які охоплюють широке коло будівельної сфери, але найбільш важливе значення має підсилення основ при відновленні деформованих будівель.

2. Розроблені рекомендації по виборі раціональних конструктивно-технологічних рішень та показані приклади їх впровадження і досягнення ефективності застосування.

3. Результати досліджень і розробок впроваджені на ряді об'єктів за участю здобувача, які підтверджені відповідними довідками:

- при відновленні двоповерхової деформованої будівлі школи в Полтавському регіоні;
- при реконструкції готелю "Дніпро" у м. Запоріжжя із надбудовою поверху;
- при стабілізації деформацій в процесі будівництва кафе "Вікторія" (нині ресторана "Рів'єра") на узбережжі р. Дніпро в м. Дніпропетровську.

4. Розроблена технологічна карта на прикладі застосування технології горизонтального армування ґрунтів на реальному об'єкті відновлення експлуатаційної спроможності деформованої будівлі школи в Полтавському регіоні.

5. На основі техніко-економічного порівняння з технологією похилого армування ефект від впровадження удосконаленої технології горизонтального армування склав 82 тис. грн., а трудомісткість зменшилась у 1,49 разів. Роботи по підсиленню основ виконувались без припинення експлуатації будівлі.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В дисертаційній роботі вирішено важливу науково-практичну задачу підвищення ефективності відновлення експлуатаційної спроможності деформованих будівель за рахунок підсилення їх основ шляхом розробки нової технології горизонтального бурозмішувального армування ґрунтів основ із застосуванням розроблених інноваційних конструктивно-технологічних рішень.

Значення для науки полягає в тому, що вперше експериментально доведено ефективність використання бурозмішувального методу укріплення ґрунтів в технології горизонтального армування для укріплення основ деформованих будівель при їх відновленні і при реконструкції об'єктів та в дослідженні впливу технологічних чинників на процес утворення горизонтальних ґрунтоцементних армоелементів та на формування їх механічних характеристик, на підставі чого було створено нову технологію горизонтального бурозмішувального армування ґрунтів основ споруд.

Значення для практики полягає в тому, що розроблена технологія горизонтального бурозмішувального армування ґрунтів основ дозволяє покращити якість утворення ґрунтоцементних армоелементів при зменшенні трудомісткості та вартості робіт.

В дисертації отримані наступні результати та зроблені висновки:

1. Виконано аналіз інформаційних джерел, який показує, що основною причиною деформацій будівель є нерівномірні деформації основ внаслідок погіршення властивостей ґрунтів в процесі експлуатації, тому на базі експериментальних досліджень існуючої технології горизонтального армування ґрунтів з урахуванням визначених резервів підвищення її ефективності запропоновано напрямок дослідження та розробок нової технології укріплення ґрунтів горизонтальним бурозмішувальним армуванням для вирішення поставленої задачі.

2. Розроблено новий принцип здійснення технологічних процесів бурозмішування, при якому кожний елементарний об'єм укріплюючого ґрунту піддається багаторазовій обробці подрібнення зруйнованої структури ґрунту, про-

сочування подрібненого ґрунту водоцементною суспензією, перемішування ґрунтоцементної суміші, що покращує якість формування горизонтальних ґрунтоцементних армоелементів та зменшує тривалість їх влаштування.

3. Доведено, що розробка та застосування нових інноваційних конструктивно-технологічних рішень корінним чином змінює технологію укріплення ґрунтів горизонтальним армуванням по бурозмішувальному методу, що обумовлює підвищення технологічності та зниження трудомісткості виконання робіт по підсиленню основ.

4. За вимогами розробленої технології удосконалено станок горизонтального буріння збільшенням лінійного переміщення бурозмішувача в межах 0,44...0,95 м/хв і його обертання в межах 86...138 об /хв, що забезпечує встановлення раціональних технологічних режимів армування в залежності від фізичного стану ґрунтів.

5. Експериментальним шляхом визначено вплив технологічних факторів на процес утворення горизонтальних ґрунтоцементних армоелементів та на формування механічних характеристик ґрунтоцементу:

- при підвищенні лінійної швидкості бурозмішувача в межах 0,44...0,95 м/хв. товщина стружки збільшується від 4,3 до 5,6 мм, рівень механічних характеристик при цьому зменшується на 20-25%, що вказує на погіршення якості бурозмішувальних процесів;

- збільшення швидкості обертань в межах 86...130 об /хв. покращує бурозмішувальні процеси, що забезпечує збільшення механічних характеристик ґрунтоцементу на 25-30%.

6. Технологія горизонтального бурозмішувального армування ґрунтів адаптована для захисту пошкоджених будівель від подальших деформацій та для реконструкції об'єктів в стиснених умовах, що забезпечує безпечне проведення відновлювальних робіт та спрощує організацію їх виконання при влаштуванні ярусів армоелементів.

7. Розроблена технологія горизонтального бурозмішувального армування ґрунтів доведена до практичного застосування, про що свідчить впровадження-

на 7 об'єктах. Із них впровадження на 3 об'єктах підтверджені довідками: для відновлення деформованого стану (довідка №30-17 від 10.01.2017 р., видана ТОВ «Солід»), при реконструкції для компенсації дефіциту несучої здатності основи від додаткового навантаження (довідка №01-28/439 від 13.03.2017 р., видана Запорізькою державною інженерною академією), для захисту пошкодженої будівлі від подальших деформацій (довідка №60-11-565 від 17.03.2017 р., видана Полтавським національно технічним університетом ім. Ю. Кондратюка), що засвідчило високий практичний рівень отриманих наукових результатів.

8. На базі результатів розробок та досліджень розроблена технологічна карта, в якій відображений порядок виконання технологічних процесів горизонтального бурозмішувального армування ґрунтів, яка дозволяє кваліфіковано впроваджувати розроблену технологію при підсиленні основ відновлювальних деформованих споруд.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Основания, фундаменты и подземные сооружения: справочник проектировщика / под. ред. Е.А. Сорочана и Ю.Г. Трофименкова. М.: Стройиздат, 1985. 480 с.
2. Ананьев В.П. Техническая мелиорация лессовых грунтов: учебник. Ростов-на-Дону: РГУ, 1976. 321 с.
3. ДБН В.1.2-14-2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ
4. Современные технологии в строительстве: учебник / под. ред. А.И. Менейлюка. К.: Освита України, 2010. 552 с.
5. Зоценко М.Л., Коваленко В.І., Яковлев А.В. [та ін.]. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти: підручник. Полтава: ПолтНТУ, 2004. 568 с.
6. Яковлев А.В., Винников Ю.Л. Особливості проектування, будівництва, експлуатації будівель і споруд на лесовому ґрунті та зсувонебезпечній території України: підручник. К.: НМК ВО, 1992. 250 с.
7. Крутов В.И. Основания и фундаменты на просадочных грунтах: учебник. К.: Будівельник, 1982. 235 с.
8. Швецов Г.И. Инженерная геология, механика грунтов, основания и фундаменты: учебник. М.: «Высшая школа», 1987. 296с.
9. Руденко А.А. Исследование несущей способности уплотненных грунтовыми сваями массивов лессовых грунтов / Труды межвузовской конференции по строительству на лессовых грунтах. М.: МГУ, 1973. С. 45-50.
10. Пат. 76532 UA, МПК E02D 27/34 (2006.01). Спосіб будівництва будинків, споруд / А.А. Руденко, Р.В. Самченко, А.І. Юхименко, І.В. Степура (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна академія (UA). № u 201206811; заявл. 05.06.12; опубл. 10.01.12, Бюл. № 1. 5с.
11. Литвинов И.М. Ускоренный способ глубинного уплотнения просадочных лессовых грунтов второго типа предварительным замачиванием и направ-

ленными взрывами / Основания, фундаменты и механика грунтов. М., 1966. 396 с.

12. Литвинов И.М. Глубинное укрепление и уплотнение просадочных грунтов: учебник. К.: Будівельник, 1969. 184 с.

13. Рыжов А.М., Шокарев В.С. Уплотнение предварительно обводненных лессовых просадочных грунтов сериями взрывов глубинных зарядов / Строительные конструкции: респ. межведомств. научн.-техн. сборн. К.: НИИСК, 1995. Вып. 48. С. 18-22.

14. Шокарев В.С., Рыжов А.М. Контроль качества грунтов, уплотненных гидровзрывным методом / Строительные конструкции: респ. межведомств. научн.-техн. сборн. К.: НИИСК, 1995. Вып. 47. С. 25-30.

15. Шокарев В.С. Работа массивів лесового ґрунту при гідровибуховому ущільненні: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.02 / Шокарев Віктор Семенович; НДІ будівельних конструкцій. К., 1997. 23 с.

16. Литвинов И.М. Укрепление и уплотнение просадочных грунтов в жилищном и промышленном строительстве: учебник. К.: Будівельник, 1977. 287 с.

17. Степура И.В. Разработка технологии термического закрепления просадочных грунтов II типа на глубину до 25 м : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.08 / Степура Иван Васильевич; НИИ строительных конструкций. Днепропетровск, 1984. 25 с.

18. Ржаницын Б.А. Химическое закрепление грунтов в строительстве: учебник. М.: Стройиздат, 1986. 263 с.

19. Аскалонов В.В. Силикатизация лессовых грунтов: учебник. М.: Стройиздат, 1959. 125 с.

20. Коновалов П.А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий: учебник. М.: Стройиздат, 2000. 317 с.

21. Швецов Г.И. Инженерная геология, механика грунтов, основания и фундаменты: учебник. М.: Высшая школа, 1987. 296 с.

22. Зоценко М.Л. Прогресивні методи підготовки основ та будівництва фундаментів / Будівельні конструкції: зб. наук. праць. К.: НДІБК, 2008. Вип. 71. Т.1. С. 23-37.
23. Безрук В.М. Теоретические основы укрепления грунтов цеменами : учебник. М.: НТИ автотранспортной лит-ры, 1956. 248 с.
24. Головки С.И. Напряженно деформированное состояние грунтового основания в процессе высоконапорного инъєктирования / Будівельні конструкції: зб. наук. праць. К.: НДІБК, 2004. Вип. 71. С. 42-51.
25. Ручьев А.П., Толкачев А.П., Телина Л.А. [и др.] Устройство грунтоцементных свай: учебное пособие. М.: Стройиздат, 1968. 33 с.
26. А. с. 663779 СССР, E0205/36. Способ изготовления цементогрунтовых свай / А.Н. Токин, Я.Я. Мотузов, А.И. Ветштейн – №3279827/29-33(057073); заявл. 17.12.80; опублик. 03.06.82, Бюл. № 24.
27. Токин А.Н., Добринский Л.К. Армированный цементогрунт / Материалы к IV Всесоюзному совещанию по закреплению и уплотнению грунтов. М.: МГУ, 1968. С. 78-83.
28. Токин А.Н. Фундаменты из цементогрунта: учебник. М.: Стройиздат, 1984. 84 с.
29. Крицкий М.Я. Проблемы упрочнения и армирования грунтов в Западной Сибири / Будівельні конструкції: зб. наук. праць. К.: НДІБК, 2004. Вып. 61. Т.2. С. 45-52.
30. Ланис А.Л., Пусков В.И., Крицкий М.Я. [и др.] Упрочнение грунтов методом напорных инъєкций / Будівельні конструкції: зб. наук. праць. К.: НДІБК, 2004. Вып. 61. Т.2. С. 53-58.
31. Міхальські Т., Топольніцкі М., Ксьондзіна І. [та ін.]. Зміцнення ґрунтів основи вібро – та ін'єкційними технологіями в будівництві та при реконструкції / Будівельні конструкції: зб.наук. праць. К.: НДІБК, 2004. Вип.61. Т.2. С. 92-95.
32. Малинин А.Г. Обоснование расхода цемента при струйной цементации грунта / Подземное пространство мира. 2003. №3. С. 12-14.

33. Малинин А.Г. Применение струйной цементации грунтов в подземном строительстве / Подземное строительство мира. 2003. №2. С. 53-57.
34. Менайлюк А.И., Федорук А.В. Методика экспериментальных исследований устойчивости откосов, армированных геотекстильными / Ресурсоэкономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Рівне: НУВГП, 2006. №14. С. 415–420.
35. Тетиор А.Н., Феклин В.И., Сургучев В.Г. Проектирование фундаментов: справочник. К.: Будівельник, 1981. 208 с.
36. Гупаленко В.И., Шокарев В.С. Разработка и внедрение эффективных способов подготовки оснований и свайных фундаментов в грунтовых условиях Запорожского региона / Труды III Украинской научно – технической конференции по механике грунтов и фундаментостроению. Одесса, 1977. Т.II. С. 348-349.
37. Шокарев В.С. Проблемы оснований и фундаментов при реконструкции зданий и сооружений / Будівельні конструкції: зб. наук. праць. К.: НДІБК, 2000. –Вип.53. Т.І. С. 573-578.
38. Зоценко М.Л. Використання пневмопробійників при влаштуванні і реконструкції основ та фундаментів / Будівельні конструкції: зб. наук. праць. К.: НДІБК, 2001. С. 276-283.
39. Передерий В.К. Устройства набивных свай с помощью пневмопробойников / Труды III Украинской науч. – техн. конф. по механике грунтов и фундаментостроению. Одесса, 1977. Т.І. С. 245-252.
40. Вараница А.В., Бойко В.Б. Об использовании пневмопробойников при усилении оснований фундаментов / Будівельні конструкції: зб. наук. праць. К.: НДІБК, 2000. Вип. 53. Кн.2. С.43 – 49.
41. Зоценко М.Л., Коваленко В.І., Хілобок В.Г. [та ін.] Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи і фундаменти: підручник. К.: Вища школа, 1992. 408 с.
42. Демчина В.Г., Гладишев Г.М., Усик І.З. [та ін.] Підсилення основ фундаментів споруд центральної частини міста Львова / Зб. наук. Праць «Про-

блеми теорії і практики будівництва. Львів: Львівська політехніка, 1997. С. 152-156.

43. Степура И.В., Шокарев В.С., Павлов А.В. [и др.] Усиление оснований армированием грунтов при реконструкции / Будівельні конструкції: зб. наук. праць. К.: НДІБК, 2008. Вип. 71. С. 111-118.

44. Саурин А.Н., Багдасаров Ю.А. Основания фундаментов – шпальный распределитель / Труды международного семинара по механике грунтов, фундаментостроению и транспортным сооружениям. М., 2000. С. 80-83.

45. Пилягин А.В. Усиление фундаментов зданий и сооружений подводкой горизонтальных балок / Сб. научн. трудов междунар. научно – техн. конф. «Будайніцтва, строительство, construction». Беларусь: БНТУ, 2003. Вып.№3. С.39-42.

46. Территориальные строительные нормы: Основания и фундаменты зданий и сооружений: ТСН 50-301-99 РМЭ: Срок введ.с 01.01.2000 г. / М-во стр-ва и архитектуры республики Марий Эл.:Йошкар-Ола, 1999. 139 с.

47. Саурин А.Н., Каравашкин А.Н. Опыт устройства оснований ленточных фундаментов аварийного жилого дома шпальным распределителем / Труды международного семинара по механике грунтов, фундаментостроению и транспортным сооружениям. М., 2000. С. 298-300.

48. Янковский Л.В. Разработка метода закрепления оснований ленточных фундаментов при реконструкции : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.02 / Янковский Леонид Вацлавович; Пермский ПТИ. Пермь, 1991. 19 с.

49. Бартоломей А.А., Янковский Л.В. Технология усиления оснований фундаментов с помощью управляемых пневмопробойников: учебник / Устройство и усиление фундаментов с улучшением строительных свойств грунтов оснований. Пенза: ПДЭНТЗ, 1991. С. 132-140.

50. Белоногов Л.Б., Янковский Л.В. Применение пневмопробойников для усиления фундаментов / Труды II Всесоюзной конференции «Современные проблемы фундаментостроения в СССР». Пермь: Пермский политехнический институт, 1990. С. 138-142.

51. А.с. №1585469 СССР. Горизонтальное устройство для бестраншейной прокладки подземных коммуникаций /Л.Б. Белоногов., И.М. Громов., Л.В. Янковский. Оpubл. в БИ, 1990, №30.

52. Громов И.М., Янковский Л.В. Технология изготовления криволинейных набивных свай : научное издание / Современные проблемы свайного фундаментостроения в СССР. Пермь: Пермский политехнический институт, 1988, С. 149.

53. Степура И.В., Павлов А.В., Святодух Н.Н. [и др.] Буромесительная технология и оснастка для армирования просадочных и слабых / Будівельні конструкції: зб.наук.праць. К.: НДІБК, 2000. Вып.53. Том 2. С. 186-189.

54. Пат. 39173 UA, МПК E02D 3/12 (2008.01). Спосіб закріплення ґрунтів / І.В. Степура, В.С. Шокарев, А.В. Павлов [та ін.] (UA); заявник і патентовласник – Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій (UA). № u 200810750; заявл 29.08.2008; опубл. 10.02.2009, Бюл. №3. 6с.

55. Петраш Р.В. Спільна робота ґрунту та елементів армування, які виготовлені за бурозмішувальною технологією : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.02 // Петраш Руслан Васильович; Полтав. Нац. Техн. ун-т ім. Ю. Кондратюка. Полтава, 2009. 19 с.

56. Зоценко М.Л., Бовкун Ж.М., Маляренко В.І. Досвід і перспективи підсилення основ вертикальними ґрунтоцементними елементами у міському будівництві / Бетон и железобетон в Украине. 2006. №6. С. 24-28.

57. Зоценко М.Л., Гудімов О.О. Спостереження за деформаціями 4 – х секційного багатоповерхового житлового будинку / Збірник Українського держ. університету водного господарства. Рівне, 2008. Вип.16. Ч.1. С.233-237.

58. Великодний Ю.Й., Зоценко М.Л., Карцева І.І. [та ін.] Зміна характеристик міцності ґрунтів при їх закріпленні за допомогою цементациї / Будівельні конструкції: міжвід. наук. – техн. зб. К.: НДІБК, 2008. Вип.71. Кн.2. С. 51-60.

59. Крисан В.И. Струйное и смесительно – струйное закрепление грунтов / Иновационные технологии диагностики, ремонта и восстановления объектов

строительства и транспорта: сб. научн. тр. Одесса: ПГАСА, 2004. Вып. №30. С. 132-136.

60. Пат. 62868 UA, МПК 7 E02D3/12, E02D5/36, E02D5/46. Змішувально-бурове долото / В.І. Романенко, В.І. Крисан (UA). – № и 2003109505; заявл 22.10.2003; опубл. 15.12.2003, Бюл. №12. 6с.

61. Тимощук В.І., Крисан В.І., Крисан В.В. Дослідження параметрів закріплення нестійких ґрунтів з використанням технології ґрунтоцементного армування / Будівельні конструкції: міжвід. наук. – техн. зб. К.: НДІБК, 2008. Вип.71. Кн.2. С. 264-274.

62. Крысан В.И., Крысан В.В. Армирование насыпи подходов земляного полотна к путепроводу ґрунтоцементными сваями / Будівельні конструкції: міжвід. наук. – техн. зб. К.: НДІБК, 2007. Вип.66. С. 204-211.

63. Садовенко И.А., Куличенко И.И., Крисан В.И. Исследование напряженно – деформированного состояния нагруженного оползневого склона / Сб. научн. тр. Приднепровской строительной академии. 1999. Вып.№1. Ч.1. С. 5-10

64. А.с. №149717 СССР. Ґрунтобетонные фундаменты / А.В. Силенко, В.С. Анисимов, - опубл. в БИ, 1962, №16.

65. А.с. №156108 СССР. Способ устройства ґрунтобетонных фундаментов / А.В. Силенко, В.С. Анисимов, - опубл. в БИ, 1963, №14.

66. Аскалонов В.В., Вайсфельд Г.Б. Цементогрунтовые смеси для устройства фундаментов: учебник. М.: Бюро техн.помощи НИИ Горсельстроя, 1955. 158 с.

67. Аскалонов В.В., Токин О.Н. Здания и сооружения из цементогрунта: учебник. М.: ЦБТИ Минстроя РСФСР, 1957. 234 с.

68. Безрук В.М. Устройство цементогрунтовых оснований с применением пластифицированного цемента: учебник. М.: Дориздат, 1952. 49 с.

69. Безрук В.М. Теоретические основы укрепления ґрунтов цементами: учебник. М.: Автотрансиздат, 1956. 179 с.

70. Безрук В.М., Князюк К.А. Устройство цемента – ґрунтовых оснований и покрытий: учебник. М.: ГУШОСДОРА МВД СССР, 1951. 188 с.

71. Яковлева В.А. Исследование цементогрунта как материала для изготовления фундаментных блоков: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / В.А. Яковлева; РИСИ. М., 1971. 34 с.

72. Соколович В.Е., Мотузов Я.Я., Котов А.И. Закрепление илов цемен- тами / Строительство на слабых водонасыщенных грунтах. Одесса: Госстрой СССР, 1975. С. 267-273.

73. Соколович В.Е., Мотузов Я.Я., Котов А.И. Применение илоцемент- ных свай в строительстве портовых сооружений / Основания, фундаменты и механика грунтов. 1976. №5. С. 64-68.

74. Мотузов Я.Я., Горлов В.С., Котов А.И. [и др.] Технология изготовле- ния грунтоцементных свай / Транспортное строительство. 1977. №10. С. 64-69.

75. Токин А.Н. Проектирование состава цементогрунта для изготовления блоков / Тр. ин-та КСХИ. К., 1973. №67 (95). С. 42-47.

76. Токин А.Н., Мотузов Я.Я., Ветштейн А.И. Способ изготовления це- ментогрунтовых свай / Основания, фундаменты и механика грунтов, 1981. №8 С.29-33

77. Ковальский Р.К. Підсилення основ методом армування в умовах рекон- струкції / Будівельні конструкції: зб. наук. пр. – К.: НДІБК, 2001. Вип.54. – С. 98-102.

78. Ручьев А.П., Толкачев П.И., Телина Л.А. [и др.]. Устройство грунто- цементных свай: учебное пособие. М.: Стройиздат, 1968. 33 с.

79. Ручьев А.П., Толкачев П.И., Телина Л.А. [и др.] Устройство грунтобе- тонных свай: книга. М.: Стройиздат., 1968. 234 с.

80. Степура И.В., Шокарев В.С., Павлов А.В. [та ін.] Вертикальное на- клонное армирование структурно неустойчивых грунтов буросмесительной те- хнологией / Міжвідомчий наук.-техн. зб. наук. пр. (будівництво). К.: НДІБК, 2007. Вип. 66. С. 26-33.

81. Степура И.В., Шокарев В.С., Павлов А.В. [та ін.] Горизонтальное армирование грунтов в основаниях зданий / Міжвідомч. наук.-техн. зб. «Арму-

вання гр-в при буд-ві, рекон., захисті буд. та спор». К.: НДІБК, 2001. Вип.55. С. 138-140.

82. Друкований М.Ф., Черній Г.И., Шокарев В.С. Армирование грунта при реконструкции зданий и сооружений / Міжвідомч. наук. – техн. зб. «Реконструкція будівель та споруд. Досвід та проблеми». К.: НДІБК. 2001. Вип.54. С. 251-259.

83. Друкований М.Ф., Корчевський Б.Б. Зміцнення ґрунтових підвалин армуючими подушками з скловолокнистих сіток. Результати лабораторних випробувань / Міжвідомч. науково – техн. зб. «Механіка ґрунтів та фундаментобудування». К.: НДІБК. 2000. Вип.53. Кн.2 С. 94-99.

84. Семко О.В., Петраш Р.В., Зоценко Л.М. Результати впровадження ґрунтоцементних паль як фундаментів будівель і споруд / Будівельні конструкції: міжвідомч. науково-техн. зб. К.: НДІБК. 2007. Вип.66. С. 89-95.

85. Пат. 42283 UA, МПК E21B 3/00. Установка для проходки в грунтах / Степура І.В., Шокарев В.С., Павлов А.В. [та ін.] (UA); заявник і патентовласник Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій (UA). - № u 200901349; заявл. 18.02.09; опубл. 25.06.09, Бюл. № 12. 6 с.

86. Юхименко А.І., Самченко Р.В., Павлов І.Д. [та ін.] Горизонтальне армування ґрунтів – ефективний спосіб підсилення основ / Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. Харків: Укр-ДАЗТ, 2014. Вип. 148. Т.2. С. 70-75.

87. Юхименко А.И., Самченко Р.В., Степура И.В. [и др.]. О проблемах реконструкции зданий и способах их решения / Известия вузов. Строительство. Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2013. Вып. 9(657). С.115-122.

88. Зоценко М.Л., Борт О.В., Бідношич М.В. [та ін.] До оцінки механічних властивостей ґрунтоцементу залежно від вмісту його складових / Зб. наук. праць Полт. нац. техн. ун-т ім. Ю. Кондратюка. Полтава: ПНТУ, 2007. Вип.19. С. 44-52.

89. Самченко Р.В. Удосконалення технології вирівнювання нахилених будівель горизонтальним вибурюванням ґрунту із основи : автореф. дис. ...

канд. техн. наук: 05.23.08 / Самченко Роман Васильович; ДВНЗ "Придніпр. держ. акад. буд-ва та архіт.". Дніпропетровськ, 2010. 19 с.

90. Галушко В.О. Технологічні основи інновацій при ремонті і відновленні будівель : автореф. дис. на здобуття ступеню доктора техн. наук.: спец. 05.23.08 "Технологія і організація промислового та цивільного будівництва". Одеса, 2013. 39с.

91. Галушко В.О. Шляхи підвищення надійності та довговічності житлових будинків: монографія / Класичний приватний університет, м. Запоріжжя, 2008 р., 226 с.

92. Юхименко А.І. Матеріало-та енергоощадна технологія укріплення ґрунтів основ при захисті будівель від деформацій / Матеріали міжнародної наук.-практ. конф. «Україна-Польща: діалог культур в контексті євроінтеграції» (25-27 вересня 2014 р., м. Запоріжжя). Запоріжжя: ЗДІА, 2014. Т. II. С. 219-221.

93. Фещенко В.Н. Справочник конструктора. Книга 1. Машины и механизмы: учебник. М.: Инфра-Инженерия, 2016. 400 с.

94. Зоценко М.Л., Петрун М.В. Вплив на характеристики ґрунтоцементу літологічних особливостей ґрунту / Механіка ґрунтів та фундаментобудування: міжвідомч. науково – техн. зб. К.: НДІБК. 2008. Вип.71. Кн.2. С. 27-34.

95. Руководство по проектированию и устройству ґрунтобетонных свай для малоэтажных зданий. М.: ЦНИИЭП Псельстрой, 1970. 152 с.

96. Токин А.Н., Ветштейт А.И. Влияние влажности цементоґрунтовой смеси на качество перемешивания ее компонентов буросмесительным способом / Строительство и архитектура. М.: ВНИИС, 1981. Вып.10. С. 36-41

97. Звіт про науково-дослідну роботу "Експериментальне дослідження впливу технологічних факторів на процес формування горизонтальних ґрунтоцементних армуючих елементів", наказ №20-ОД від 26 серпня 2014р.; ЗВ НДІБК, м. Запоріжжя, 2014 р., 44 с.

98. Разоренов В.Ф. Определение строительных свойств ґрунтов методами пенетрации и вращательного среза: учебник. К.: Будивельник, 1966. 138 с.

99. ДСТУ Б.В. 2.7-18-95. Бетони легкі. Загальні технічні умови / Держкомістобудування України. – К., 1995. – 65 с.

100. Юхименко А.И., Самченко Р.В., Шокарев В.С. [и др.] Малогабаритное оборудование и технологическая оснастка для укрепления грунтов буромесительной технологией / Материалы научн.-техн. конф. с междунар. участием «Инновационные конструкции и технологии в фундаментостроении и геотехнике» (27-29 окт. 2013 г., г. Москва). М.: НОУ ВПО «ИНЭП», 2013. С.160-165.

101. Пат. 73029 UA, МПК E02D 3/12 (2006.01). Бурозмішувальне долото / І.В. Степура, Р.В Самченко, А.І. Юхименко [та ін.] (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна академія (UA). № у 201201856; заявл. 20.02.12; опубл. 10.09.12, Бюл. № 17. 6 с.

102. Пат. 101409 UA, E21B 3/00 (2015.01). Установа для горизонтальної проходки в грунтах / Р.В Самченко, А.І. Юхименко, В.С. Шокарев [та ін.] (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна академія (UA). № у 201502596; заявл. 23.03.14; опубл. 10.09.14, Бюл. № 17. 3 с.

103. Пат. 73030 UA, МПК E21B 3/00 (2012.01). Установа для горизонтальної проходки в грунтах / Р.В Самченко, І.Д. Павлов, І.В. Степура, А.І. Юхименко (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна академія (UA). № у 201201857; заявл. 20.02.12; опубл. 10.09.12, Бюл. № 17. 3с.

104. Пат. 84177 UA, МПК E21B 3/00 (2013.01). Установа для проходки в грунтах / А.І. Юхименко, І.Д. Павлов, Р.В Самченко, І.В. Степура (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна академія (UA). № у 201305182; заявл. 22.04.13; опубл. 10.10.13, Бюл. № 19. 3с.

105. Пат. 73991 UA, МПК E21B 3/00 (2012.01). Буровий верстат / Р.В Самченко, І.В. Степура, В.С. Шокарев [та ін.] (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна академія (UA). - № у 201204614; заявл. 12.04.12; опубл. 10.10.12, Бюл. № 19. 5с.

106. Пат. 73103 UA, МПК E02D 3/12 (2006.01). Спосіб горизонтального армування ґрунтів: / Р.В Самченко, В.С. Шокарев, І.Д. Павлов, А.І. Юхименко,

І.В. Степура (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна академія (UA). № у 201202618; заявл. 05.03.12; опубл. 10.09.12, Бюл. № 17. 4с.

107. Юхименко А.І., Самченко Р.В., Шокарев В.С. [та ін.] Експериментальні дослідження впливу технологічних факторів на процес формування горизонтальних ґрунтоцементних армоелементів / Основи і фундаменти: міжвідомчий наук.-техн. зб. К.: КНУБА, 2015. Вип. 37. С. 145-155.

108. Юхименко А.І. Дослідження процесів утворення горизонтальних армоелементів для укріплення ґрунтів основ споруд за бурозмішувальною технологією / Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика. Дніпропетровськ, 2016. Вип. 10. С.98-106

109. ДСТУ Б В.3.1-2:2016 Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд.

110. Юхименко А.І., Самченко Р.В., Шокарев А.В. [и др.] О методике контроля качества армирования грунтов буросмесительной технологией // Будівельні конструкції: міжвідомчий наук.-техн. зб. наукових праць. К.: ДП НДІБК, 2016. Вип. 83. Книга 2. С.520-527.

111. Маслов Н.Н. Механика ґрунтов в практике строительства: учебник М.: Стройиздат, 1977. 320 с.

112. Пат. 83660 UA, МПК E02D 3/12 (2006.01), E02D 5/34 (2006.01). Спосіб реконструкції будинків, споруд / Р.В Самченко, І.Д. Павлов, А.І. Юхименко, І.В. Степура, С.І. Степура (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна академія (UA). № у 201302945; заявл. 11.03.13; опубл. 25.09.13, Бюл. № 18. 5с.

113. Юхименко А.І. Технологічні аспекти горизонтального армування ґрунтів основ фундаментів за бурозмішувальним методом / Світ геотехніки. 2015. № 3(47). С. 21-25.

114. Юхименко А.І., Самченко Р.В. Про забезпечення ефективності відновлення деформованих будівельних об'єктів / Будівельне виробництво: міжвідомчий науково-технічний збірник. К.: НДІБВ, 2016. Вип. 61/1. С. 79-84.

115. Пат. 75876 UA, МПК G01N27/90, G01M19/00. Електромагнітна вимірювально-інформаційна система неруйнівного контролю параметрів напружено-деформованого стану інженерних конструкцій і споруд / В.С. Шокарев, В.І. Чаплигін, Я.В. Мальцева (UA); заявник і патентовласник Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій (UA). № у 2002054241; заявл. 23.05.02; опубл. 15.06.06, Бюл. № 6. 14 с.

116. Юхименко А.І., Шокарев Є.О. Застосування ефективного способу укріплення ґрунтів для підсилення основ фундаментів при реконструкції будівельних об'єктів / Матеріали IV міжнародної наук.-техн. інтернет-конф. «Будівництво, реконструкція і відновлення будівель міського господарства» (25 листопада – 25 грудня 2014 р., м. Харків). Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2014. С.125-127.

117. Пат. 95510 UA, МПК E02D 3/12 (2006.01). Спосіб усунення деформацій будівель, споруд: / Р.В Самченко, І.Д. Павлов, А.І. Юхименко, І.В. Степура (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна академія (UA). № у 201407845; заявл. 11.07.14; опубл. 25.12.14, Бюл. № 24. 3с.

118. Юхименко А.І., Самченко Р.В. Про комплексні технології відновлення деформованих будівель та споруд, які зазнали кренів / Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. зб. – К.: КНУБА, 2015. – Вип. 55. – С. 359-367.

119. Юхименко А.І. Технологія підсилення основ при відновленні деформованих будівель та при реконструкції об'єктів в стиснених умовах / Будівельні конструкції: міжвідомчий наук.-техн. зб. наукових праць (будівництво). Київ: ДП НДІБК, 2016. Вип. 83. Кн.2. С.528-534.

120. Юхименко А.І. Про великі можливості бурозмішувальної технології закріплення ґрунтів / Материалы III Международной науч.-техн. интернет-конф. «Строительство, реконструкция и восстановление зданий городского хозяйства» (15 апр. - 15 мая 2012 г., г. Харьков). Харьков: ХНАГХ, 2012. С.294-296. р. - 15 мая 2012 г., г. Харьков). – Харьков: ХНАГХ, 2012. – С.294-296.

121. Юхименко А.І., Павлов І.Д., Самченко Р.В. Організаційно-технологічні рішення підсилення основи фундаментів при надбудові поверху в процесі реконструкції будівлі готелю «Дніпро» в м. Запоріжжя / Комунальне господарство міст: наук.-техн. зб. Харків: ХНАМГ, 2013. Вип. 107. С.9-16.

122. Отчет о научно-технической работе " Укрепление грунтов основания двухэтажного здания учебно-воспитательного комплекса в с. Ряское Машевского района Полтавской области ", договор №306/14 от 17 декабря 2014 г.; - ЗО НИИСК, г. Запорожье, 2015 г., 29с.

123. Пат. 87878 UA, МПК E02D 3/12 (2006.01). Бурозмішувальне долото / А.І. Юхименко, Р.В. Самченко, І.Д. Павлов (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна академія (UA). № u 201309986; заявл. 12.08.13; опубл. 25.02.14, Бюл. № 4. 4 с.

124. Білоконь А.І. Організаційно-технологічні аспекти обґрунтування якісного і кількісного складу будівельних машин для реконструкції: дис.. доктора. техн. наук: спец. 08.06.01 / Білоконь Анатолій Іванович. Харків, 1998. 387 с.

125. ДСТУ Б Д.2.2-1: 2012 Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Земляні роботи (Збірник 1).

126. Тянь Р.Б. Планування діяльності підприємства: навч. посібник К.:МАУП, 1998. 156 с.

127. Павлов І.Д. Моделі управління проектами: навч. посібник. – Запоріжжя: ЗДІА, 1999. 316с.

128. ДСТУ Б Д.1.1-1: 2013. Правила визначення вартості будівництва.

129. Павлов І.Д. Оптиміальні моделі організації будівельного виробництва: навч. посібник. – К.: СДО, 1993. 220с.

130. Ушацький С.А. Вибір оптимальних рішень в управлінні будівництвом. К.: Будівельник, 1998. 200с.

131. Юхименко А.І., Гречко В.Ф., Гречко О.В. [та ін.] Досвід стабілізації деформацій будівлі горизонтальним армуванням ґрунту основи // Будівельні


конструкції: міжвідомчий наук.-техн. зб. наукових праць (будівництво). К: ДП НДІБК, 2016. Вип. 83. Кн. 1. С.507-514.

132. Робочий проект. Рясківський навчально-виховний комплекс у с.Ряське Машівського району Полтавської області "Армування ґрунтів основи у вісях «1-3» горизонтальними елементами підвищеної жорсткості", договір 0589/14, ПНТУ ім. Ю.Кондратюка, м. Полтава, 2014 р.

133. Звіт з технічного обстеження технічного стану несучих будівельних конструкцій, основ і фундаментів Рясківського навчально-виховального комплексу у с. Ряське Машівського району Полтавської області, шифр №18-12/12, ФОП "Експерт Будівельний", м. Полтава, 2012 р.

134. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва.

Додаток А
Протоколи НТР

	Міністерство освіти і науки України Державний науково-технічний університет «Львівська політехніка»	
	Інститут інженерії програмного забезпечення	Львів, вул. Бандеринська, 10


Протокол №22/16
 засідання спеціалізованої вченої ради ДНУ №11/16

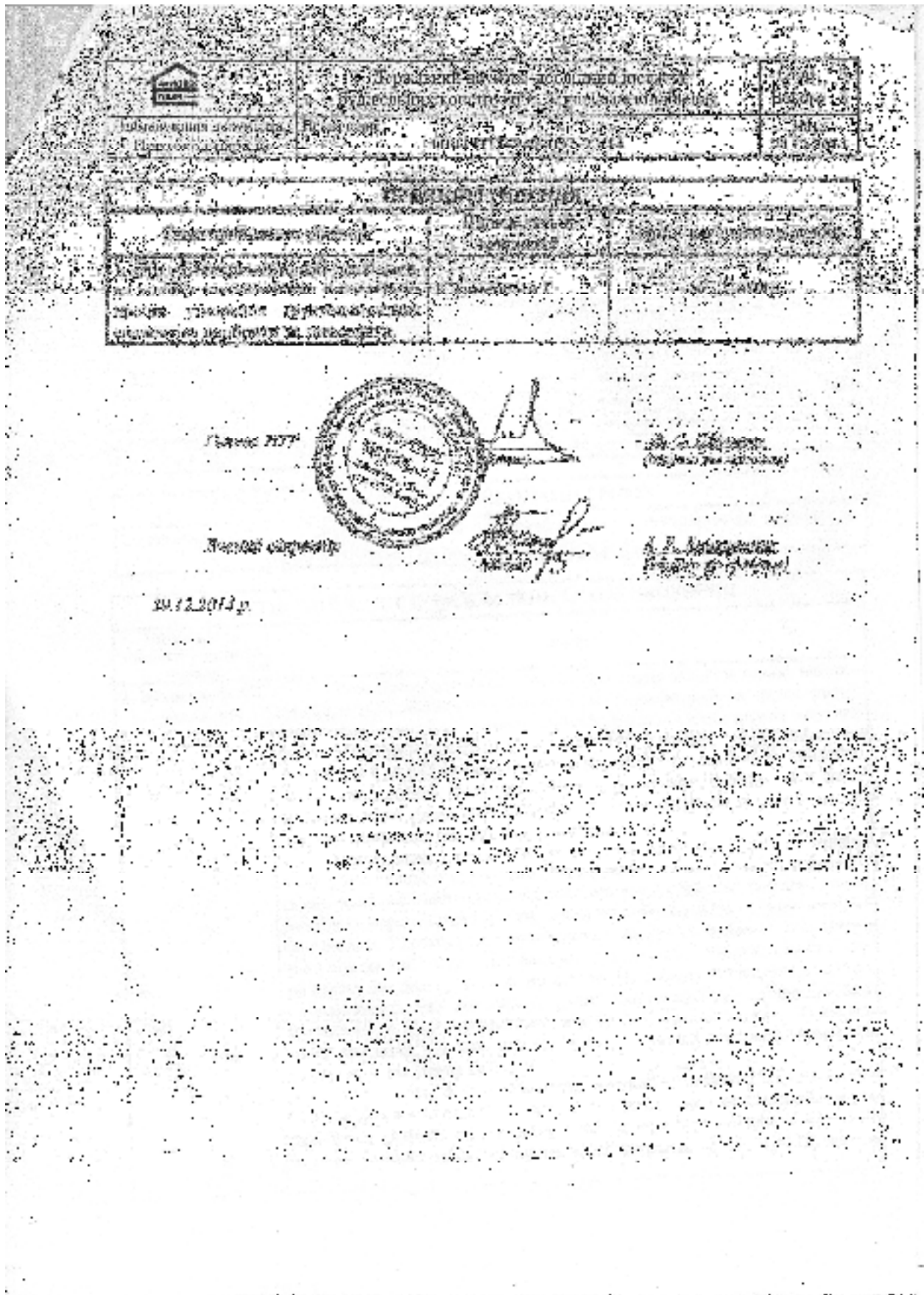
№ п.п.	Ім'я та прізвище кандидата	Тема дис.
1.	Пішун О. І.	Математичні методи розв'язання задач оптимізації
2.	Пішун О. І.	Математичні методи розв'язання задач оптимізації
3.	Пішун О. І.	Математичні методи розв'язання задач оптимізації
4.	Пішун О. І.	Математичні методи розв'язання задач оптимізації
5.	Пішун О. І.	Математичні методи розв'язання задач оптимізації
6.	Пішун О. І.	Математичні методи розв'язання задач оптимізації

Учасники засідання спеціалізованої вченої ради ДНУ №11/16:

Пішун О. І.	Голова спеціалізованої вченої ради
Пішун О. І.	Член спеціалізованої вченої ради

СТВОДНИЙ ЗМІСТ ДОПОВІДІ ТА ОБГОВОРЕННЯ	
Примітки та зауваження членів ради	Зміст
1. Пішун О. І.	<p>Проблема оптимізації в мистецтві завжди була актуальною. У даній дисертації розглянуто питання оптимізації композиційних елементів мистецтва. Автор пропонує нові методи розв'язання цих задач, які базуються на використанні математичних моделей. Результати дослідження свідчать про ефективність запропонованих методів. Дисертація містить нові наукові відкриття та практичні рекомендації. Автор має високий рівень спеціалізації в цій галузі. Дисертація відповідає вимогам науковості, оригінальності та значущості. Рекомендую до захисту та присвоєння наукового ступеня кандидата наук.</p>

 Министерство образования и науки Республики Беларусь	Учреждение образования "Белорусский государственный университет" Минск	Дата:
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ к учебному курсу "Математика"		
Автор:	М. В. Мясникова, доцент кафедры математики, кандидат педагогических наук, кандидат физико-математических наук, доктор педагогических наук, профессор кафедры математики, доктор педагогических наук, профессор кафедры математики, доктор педагогических наук, профессор кафедры математики.	
Рецензент: А. П.	- М. В. Мясникова, доцент кафедры математики, кандидат педагогических наук, кандидат физико-математических наук, доктор педагогических наук, профессор кафедры математики, доктор педагогических наук, профессор кафедры математики, доктор педагогических наук, профессор кафедры математики. - М. В. Мясникова, доцент кафедры математики, кандидат педагогических наук, кандидат физико-математических наук, доктор педагогических наук, профессор кафедры математики, доктор педагогических наук, профессор кафедры математики, доктор педагогических наук, профессор кафедры математики.	
Рецензент: И. А.	- М. В. Мясникова, доцент кафедры математики, кандидат педагогических наук, кандидат физико-математических наук, доктор педагогических наук, профессор кафедры математики, доктор педагогических наук, профессор кафедры математики, доктор педагогических наук, профессор кафедры математики. - М. В. Мясникова, доцент кафедры математики, кандидат педагогических наук, кандидат физико-математических наук, доктор педагогических наук, профессор кафедры математики, доктор педагогических наук, профессор кафедры математики, доктор педагогических наук, профессор кафедры математики.	
Глава 1.	Математика - наука, изучающая свойства количественных отношений и пространственных форм. Математика является основой для изучения естественных наук и техники. Математика используется в различных областях жизни человека. Математика является основой для изучения естественных наук и техники. Математика используется в различных областях жизни человека.	
Глава 2.	Математика - наука, изучающая свойства количественных отношений и пространственных форм. Математика является основой для изучения естественных наук и техники. Математика используется в различных областях жизни человека. Математика является основой для изучения естественных наук и техники. Математика используется в различных областях жизни человека.	
Глава 3.	Математика - наука, изучающая свойства количественных отношений и пространственных форм. Математика является основой для изучения естественных наук и техники. Математика используется в различных областях жизни человека. Математика является основой для изучения естественных наук и техники. Математика используется в различных областях жизни человека.	



	Дзяржаўны аўдыт і кантроль Буджэтыныя кантроль і аддзяленне запасаў рэспублікі	Група Беларусь 3
Назва арганізацыі А.П. Савіцкі	Адрас Мінск, вул. Савіцкая, 10/15	Дата 07.06.2015

Спіс асоб, якіх трэба праверыць у адпаведнасці з арт. 20 Закона Рэспублікі Беларусь ад 19.05.2002 № 11-З «Аб арганізацыі і функцыянаванні дзяржаўнага аўдыту і кантролю»

Імя	Пасада	Адрас
Савіцкі А. П.	Директор	Мінск, вул. Савіцкая, 10/15
Савіцкі А. П.	Директор	Мінск, вул. Савіцкая, 10/15
Савіцкі А. П.	Директор	Мінск, вул. Савіцкая, 10/15
Савіцкі А. П.	Директор	Мінск, вул. Савіцкая, 10/15
Савіцкі А. П.	Директор	Мінск, вул. Савіцкая, 10/15
Савіцкі А. П.	Директор	Мінск, вул. Савіцкая, 10/15
Савіцкі А. П.	Директор	Мінск, вул. Савіцкая, 10/15

Тэрмін праверкі: 07.06.2015 года

А.П. Савіцкі

СВЕДЧАННЕ АБ АКАДАМІЧНАМУ СТАТУСІ І АКАДАМІЧНАМУ ПРАВАХ


Сведчанне аб акадэмічным статусе і акадэмічных правах выдаецца членам акадэмічнага савета ў адпаведнасці з арт. 20 Закона Рэспублікі Беларусь ад 19.05.2002 № 11-З «Аб арганізацыі і функцыянаванні дзяржаўнага аўдыту і кантролю».

Акадэмічны статус і акадэмічныя правы надаюцца членам акадэмічнага савета ў адпаведнасці з арт. 20 Закона Рэспублікі Беларусь ад 19.05.2002 № 11-З «Аб арганізацыі і функцыянаванні дзяржаўнага аўдыту і кантролю».

Члены акадэмічнага савета ў адпаведнасці з арт. 20 Закона Рэспублікі Беларусь ад 19.05.2002 № 11-З «Аб арганізацыі і функцыянаванні дзяржаўнага аўдыту і кантролю».

Акадэмічны статус і акадэмічныя правы надаюцца членам акадэмічнага савета ў адпаведнасці з арт. 20 Закона Рэспублікі Беларусь ад 19.05.2002 № 11-З «Аб арганізацыі і функцыянаванні дзяржаўнага аўдыту і кантролю».

Члены акадэмічнага савета ў адпаведнасці з арт. 20 Закона Рэспублікі Беларусь ад 19.05.2002 № 11-З «Аб арганізацыі і функцыянаванні дзяржаўнага аўдыту і кантролю».

	Проектна документація на будівництво житлового будинку з гаражем, Запорізьке підприємство	Київ
Національний архітектурно-будівельний інститут	Київський національний університет будівництва та архітектури	Київ

ІНЖЕНЕРНО-АРХІТЕКТУРНА		
Інженер-архітектор	Інженер-конструктор	Інженер-технолог
О. В. Коваленко	М. П. Сидоренко	І. П. Шевченко
Інженер-архітектор	Інженер-конструктор	Інженер-технолог
О. В. Коваленко	М. П. Сидоренко	І. П. Шевченко



Київ

Київ

Київ

Київ

02.16.2013

Додаток Б
Результати експериментальних досліджень

Результати пенетраційних досліджень
07.10.14 (7 діб)

Номер уклу	Глибина зауреття конусу h, мм					h _{сп} , мм	R, МПа	Номер уклу	Глибина зауреття конусу h, мм					h _{сп} , мм	R, МПа	Номер уклу	Глибина зауреття конусу h, мм					h _{сп} , мм	R, МПа
	1	2	3	4	5				1	2	3	4	5				1	2	3	4	5		
ГЦЕ 1							ГЦЕ 2							ГЦЕ 3									
I. v ₁ =const=0,44 м/хв																							
n ₁ =86 об/хв							n ₂ =112 об/хв							n ₃ =138 об/хв									
1.1.1	4	4	5	4	4	4,2	1,4456	2.1.1	4	4	3	4	3	3,6	1,968	3.1.1	3	4	3	4	3	3,4	2,2059
1.1.2	4	3	4	4	4	3,8	1,7659	2.1.2	4	3	4	4	4	3,8	1,766	3.1.2	4	3	3	3	4	3,4	2,2059
1.1.3	4	4	4	4	4	4,0	1,5938	2.1.3	3	4	3	4	4	3,6	1,968	3.1.3	3	4	3	2	4	3,2	2,4902
1.1.4	3	4	4	5	4	4,0	1,5938	2.1.4	3	4	4	3	4	3,6	1,968	3.1.4	3	4	3	3	4	3,4	2,2059
1.1.5	4	4	4	4	5	4,2	1,4456	2.1.5	4	3	4	4	4	3,8	1,766	3.1.5	4	3	3	3	4	3,4	2,2059
1.1.6	5	3	5	4	5	4,4	1,3171	2.1.6	4	3	3	4	4	3,6	1,968	3.1.6	4	3	2	4	3	3,2	2,4902
1.1.7	4	4	4	4	4	4,0	1,5938	2.1.7	4	3	4	3	4	3,6	1,968	3.1.7	4	3	3	3	4	3,4	2,2059
1.1.8	5	4	3	4	4	4,0	1,5938	2.1.8	3	4	3	4	4	3,6	1,968	3.1.8	3	4	3	4	3	3,4	2,2059
1.1.9	4	3	5	4	4	4,0	1,5938	2.1.9	4	3	3	4	4	3,6	1,968	3.1.9	4	3	3	3	3	3,2	2,4902
1.1.10	4	4	4	4	4	4,0	1,5938	2.1.10	4	4	3	4	4	3,8	1,766	3.1.10	2	4	3	4	3	3,2	2,4902
1.1.11	4	4	5	4	4	4,2	1,4456	2.1.11	4	4	3	4	4	3,8	1,766	3.1.11	4	3	3	4	4	3,6	1,9676
1.1.12	4	4	4	4	4	4,0	1,5938	2.1.12	4	4	3	4	4	3,8	1,766	3.1.12	4	4	3	4	3	3,6	1,9676
R _{сп} , Мпа							1,55	R _{сп} , Мпа							1,88	R _{сп} , Мпа							2,26
II. v ₂ =const=0,68 м/хв																							
n ₁ =86 об/хв							n ₂ =112 об/хв							n ₃ =138 об/хв									
1.11.1	6	5	4	4	5	4,8	1,1068	2.11.1	4	5	4	4	5	4,4	1,317	3.11.1	4	4	5	4	4	4,2	1,4456
1.11.2	4	5	5	6	5	5,0	1,02	2.11.2	4	4	4	4	5	4,2	1,446	3.11.2	4	3	5	4	4	4,0	1,5938
1.11.3	5	4	4	6	6	5,0	1,02	2.11.3	5	4	4	5	5	4,6	1,205	3.11.3	4	4	4	4	4	4,0	1,5938
1.11.4	5	4	5	6	4	4,8	1,1068	2.11.4	5	4	4	4	4	4,2	1,446	3.11.4	3	4	4	5	4	4,0	1,5938
1.11.5	5	6	6	4	5	5,2	0,943	2.11.5	5	4	5	4	5	4,6	1,205	3.11.5	4	4	4	4	5	4,2	1,4456
1.11.6	4	6	6	4	5	5,0	1,02	2.11.6	4	4	5	4	4	4,2	1,446	3.11.6	5	3	5	4	5	4,4	1,3171
1.11.7	4	5	4	5	5	4,6	1,2051	2.11.7	4	5	4	5	4	4,4	1,317	3.11.7	4	4	4	4	4	4,0	1,5938
1.11.8	5	4	5	4	5	4,6	1,2051	2.11.8	5	4	5	4	4	4,4	1,317	3.11.8	5	4	3	5	4	4,2	1,4456
1.11.9	5	5	5	6	5	5,2	0,943	2.11.9	5	5	5	4	4	4,6	1,205	3.11.9	5	3	4	4	4	4,0	1,5938
1.11.10	6	5	4	5	5	5,0	1,02	2.11.10	5	5	4	5	5	4,8	1,107	3.11.10	4	5	4	4	5	4,4	1,3171
1.11.11	4	5	5	4	5	4,6	1,2051	2.11.11	4	4	5	4	5	4,4	1,317	3.11.11	4	4	3	4	5	4,0	1,5938
1.11.12	5	4	4	5	5	4,6	1,2051	2.11.12	5	4	4	4	5	4,4	1,317	3.11.12	4	4	4	4	4	4,0	1,5938
R _{сп} , Мпа							1,08	R _{сп} , Мпа							1,30	R _{сп} , Мпа							1,51
III. v ₃ =const=0,92 м/хв																							
n ₁ =86 об/хв							n ₂ =112 об/хв							n ₃ =138 об/хв									
1.111.1	6	5	5	5	6	5,4	0,8745	2.111.1	6	5	5	5	6	5,4	0,874	3.111.1	6	5	5	5	4	5,0	1,02
1.111.2	6	7	6	6	7	6,4	0,6226	2.111.2	6	5	6	6	7	6,0	0,708	3.111.2	6	5	6	4	5	5,2	0,943
1.111.3	6	7	6	7	6	6,4	0,6226	2.111.3	5	6	6	6	6	5,8	0,758	3.111.3	5	5	5	5	6	5,2	0,943
1.111.4	7	6	7	6	7	6,6	0,5854	2.111.4	7	5	5	6	6	5,8	0,758	3.111.4	5	5	5	4	6	5,0	1,02
1.111.5	6	7	6	6	6	6,2	0,6634	2.111.5	6	7	6	5	5	5,8	0,758	3.111.5	4	6	6	5	5	5,2	0,943
1.111.6	7	6	5	5	6	5,8	0,758	2.111.6	6	5	7	5	5	5,6	0,813	3.111.6	6	5	5	4	5	5,0	1,02
1.111.7	6	5	7	6	7	6,2	0,6634	2.111.7	5	5	5	6	5	5,2	0,943	3.111.7	5	5	5	6	5	5,2	0,943
1.111.8	6	7	6	7	5	6,2	0,6634	2.111.8	5	5	7	6	5	5,6	0,813	3.111.8	5	5	5	5	5	5,0	1,02
1.111.9	6	6	6	5	6	5,8	0,758	2.111.9	5	5	6	5	5	5,2	0,943	3.111.9	5	5	6	5	5	5,2	0,943
1.111.10	6	6	7	6	5	6,0	0,7083	2.111.10	6	5	5	7	5	5,6	0,813	3.111.10	6	5	5	4	5	5,0	1,02
1.111.11	7	6	6	7	7	6,6	0,5854	2.111.11	5	6	7	6	5	5,8	0,758	3.111.11	5	5	5	6	5	5,2	0,943
1.111.12	5	6	7	6	7	6,2	0,6634	2.111.12	5	6	5	7	5	5,6	0,813	3.111.12	5	6	5	5	5	5,2	0,943
R _{сп} , Мпа							0,68	R _{сп} , Мпа							0,81	R _{сп} , Мпа							0,98

Результати пенетраційних досліджень
28.10.14 (28 діб)

Номер уколу	Глибина запурення конусу h, мм					h _{ср} , мм	R, МПа	Номер уколу	Глибина запурення конусу h, мм					h _{ср} , мм	R, МПа	Номер уколу	Глибина запурення конусу h, мм					h _{ср} , мм	R, МПа		
	1	2	3	4	5				1	2	3	4	5				1	2	3	4	5				
ГЦЕ 1							ГЦЕ 2							ГЦЕ 3											
I. v ₁ =const=0,44 м/хв																									
n ₁ =86 об/хв							n ₂ =112 об/хв							n ₃ =138 об/хв											
1.1.1	2	1	2	1	2	1,6	9,9609	2.1.1	2	1	2	1	2	1,6	9,961	3.1.1	1	1	2	1	2	1,4	13,01		
1.1.2	2	1	2	2	2	1,8	7,8704	2.1.2	2	1	2	2	2	1,8	7,87	3.1.2	1	1	2	2	2	1,6	9,9609		
1.1.3	2	2	1	1	2	1,6	9,9609	2.1.3	2	2	1	1	2	1,6	9,961	3.1.3	2	2	1	1	2	1,6	9,9609		
1.1.4	2	1	1,5	2	2	1,7	8,8235	2.1.4	2	1	2	2	2	1,7	8,824	3.1.4	2	1	1	1	2	1,4	13,01		
1.1.5	2	1	1	2	2	1,6	9,9609	2.1.5	2	1	1	1	2	1,4	13,01	3.1.5	2	1	1	2	2	1,6	9,9609		
1.1.6	2	1	1	2	2	1,6	9,9609	2.1.6	2	1	1	2	2	1,6	9,961	3.1.6	1	1	2	1	2	1,4	13,01		
1.1.7	2	2	2	1	1	1,6	9,9609	2.1.7	2	2	2	1	1	1,6	9,961	3.1.7	2	2	2	1	1	1,6	9,9609		
1.1.8	2	2	1	1	2	1,5	11,333	2.1.8	2	2	1	1	1	1,4	13,01	3.1.8	2	2	1	1	2	1,6	9,9609		
1.1.9	2	1	1	1,5	2	1,5	11,333	2.1.9	2	1	1	2	2	1,5	11,33	3.1.9	2	2	1	2	2	1,8	7,8704		
1.1.10	2	1	2	1	2	1,6	9,9609	2.1.10	2	1	2	1	2	1,6	9,961	3.1.10	2	1	1	1	2	1,4	13,01		
1.1.11	2	2	1	1	2	1,6	9,9609	2.1.11	2	2	1	1	2	1,6	9,961	3.1.11	1	2	1	2	2	1,6	9,9609		
1.1.12	2	1	2	1	2	1,6	9,9609	2.1.12	2	1	2	1	2	1,6	9,961	3.1.12	2	1	1	1	2	1,4	13,01		
R _{ср} , Мпа							9,92	R _{ср} , Мпа							10,31	R _{ср} , Мпа									11,06
II. v ₂ =const=0,68 м/хв																									
n ₁ =86 об/хв							n ₂ =112 об/хв							n ₃ =138 об/хв											
1.11.1	2	1	2	1	2	1,6	9,9609	2.11.1	2	1	2	1	2	1,6	9,961	3.11.1	2	1	2	1	2	1,6	9,9609		
1.11.2	2	1	2	2	2	1,8	7,8704	2.11.2	2	1	2	2	2	1,8	7,87	3.11.2	2	1	2	2	2	1,8	7,8704		
1.11.3	2	2	1	2	2	1,8	7,8704	2.11.3	2	2	1	2	2	1,8	7,87	3.11.3	2	2	1	1	2	1,6	9,9609		
1.11.4	2	1	1,5	2	2	1,7	8,8235	2.11.4	2	1	2	2	2	1,7	8,824	3.11.4	2	1	2	2	2	1,7	8,8235		
1.11.5	2	2	1	2	2	1,8	7,8704	2.11.5	2	2	1	2	2	1,8	7,87	3.11.5	2	1	1	2	2	1,6	9,9609		
1.11.6	2	1	1,5	2	2	1,7	8,8235	2.11.6	2	1	1	2	2	1,6	9,961	3.11.6	2	1	1	2	2	1,6	9,9609		
1.11.7	2	2	2	1	2	1,8	7,8704	2.11.7	2	2	2	1	2	1,8	7,87	3.11.7	2	2	2	1	1	1,6	9,9609		
1.11.8	2	2	2	1	2	1,8	7,8704	2.11.8	2	2	1	1	2	1,6	9,961	3.11.8	2	2	1	1	2	1,6	9,9609		
1.11.9	2	2	1	1,5	2	1,7	8,8235	2.11.9	2	2	1	2	2	1,7	8,824	3.11.9	2	2	1	2	2	1,7	8,8235		
1.11.10	2	1	2	2	2	1,8	7,8704	2.11.10	2	1	2	2	2	1,8	7,87	3.11.10	2	1	2	1	2	1,6	9,9609		
1.11.11	2	2	1	2	2	1,8	7,8704	2.11.11	2	2	1	1	2	1,6	9,961	3.11.11	2	2	1	1	2	1,6	9,9609		
1.11.12	2	1	2	1	2	1,6	9,9609	2.11.12	2	1	2	1	2	1,6	9,961	3.11.12	2	1	2	1	2	1,6	9,9609		
R _{ср} , Мпа							8,46	R _{ср} , Мпа							8,90	R _{ср} , Мпа									9,60
III. v ₃ =const=0,92 м/хв																									
n ₁ =86 об/хв							n ₂ =112 об/хв							n ₃ =138 об/хв											
1.111.1	2	1	2	2	2	1,8	7,8704	2.111.1	2	1	2	2	2	1,7	8,824	3.111.1	2	1	2	1	2	1,6	9,9609		
1.111.2	2	2	2	2	2	1,9	7,0637	2.111.2	2	1	2	2	2	1,7	8,824	3.111.2	2	1	2	2	2	1,8	7,8704		
1.111.3	2	2	2	1,5	2	1,9	7,0637	2.111.3	2	2	2	1	2	1,7	8,824	3.111.3	2	2	1	2	2	1,8	7,8704		
1.111.4	2	2	2	1	2	1,8	7,8704	2.111.4	2	2	2	1	2	1,7	8,824	3.111.4	2	1	2	2	2	1,8	7,8704		
1.111.5	2	1	2	2	2	1,8	7,8704	2.111.5	2	1	2	2	2	1,8	7,87	3.111.5	2	2	1	2	2	1,8	7,8704		
1.111.6	2	2	2	1,5	2	1,9	7,0637	2.111.6	2	2	2	1	2	1,7	8,824	3.111.6	2	1	2	2	2	1,8	7,8704		
1.111.7	2	2	1	2	2	1,8	7,8704	2.111.7	2	2	1	2	2	1,7	8,824	3.111.7	2	2	2	1	2	1,8	7,8704		
1.111.8	2	2	1	2	2	1,8	7,8704	2.111.8	2	2	2	2	2	2,0	6,375	3.111.8	2	2	2	1	2	1,8	7,8704		
1.111.9	2	2	1,5	2	2	1,9	7,0637	2.111.9	2	2	1	2	2	1,8	7,87	3.111.9	2	2	1	2	2	1,8	7,8704		
1.111.10	2	1	2	2	2	1,8	7,8704	2.111.10	2	1,5	2	1	2	1,7	8,824	3.111.10	2	1	2	1	2	1,6	9,9609		
1.111.11	2	2	1,5	2	2	1,9	7,0637	2.111.11	2	2	1	2	2	1,8	7,87	3.111.11	2	2	1	2	2	1,8	7,8704		
1.111.12	2	2	2	2	2	2,0	6,375	2.111.12	2	2	2	2	2	2,0	6,375	3.111.12	2	1	2	1	2	1,6	9,9609		
R _{ср} , Мпа							7,41	R _{ср} , Мпа							8,18	R _{ср} , Мпа									8,39

Результати визначення поверхневої твердості ОНКСом
07.10.14 (7 діб)

Номер удару	Міцність, МПа					Q_{cp} , МПа	Номер удару	Міцність, МПа					Q_{cp} , МПа	Номер удару	Міцність, МПа					Q_{cp} , МПа
	1	2	3	4	5			1	2	3	4	5			1	2	3	4	5	
ГЦВ 1						ГЦВ 2						ГЦВ 3								
I. $v_1 = \text{const} = 0,44 \text{ м/хв}$																				
$n_1 = 86 \text{ об/хв}$						$n_2 = 112 \text{ об/хв}$						$n_3 = 138 \text{ об/хв}$								
1.1.1	1,8	1,7	1,7	1,7	1,8	1,74	2.1.1	1,8	1,9	1,9	1,8	1,8	1,84	3.1.1	1,8	2,1	1,9	1,8	2,1	1,94
1.1.2	1,9	1,6	1,7	1,9	1,8	1,78	2.1.2	1,9	2,0	1,7	1,9	1,8	1,86	3.1.2	2,1	2,0	2,0	1,9	1,8	1,96
1.1.3	1,5	1,9	1,8	1,6	1,9	1,74	2.1.3	1,8	1,9	1,8	2,0	1,9	1,88	3.1.3	1,8	1,9	2,2	2,1	1,9	1,98
1.1.4	1,8	1,6	1,7	1,8	1,6	1,7	2.1.4	1,8	1,9	1,7	1,8	1,9	1,82	3.1.4	1,9	2,1	1,8	2,1	2,0	1,98
1.1.5	1,7	1,8	1,7	1,8	1,6	1,72	2.1.5	1,9	1,8	1,7	1,9	1,8	1,82	3.1.5	1,9	2,1	2,0	1,9	2,1	2
1.1.6	1,8	1,7	1,7	1,7	1,8	1,74	2.1.6	1,8	1,7	1,8	1,8	1,9	1,8	3.1.6	1,8	1,9	2,2	2,1	1,9	1,98
1.1.7	1,9	1,6	1,6	1,9	1,7	1,74	2.1.7	1,8	1,8	1,9	1,8	1,8	1,82	3.1.7	1,9	2,1	2,0	1,8	2,0	1,96
1.1.8	1,5	1,9	1,8	1,7	1,9	1,76	2.1.8	1,9	1,8	1,7	1,7	1,8	1,78	3.1.8	1,9	2,0	1,8	1,9	1,9	1,9
1.1.9	1,8	1,8	1,7	1,8	1,6	1,74	2.1.9	1,7	1,9	1,8	1,8	1,9	1,82	3.1.9	2,0	1,9	2,2	2,1	1,9	2,02
1.1.10	1,7	1,8	1,7	1,8	1,6	1,72	2.1.10	1,8	1,7	1,8	1,8	1,9	1,8	3.1.10	2,0	2,1	1,9	2,0	2,1	2,02
1.1.11	1,8	1,6	1,7	1,8	1,6	1,7	2.1.11	1,9	1,8	1,7	1,9	1,8	1,82	3.1.11	2,0	1,9	2,1	1,9	1,9	1,96
1.1.12	1,7	1,8	1,7	1,8	1,6	1,72	2.1.12	1,8	1,9	1,8	1,8	1,9	1,84	3.1.12	2,0	1,9	2,0	2,1	2,0	2
Q_{cp} , МПа						1,73	Q_{cp} , МПа						1,83	Q_{cp} , МПа						1,98
II. $v_2 = \text{const} = 0,68 \text{ м/хв}$																				
$n_1 = 86 \text{ об/хв}$						$n_2 = 112 \text{ об/хв}$						$n_3 = 138 \text{ об/хв}$								
1.II.1	1,6	1,5	1,6	1,5	1,6	1,56	2.II.1	1,6	1,7	1,6	1,7	1,6	1,64	3.II.1	1,8	1,7	1,6	1,7	1,7	1,7
1.II.2	1,6	1,6	1,5	1,6	1,5	1,56	2.II.2	1,6	1,6	1,5	1,6	1,8	1,62	3.II.2	1,6	1,6	1,7	1,6	1,8	1,66
1.II.3	1,5	1,4	1,4	1,4	1,7	1,48	2.II.3	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,6	3.II.3	1,5	1,6	1,8	1,6	1,9	1,68
1.II.4	1,6	1,5	1,6	1,4	1,6	1,54	2.II.4	1,6	1,7	1,5	1,7	1,6	1,62	3.II.4	1,6	1,7	1,7	1,7	1,6	1,66
1.II.5	1,6	1,4	1,5	1,6	1,5	1,52	2.II.5	1,7	1,6	1,5	1,7	1,6	1,62	3.II.5	1,7	1,6	1,7	1,8	1,6	1,68
1.II.6	1,5	1,4	1,4	1,4	1,7	1,48	2.II.6	1,6	1,7	1,6	1,5	1,5	1,582	3.II.6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,8	1,7
1.II.7	1,6	1,5	1,4	1,5	1,6	1,52	2.II.7	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,62	3.II.7	1,7	1,6	1,6	1,7	1,7	1,66
1.II.8	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,54	2.II.8	1,5	1,7	1,6	1,6	1,5	1,58	3.II.8	1,5	1,7	1,8	1,6	1,9	1,7
1.II.9	1,5	1,4	1,5	1,4	1,7	1,5	2.II.9	1,7	1,6	1,6	1,5	1,6	1,6	3.II.9	1,7	1,8	1,7	1,6	1,6	1,68
1.II.10	1,6	1,5	1,4	1,5	1,6	1,52	2.II.10	1,5	1,7	1,5	1,5	1,6	1,56	3.II.10	1,7	1,7	1,7	1,8	1,6	1,7
1.II.11	1,4	1,6	1,5	1,6	1,5	1,52	2.II.11	1,5	1,6	1,7	1,6	1,6	1,6	3.II.11	1,6	1,6	1,7	1,8	1,6	1,66
1.II.12	1,5	1,4	1,5	1,4	1,7	1,5	2.II.12	1,5	1,6	1,7	1,5	1,6	1,58	3.II.12	1,7	1,6	1,7	1,8	1,6	1,68
Q_{cp} , МПа						1,52	Q_{cp} , МПа						1,60	Q_{cp} , МПа						1,68
III. $v_3 = \text{const} = 0,92 \text{ м/хв}$																				
$n_1 = 86 \text{ об/хв}$						$n_2 = 112 \text{ об/хв}$						$n_3 = 138 \text{ об/хв}$								
1.III.1	1,4	1,5	1,3	1,3	1,2	1,34	2.III.1	1,4	1,5	1,4	1,3	1,3	1,38	3.III.1	1,4	1,5	1,4	1,3	1,6	1,44
1.III.2	1,2	1,2	1,3	1,1	1,3	1,22	2.III.2	1,3	1,2	1,3	1,4	1,3	1,3	3.III.2	1,6	1,6	1,3	1,4	1,5	1,48
1.III.3	1,3	1,1	1,2	1,4	1,2	1,24	2.III.3	1,3	1,4	1,2	1,4	1,4	1,34	3.III.3	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,42
1.III.4	1,3	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2	2.III.4	1,3	1,2	1,3	1,4	1,2	1,28	3.III.4	1,6	1,5	1,3	1,4	1,6	1,48
1.III.5	1,4	1,2	1,3	1,3	1,2	1,28	2.III.5	1,4	1,5	1,4	1,3	1,3	1,38	3.III.5	1,6	1,4	1,4	1,3	1,5	1,44
1.III.6	1,2	1,2	1,3	1,1	1,3	1,22	2.III.6	1,3	1,2	1,2	1,4	1,3	1,28	3.III.6	1,3	1,4	1,4	1,4	1,7	1,44
1.III.7	1,3	1,1	1,2	1,1	1,2	1,18	2.III.7	1,3	1,4	1,2	1,2	1,4	1,3	3.III.7	1,3	1,5	1,2	1,3	1,6	1,4
1.III.8	1,3	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2	2.III.8	1,3	1,2	1,3	1,4	1,2	1,28	3.III.8	1,3	1,6	1,4	1,5	1,5	1,46
1.III.9	1,1	1,1	1,3	1,3	1,2	1,2	2.III.9	1,4	1,3	1,4	1,3	1,3	1,34	3.III.9	1,3	1,4	1,5	1,4	1,7	1,46
1.III.10	1,2	1,2	1,3	1,1	1,2	1,2	2.III.10	1,3	1,2	1,3	1,4	1,3	1,3	3.III.10	1,4	1,3	1,4	1,3	1,6	1,4
1.III.11	1,3	1,1	1,2	1,2	1,1	1,18	2.III.11	1,3	1,4	1,2	1,4	1,3	1,32	3.III.11	1,3	1,3	1,5	1,6	1,5	1,44
1.III.12	1,3	1,2	1,1	1,2	1,2	1,3	2.III.12	1,3	1,2	1,3	1,4	1,2	1,28	3.III.12	1,5	1,4	1,3	1,4	1,7	1,46
Q_{cp} , МПа						1,22	Q_{cp} , МПа						1,32	Q_{cp} , МПа						1,44

Таблиця Б.4

Результати визначення поверхневої твердості ОНІКСом
28.10.14 (28 діб)

Номер уяру	Міцність, Мпа					Q _{ар} , МПа	Номер уяру	Міцність, Мпа					Q _{ар} , МПа	Номер уяру	Міцність, Мпа					Q _{ар} , МПа
	1	2	3	4	5			1	2	3	4	5			1	2	3	4	5	
ГІВ 1							ГІВ 2							ГІВ 3						
I. v ₁ =const=0,44 м/хв																				
n ₁ =86 об/хв							n ₂ =112 об/хв							n ₃ =138 об/хв						
1.1.1	4,1	4,2	4,0	4,2	4,1	4,12	2.1.1	4,5	4,6	4,3	4,6	4,3	4,46	3.1.1	4,6	4,6	4,7	4,6	4,8	4,66
1.1.2	4,2	4,0	4,4	4,2	4,1	4,18	2.1.2	4,4	4,5	4,4	4,6	4,3	4,44	3.1.2	4,6	4,5	4,7	4,6	4,6	4,6
1.1.3	4,0	4,0	4,0	4,1	4,0	4,02	2.1.3	4,3	4,4	4,6	4,3	4,3	4,38	3.1.3	4,7	4,6	4,6	4,6	4,5	4,6
1.1.4	4,0	4,2	4,1	4,2	4,2	4,14	2.1.4	4,2	4,5	4,5	4,6	4,3	4,42	3.1.4	4,6	4,6	4,7	4,6	4,8	4,66
1.1.5	4,2	4,0	4,0	4,2	4,1	4,1	2.1.5	4,4	4,5	4,1	4,6	4,3	4,38	3.1.5	4,6	4,5	4,5	4,6	4,6	4,56
1.1.6	4,0	4,1	4,1	4,0	4,0	4,04	2.1.6	4,5	4,2	4,5	4,6	4,5	4,46	3.1.6	4,7	4,6	4,5	4,4	4,5	4,54
1.1.7	4,1	4,2	4,1	4,2	4,0	4,12	2.1.7	4,4	4,5	4,4	4,6	4,3	4,44	3.1.7	4,4	4,5	4,7	4,6	4,4	4,52
1.1.8	4,2	4,0	4,1	4,0	4,1	4,08	2.1.8	4,2	4,4	4,1	4,3	4,3	4,26	3.1.8	4,6	4,5	4,7	4,6	4,6	4,6
1.1.9	4,0	4,1	4,0	4,1	4,0	4,04	2.1.9	4,2	4,5	4,5	4,3	4,3	4,36	3.1.9	4,7	4,6	4,6	4,6	4,5	4,6
1.1.10	4,1	4,2	4,3	4,2	4,2	4,2	2.1.10	4,2	4,5	4,4	4,3	4,3	4,34	3.1.10	4,6	4,6	4,7	4,6	4,4	4,58
1.1.11	4,2	4,0	4,2	4,0	4,1	4,1	2.1.11	4,3	4,4	4,6	4,3	4,3	4,38	3.1.11	4,6	4,5	4,4	4,6	4,6	4,54
1.1.12	4,0	4,0	4,2	4,2	4,0	4,08	2.1.12	4,2	4,2	4,5	4,2	4,3	4,3	3.1.12	4,7	4,6	4,6	4,6	4,5	4,6
					Q _{ар} , Мпа	4,10						Q _{ар} , Мпа	4,39						Q _{ар} , Мпа	4,59
II. v ₂ =const=0,68 м/хв																				
n ₁ =86 об/хв							n ₂ =112 об/хв							n ₃ =138 об/хв						
1.11.1	3,8	3,4	3,7	3,5	3,4	3,56	2.11.1	3,8	3,9	3,7	3,7	3,9	3,8	3.11.1	4,1	3,9	4,0	3,9	4,1	4
1.11.2	3,5	3,4	3,6	3,5	3,8	3,56	2.11.2	3,5	3,8	3,6	4,2	3,8	3,78	3.11.2	4,0	4,0	4,2	4,2	4,0	4,08
1.11.3	3,5	3,6	3,7	3,4	3,3	3,5	2.11.3	3,7	3,9	3,7	3,8	3,7	3,76	3.11.3	4,0	3,9	4,0	4,0	4,0	3,98
1.11.4	3,8	3,4	3,7	3,5	3,4	3,56	2.11.4	3,8	3,9	3,8	3,7	4,1	3,86	3.11.4	3,9	4,2	4,0	3,9	4,2	4,04
1.11.5	3,5	3,4	3,6	3,5	3,8	3,56	2.11.5	3,6	3,8	3,8	3,8	4,0	3,8	3.11.5	4,0	4,0	4,0	3,9	4,1	4
1.11.6	3,5	3,6	3,7	3,4	3,3	3,5	2.11.6	3,7	3,9	3,7	3,6	4,0	3,78	3.11.6	4,0	3,9	4,1	3,9	4,0	3,98
1.11.7	3,7	3,4	3,7	3,5	3,4	3,54	2.11.7	3,8	3,9	4,1	3,7	3,8	3,86	3.11.7	3,9	4,0	3,9	4,0	4,0	3,96
1.11.8	3,5	3,4	3,9	3,5	3,8	3,62	2.11.8	3,8	3,8	4,2	3,8	3,6	3,84	3.11.8	3,9	4,0	4,1	3,9	4,1	4
1.11.9	3,5	3,6	3,7	3,6	3,4	3,56	2.11.9	3,7	3,9	3,5	3,8	3,8	3,74	3.11.9	4,2	3,9	4,0	3,9	4,0	4
1.11.10	3,8	3,5	3,7	3,5	3,4	3,58	2.11.10	3,8	3,9	3,8	3,7	4,1	3,86	3.11.10	3,9	4,2	3,9	4,0	4,0	4
1.11.11	3,5	3,5	3,7	3,4	3,8	3,58	2.11.11	3,8	3,8	3,8	3,6	4,0	3,8	3.11.11	3,9	4,0	4,0	4,0	4,0	3,98
1.11.12	3,5	3,6	3,7	3,4	3,3	3,5	2.11.12	3,7	3,9	3,6	3,8	3,6	3,72	3.11.12	3,9	4,0	3,9	4,0	4,0	3,96
					Q _{ар} , Мпа	3,55						Q _{ар} , Мпа	3,80						Q _{ар} , Мпа	4,00
III. v ₃ =const=0,92 м/хв																				
n ₁ =86 об/хв							n ₂ =112 об/хв							n ₃ =138 об/хв						
1.111.1	3,0	3,2	3,1	3,0	3,2	3,1	2.111.1	3,2	3,2	3,3	3,3	3,2	3,24	3.111.1	3,5	3,4	3,6	3,3	3,4	3,44
1.111.2	3,0	2,9	3,0	3,0	2,9	2,96	2.111.2	3,2	3,1	3,0	3,0	3,1	3,08	3.111.2	3,2	3,4	3,4	3,4	3,7	3,42
1.111.3	3,0	2,9	3,2	2,9	3,0	3	2.111.3	3,1	3,2	3,2	3,4	3,5	3,3	3.111.3	3,5	3,3	3,3	3,4	3,5	3,4
1.111.4	3,0	3,2	3,1	3,0	3,2	3,1	2.111.4	3,2	3,0	3,0	3,3	3,2	3,14	3.111.4	3,5	3,4	3,5	3,3	3,4	3,42
1.111.5	3,0	3,1	3,0	3,0	2,9	3	2.111.5	3,2	3,1	3,2	3,0	3,1	3,12	3.111.5	3,2	3,4	3,4	3,4	3,7	3,42
1.111.6	3,0	2,9	3,0	2,9	2,9	2,94	2.111.6	3,1	3,2	3,0	3,2	3,5	3,22	3.111.6	3,5	3,2	3,3	3,4	3,5	3,38
1.111.7	3,0	3,0	3,1	3,1	3,0	3,04	2.111.7	3,2	3,2	3,3	3,0	3,2	3,18	3.111.7	3,5	3,4	3,6	3,3	3,3	3,42
1.111.8	3,0	3,1	3,0	3,0	2,9	3	2.111.8	3,2	3,1	3,2	3,1	3,1	3,14	3.111.8	3,2	3,4	3,4	3,4	3,6	3,4
1.111.9	2,9	2,9	3,2	2,9	3,0	2,98	2.111.9	3,1	3,2	3,2	3,4	3,5	3,3	3.111.9	3,5	3,3	3,3	3,3	3,5	3,38
1.111.10	3,0	2,9	3,1	2,9	3,0	2,98	2.111.10	3,2	3,2	3,3	3,3	3,2	3,24	3.111.10	3,5	3,4	3,5	3,3	3,4	3,42
1.111.11	3,0	3,1	3,0	3,0	2,9	3	2.111.11	3,2	3,1	3,1	3,3	3,1	3,16	3.111.11	3,2	3,3	3,4	3,4	3,7	3,4
1.111.12	2,9	2,9	3,0	2,9	3,0	2,94	2.111.12	3,1	3,0	3,2	3,5	3,0	3,16	3.111.12	3,5	3,3	3,3	3,3	3,5	3,38
					Q _{ар} , Мпа	3,00						Q _{ар} , Мпа	3,19						Q _{ар} , Мпа	3,41

Додаток В
Кошторисні розрахунки

Асигнування грошів особам будівлі школи
ПЗГ 2001_2017

Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-2
на укріплення ґрунтів основи похилими ґрунтоцементними армоелементами
Будівля школи

Одиниця
вироблення (специфікація) №

Кошторис в перших
кошторис-в трудомісткість
кошторис-в заробітна плата
Середній розряд робіт

537,52546 тис. грн.
9,48485 тис.люд.-год.
158,58984 тис. грн.
3,7 розряд

Складено в поточних цінах станом на 18 листопада 2016 р.

№ п/п	Об'єкт вартості (шифр норми)	Найменування робіт і вартості	Сумарний виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.		Вартість труда робітників, люд.-год.		
					Всього заробіт- ної плати	в тому числі зар- плати	Всього заробіт- ної плати	в тому числі зар- плати	на одини- цю	на одини- цю	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	PH7-2-1	Розбирання розцятих покриттів підлог	100м2	1,8	900,41 900,41	-	1620,74	1620,74	-	63,09	93,58
2	PH7-2-8	Розбирання цемент-них покриттів підлог	100м2	1,8	1374,00 947,30	427,01 72,13	2473,92	1705,3	768,62 129,80	50,88 4,3986	91,58 7,92
3	М38-7-4	Монтаж станків вертикального буріння, технологічного обладнання та розкідка розташування ПДЕ (асортовані будівлі)	шт	12	1600,19 657,28	383,71 91,13	19202,26	7687,36	4604,52 1093,56	32 4,7818	384 57,38
4	Е4-2-1	Колонкове буріння свердловин установками з електроприводом глибиною буріння до 50 м у асфальт груп 2-4	100м	27,45	6619,90 926,17	5696,73 1694,86	191716,25	25251,67	156457,59	50,31 70,4944	1391,01 1934,8
5	ЕБ-12-1	Цементація арматурі низхідним способом при заляганні цементу і піску до 200 мм на 7 м довжини арматури середньої товщини	100м	27,45	6401,73 2134,00	4256,78 1416,74	175727,49	58576,3	116646,97	100 66,04	2745 1897,7

2 Підприємство: АДК-5 (3.3.6)

13.01.2012

2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6 С111-13/5	Портландцемент загальнобудівельного призначення бездрібковий, марка 400		т	82,34	1080,42	-	88972,54	-	-	-	-
7 МЗп-7-4 к-0,4	Демонтаж сталеї вертикальної бурінні: технологічного обладнання та розмита розмочування (ГР (всередині буріння))		шт	12	416,40 262,91	153,49 36,45	4996,8	3154,92	1841,68 437,4	12,8 1,9177	183,8 22,98
9 РН7-17-6	Улаштування бетонної стяжки товщиною 20 мм площею понад 20 м2		100м2	1,9	2607,08 1195,35	23,85 20,44	4602,74	2133,63	42,93 30,79	63,60 1,1877	114,59 2,14
9 РН7-17-10 к=12	На кожні 5 мм зміни товщини шару стяжки з важкого бетону додавати або виключати		100м2	1,8	4795,31 443,11	74,89 64,18	8109,50	808,4	134,8 115,52	24,12 3,7296	43,42 6,71
10 РН7-23-1	Улаштування дошток покриттів товщиною 36 мм площею понад 10 м2		100м2	1,8	19379,66 1663,33	9,58 8,21	35783,39	2993,99	17,24 14,78	87,04 0,4773	158,07 0,88
Разом прями витрати по кошторису					463665,76	104141,31	280716,10	70730,75	5165,43	3900,46	
Разом будівельні роботи, грн. в тому числі:					463665,76						
вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн.					136798,27						
Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.					174910,00	73889,7	418,96	13619,78	537525,46		

Всього по кошторису					537525,46						
Кошторисна трудоємність, люд.год.					9484,85						
Кошторисна заробітна плата, грн.					188589,84						

Сума					[сума, підпис (місце, підпис)]						
Перевіряю					[сума, підпис (місце, підпис)]						

Сума

Перевіряю

Армування ґрунтів основи будівлі школи
ПЗГ 2001_2017

Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-1
на укріплення ґрунтів основи горизонтальними ґрунтоцементними армуваннями
Будівля школи

Служба:
кредитення (спеціфікація) №

Капітальна вартість
455,86336 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість
6,30046 тис.люд.-год.
Капітальна заробітна плата
122,27533 тис. грн.
Середн. ? розряд робіт
3,3 розряд

Складений в поточних цінах станом на "9 листопада" 2016 р.

№ п/п	Суб'єкту-визначення (шифр козмі)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда		
					Всього	заробітної плати	Всього	заробітної плати	в тому числі за робітної плати	не зай-ятих обслуговуван-ням машин	всього	на зарплату
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	М3В-Б-4	Підпірна стіна (фундамент школи) Монтаж сталевої вертикального буріння механічним обладнанням для дистанційного розташування ГЦЕ	шт	6	278,17 133,57	138,50 21,11	1662,02	839,02	839	126,56	0,9814	40,8 5,9
2	Б4-21-1	Колонкове буріння свердловин устаткованими з електричним електричним бурінням до 50 м у ґрунтах груп 2-4	100м	1,75	6254,10 554,37	5080,73 1055,86	10944,89	973,15	9874,63 1917,76	30,31 70,4844	53,04 123,35	
3	Г5 127-1	Наказателюм арматурний шпильками службам при постананні шпильку і тору до 200 кг на 1 м діаметром колони механічним свердловинам	100м	1,75	4907,92 540,20	4256,70 1410,74	8585,88	1173,35	7443,37 2478,3	30 68,04	57,5 118,07	
4	С-11-1305	Перетягуванням заливки будівельного призначення бездрев'якової марка 100	1	5,25	1020,42	-	5672,21	-	-	-	-	-

112 ДЦ ЛС: 2-1-1

2

3: Прогнозний коштів за АДК-5: 330.61

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	E4-21-1	Укріплені укосів котловану Коломкове буріння свердловин установками з електрообладуном глибинною буріння до 50 м у ґрунтах груп 2-4	100м	1,75	<u>6254,10</u> 554,37	<u>5699,73</u> 1095,85	16844,68	970,15	<u>6874,53</u> 1217,75	<u>30,31</u> 70,4844	<u>53,04</u> 123,35
6	E5-127-1	Цементація ґрунтів низхідним способом при застосуванні цементу і піску до 200 кг на 1 м цементоземної частини свердловини	100м	1,75	<u>4907,93</u> 640,20	<u>4250,78</u> 1410,74	8588,88	1120,35	<u>7449,37</u> 2479,3	<u>30</u> 68,04	<u>52,9</u> 119,07
7	C111-1305	Поста-щелеп-1 загальнобудівельних о призначення безобкавний, марка 400	т	5,25	<u>1080,42</u>	-	5672,21	-	-	-	-
8	M38-6-1 κ=0,4	Демонтаж сталевих вертикальних буріння та механічного обладнання	шт	0	<u>275,59</u> 220,19	<u>55,40</u> 8,44	1653,54	1321,14	<u>332,4</u> 50,64	<u>10,72</u> 0,3934	<u>61,32</u> 2,33
9	PH1-5-2	Розробка котловану	100 м3	2,7417	<u>2193,71</u> 50,57	<u>2103,14</u> 342,08	6014,49	248,32	<u>5756,17</u> 937,88	<u>5,34</u> 19,318	<u>14,64</u> 52,96
10	M38-51-1	Ущерб і вилучення ґрунту ПУЕ (1 ряд.) Улаштування робочих награвних	лампа	5	<u>337,16</u> 337,16	-	1685,8	1636,8	-	<u>19,5</u>	<u>97,5</u>
11	M38-5-4	Монтаж сталевих вертикальних буріння, механічного обладнання та розробка розташування ПУЕ	шт	6	<u>278,17</u> 139,67	<u>139,50</u> 21,11	1659,02	833,02	<u>631</u> 126,66	<u>6,8</u> 0,9834	<u>40,8</u> 5,9
12	F4-21-1	Коломкове буріння свердловин установками з електрообладуном глибинною буріння до 50 м у ґрунтах груп 2-4	100м	7,483	<u>6254,10</u> 554,37	<u>5699,73</u> 1095,85	46799,43	4143,35	<u>42651,08</u> 8200,39	<u>30,31</u> 70,4844	<u>226,61</u> 527,43
13	E5-127-1	Цементація ґрунтів низхідним способом при застосуванні цементу і піску до 200 кг на 1 м цементоземної частини свердловини	100м	7,483	<u>4907,93</u> 640,20	<u>4256,79</u> 1416,74	36726,04	4730,62	<u>31853,49</u> 10801,47	<u>30</u> 68,04	<u>224,43</u> 509,14
14	C111-1305	Поста-щелеп-1 загальнобудівельних о призначення безобкавний, марка 400	т	22,449	<u>1080,42</u>	-	24254,35	-	-	-	-
15	M38-5-4 κ=0,4	Демонтаж сталевих вертикальних буріння та механічного обладнання	шт	6	<u>111,27</u> 55,87	<u>55,40</u> 8,44	667,62	335,22	<u>332,4</u> 50,64	<u>2,72</u> 0,3934	<u>16,32</u> 2,33

113.701.003 2-1-1

..

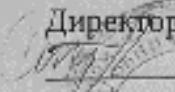
« Таблицей кваліфік. АРК-513.0.5.

1	2	3	4	5	6	7	8	0	10	11	12
16 РН1-20-1	Утворення середнього ряду ПЦЕ (II ряд) засипання вручну траншей, пазах котлованів та ям. група грунту 1		100 м3	0,4995	2940,06 2940,86	-	1468,96	1468,96	-	173,4	26,61
17 РН1-14-1	Уцілювання грунту пневматичними трамб-аками. група грунту 1-2		100 м3	0,4995	2664,06 392,51	2271,55 385,69	1330,7	196,06	1134,64 192,65	21,08 23,6555	10,53 11,92
18 М38-51-1	Улаштування рейкових напрямних		ланка	5	337,16 337,16	-	1685,8	1685,8	-	19,9	97,6
19 М38-6-4	Монтаж станив асфальтового буріння, механічного обладнання та розмітка розташування ПЦЕ		шт	6	278,17 139,67	139,50 21,11	1689,02	839,02	871 126,66	6,8 0,9834	40,8 5,9
20 Е4-21-1	Кольорове буріння свердловин устаткованими з електричним злиплимо буріння до 50 м у арматурах груп 2-4		100м	7,493	6254,10 554,37	5896,73 1635,86	48799,43	4149,35	42851,09 8200,32	30,31 70,4844	228,01 527,43
21 Б9-121-1	Цементація арматурі нижнього шаром при заливанні цементу і піску до 200 мм на 1 м довжини сталевої частини виробів		100мм	7,493	4907,93 646,20	4256,78 1416,74	36726,04	4794,62	31863,48 10661,47	30 68,04	224,49 509,14
22 С111-1305	Постпандік-т загальнобудівельного призначення бездробковий, марка 400		т	22,719	1089,42	-	21267,35	-	-	-	-
23 М38-6-4	Демонтаж сталевої арматури під час буріння та механічного обладнання		шт	6	111,27 55,97	55,40 6,44	667,62	335,72	332,4 50,61	2,72 0,3934	15,32 2,36
24 РН1-20-1	Утворення верхнього ряду ПЦЕ (III ряд) засипання вручну траншей, пазах котлованів та ям. група грунту 1		100 м3	0,4995	2940,86 2940,86	-	1468,96	1468,96	-	173,4	86,61
25 РН1-14-1	Уцілювання грунту пневматичними трамб-аками. група грунту 1-2		100 м3	0,4995	2664,06 392,51	2271,55 385,69	1330,7	196,06	1134,64 192,65	21,08 23,6555	10,53 11,92
26 М38-51-1	Улаштування рейкових напрямних		ланка	5	337,16 337,16	-	1685,8	1685,8	-	19,9	97,6
27 М38-6-4	Монтаж станив асфальтового буріння, механічного обладнання та розмітка розташування ПЦЕ		шт	6	278,17 139,67	139,50 21,11	1689,02	839,02	871 126,66	6,8 0,9834	40,8 5,9

		1-3 ДЦ ЛС1 2-1-1										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
28	Е4-21-1	Колонкове буріння свердловин установками з електрообігрівом глибини буріння до 50 м у асунтах груп 2-4	100м	7,483	6254,10 554,37	5639,73 1095,86	46759,43	4149,35	42851,08 8260,32	30,31 70,4844	226,81 527,43	
29	Е5-127-1	Цементація арматурі низхідним способом при посиленні цементу і піску до 200 кг на 1 м цементованої частини свердловини	100м	7,483	4907,93 640,20	4255,78 1415,74	36726,04	4790,62	31853,48 10591,47	30 68,04	224,49 509,14	
30	С111-130Б	Портландцемент загальнобудівельного призначення безоб'язковий, марка 400	т	22,449	1080,42	-	24254,35	-	-	-	-	
31	М39-Б-4 к=0,4	Демонтаж стінки горизонтальної буріння та механічного обладнання	шт	6	111,27 55,87	55,40 8,44	667,62	335,22	332,4 50,84	2,72 0,3934	16,32 2,38	
32	Е1-139-1	Улаштування ґрунтових подушок на осадочних ґрунтах методом пошарового ухиювання	1000м3	0,1887	37162,68 49,57	37078,91 4382,20	7012,6	9,35	6996,79 828,81	3,06 211,1688	0,58 39,85	
			Разом прями витрати по кошторжу			407767,29	45321,9	278047,32	68060,68		2343,46 3744,04	
			Разом будівельні роботи, грн. в цілому числі:			407767,29						
			вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заобліг плате, грн.			84398,07						
			Загальні свиробничі витрати, грн.			113382,50						
			трудомісткість в загальнооблігових витратах, люд.год.			48046,09						
			зроблена плата в загальнооблігових витратах, грн.			272,96						
			Всього будівельні роботи, грн.			8882,75						
						455863,38						
			Всього по кошторису			455863,38						
			Кошторисна трудомісткість, люд.год.			6360,46						

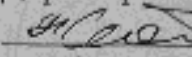
Додаток Г
Акти впровадження

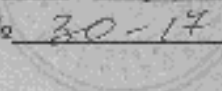
УТВЕРЖДАЮ:

Директор ООО НПФ "Абрис"

 к.т.н. Степура И.В.
 «10» 01 2017 г.



УТВЕРЖДАЮ:

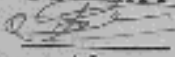
Директор ООО "Солид"

 Кот Ю.М.
 «10» 01 2017 г.
 № 30-17

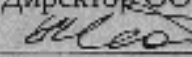


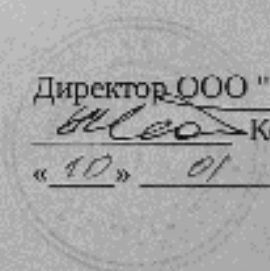
АКТ

внедрения технологии усиления основания фундаментов армированием
 грунтов горизонтальными армоэлементами

Мы, нижеподписавшиеся, главный инженер ООО НПФ "Абрис" Самченко Р.В. и директор Днепропетровской строительной компании ООО "Солид" Кот Ю.М., составили настоящий акт о том, что после строительства здания кафе "Виктория" (ресторан "Ривьера") в г.Днепропетровск по ул. Малиновского, 13-А, в результате неравномерных осадок фундаментов, возведенных на основании, сложенном пылеватými песками без улучшения их свойств произошли неравномерные осадки здания с появлением трещин в стенах. Для стабилизации деформаций компанией ООО "Солид" с привлечением Запорожской научно-производственной фирмы ООО "Абрис" выполнено усиление основания укреплением пылеватых песков горизонтальным армированием грунтоцементными элементами по буросмесительной технологии, где были внедрены результаты диссертационной работы Юхименко Артема Игоревича "Технология горизонтального буросмесительного армирования грунтов оснований сооружений". В результате усиления основания наступила стабилизация осадок фундаментов.

Гл. инженер
 ООО НПФ "Абрис"

 к.т.н. Самченко Р.В.
 «10» 01 2017 г.

Директор ООО "Солид"

 Кот Ю.М.
 «10» 01 2017 г.





МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА

Першотравневий проспект, 24, м. Полтава, 36011
тел./факс (0532) 56-98-94; (0532) 60-87-30 (принимальня)
<http://www.pntu.edu.ua> e-mail: rector@pntu.edu.ua; kancel@pntu.edu.ua
ISO 9001:2009 (ISO 9001:2008, ПТ), код ЄДРПОУ 02071100

17.08.2014 № 60-Н-565

на № _____ від _____

Довідка про впровадження результатів дисертації
на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
«Технологія горизонтального бурозмішувального армування ґрунтів основ споруд»
(спеціальність 05.23.08 – технологія та організація промислового та цивільного
будівництва) асистента кафедри ПНБ Запорізької державної інженерної академії
Юхименка Артема Ігоровича

Цим підтверджується, що головні результати дисертаційної роботи Юхименка А.І. «Технологія горизонтального бурозмішувального армування ґрунтів основ споруд» використані в грудні 2014 р. – січні 2015 р. фахівцями кафедри виробування цементу та геотехніки при виконанні господарчого договору №0589/14. Зокрема, було впроваджено технологію горизонтального армування слабких ґрунтів за бурозмішувальним методом для укріплення основи фундаментів деформованої будівлі навчально-виховного комплексу з с. Ряське Матіївського району Полтавської області.

Через нерівномірні деформації основи фундаментів складеної слабкими ґрунтами без подальшого їх властивостей, виникли суттєві деформації будівельних конструкцій. Для попередження подальших деформацій будівлі фахівцями Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка було розроблено проект комплексу захисних заходів, головний з яких – укріплення слабких ґрунтів горизонтальним армуванням ґрунтоцементними елементами, яке виконало Запорізьким відділенням ДП НДІБК за участю асистента кафедри ПНБ Запорізької державної інженерної академії А.І. Юхименка, де були впроваджені результати його дисертаційної роботи. Зокрема, було виконано:

– для вирівнювання показників механічних характеристик ґрунтоцементних армоелементів, які формуються в товщі ґрунту з різною вологістю в площі будівлі через нерівномірне замочення, використано запропоновану методику регулювання властивостей ґрунтоцементу шляхом застосування різних швидкостей лінійного та обертального рухів бурозмішувача від поверхні до глибини вологістю;

– прямокутність і паралельність горизонтальних ґрунтоцементних елементів у радіх, як за висотою, так і в горизонтальній площині, досягають завдяки застосуванню розробленої за різними внаслідок подоланої спіралеподібної втягуючої, яка задає бурозмішувачу напрямки проходження в ґрунтовій товщі та забезпечує підняття.

В.о. проректора із наукової та інженерної роботи, д.т.н., с.н.с.

Завідувач кафедри виробування цементу та геотехніки, д.т.н., професор

Професор кафедри виробування цементу та геотехніки, д.т.н., професор



О.П. Васюк

М.Л. Заненко

Ю.Л. Власников



Міністерство освіти і науки України
ЗАПОРІЗЬКА ДЕРЖАВНА ІНЖЕНЕРНА АКАДЕМІЯ
 (ЗДІА)

пр. Соборній, 226, Запоріжжя, 69006, Україна тел./ факс (061) 283-08-38 тел. 236-90-34
 E-mail: nestin@zda.zp.ua Код ЄДРПОУ 05402565

29.03.17 № 01-22/439

На № _____ від _____

Довідка про впровадження результатів дисертаційної роботи
 асистента кафедри ППБ Запорізької державної інженерної академії

Юхименки Артема Ігоровича

«Технологія горизонтального бурозмішувального
 армування ґрунтів основ споруд»

Цим підтверджується, що при реконструкції 5-поверхової будівлі готелю "Дніпро" у м. Запоріжжя згідно з проектом реконструкції необхідно було надбудувати плоский та технічний поверхи, що збільшує навантаження на основу. Для підвищення несучої здатності основи Запорізьким відділенням Державного підприємства «Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» було запропоновано підсилити основу горизонтальним армуванням ґрунтоцементними армоелементами за бурозмішувальною технологією.

Дане питання було темою дисциплінарного проекту асистента кафедри промислового та цивільного будівництва Запорізької державної інженерної академії Юхименки А.І., продовженням якої стала дисертаційна робота за темою: "Технологія горизонтального бурозмішувального армування ґрунтів основ споруд".

Здобувачем було запропоновано змінити принципи бурозмішувальних процесів, який намігав в тому, що кожен елементарний об'єм укріплюючого ґрунту піддавався багатократній бурозмішувальній обробці (руйнуванню, подрібненню, просочуванню цементним розчином, перемішуванню ґрунтоцементної суміші) за рахунок застосування інноваційно-технологічних рішень на рівні вишарів, які лягли в основу розробки патентів.

Підсилення основи будівлі реконструкції готелю "Дніпро" здійснено укріпленням ґрунтів армуванням ґрунтоцементними армоелементами в три яруси, які влаштовувались із котловану, відкопаного за межами будівлі, що запобігло руйнуванню конструкцій фундаментно-підвальної частини будівлі, підвищило технологічність підсилення основи та зменшило вартість виконання робіт.

Здобувачем розроблена технологічна карта виробництва робіт по утворенню ярусів ґрунтоцементних армоелементів, яка лягла в основу проекту ЗВ ДІІ НДІБК по укріпленню ґрунтів під фундаментами.

Ректор Запорізької державної інженерної академії, д.т.н., проф.



В.А. Балах

Професор кафедри промислового та цивільного будівництва, д.т.н., проф.

І.Д. Павлов

Директор Запорізького відділення Державного підприємства «Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», к.т.н., с.н.с.



В.С. Шокарев

Додаток Д

Список публікацій та відомості про апробацію результатів дисертації

Список опублікованих праць за темою дисертації

Статті, що входять до переліку наукометричних баз:

1. Юхименко А.І. Горизонтальне армування ґрунтів – ефективний спосіб підсилення основ / Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. Харків: УкрДАЗТ, 2014. Вип. 148. Т.2. С.82-86. *(Стаття підготовлена та опублікована автором самостійно. Видання включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus (Польща)).*

2. Юхименко А.И., Самченко Р.В., Степура И.В. [и др.]. О проблемах реконструкции зданий и способах их решения / Известия вузов. Строительство. Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2013. Вып. 9(657). С.115-122. *(Особистий внесок: пристосував технологію горизонтального бурозмішувального армування ґрунтів при підсиленні основ будівель до стиснених умов. Видання включено до міжнародної наукометричної бази РИНЦ).*

Статті у фахових виданнях, що входять до переліку затвердженого МОН України:

3. Юхименко А.І., Павлов І.Д., Самченко Р.В. Організаційно-технологічні рішення підсилення основи фундаментів при надбудові поверху в процесі реконструкції будівлі готелю «Дніпро» в м. Запоріжжя / Комунальне господарство міст: наук.-техн. зб. Харків: ХНАМГ, 2013. Вип. 107. С.9-16. *(Особистий внесок: обґрунтував вибір порядку виконання рядів горизонтальних ґрунтоцементних армоелементів).*

4. Юхименко А.І., Самченко Р.В. Про забезпечення ефективності відновлення деформованих будівельних об'єктів / Будівельне виробництво: міжвідомчий науково-технічний збірник. К.: НДІБВ, 2016. Вип. 61/1. С. 79-84. *(Особистий внесок: обґрунтував необхідність укріплення шару ґрунту основи ослабленої бурінням горизонтальних свердловин при усуненні деформацій будівлі армуванням шляхом влаштування ґрунтоцементних армоелементів).*

5. Юхименко А.І., Самченко Р.В. Про забезпечення ефективності відновлення деформованих будівельних об'єктів / Будівельне виробництво: міжвідом-

чий науково-технічний збірник. К.: НДІБВ, 2016. Вип. 61/1. С. 79-84. *(Особистий внесок: обґрунтував необхідність укріплення шару ґрунту основи ослабленої бурінням горизонтальних свердловин при усуненні деформацій будівлі армуванням шляхом влаштування ґрунтоцементних армоелементів).*

6. Юхименко А.І. Дослідження процесів утворення горизонтальних армоелементів для укріплення ґрунтів основ споруд за бурозмішувальною технологією / Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика. Дніпропетровськ, 2016. Вип. 10. С.98-106. *Стаття підготовлена та опублікована автором самостійно)*

Патенти:

7. Пат. 73029 UA, МПК E02D 3/12 (2006.01). Бурозмішувальне долото / І.В. Степура, Р.В Самченко, В.С. Шокарев, А.І. Юхименко, С.І. Степура (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна академія (UA). № у 201201856; заявл. 20.02.12; опубл. 10.09.12, Бюл. № 17. 6с. *(Особистий внесок: запропонував ріжучу лопать виконати у вигляді низхідних ребер).*

8. Пат. 73030 UA, МПК E21B 3/00 (2012.01). Установка для горизонтальної проходки в ґрунтах / Р.В Самченко, І.Д. Павлов, І.В. Степура, А.І. Юхименко (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна академія (UA). № у 201201857; заявл. 20.02.12; опубл. 10.09.12, Бюл. № 17. 3с. *(Особистий внесок: обґрунтував доцільність керування механізмами горизонтального армування із пульта бурового станка).*

9. Пат. 73103 UA, МПК E02D 3/12 (2006.01). Спосіб горизонтального армування ґрунтів / Р.В Самченко, В.С. Шокарев, І.Д. Павлов, А.І. Юхименко, І.В. Степура (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна академія (UA). № у 201202618; заявл. 05.03.12; опубл. 10.09.12, Бюл. № 17. 4с. *(Особистий внесок: запропонував спосіб забезпечення прямолінійності горизонтальних ґрунтоцементних армоелементів).*

10. Пат. 73991 UA, МПК E21B 3/00 (2012.01). Буровий верстат / Р.В Самченко, І.В. Степура, В.С. Шокарев, В.П. Павленко, А.В. Павлов, А.І. Юхименко, А.А. Мунь (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна ака-

демія (UA). № у 201204614; заявл. 12.04.12; опубл. 10.10.12, Бюл. № 19. 5с. *(Особистий внесок: запропонував спорядити станок вертикального буріння вібратором для забезпечення можливості підсилення ґрунтоцементних армоелементів жорсткими конструкціями).*

11. Пат. 83660 UA, МПК E02D 3/12 (2006.01), E02D 5/34 (2006.01). Спосіб реконструкції будинків, споруд / Р.В Самченко, І.Д. Павлов, А.І. Юхименко, І.В. Степура, С.І. Степура (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна академія (UA). - № у 201302945; заявл. 11.03.13; опубл. 25.09.13, Бюл. № 18. – 5с. *(Особистий внесок: обґрунтував можливість виконання реконструкції будівель без зупинки їх експлуатації).*

12. Пат. 84177 UA, МПК E21B 3/00 (2013.01). Установка для проходки в ґрунтах / А.І. Юхименко, І.Д. Павлов, Р.В Самченко, І.В. Степура (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна академія (UA). - № у 201305182; заявл. 22.04.13; опубл. 10.10.13, Бюл. № 19. 3с. *(Особистий внесок: для забезпечення технологічності переміщення горизонтального бурового станка і механічного забезпечення при цьому паралельності горизонтальних ґрунтоцементних армоелементів розробив механізм переміщення).*

13. Пат. 87878 UA, МПК E02D 3/12 (2006.01). Бурозмішувальне долото / А.І. Юхименко, Р.В Самченко, І.Д. Павлов (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна академія (UA). № у 201309986; заявл. 12.08.13; опубл. 25.02.14, Бюл. № 4. 4с. *(Особистий внесок: розробив конструкцію спіралеподібної напрямної).*

14. Пат. 95510 UA, МПК E02D 3/12 (2006.01). Спосіб усунення деформацій будівель, споруд / Р.В Самченко, І.Д. Павлов, А.І. Юхименко, І.В. Степура (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна академія (UA). № у 201407845; заявл. 11.07.14; опубл. 25.12.14, Бюл. № 24. 3с. *(Особистий внесок: обґрунтував необхідність виконання усунення деформацій будівель, споруд у два етапи).*

15. Пат. 101409 UA, E21B 3/00 (2015.01). Установка для горизонтальної проходки в ґрунтах / Р.В Самченко, А.І. Юхименко, В.С. Шокарев, І.В. Степу-

ра, С.І. Степура (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна академія (UA). № у 201502596; заявл. 23.03.14; опубл. 10.09.14, Бюл. № 17. Зс. *(Особистий внесок: виконав удосконалення станка горизонтального буріння наділенням трьома швидкостями обертання і лінійного переміщення робочого органу).*

Матеріали конференцій, де здійснено апробацію роботи:

16. Юхименко А.І. Про великі можливості бурозмішувальної технології закріплення ґрунтів / Матеріали ІІІ Міжнародної науч.-техн. інтернет-конф. «Строительство, реконструкция и восстановление зданий городского хозяйства» (15 апр. - 15 мая 2012 г., г. Харьков). Харьков: ХНАГХ, 2012. С.294-296. *(Тези доповідей підготовлені та опубліковані автором самотійно).*

17. Юхименко А.И., Самченко Р.В., Шокарев В.С. [и др.] Малогабаритное оборудование и технологическая оснастка для укрепления грунтов буромесительной технологией / Матеріали научн.-техн. конф. с междунар. участием «Инновационные конструкции и технологии в фундаментостроении и геотехнике» (27-29 окт. 2013 г., г. Москва). М.: НОУ ВПО «ИНЭП», 2013. С.160-165. *(Особистий внесок: зробив аналіз вузьких місць існуючого устаткування і технологічного оснащення та запропонував шляхи їх удосконалення).*

18. Юхименко А.І. Матеріало-та енергоощадна технологія укріплення ґрунтів основ при захисті будівель від деформацій / Матеріали міжнародної наук.-практ. конф. «Україна-Польща: діалог культур в контексті євроінтеграції» (25-27 вересня 2014 р., м. Запоріжжя). Запоріжжя: ЗДІА, 2014. Т. ІІ С. 219-221. *(Тези доповідей підготовлені та опубліковані автором самотійно).*

19. Юхименко А.І., Шокарев Є.О. Застосування ефективного способу укріплення ґрунтів для підсилення основ фундаментів при реконструкції будівельних об'єктів / Матеріали ІV міжнародної науч.-техн. інтернет-конф. «Будівництво, реконструкція і відновлення будівель міського господарства» (25 листопада – 25 грудня 2014 р., м. Харків). Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2014. С.125-127. *(Особистий внесок: зробив аналіз методики розрахунків армованих основ).*

Додаткові публікації:

20. Юхименко А.І., Самченко Р.В., Шокарев В.С. [та ін.] Експериментальні дослідження впливу технологічних факторів на процес формування горизонтальних ґрунтоцементних армоелементів / Основи і фундаменти: міжвідомчий наук.-техн. зб. К.: КНУБА, 2015. Вип. 37. С. 145-155. *(Особистий внесок: виконав пенетраційні дослідження впливу швидкостей рухів бурозмішувача на процес твердіння ґрунтоцементних армоелементів в часі).*

21. Юхименко А.І. Технологічні аспекти горизонтального армування ґрунтів основ фундаментів за бурозмішувальним методом / Світ геотехніки. 2015. № 3(47). С. 21-25. *(Стаття підготовлена та опублікована автором самотійно).*

22. Юхименко А.І. Технологія підсилення основ при відновленні деформованих будівель та при реконструкції об'єктів в стиснених умовах / Будівельні конструкції: міжвідомчий наук.-техн. зб. наукових праць (будівництво). Київ: ДП НДІБК, 2016. Вип. 83. Кн.2. С.528-534. *(Стаття підготовлена та опублікована автором самотійно).*

23. Юхименко А.І., Гречко В.Ф., Гречко О.В. [та ін.] Досвід стабілізації деформацій будівлі горизонтальним армуванням ґрунту основи // Будівельні конструкції: міжвідомчий наук.-техн. зб. наукових праць (будівництво). К: ДП НДІБК, 2016. Вип. 83. Кн. 1. С.507-514. *(Особистий внесок: розробив технологічну карту на виконання робіт по підсиленню основ фундаментів деформованої будівлі школи).*

Відомості про апробацію результатів дисертації

Основні положення і результати дисертаційних досліджень, доповідалися і отримали позитивну оцінку на міжнародних та вітчизняних науково-технічних конференціях: III Международная научно-техническая интернет-конференция «Строительство, реконструкция и восстановление зданий городского хозяйства» (м. Харків, 2012), форма участя – интернет-конференция; научно-техническая конференция «Иновационные конструкции и технологии в фунда-

ментостроении и геотехнике» (г. Москва, 2013), форма участия - заочная; Міжнародна науково-практична конференція «Україна - Польща: діалог культур в контексті євроінтеграції» (м. Запоріжжя, 2014), форма участі - очна; IV Міжнародна науково-технічна інтернет-конференція «Будівництво, реконструкція і відновлення будівель міського господарства» (м. Харків, 2014), форма участі – інтернет-конференція; Міжнародна науково-технічна конференція «Нові технології, обладнання, матеріали в будівництві і на транспорті» (м. Харків, 2014), форма участі - заочная; IX Всеукраїнська науково-технічна конференція «Механіка ґрунтів, геотехніка та фундаментобудування»: «Проблеми, інновації та імплементації Єврокодів в Україні» (м. Дніпро, 2016), форма участі - очна.