

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра будівництва та професійної освіти

Пояснювальна записка

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему: **«Дослідження властивостей і складу
грунтоцементу»**

КРМ.192БЦмд_21 ПЗ

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
«Технології будівельних конструкцій,
виробів і матеріалів»
спеціальності 192 «Будівництво та
цивільна інженерія»
ступеня вищої освіти магістр
групи 192БЦмд_21
Даниленко Владислав Олександрович

Керівник: Петраш Р.В.

Полтава 2024 року

Вступ

У сучасному будівництві палі використовуються значно більше за інші типи фундаментів. Знизити вартість фундаментобудування можливо шляхом використання ґрунтів, що залягають в основі об'єктів будівництва, як матеріал для зведення фундаментів. Суттєво зміцнити ґрунт основи можливо за рахунок просочування цементним розчином. Внаслідок цього отримують матеріал доволі значної міцності – ґрунтоцемент. Зараз успішно впроваджуються у будівництво зміцнювальні методи виготовлення ґрунтоцементу: струминний, та струминно-змішувальний. Головним недоліком цих технологій є неекономне використання будівельних матеріалів оскільки в процесі її реалізації до 50 % цементу використаного для приготування водоцементної суміші, виходить на поверхню у вигляді пилу, яку необхідно утилізувати з будівельного майданчика. З розвитком методів улаштування бурових палей і технологій зміцнення слабких основ, останніми роками сформувався новий тип бурових палей, а саме – ґрунтоцементні бурозмішувальні палі. Економічність ґрунтоцементних бурозмішувальних палей полягає у зменшенні матеріальних витрат на їх виготовлення, що досягається шляхом використання місцевого ґрунту як заповнювача ґрунтоцементу, замість привозних будівельних матеріалів. Виготовлення таких палей безпосередньо на будівельному майданчику з місцевого ґрунту також скорочує час експлуатації будівельних машин та механізмів і, як наслідок, загальний термін будівництва.

При виготовленні ґрунтоцементного елемента (ГЦЕ) у процесі буріння середловини розпушується природний ґрунт без виймання його із середловини за рахунок уведення в нього спеціального змішувача, який являє собою бурову трубу на кінці із ріжучими елементами певного діаметра з отпорами для подачі цементного розчину. У зону розпушування розчином насосом нагнітають цементний розчин під тиском 0,2 - 0,5 МПа, який робочим органом ретельно перемішується із пухким ґрунтом. Розпушування ґрунту, подавання цементного розчину і розмішування його з ґрунтом виконується за всією довжиною ґрунтоцементного елемента. Після тужавіння суміші утворюється міцний

грунтоцементний елемент циліндричної форми, який не розмокає у водному середовищі. Такі елементи можливо утворювати і у вологасиченому ґрунті, тобто нижче рівня ґрунтових вод.

Одна з головних властивостей ґрунтоцементу – це його висока водонепроникність. Слід відзначити, що така висока водонепроникність була отримана в процесі звичайного технологічного циклу виготовлення ґрунтоцементу за бурозмішувальною технологією без внесення спеціальних домішок і додаткового ущільнення.

Результати досліджень можуть бути використані при проектуванні та виготовленні ґрунтоцементних армованих паль, водонепроникних завіс, підпирних стінок, елементів підсилення слабких основ. Впровадження армованих ґрунтоцементних паль у фундаментобудування дозволить значно розширити сферу використання цього матеріалу і водночас знизити вартість робіт нульового циклу у заданих сферах будівництва.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Історія виникнення

Грунтоцементна технологія заснована на зміцненні до однорідного стану цементу і природного ґрунту при встановленому вмісті води і ущільненні з метою надання укріпленому ґрунту певних властивостей: міцності, стійкості, морозостійкості.

Вперше цемент для зміцнення ґрунту був застосований для влаштування садових доріжок. Після революції перші досліди з укріплення ґрунтів портландцементом були проведені в 1927 році на дослідних об'єктах Ленінградського дорожньо-дослідного бюро.

Позитивні результати досліджень дозволили виконати зміцнення ґрунту цементом під асфальтобетонні покриття на піліїних шляхах до території Республіканської сільськогосподарської виставки. У післявоєнний період починається широке впровадження грунтоцементу в дорожньому і аеродромному будівництві.

Грунтоцементні основи були застосовані замість щебневих і піщаних шарів на автомагістралях країни.

Вирішальне значення для розвитку методу зміцнення ґрунтів цементами мали роботи В. М. Безрука, який в результаті багаторічних досліджень розробив теоретичні та практичні рекомендації зміцнення ґрунтів цементами.

Як зазначає Безрук, на ефективність зміцнення ґрунтів цементом виключно важливий вплив має хіміко-мінералогічний склад цементів, генезис, склад і властивості ґрунтів, зокрема їх засоленість і склад обмінних катіонів.

Введення в цементно-ґрунтові суміші деяких речовин (наприклад, милонафта, саапстока і ін.), що утворюють з продуктами гідролізу цементу гідрофобні та інші речовини, що заповнюють пори, може в ряді випадків надавати їм підвищену водонепроникність. З 80-х років минулого століття успішно велися роботи з укріплення ґрунтів цементами комплексним методом, що передбачає направлений вплив на процеси цементації ґрунтів.

За кордоном, ґрунтоцементні технології почали розвиватися також в першій половині ХХ століття. У 20-х роках в США з ґрунтоцементу робили покриття сільських доріг. Після ІІ світової війни цей метод набув поширення в Англії, Бельгії, Голландії та інших європейських країнах. Так, в Голландії починаючи з 1956 року, було укріплено десятки мільйонів квадратних метрів ґрунту. Майже всюди вона була піщаною і тому дана технологія отримала назву піскоцементної. У 30-х роках минулого століття в ФРН щорічно близько 1 млн.т. цементу витрачалось на стабілізацію пісків на півночі країни (портові споруди Гамбурга, складські майданчики), при будівництві сільських доріг. У Франції цю технологію почали застосовувати з 1972 року завдяки активності цементних компаній.

У 1974 році у Франції була побудована автодорога А62 (на північ від Бордо). Дорожній одяг складався з цементно-піщаної суміші товщиною 30 см., гравійно-піщаної суміші укріпленої цементом товщиною 30 см, і асфальтобетону товщиною 68 см. Змішування проводилося на місці, машиною з 200 вертикальними лопатками діаметром 12 см і продуктивністю 4000–5000 м²/добу. Для ущільнення застосовували віброкатки і ущільнювачі на пневматичному ході.

У 1952 – 1967 роках були проведені дослідні і дослідно-конструкторські роботи по застосуванню ґрунтоцементу при зведенні фундаментів малоповерхових будівель і споруд. У цей період в було зведено близько 70 будівель і споруд, в основному малоповерхових, що передають на фундаменти порівняно невеликі (до 150 кН / м) стискаючі навантаження. Спостереження фундаментів цих будівель після 20 років експлуатації не виявило слідів руйнування матеріалу.

У 1958 – 1976 роках лісгоспами було побудовано і випробувано 40 дослідних ділянок сільських доріг із застосуванням побічних продуктів і відходів лісохімічної промисловості – деревної смоли, цементу, вапна, рідкого скла, чорного сульфатного гуту (ЧСЛ), хлористого кальцію та ін. Особливо хороші результати показали дослідні ділянки Лисинського лісгоспу

Ленінградської області. При будівництві цих ділянок в якості добавок для зміцнення ґрунтів використовувалися цемент і ЧСЛ. Перемішування ґрунтів з реагентами виробляли дорожньою фрезою Д – 530, а також за допомогою пересувного змішувача Д–370.

Багато років дослідження і практичне впровадження методів зміцнення ґрунтів велися відділом зміцнення ґрунтів Казахському і Середньоазіатському філіях, в Гіпродорній Мінавтодор і ДерждорЦДі Мінавтодор УРСР, а також на кафедрах ґрунтознавства МДУ і Харківському автомобільно-дорожньому інститутах та інших наукових колективах. Велику позитивну роль в узагальненні накопиченого практичного досвіду і проведеннях досліджень з укріплення ґрунтів відіграли роботи вчених.

1.2 Аналіз робіт, присвячених дослідженню ґрунтоцементу

Дослідженням ґрунтоцементу присвячені роботи дослідників: В.Г. Аскалонов, Б.В. Бахолдін, В.М. Безрук, І.П. Бойко, І.Й. Бройд, Ю.Л. Винников, С.І. Головко, А.Л. Готман, Н.З. Готман, А.О. Григорян, М.Ф. Друкований, М.Л. Зоценко, В.О. Іллічов, В.І. Крисан, Г.І. Ларцева, В.І. Марченко, О.А. Маковецький, А.Г. Малінін, Р.А. Мангушев, І.Т. Мірсаяпов, А.С. Моргун, М.І. Чикитенко, Л.В. Нуждін, О.О. Петраков, П.А. Ребіндер, Б.А. Ржаніцин, В.Л. Седін, В.Е. Соколович, І.В. Степура, Л.М. Тимофєєва, А.Н. Токін, Б.М. Уліцький, Д.М. Шапіро, В.Г. Шаповал, В.С. Шохарєв. За кордоном ґрунтоцемент досліджують David B. Wilson, Daniel P. Stare, D. Bruce, N. Denies, P. Ganne, R. Karol, K. Katzenbach, M. Kitazume, A. Pinto, A. Porbaha, M. Terashi, M. Topolnicki, V.L.F. Van Impe та ін.

Проблемі зміцнення ґрунтів різними в'язучими присвячені роботи Р.А. Агапова, Б.А. Асмадулаєва, Б.В. Білоусова, В.М. Безкровного, А.П. Васильєва, Ю.М. Васильєва, П.В. Горелишева, Е.М. Доброва, А.С. Дудкіна, Р.Г. Кочетковою, Є.І. Путіліна, В.С. Прокопця, П.П. Петровича, В.М. Молотевича, В.М. Ольховикова, І.А. Плотниковою, А.А. Фрідман, В.С. Цветкова та багатьох інших. Особливо слід відзначити велику теоретичну і практичну цінність для дорожнього будівництва дослідних робіт, виконаних

доктором геол.-мінералог, наук, проф. В.М. Безруком і його учнями. В.М. Безрук був першим розробником вітчизняного нормативного документа на укріплені ґрунти СН 25–74 «Інструкція по застосуванню ґрунтів, укріплених в'язучими матеріалами, для влаштування основ і покриттів автомобільних доріг і аеродромів».

При розробці нових і вдосконаленні існуючих методів зміцнення ґрунтів понад 60 років керуються також положеннями, розвиненими П.А. Гебіндером в галузі фізико-хімічної механіки дисперсних систем. При цьому враховують важливу особливість тонкодисперсних ґрунтів адсорбувати поверхнево-активні та інші речовини різного складу. Це дозволяє регулювати і змінювати в потрібну сторону процеси формування міцних просторових структур, покращувати ефективність окремих технологічних операцій шляхом прискорення або гальмування процесів взаємодії з в'язучими і підвищувати кінцеву міцність і інші властивості укріплених ґрунтів.

В кінці 80–х років будувалися садибні будинки і секційні двоповерхові будівлі з короткими (до 3 м.) напаями з ґрунтоцементу діаметром 0,5 м. Побудовано 17 будівель, насосна станція та інші споруди. Вартість 1 м³ ґрунтоцементних паль, дешевша ніж важкий бетон. При цьому знижуються витрати матеріалів.

Інші країни різко збільшують обсяги робіт, використовуючи вищеописану технологію. З 1980 по 1990 рік в Японії розроблено 13 типів установок для виготовлення паль різними методами з ґрунтоцементу. У США ґрунтоцемент використовували на будівництві 60 водосховищ для захисту берегів від ерозії, а також при влаштуванні земляних гребель. В Італії обсяг паль з ґрунтоцементу склав 11 млн.м³. У Франції, починаючи з 80–х років минулого століття, щорічно зміцнюється більше 10000 км покриття сільських доріг. У Німеччині, Італії, Японії розроблені і розробляються додатково нормативні документи, що регламентують метод виготовлення і застосування ґрунтоцемент для будівельних цілей. У США велике поширення набула цементно-ґрунтова

технологія для захисту укосів водосховищ, каналів, а також при будівництві земляних гребель.

Відомий французький вчений, професор М. Геню писав: «Можна з упевненістю сказати, що цементно-грунтова технологія буде розвиватися надалі, враховуючи її високу економічність, можливість застосування недорогих машин (розподільниками і змішувачами легко обладнати звичайний трактор потужністю 100 к.с.), впровадження останнім часом нової техніки, що дозволяє отримувати цементно-грунтовий шар великої глибини, а також застосування цементів з поверхнево активними добавками».

Фундаменти з цементогрунта були рекомендовані для впровадження науково-виробничої програми «Метал-90». Перевірочна комісія після року експлуатації дорожнього покриття з ґрунтоцементу оцінила його стан як відмінний. В кінці ХХ – початку ХХІ ст. активувалися науково-дослідні роботи в цьому напрямку (СПБГУПС, СПБГАСУ і ін.). Так, в Самарському державному архітектурно-будівельному університеті під керівництвом д.т.н. С.Ф. Коренькової і д.т.н. Т.В. Шейн були проведені дослідження фізико-механічних властивостей суміші для активації та поліпшення якості місцевої сировини.

У всьому світі площа конструктивних шарів з укріплених ґрунтів на дорогах і аеродромах перевищує в даний час 3 млрд. м².

Актуальність використання укріплених ґрунтів в даний час обумовлена зростаючими обсягами будівництва автомобільних доріг, в тому числі в східній частині країни, і дефіцитом (високою вартістю) кам'яних матеріалів. Значні витрати на транспортування матеріалів збільшують загальну вартість будівництва автомобільних доріг. Тому на цих територіях для влаштування дорожніх покриттів доцільно застосовувати місцеві матеріали, укріплені різними в'язучими.

Однією з найважливіших характеристик ґрунтоцементу з точки зору його конструктивної роботи є механічна міцність та характер її зростання з часом. У

питання вивчення міцності ґрунтоцементу зроблений вагомий внесок у роботах А.М. Токіна [15, 21], В.М. Безрука [5, 7] та ін.

Ґрунтоцемент, виготовлений за бурозмішувальною технологією, як матеріал представляє собою частки ґрунту (піщаного, чи глинистого) закріплені цементним розчином.

1.3. Вплив різних факторів на міцність ґрунтоцементу

Виходячи з результатів численних дослідів, проведених у різні роки багатьма науковцями [1, 7, 34], можна стверджувати, що найбільшим впливом на міцність ґрунтоцементу володіють наступні фактори:

- вид ґрунту, який використовується в якості заповнювача для ґрунтоцементної суміші;
- кількість і якість портландцементу, яким ґрунт цементується;
- кількість води у ґрунтоцементній суміші або водоцементне (В/Ц) відношення суміші;
- наявність різних хімічних добавок та поверхнево-активних речовин (ПАР) у складі ґрунтоцементної суміші.

Вид ґрунту. Взаємний вплив властивостей ґрунту та цементу (чи інших в'язучих матеріалів) слід розглядати як вплив прямих, постійно діючих, та відповідно, провідних факторів, які визначають якість ґрунтоцементу як будівельного матеріалу. Всі фактори, що залежать від технологічного процесу при виконанні робіт носять тимчасовий характер і мають розглядатися як побічні фактори, які можуть внести лише кількісні зміни у ступінь міцності закріпленого ґрунту [5]. Прийнято вважати, що наявність великої кількості глинистого ґрунту в складі бетонної чи цементно-піщаної суміші значно знижує її міцність у затверділому стані. Це пояснюється питомою площею глинистих часток, яка у 10 та 100 разів більша за питому площу часток портландцементу та піску. Але в роботах А.М. Токіна, В.М. Безрука, [5, 8] наведено обґрунтування можливості закріплення глинистого ґрунту цементною з метою корінного перетворення його механічних властивостей. Роботи В.П. Некрасова (1938), М.А. Попова (1936), М.І. Хігеровича (1936) по

вивченню цементно-глинистих та вапняково-глинистих розчинів у значній мірі уточнили відповідь на питання у яких випадках наявності глинистих включень у складі розчину корисна, а у яких – ні.

Глинистий ґрунт за даними мікроагрегатних аналізів володіє перемінним (міжагрегатне) та постійним (внутрішньо агрегатним) зчепленням. Постійне зчеплення існує між частинками мікроагрегатів глинистого ґрунту і пояснюється клейкою здатністю гелів гумусових речовин, кремнієвої кислоти, гідратів оксиду заліза та алюмінію, а також тонко дисперсних глинистих мінералів, які вкривають найтоншими плівками частинки ґрунту і проникають в його пори, чим склеюють частки у агрегати більшої крупності. Перемінне зчеплення існує між цими агрегатами і обумовлене силами молекулярного притягання і поверхневого натягу. У випадку перезволоження ґрунту зв'язність між агрегатами ґрунту порушується, а подальший розлад мікроструктурних агрегатів можливий при додатковому розтиранні та збовтуванні ґрунту.

Таким чином, для досягнення стабільної зв'язності, чи її збільшення у глинистих ґрунтах необхідно створити міжагрегатне зчеплення, яке не порушується у водному середовищі. Це досягається шляхом уведення колоїдних тіл, які будуть склеювати окремі агрегати та мікроагрегати ґрунту в монолітну масу, чим і визначається ступінь його закріплення.

Безчилина зчеплення, стійкість до зрушення та міцність на стиск ґрунту після його закріплення визначаються [5]: цементуючою здатністю в'язучого матеріалу, ступенем прилипання в'язучого матеріалу до поверхні ґрунтових часток, ступенем зміни природних властивостей ґрунту під дією в'язучого матеріалу та використання зв'язних властивостей характерних для самого ґрунту.

В.М. Безрук (1956) наводить дані про вплив генезису ґрунту та його хіміко-мінералогічного складу на міцність ґрунтоцементу [5]. Для цього було використано розповсюджені ґрунти з різко вираженими властивостями за вертикальним профілем. Зразки циліндричної форми висотою та діаметром 5 см

готувались з використанням трамбування. Виготовлені зразки з ґрунтоцементу з кількістю цементу 14 та 25 % були випробувані на стиск у віці 28 діб. Окремі результати наведені у табл. 1.1

Таблиця 1.1 Вплив виду ґрунту на міцність ґрунтоцементу

Вид заповнювача ґрунтоцементної суміші	Міцність ґрунтоцементу при кількості цементу 14 %, R, МПа	Міцність ґрунтоцементу при кількості цементу 25 %, R, МПа
Пісок	–	25
Чорнозем звичайний	10	14
Покривна глина карбонатна	11	14
Моренний суглинок	13	13
Лесований суглинок карбонатний	14	15,5
Піщано-глиниста суміш оптимального складу	17	21

Дані досліджень [53, 52, 51] показали, що найбільшу міцність мали ґрунтоцементи на карбонатних різновидах ґрунтів (лесований суглинок, карбонатна покривна глина), які не містять у великій кількості мінералів монтморелонітової групи, так і гумусових речовин.

А.М. Тонін (1984) також наводить дані про закріплення різних ґрунтів (лесовані суглинки, мули, ґрунти Уралу) цементуванням [46] і приходять до висновку, що можливо отримати ґрунтоцемент з переважною кристалічною будовою на оптимальних ґрунтових сумішах (суглинки ґрунти з числом пластичності 2-7 та вмістом глинистих часток до 15 %). Також наводяться дані про позитивний ефект додавання піску на міцність ґрунтоцементу.

У ПолтНТУ вплив виду ґрунту на міцність ґрунтоцементу (при збільшеному В/Ц у порівнянні з попереднім) досліджував Р.В. Петраш (2007) [45, 40, 42]. Як заповнювачі суміші порівнювалися лесовий суглинок та кварцовий пісок. В результаті досліджень виявилось, що при однаковому вмісті портландцементу (близько 20 %) та В/Ц міцність ґрунтоцементу на піску складає 6,2 МПа, тоді як міцність ґрунтоцементу на лесовому суглинку склала 2,5 МПа. Що загалом відповідає даним табл. 1.1, де ґрунтоцемент на піску також показує найбільшу міцність.

У ЛНТУ досліджувалася призмova міцність ґрунтоцементу виготовленого на заторфованих ґрунтах [61]. Вміст цементу складав 22 %. В результаті виявилось, що ґрунтоцемент після лабору міцності у воді протягом 28 діб, виготовлений на заторфованому ґрунті з вмістом органіки 10% має міцність при осьовому стиску 1,10 МПа, при 25% – 0,96 МПа, при 40% – 0,66 МПа, а при 50% – 0,56 МПа відповідно.

Можна зробити висновок, що для отримання ґрунтоцементу більшої міцності краще придатні піщані ґрунти. Відмічений позитивний ефект додавання піску та наявності карбонатних включень на міцність ґрунтоцементу з глинистих ґрунтів. Тоді як наявність гумусових речовин у складі ґрунту різко зменшує міцність ґрунтоцементу. А. Н. Токін робить висновок, що лесові ґрунти мають сприятливі фізичні та хімічні властивості і за цими ознаками є найбільш придатними для ґрунтоцементу [54]. В.М. Безрук робить висновок, що ґрунти, що входять до складу ґрунтоцементу за своїми властивостями можуть змінювати тільки кількісну ступінь механічної міцності, водонепроникності та морозостійкості, яких набуває ґрунтоцемент під дією в'язучих властивостей цементу.

Кількість цементу. У ґрунтоцементі переважають кристалізаційні зв'язки. Необхідні конструктивні якості ґрунтоцементу (міцність, морозостійкість, водонепроникність) можуть бути забезпечені лише наявністю даних кристалізаційних зв'язків, які забезпечуються цезоутвореннями у вигляді гідроксидів та гідроксидів кальцію. Складність процесів гідролізу цементу та утворення в його продуктах нових структурних зв'язків ускладнюється в ґрунтоцементі завдяки здатності ґрунтів до фізико-хімічних та хімічних взаємодій з цементами [5, 54, 57].

А.М. Токіним були досліджені різні види лесованих суглинків при вмістові цементу в суміші 9 та 15 %. Всі зразки піддавалися тисковій ущільненню 2 МПа. Границя міцності на стиск зразків коливалася у межах 2 – 5,4 МПа для 9 % цементу та 3,5 – 8,4 МПа для 15 % цементу. Також встановлено, що

оптимальними умовами для набирання міцності ґрунтоцементу є водонасичені ґрунти.

Тобто міцність ґрунтоцементу зростає зі вмістом цементу, але до межі, коли перевитрати цементу не сумісні з отриманим приростом міцності. Така ситуація настає, коли вміст цементу перевищує 20 – 25 % від ваги скелету ґрунту.

Так у роботах [45, 40, 42] було встановлено, що міцність ґрунтоцементних зразків-кубиків у 28-денному віці при вмістові цементу 22% складає 2,48 МПа, а при вмістові цементу 29 % – лише 2,84 МПа. Зроблено висновки, що такі великі витрати цементу не доцільні при влаштуванні палихових фундаментів.

Л.М.Токін зазначає, що ґрунтоцемент набирає міцність значно повільніше за бетон. Якщо міцність у віці 28 днів прийняти за 100 %, то у віці 90 днів вона складе 130 – 150 %, а у віці 2 – 3 років складе 200 – 300 %. В.М. Безрук наводить такий перелік найважливіших властивостей цементу з точки зору його впливу на міцність ґрунтоцементу: мінералогічний та хімічний склад цементу, степінь його гідратування, наявність добавок гіпсу та ПАЕ, які регулюють процеси гідролізу та твердіння цементу.

Кількість води. Роль води полягає у створенні необхідних умов для гідролізу та гідратації цементних компонентів. Збільшення кількості води у ґрунтоцементній (як і в будь-якій іншій суміші на основі цементу) веде до зменшення міцності за тверділого матеріалу та до збільшення рухливості суміші. Тому її кількість необхідно призначати з огляду на вид конструкції, що проектується.

Автором було проведено ряд експериментальних досліджень міцності ґрунтоцементних зразків з різним вмістом води (табл. 1.2)

Таблиця 1.2 Вплив В/Ц на міцність ґрунтоцементу

В/Ц	1,25	1,95	2,25	2,7
Міцність, R, МПа	4,51	3,50	2,65	1,74

Випробування проводились на зразках з однакового ґрунту (лесовий суглинок) при вмістові цементу близько 20 % від ваги сухого ґрунту та у віці 28 діб. Як бачимо з табл. 1.2 при найбільшому значенні В/Ц маємо найменше значення міцності. Але В/Ц = 2,7 надає ґрунтоцементній суміші необхідну рухливість, яка в цьому випадку визначалася осадкою конуса (ОК) і складала 11 см, що відповідає марці П-3. Така марка є рекомендованою при монолітних роботах, тобто ґрунтоцементна суміш з такою рухливістю буде нормально заповнювати об'єм навколо арматурного каркасу, який в неї буде поміщено.

Також зазначимо, що ґрунтоцементна суміш з В/Ц близько 1 є малорухомою і без додаткового об'ємлення при формуванні має велику кількість порожнин у своїй структурі.

Наявність різних добавок та поверхнево-активних речовин. У роботах [5, 41-18] наводяться дані про ефективність додавання піску до ґрунтоцементу на глинистому ґрунті. Такі збільшенням крупності піску та його вмісту навіть до 50 % міцність ґрунтоцементу значно перевищує міцність цього матеріалу без додавання піску.

Перетворення розрізаних мікрофрагментів та елементарних часток ґрунту в монолітну масу, яка володіє високою зв'язністю як в сухому так і у водонасиченому стані можлива шляхом подолання гідрофільних властивостей ґрунту [3]. Сучасні виробники лімічної промисловості пропонують цілий спектр добавок, які дозволяють регулювати більшість процесів, які протікають при твердінні цементних розчинів. Так гідрофільні пластифікуючі добавки виробництва фірми KELLER дозволяють досягти міцності ґрунтоцементу в 10 – 15 МПа. При виконанні фундаментів за бурозмішувальною технологією KELLER використовує бентоніт для підвищення щільності ґрунтоцементу.

Для визначення впливу бентоніту та інших добавок на міцність ґрунтоцементу автором було проведено експеримент, результати якого представлені в табл. 1.3. В'яжучим був портландцемент М400 у кількості 20 % від ваги скелету ґрунту, термін набирання міцності – 28 діб, В/Ц = 2, заповнювачем був суглинок лесований.

Таблиця 1.3 Вплив добавок на міцність ґрунтоцементу

Добавка	Середня густина ґрунтоцементу, ρ , т/м ³	Міцність ґрунтоцементу, R, МПа
Без добавок	1,73	3,45
3% бентоніту	1,75	3,00
3% Клею СМ – 11	1,72	3,90

Таким чином можна зробити висновок, що у такій кількості задані добавки не суттєво впливають на міцність ґрунтоцементу.

А.М. Токіч встановив, що уведення до складу ґрунтоцементу тонкомолотих добавок (кварцовий пісок, доменний гранульований шлак, трепел, золи) не тільки сприяє збільшенню міцності та водонепроникності ґрунтоцементу, але й дозволяє зменшити витрати цементу.

В роботі [47] наводяться дані про використання милонафту як добавки, яка збільшує міцність та морозостійкість ґрунтоцементу. Також авторами було проведено в лабораторних умовах вивчення впливу протиморозних добавок на інтенсивність твердіння ґрунтобетону. Як протиморозну добавку використовували нітрит натрію у кількості 5% від ваги цементу. Після 28 діб твердіння при від'ємній температурі ці зразки мали міцність лише на 30% нижчу ніж зразки, які тверділи в нормальних умовах без добавки.

Підсумовуючи вищенаведене, можна дійти до наступних висновків.

1. Ділований суглинок за своїм гранулометричним та мінералогічним складом є одним з найбільш придатних видів глинистих ґрунтів для виготовлення ґрунтоцементу.

2. Збільшення вмісту цементу в суміші підвищує її міцність, але вміст цементу, що перевищує 20 – 25 % ваги скелету ґрунту вже не справляє помітного ефекту і тому є економічно нецільним.

3. Збільшення кількості води у суміші збільшує її легкоуплидальність, але зменшує міцність затверділого ґрунтоцементу, В/Ц = 2,7 забезпечує достатню рухливість ґрунтоцементної суміші для нормального поміщення в її тіло арматурного каркасу та подальшої сумісної роботи з ним, таку ж рухливість

має ґрунтоцемент, виготовлений у польових умовах за буро змішувальною технологією у водонасичених ґрунтах.

4. Хімічні добавки дозволяють регулювати процес набору міцності ґрунтоцементом, але збільшують його вартість. найбільш прийнятною добавкою з економічної точки зору є піскування ґрунтоцементу.

Таблиця 1.4 Марки монолітного ґрунтоцементу

Найменування конструкцій	Несорідні мінімальні марки ґрунтоцементу при класі відносності			
	I		II	
	Вологість ґрунту			
	Маловологі	Водонасичені	Маловологі	Водонасичені
Монолітні стрічкові фундаменти	75	100	50	75
Палі з монолітного ґрунтоцементу	75	100	50	75

За марку ґрунтоцементу за міцністю на стиск М приймається тимчасовий опір осьовому стиску зразків-кубиків 200×200×200 мм, у віці 90 діб нормально-вологісного зберігання (вологі опилки).

Склад ґрунтоцементу має підбиратися лабораторією таким чином, щоб забезпечити стримання ґрунтоцементу із заданими властивостями при найменших витратах портландцементу. У лабораторії виготовляються три серії зразків-циліндрів, діаметром 5 см і висотою 5 см по чотирь штук в кожній серії з дозуванням цементу в 9,15 та 21% за масою повітряно-сухого ґрунту. Ґрунт, що використовується попередньо розтирається у фарфоровій ступці та просівається через сито з отворами 2 мм. Просіяний ґрунт змішується насуху з цементом і у суміш додається вода. Для визначення необхідної кількості води проводять визначення оптимальної вологості (W_{opt}).

При виготовленні палей бурозмішувальним способом із текучих ґрунтоцементних сумішей, текуча суміш заливається у спеціальні форми з перфорованим дном, на яке укладається два шари фільтрувального паперу. Суміш у формах ущільнюється. Готові зразки виймаються з форми не раніше,

ніж через добу після їх заливання текучою ґрунтоцементною сумішшю та зберігаються у вологих опилках 90 діб.

1.4 Технологія і організація робіт по влаштуванню фундаментів з ґрунтоцементу

З метою забезпечення необхідного дозування цементу в ґрунт у процесі виконання робіт вводять стабільний водоцементний розчин з водоцементним відношенням 0,6, розрахункова кількість якого визначається за формулою:

$$V_P = \rho_d \cdot \text{Ц} \cdot F \cdot \left(\frac{1}{\rho_S} + \frac{0,6}{\rho_W} \right), \text{ м}^3/\text{пм}$$

З метою отримання ґрунтоцементної суміші з оптимальною вологістю у ґрунт додатково вводяться розрахункова кількість води, яка визначається за формулою, що враховує вологість ґрунту будівельного майданчика та кількості води, що вводиться у ґрунт у складі водоцементного розчину:

$$V_B = \rho_d \cdot F [W_{\text{пт}} \cdot (1 + \text{Ц}) - W_{\text{пр}} - 0,6 \cdot \text{Ц}] \cdot \frac{1}{\rho_W}, \text{ м}^3/\text{пм}$$

де V_P та V_B – відповідно об'єм водоцементного розчину та води, що вводяться у ґрунт на 1 пм довжини ґрунтоцементної палі;

F – площа поперечного перерізу палі (м^2);

ρ_d – щільність скелету ґрунта природнього складу (долі одиниці);

Ц – дозування цементу (долі одиниці);

$W_{\text{пр}}$ – природня вологість ґрунту (долі одиниці);

$W_{\text{пт}}$ – оптимальна початкова вологість ґрунтоцементної суміші (долі одиниці);

ρ_S, ρ_W – густина ($\text{т}/\text{м}^3$) відповідно цементу та води;

0,6 – водоцементне відношення розчину.

Розрахункові об'єми води та водоцементного розчину на 1 п.м. глибини палі відповідного діаметру, є основними параметрами процесу виконання робіт. Строге їх дотримання при введенні у ґрунт забезпечить якісне виготовлення ґрунтоцементних палей.

До початку виготовлення палей проводиться влаштування прямику діаметром на 0,1 м більше діаметру палі. Глибина прямику $h_{\text{пр}}$ приймається:

при $H = 2,0 \text{ м} - h_{\text{пр}} = 0,25 \text{ м}$

при $H = 3,0 \text{ м} - h_{\text{пр}} = 0,40 \text{ м}$

В процесі виготовлення стабільного водоцементного розчину ($V/C=0,6$) дозування складових слід виконувати дозаторами. У практичних цілях дозування складових допускається виконувати по об'єму розчину, що виготовляється. У заданому об'ємі водоцементного розчину міститься певна кількість води, а решта об'єму да заданого доповнюється цементом, шляхом відсіпання його у воду. Кількість води, що міститься у різних об'ємах водоцементного розчину з $V/C=0,6$, можливо визначити за формулою:

$$V = \frac{V_p}{1 + \frac{1}{0,6 \cdot \rho_s^c}}$$

де V – кількість води (м^3) у об'ємі цементного розчину;

ρ_s^c – густина твердих частинок цементу (т/м^3).

Кількість води [1], необхідної для приготування різних об'ємів водоцементного розчину з $V/C=0,6$ при щільності цементу, що дорівнює 3 т/м^3 наведені у табл. 1.5.

Таблиця 1.5 Вміст води у водоцементному розчині ($V/C=0,6$)

Об'єм цементного розчину з $V/C=0,6$ (л)	100	200	300	400	500	600	700	800	1000
Об'єм води (л)	65	129	194	258	323	387	452	516	645

Виготовлення дослідних палів проводиться за бурозмішувальною технологією. Так спочатку за допомогою ножів бурового інструменту необхідно розпушити ґрунт по всій глибині палі. При досягненні проектної відмітки вістря палі до свердловини через вертлюг за допомогою розчинонасосу починає нагнітатися водоцементна суспензія з $V/C = 1$. Далі за допомогою робочого органу водоцементна суспензія перемішується із розпушеним ґрунтом до досягнення стану однорідної ґрунтоцементної суміші з рухливістю, яка оцінювалася осадкою стандартного конуса і склала близько 11 см.

1.5. Бурозмішувальна технологія виготовлення палів з ґрунтоцементу

В процесі дослідного виготовлення палів використовувався комплект наступного обладнання [23]:

– буровий станок БМ-811м на автомобільному ході (рис. 1) в якому шланги були змінені буровими шлангами діаметром 100 мм з внутрішнім каналом для подачі розчину, робочий орган буру має отвори для розподілення водоцементної суспензії по перерізу свердловини, розчинонасос з'єднується із буровим інструментом за допомогою напірних шлангів та вертлюга,

– для виготовлення водоцементної суспензії використовувався розчинозмішувач;

– для нагнітання суспензії використовувався розчинонасос, в якості якого можуть бути використані як будівельні діафрагмові насоси так і бурові плунжерні насоси, вони мають створювати тиск не менший за 0,5 – 0,7 МПа.



Рисунок 1 – Дослідні виготовлення ґрунтоцементних палів

За допомогою описаної вище методики та обладнання було виготовлено ґрунтоцементні палі діаметром 500 мм та довжиною 6 м. Різня палі було заглиблено у сулинки бурі напівтвердої консистенції.

Таблиця 1.6 Основні параметри бурових машин, що рекомендовані для влаштування ґрунтоцементних палів

Параметри	БМ-202А	БМ-205	БМ-302Л	БМ-305
Глибина	2	2-3	2-3	3

буріння, м				
Діаметр буріння, м	0,35	0,5	0,8	0,8
Базова машина	Автомобіль ГАЗ 66-02	Колісний трактор МТЗ-82Л	Автомобіль ГАЗ-66-02	Гусеничний трактор ДТ-75 МСЧ

Бурова [32] машина має бути укомплектована буровим інструментом лопастного типу, що забезпечує виконання процесів різання ґрунту без його виймання зі свердловини з одночасним роздільним уведенням до забою розрахункових об'ємів води та стабільного за складом водоцементного розчину.

Для приготування водоцементного розчину використовується серійна штукатурна станція типу ГПЦС-1, яка додатково обладнується: водяним насосом 1,5К 6 з регулювальним вентилям та витратомірним пристроєм на його напірній системі, на перемішуючих лопатях робочого колеса приймального бункера встановлюються резинові лопатки. Дерев'яні лопатки приймального бункера замінюються на напівкруглий, по діаметру робочого колеса, у приймальному бункері встановлюється мірна рейка, відгарована по його об'єму, проміжна ємність, встановлена всередині станції, тарується по об'єму, з установкою в ній мірної рейки; на напірній системі розчинонасосу встановлюється сбросний кран, що дозволяє регулювати витрати водоцементного розчину у систему подачі. З патрубку від сбросного крану водоцементний розчин зливається у проміжну ємність.

У якості складу для цементу може використовуватись металевий ящик ємністю 3 – 4 м³ з обладнаним шнеком транспортером для завантаження цементу до приймального бункера штукатурної станції.

Ємність для води має забезпечувати запас води в кількості 3 – 5 м³.

На будівельному майданчику виконують розбивку осей пальових рядів та закріплюють їх на обносці. Намічують контур площадки, яку необхідно планувати. Контур планувача площадки мають орієнтовано виходити за межі осей на 10 м. Виконують планування площадки таким чином, щоб

відхилення планувальних відміток від проектних не перевищувало ± 5 см. Виконується розбивка осей паль. Геометричні осі паль фіксуються кілочками. Відхилення геометричних осей паль від проектного положення при геодезичній розбивці має бути не більше 5 см.

У середині по довгій стороні осі будівлі на відстані 1,5 – 2,0 м від межі, установлюється штукатурна станція. Справа та зліва від станції розміщуються склад цементу та ємність з водою. За межами пальового поля на відстані 4 – 5 м від майбутньої палі, найбільш віддаленої від штукатурної станції, установлюється у робочому положенні бурова машина. Вертикально розташовані трубопроводи, що входять у конструктивну схему бурового інструменту, за допомогою гумових шлангів, з'єднуються з напірною системою подачі води та розчину.

У приймальному бункері штукатурної станції готується водоцементний розчин. Для цього виконуються наступні операції: за допомогою водяного насоса, через витратомірний пристрій у приймальний бункер штукатурної станції заливається вода, у відповідній кількості для приготування водоцементного розчину, що забезпечує виготовлення 10 – 15 паль. За допомогою гвинтового транспортера до бункера з водою засипається цемент, до підйому рівня води на відмітку, що відповідає заданому об'єму водоцементного розчину, що виготовляється. За допомогою увімкнення робочого колеса приймального бункера у обертальний рух протягом 10 – 15 хв. проводиться перемішування води з цементом. Заключаючи реверс зворотного обертання робочого колеса, з приймального бункера водоцементний розчин подається через вібросито до проміжної витратної ємності. Після заповненні проміжної ємності розчином, напрям обертання робочого колеса установлюється у вихідне положення і чекає припиняється до повного вироблення водоцементного розчину з приймального бункера.

Виконується налаштування напірної системи розчинонасосу та водяного насоса на подачу розрахункової витрати водоцементного розчину та води. Налаштування системи виконується у наступній послідовності: при виявленні

витоків з випускних отворів у буровому інструменті води та водоцементного розчину, що має відбуватися після увімкнення розчинонасосу та водяного насоса, виконується пробне заглиблення бурового інструменту в ґрунт. Частота обертання при цьому устатковується у межах 80-100 об./хв., а швидкість заглиблення у межах до 10 мм/оберт, які у процесі заглиблення залишаються незмінними. При заглибленні бурового інструменту на 1 м. фіксується фактична витрата води (за водомірним пристроєм) та водоцементного розчину (за тарувальною рейкою, установленою у проміжній ємності). Якщо об'єми води та водоцементного розчину виявляться більшими, чи меншими розрахункових, проводиться настанова системи шляхом відкриття чи закриття регулювальних вентилів, розташованих на напірних системах розчинонасоса та водяного насоса.

Після налаштування напірних систем, бурова машина устатковується на вис. паль пального ряду та виконується заглиблення бурового інструменту до проектної відмітки, після чого подача води та водоцементного розчину припиняється, що виконується шляхом відключення електродвигунів приводу насосів. Напрямок обертання бурового інструменту змінюється, при цьому частота обертання має бути не меншою за 100 об./хв., і починається процес підняття зі швидкістю, що не перевищує 10 мм за оберт.

Після виготовлення пал бурова машина переїжджає на нову точку буріння. Час переїзду має складати не більше 2 хв. По завершенні роботи вся система подачі водоцементного розчину промивається водою. На підготовленому пальному полі верхні кінці паль покривають захисним матеріалом, який регулярно зволожується.

З технологічної точки зору цей спосіб є комплексним механізованим процесом (далі процес). Він виконується бригадою у складі машиніст бурової машини, бетоновальник на змішувальній станції, помічник бетоновальника. Механічна робота виконується буровою машиною БМ 811м на автомобільному ході та змішувальною станцією.

Процес складається з таких елементів: винесення опор бурової установки, установка бура в проектне положення, буріння (з подачею цементного розчину, який забезпечує роботу бурової установки), забивання арматурних стержнів у ґрунтоцемент, переїзд на місце зашпалювання наступної палі (рис. 2).



Рисунок 2 – Складові процесу: а) вивезення опор, б) установлення бура в необхідне положення, в) буріння, г) забивання арматури, д) переїзд на наступну стоянку, е) подача цементного розчину.

У складі процесу значно більша кількість елементів. Але надмірний поділ лише ускладнює процес аналізу технології виконання робіт, оскільки вони займають дуже незначну частку від загального об'єму робочого часу.

1.6 Передумови та завдання досліджень

З аналізу літературних даних можна зробити висновок, що в даний час ґрунтоцемент є одним з найбільш економічно вигідних конструктивних матеріалів. Актуальною технологічною задачею у процесі його виготовлення залишається пошук шляхів підвищення рухливості ґрунтоцементного розчину. Без значних втрат по міцності ґрунтоцементного каменю.

Для вирішення поставленої задачі необхідно дослідити характер зміни міцності ґрунтоцементу в залежності від вмісту води у суміші. Після

визначення оптимального співвідношення міцності і рухливості необхідно дослідити способи впливу на ці параметри шляхом додавання добавки основаної на ефективних мікроорганізмах.

Аналіз огляду літератури показує, що більша частина раніше проведених досліджень присвячена механічним властивостям ґрунтоцементу з метою застосування даного матеріалу в якості конструкційного матеріалу у сфері фундаментного та дорожнього будівництва. Дослідження взаємодії ґрунтоцементу з ефективними мікроорганізмами майже не проводилися.

Для найбільш точної оцінки результатів також необхідно провести експериментальне дослідження в'язкості ґрунтоцементу. Саме відсутність даних щодо впливу добавок, В/Ц та вмісту цементу на в'язкість ґрунтоцементу заважає більш широкому використанню ґрунтоцементу як конструктивного матеріалу армованих паль.

РОЗДІЛ 2

МЕТА РОБОТИ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

Мета роботи: дослідити доцільність використання добавки ЕМ для виробництва ґрунтоцементних елементів та палів.

Завдання досліджень: для досягнення поставленої мети сформульовані такі задачі:

- випробування складових ґрунтоцементу, згідно нині діючих державних стандартів;
- підбір складу ґрунтоцементу;
- дослідження рухливості ґрунтоцементної суміші;
- математичне планування експерименту;
- підбір оптимального співвідношення складових компонентів ґрунтоцементу природного твердіння.

Об'єкт досліджень: добавка ЕМ, ґрунтоцементна суміш, зразки ґрунтоцементу.

Предмет досліджень: властивості ґрунтоцементу та ґрунтоцементної суміші: міцність, середня густина розчину, водоконцентрація, рухливість, в'язкість.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Випробування матеріалів

При виконанні досягнутої роботи використовувались такі матеріали: в'язуча речовина – цемент, заповнювач – ґрунт (суглинок лесовидний), вода, FM-добавка.

3.1.1 Визначення нормальної консистенції цементно-піщаного розчину і виготовлення зразків-балочок.

Випробування проводиться згідно [34].

3.1.2 Визначення марки цементу

Марка цементу визначається за показниками границь міцності при стиску зразків балочок 4x4x16 см, виготовлених із цементно-піщаного розчину нормальної консистенції складу 1:3 (за масою) і випробуваних через 28 діб.

3.1.3 Визначення питомої поверхні

Випробування проводиться згідно [29].

3.2 Планування експериментів та вибір оптимального складу ґрунтоцементу з використанням статистико-математичних методів

Планування експериментів та вибір складу будівельного матеріалу з використанням математико-статистичних методів рекомендується проводити при побудові залежностей, необхідних для корегування складу полістирол-бетону в процесі його приготування, а також при організації виробництва за новою технологією.

Суть планування дослідів та вибір складу ґрунтоцементу з використанням статистико-математичних методів полягає у встановленні залежностей між заданими властивостями суміші та властивостями вихідних матеріалів. Отримана математична залежність використовується для пошуку оптимальних складів.

Побудова математичних залежностей проводиться на основі спеціальних експериментів з послідовним їх уточненням у виробничих умовах.

Проведенню лабораторних експериментів повинні передувати наступні етапи:

- уточнення в залежності від конкретної задачі параметрів, що оптимізуються (середньої тустини, марки, спеціальних вимог, тощо);
- вибір факторів, що визначають зміну оптимізуєчих параметрів;
- розрахунок основного вихідного складу ґрунтоцементної суміші;
- вибір інтервалів зміни факторів;
- вибір плану та умов проведення експерименту;
- розрахунок всіх складів ґрунтоцементної суміші у відповідності з вибраним планом та реалізація експерименту;
- обробка результатів експерименту з побудовою математичних залежностей властивостей суміші від вибраних факторів.

Якості факторів в залежності від умов конкретної задачі можуть призначатися, витрата в'язучого, витрата добавки, тощо.

Значення фактора у вихідному складі називається основним (середнім або нульовим рівнем).

При проведенні експериментів в залежності від умов поставленої задачі всі фактори змінюються або на трьох рівнях – середньому (основному), нижньому та верхньому, які відрізняються від основного на однакову величину, яка називається інтервалом зміни, або на двох рівнях – верхньому та нижньому.

Для спрощення запису і послідуєчих розрахунків верхній рівень факторів буде позначатися (+1), середній – (0), а нижній – (-1), що рівнозначне переводу факторів в новий кодовий масштаб:

$$X_i = (X_i - X_{i0}) / \Delta X_i,$$

де X_i – значення і-того фактора в новому кодовому масштабі,

X_i – значення і-го фактора в натуральному масштабі;

X_{i0} – основний рівень і-го фактора;

ΔX_i – інтервал зміни і-го фактора.

Часто при записі плану проведення експерименту цифру 1 упускають і кодовий запис рівнів факторів має вид відповідно «+», «0», «-».

Експерименти (дослідні заміси) в залежності від числа факторів та умов задачі проводяться по приведеній матриці в таблиці 3.1

Планування експерименту

Змінні фактори:

X_1 – вміст ЕМ до бабки, %: 1; 2; 3;

X_2 – В/Ц: 2,5; 2,5; 2,7.

Таблиця 3.1 – Матриця проведення експериментів

№ досліджу	План експерименту (X_i)	
	X_1	X_2
1	1	1
2	1	-1
3	-1	1
4	-1	-1
5	1	0
6	-1	0
7	0	1
8	0	-1
9	0	0
10	0	0
11	0	0

3.3 Визначення міцності при стиску зразків ґрунтоцементу

Міцність на стиск визначають за [29].

3.4 Визначення середньої густини

Випробування проводиться згідно [31].

3.5 Методика визначення рухомості ґрунтоцементних сумішей

Випробування проводиться згідно [31].

3.6 Методика визначення водопоглинання

Випробування проводиться згідно [31].

3.7 Визначення в'язкості

Випробування проводиться згідно [32].

3.8 Визначення границі міцності при стиску

Випробування проводиться згідно [29].

3.9 Підбір складу ґрунтоцементу

Підбір складу ґрунтоцементної суміші включає визначення оптимальної вологості та дозування цементу, при яких суміш досягає максимальної середньої густини, міцності та морозостійкості.

Ґрунтоцемент виготовлявся в лабораторних умовах у послідовності аналогічній до бурозмішувальної технології його виготовлення у польових умовах. Спочатку було взято певну масу ґрунту з розрахунку, що на 1 л ґрунтоцементної суміші необхідно приблизно 1,2 – 1,4 кг лесового суглинку природної вологості. При відомій вологості визначалася маса скелету ґрунту m_d :

$$m_d = \frac{m}{1+W}, \quad (3.1)$$

де m – маса ґрунту природної вологості, кг;

W – природна вологість ґрунту;

Кількість цементу $Ц$ складала 20% від величини m_d . Кількість необхідної води B визначалася із необхідного водоцементного відношення суміші $B/Ц$ з урахуванням тієї води, яка вже містилася у ґрунті:

$$B = Ц \cdot \frac{B}{Ц} - (m - m_d) \quad (3.2)$$

Величина $B/Ц$ призначалася із умов забезпечення необхідної рухливості ґрунтоцементної суміші шляхом виготовлення пробних змісів та визначення осадки стандартного конуса для кожного з них.

РОЗДІЛ 4

ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНИХ МАТЕРІАЛІВ

4.1 Портландцемент

В якості в'язучого для виготовлення експериментальних зразків було використано ПЦ П/Б-Ш-400.

Випробування проводилися згідно вимогам [31] за стандартною методикою.

Результати випробувань приведені в таблиці 4.1

Таблиця 4.1 Характеристики ПЦ

Найменування показників	Вимоги нормативного документу	Результати випробувань
Тонкість помелу, %	Пройходження через сито №008 не менше 85%	85
Границя міцності при згині у віці 28 дб, МПа	-	3,5
Границя міцності при стиску у віці 28 дб, МПа	50	30,2
Питома поверхня, см ² /г	-	3295,4

4.2 Грунт

В якості заповнювача використано лесочий суглинок з числом пластичності $I_p = 15\%$. У таких ґрунтах переважають пилюваті частинки коалінітів і гідроксидів – до 87%, глинистих частинок – до 20%, піщаних – до 10%. Пористість їх досягає 47%. Вище рівня ґрунтових вод переважна більшість суглинків володіє просадочними властивостями. Модуль деформації їх у природному стані досягає $E = 12$ МПа. За останні 50 років рівень ґрунтових вод у місті піднявся на 6 – 10 м і значна товща лесоподібних ґрунтів набула властивостей слабких. Модуль деформації цих ґрунтів значно знизився і складає зараз $E = 2 – 6$ МПа.

відбувається дуже активно. Це призводить до зміни стану ґрунту через зростання популяції дріжджових мікроорганізмів. Ефект від застосування ЕМ-технологій в будівництві: поліпшення якості будматеріалів і стримування корозії матеріалів

4.4 Вода

Вода повинна відповідати вимогам [27].

Вода для бетону використовувалася водопровідна. Озерна, річкова та вода із штучних водойм також придатна, якщо вона не забруднена в неприпустимих межах стічними викидами, мастилами, солями і т.д. У морській воді у великій кількості містяться розчинні солі, хлор-іони та сульфат-іони.

Можна застосовувати воду, яка показує слабо кислу чи слабо лужну реакцію, що визначається значенням водневого показника рН у межах 4,0 – 12,5 і відповідає технічним умовам. На застосування стічних вод, крім того потрібно одержати дозвіл санепідемстанції.

Органічні речовини у воді, особливо глі, що містять цукор та феноли, сповільнюють процес гідратації цементу й знижують міцність бетону.

Вміст кожного з них не повинен перевищувати 10 мг/л води.

Додатки нафтопродуктів, мастил, жирів, осідаючи на поверхні цементних зерен, сповільнюють їх гідратацію, а вкриваючи заповнювачі, перешкоджають їхньому зчепленню з цементним кам'ям і знижують міцність бетону. Тому на поверхні води замішування не повинно бути плівок цих домішок.

Висновок:

Випробувані сировинні компоненти для приготування ґрунтоцементу відповідають вимогам діючим ДСТУ.

РОЗДІЛ 5

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

5.1 Дослідження впливу витрат добавки ЕМ В/Ц на властивості ґрунтоцементу

Проведення дослідів проводилося з використанням математико-статистичних методів планування експериментів у відповідності з розділом 3. В якості факторів були вибрані витрати кількості та водоцементне відношення. Значення інтервалів варіювання факторів наведені у таблиці 5.1

Таблиця 5.1 Значення інтервалів варіювання

Фактор	Значення	Інтервали варіювання	
		Нижня межа	Верхня межа
Витрати кількості			
Водоцементне відношення			

5.1.1. Дослідження впливу витрат добавки ЕМ та В/Ц на середню густину ґрунтоцементу

Досліди проводилися у відповідності з прийнятим планом експерименту. План експериментів та результати дослідів наведені у таблиці 5.2

Згідно матриці математичного планування двофакторного дослідів готувалися зразки розмірами 70,7x70,7x70,7 мм. Використовувався портландцемент марки ПЦ І-400н .

Таблиця 5.2 План експериментів та результати дослідів

Рис. 5.1 Вплив витрати добавки та В/Ц на середню густину ґрунтоцементу

Рис. 5.2 Вплив витрати добавки та В/Ц на середню густину ґрунтоцементу

Рис. 5.3 Вплив витрати добавки та В/Ц на середню густину ґрунтоцементу

5.1.2. Дослідження впливу витрат добавки ШМ та В/Ц на границю міцності при стиску ґрунтоцементу

В результаті обробки експериментів на ПЕОМ за табл. 5.2 отримано алгебраїчне визначення границі міцності при стиску ґрунтоцементу в досліджуваних межах зміни факторів (рис. 5.4).

Рис. 5.4 Експериментальне визначення границі міцності при стиску ґрунтоцементу

Алгебраїчне рівняння границі міцності при стиску ґрунтоцементу:

$$Y_{\text{РСТ}} = 24,51 - 2,13 X_1 + 4,88 X_2 + 4,13 X_1 X_2 \quad (2)$$

Рівняння за критерієм Фішера придатне для опису вихідної залежності в досліджуваних межах зміни факторів, так як $5,95 < 19,3$.

За рівнянням (2) побудовані графіки на рис. 5.5, 5.6, 5.7

Випробування виконуємо згідно наведеної методики. Випробування зразків-кубиків проходилися у віці 28 діб.

Рис. 5.5 Вплив витрати цемента та В/Ц на границю міцності при стиску ґрунтоцементу

Рис. 5.6 Вплив витрати добавки та В/Ц на границю міцності при стиску
Грунтоцементу

Рис. 5.7 Вплив витрати добавки та В/Ц на границю міцності при стиску
Грунтоцементу

5.1.3. Дослідження впливу витрат добавки ЕМ та В/Ц на водопоглинання ґрунтоцементу

В результаті обробки експериментів на ПЕОМ за табл. 5.2 отримано алгебраїчне рівняння водопоглинання ґрунтоцементу в досліджуваних межах зміни факторів.

Алгебраїчне рівняння водопоглинання ґрунтоцементу:

$$Y_{\text{густ}} = 17,93 + 0,34 X_1 - 1,17 X_2 - 0,4 X_1 X_2 \quad (3)$$

Рівняння за критерієм Фішера придатне для описання вихідної залежності в досліджуваних межах зміни факторів, так як $10,83 < 19,3$.

За рівнянням (2) побудовані графіки на рис. 5.8, 5.9, 5.10.

Методика визначення цього показника була визначена нами у Розділі 3.

Рис. 5.8 Вплив витрати добавки т: В/Ц на водопоглинання ґрунтоцементу

Рис. 5.9 Вплив витрати добавки та В/Ц на водопоглинання ґрунтоцементу

Рис. 5.10 Вплив витрати добавки та В/Ц на водопоглинання ґрунтоцементу

5.1.4. Дослідження впливу витрат добавки ЕМ та В/Ц на рухомість ґрунтоцементу

В результаті обробки експериментів на ПЕОМ за табл. 5.2 отримано алгебраїчне рівняння рухомості ґрунтоцементу в досліджуваних межах зміни факторів.

Рис. 5.11 Експериментальне дослідження впливу витрат добавки ЕМ та В/Ц на рухомість ґрунтоцементу

Алгебраїчне рівняння рухомості ґрунтоцементу:

$$Y_{\text{густ}} = 12,31 - 0,61 X_1 + 0,188 X_2 - 0,45 X_1 X_2 \quad (4)$$

Рівняння за критерієм Фішера придатне для описання вихідної залежності в досліджуваних межах зміни факторів, так як $6,72 < 19,3$.

За рівнянням (4) побудовані графіки на рис. 5.12, 5.13, 5.14.

Методика визначення цього показника була визначена нами у Розділі 3. Дослідження проводимо згідно [33].

Рис. 5.12 Вплив витрати добавки та В/Ц на рухомість ґрунтоцементу

рис. 5.13 Вплив витрати добавки та В/Ц на рухомість ґрунтоцементу

Р

Рис. 5.14 Вплив витрати добавки та В/Ц на рухомість ґрунтоцементу

5.1.5. Дослідження впливу витрат добавки ЕМ та В/Ц на водопоглинання ґрунтоцементу

В результаті обробки експериментів на ПЕОМ за табл. 5.2 отримано алгебраїчне рівняння рухомості ґрунтоцементу в досліджуваних межах зміни факторів.

Алгебраїчне рівняння рухомості ґрунтоцементу:

$$Y_{\text{густ}} = 12,31 - 0,51 X_1 + 0,188 X_2 - 0,45 X_1 X_2 \quad (5)$$

Рівняння за критерієм Фішера придатне для описання вихідної залежності в досліджуваних межах зміни факторів, так як $6,72 < 19,3$.

За рівняння (5) побудовані графіки на рис. 5.15, 5.16, 5.17.

Методика визначення цього показника була визначена нами у Розділі 3. Дослідження проводимо згідно [33].

Рис. 5.15 Вплив витрати добавки та В/Ц на водопоглинання ґрунтоцементу

Рис. 5.16 Вплив витрати добавки та В/Ц на водопоглинання ґрунтоцементу

Рис. 5.17 Вплив витрати добавки та В/Ц на поглинання ґрунтоцементу

5.1.6. Дослідження впливу витрат добавки ЕМ та В/Ц на в'язкість ґрунтоцементу

В результаті обробки експериментів на ПЕОМ за табл. 5.2 отримано алгебраїчне рівняння в'язкості ґрунтоцементу в досліджуваних межах зміни факторів

Алгебраїчне рівняння в'язкості ґрунтоцементу:

$$Y_{\text{густ}} = 56,97 - 5,50 X_1 + 10,83 X_2 - 2 X_1 X_2 \quad (6)$$

Рівняння за критерієм Фішера придатне для описання вихідної залежності в досліджуваних межах зміни факторів, так як $13,56 < 19,3$.

За рівнянням (6) побудовані графіки на рис. 5.18, 5.19, 5.20.

Методика визначення цього показника була визначена нами у Розділі 3. Дослідження проводимо згідно [33].

Рис. 5.18 Вплив витрати добавки та В/Ц на в'язкість ґрунтоцементу

Рис. 5.19 Вплив витрати добавки та В/Ц на в'язкість ґрунтоцементу

Рис. 5.20 Вплив витрати добавки та В/Ц на в'язкість ґрунтоцементу

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

6.1 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів

Під час роботи на виробництві на людину можуть впливати один, або низка небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Безпека того чи іншого технологічного процесу може бути визначена за їх кількістю і за ступенем небезпеки кожного з них зокрема. Безпека праці на виробництві визначається ступенем безпеки окремих технологічних процесів.

Небезпечні й шкідливі виробничі фактори [25] поділяються на фізичні, хімічні, біологічні й психофізіологічні. Останні за характером впливу на людину підрозділяються на фізичні й нервово-психічні перевантаження, а інші – на конкретні небезпечні й шкідливі виробничі фактори.

В процесі роботи на підприємстві на працівника можуть впливати такі небезпечні й шкідливі виробничі фактори:

- машини, що рухаються, автотранспортні механізми;
- рухомі нез захищені елементи механізмів, машин і виробничого обладнання;
- падаючі вироби техніки, інструмент і матеріали під час роботи;
- ударна хвиля (вибух посудини, що працює під тиском пари рідини);
- струмені газів і рідин, що стікають, із посудин і трубопроводів під тиском;
- підвищене ковзання (через зледеніння, зроложення й замаслювання поверхонь, по яких переміщується робочий персонал);
- підвищена чи знижена температура поверхонь техніки, обладнання й матеріалів;
- підвищена чи знижена температура, вологість і рухомість повітря;
- підвищена напруга в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини;
- підвищений рівень статичної електрики;

- гострі кромки, задирки й шерсткість на поверхнях обладнання й інструментів;
- знижена контрастність об'єктів в порівнянні з фоном;
- підвищений рівень ультрафіолетової й інфрачервоної радіації;
- хімічні речовини (токсичні, подразнюючі, сенсibiliзуючі, канцерогенні, мутагенні, що впливають на репродуктивну функцію людини);
- хімічні речовини, що проникають в організм через органи дихання, шлунково-кишковий тракт, шкірні покриви і слизові оболонки;
- патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, гриби, найпростіші) і продукти їхньої життєдіяльності;
- перевантаження (статичні й динамічні) і нервово-психічні чинники (емоційні перевантаження, перенапруга аналізаторів, розумова перенапруга, монотонність праці).

6.2 Технічні засоби і організаційні заходи із усунення дії шкідливих та небезпечних виробничих факторів

В процесі праці людина перебуває в контактi з предметом праці, знаряддями праці та іншими людьми. Крім цього, на людину діють різні фактори виробничого середовища, зокрема температура, вологість та швидкість руху повітря, параметри котрих не відповідають нормативним значенням, надмірний шум, вібрація, шкідливі виділення, електромагнітне та радіоактивне випромінювання тощо. Все це характеризує умови, в яких працює людина.

Таким чином, поняття умов праці складається з комплексу факторів, які впливають на діяльність людини. Усунути негативний вплив, тобто забезпечити нешкідливі та сприятливі умови праці, можна, виключаючи на робочих місцях шкідливі виробничі фактори, послаблюючи їх дію до допустимих норм чи меж, або забезпечуючи оптимальні умови праці.

Практика підприємств свідчить про те, що оцінка поліпшення умов праці може бути здійснена шляхом зіставлення фактичних умов праці з нормативними, прийнятими для базового періоду.

В сучасних умовах господарювання все більшого значення набуває проблема поліпшення умов праці не за рахунок компенсаційних виплат, а шляхом впровадження нової техніки, технологій, оздоровлення виробничого середовища, врахування вимог естетики праці. Оцінка умов праці на робочих місцях - установлення ступеня шкідливості й небезпеки факторів виробничого середовища, вазі й напруженості праці на конкретному робочому місці. Фактичний стан умов праці оцінюється в практиці роботи підприємств тільки на робочих місцях, передбачених галузевими переліками робіт з важкими й шкідливими, особливо важкими й особливо шкідливими умовами праці. Оцінка умов праці виробляється на основі інструментальних вимірів рівнів факторів виробничого середовища або за результатами чергової атестації робочих місць.

Несприятливі умови праці примушують організм людини витрачати енергію на переборювання впливу шкідливих факторів. Внаслідок цього зростає втома організму, що підвищує ймовірність нещасного випадку, оскільки зморений організм не може з необхідною ефективністю реагувати на зміни, що відбуваються навкруги, навіть якщо ці зміни безпечні для нього. Дія несприятливих умов праці може бути також причиною захворювань робітників – професійних чи виробничо зумовлених.

На підприємствах і в організаціях (незалежно від форм власності і господарювання), де технологічний процес, використовуване обладнання, сировина та матеріали є потенційними джерелами шкідливих і небезпечних виробничих факторів, проводиться атестація робочих місць. Основна мета атестації полягає в урегулюванні відносин між власником або уповноваженим ним органом і працівниками щодо реалізації їхніх прав на здорові і безпечні умови праці, пільгове пенсійне забезпечення, пільги та компенсації за роботу в несприятливих умовах.

Робоче місце за умовами праці оцінюється з урахуванням впливу всіх факторів виробничого середовища і трудового процесу на працюючих. На підставі комплексної оцінки робоче місце відноситься до одного із видів умов праці:

- з особливо шкідливими й особливо важкими умовами праці;
- зі шкідливими і важкими умовами праці;
- зі шкідливими умовами праці.

Ці дані заносяться до Карти умов праці.

За результатами атестації складаються переліки:

- робочих місць, виробництв, робіт, професій і посад, працівникам яких підтверджено право на пільги і компенсації, передбачені законодавством;
- робочих місць, виробництв, робіт, професій і посад, працівникам яких пропонується встановити пільги і компенсації за рахунок коштів підприємства;
- робочих місць з несприятливими умовами праці, на яких необхідно здійснити першочергові заходи щодо їх поліпшення.

Умови праці визначаються певними критеріями факторів виробничого середовища і трудового процесу.

На кожному робочому місці на працездатність впливають, здебільшого, декілька факторів, а часом, і їх вплив можна подати через інтегральну оцінку умов праці. Крім особистих факторів, вплив яких неможливо врахувати прямими показниками, а лише через показники приросту виробітку за одиницю часу в разі незмінних умов виробничого середовища і якісного стану робочої сили.

Умови праці можна розглядати у вузькому та більш широкому значенні слова. По-перше, умови праці на робочому місці чи з цеху — це сукупність факторів, які впливають на працездатність та здоров'я в процесі праці. Зазначені фактори можна розподілити за такими групами: санітарно-гігієнічні, психофізіологічні, естетичні, соціально-психологічні. Вони діють самостійно або в будь-якій сукупності, створюючи відповідні загальні умови праці людини.

Санітарно-гігієнічні умови праці створюють зовнішнє середовище на робочому місці. До них відносять температурний режим, вологість, рух повітря та його тиск, освітлення, загазованість, запиленість, величину шуму, вібрацію.

Психофізіологічні фактори характеризують дію на організм людини фізичних зусиль, ступінь їх тяжкості, темпу та ритму роботи, а також вибір

раціональної трудової пози, монотонність праці, нервово-психічне навантаження тощо. Їх оптимізація дозволяє захистити людину від перевтомлення, втрати здоров'я, підвищує працездатність і сталість в праці.

Естетичні умови дозволяють шляхом впливу на психіку людини надати праці відповідне емоційне забарвлення, моральне задоволення і підвищити продуктивність праці. Вони охоплюють естетизацію робочого середовища, архітектурне та композиційне оформлення цеху. Соціально-психологічні фактори характеризують взаємовідносини між членами трудового колективу, психологічний клімат в колективі. Умови праці в більш широкому значенні слова охоплюють також питання належного стану обладнання, якості матеріалів та інструментів та їх наявність на робочому місці, вчасне постачання для якісного виконання відповідних енергоносіїв, своєчасне забезпечення робочого місця необхідною технічною документацією.

Указані фактори створюють відповідний організаційно-технічний рівень виробництва і праці, який обумовлює виконання також умов праці у більш вузькому значенні слова. Наприклад, нездовільний стан техніки та технології виробництва може викликати порушення температурного режиму, техніки безпеки праці, раціоналізації виробничого та трудового процесу тощо. Умови праці не повинні стати причиною простою не з вини працівника.

При розробленні норм праці приймаються нормальні умови праці, потім повинні чітко забезпечуватися власником при їх застосуванні на виробництві. Отже, нормальні умови праці при розробленні норм праці — це такі умови, які є оптимальними при проектуванні структури виробничого та трудового процесу на підставі раціоналізації трудових рухів і витрат робочого часу. Враховуючи нерозривний зв'язок виробничого та трудового процесів як при проектуванні норм, так і при їх застосуванні на конкретному підприємстві, можна вважати за нормальні умови праці такі організаційно-технічні умови, які забезпечуються науково обґрунтованим матеріально-технічним обслуговуванням.

В сучасних умовах господарювання все більшого значення набуває проблема поліпшення умов праці не за рахунок компенсаційних виплат, а шляхом впровадження нової техніки, технологій, оздоровлення виробничого середовища, врахування вимог естетики праці.

Основними факторами успіху у вирішенні проблем покращення праці на підприємствах є:

1. Розробка ефективної кадрової політики.
2. Постійне удосконалювання кадрової роботи на підприємстві.
3. Турбота керівництва про підвищення рівня кваліфікації своїх співробітників
4. Предання ефективного навічання персоналу, підвищення кваліфікації і мотивації для розвитку здібностей працівників.
5. Чітка система управління коштами, виділеними на навчання і підвищення кваліфікації, облаштування робочого місця, виплату заробітної плати.
6. Усвідомлення значення людського чинника як елементу конкурентоздатності підприємства.
7. Формування позитивного, морально-психологічного клімату в колективі, який забезпечить найповніше використання потенціалу працівників.
8. Створення на підприємстві умов для зменшення числа звільнених.
9. Продумана соціальна політика, в якій важливу роль відіграє матеріальне стимулювання персоналу, програми щодо покращення умов праці, відпочинку, пільгове харчування.
10. Здійснення комплексу заходів зі створення високопродуктивних виробничих колективів.
11. Координація і контроль виконання намічених кадрових заходів. Слід зазначити, що в практиці вітчизняних підприємств варто використовувати таку багатоваріантність заходів щодо підвищення ефективності кадрового менеджменту та подолання проблем, пов'язаних з побудовою системи кадрового менеджменту на підприємстві. Подальші наукові розробки,

апробація цих пропозицій дадуть змогу визначити пріоритетність впровадження окремих підходів.

Основними заходами щодо зниження фізичної й нервово-психічної напруженості є наступні:

- підвищення рівня механізації й автоматизації трудомітких виробничих процесів, використання сучасної високопродуктивної техніки;
- удосконалення організації робочих місць;
- організація прийомів і методів праці;
- оптимізація темпу роботи;
- оптимізація режиму праці й відпочинку;
- поліпшення транспортного обслуговування робочих місць, пов'язаних з важкими предметами праці;
- науково обгрунтоване встановлення норм обслуговування встаткування й норм часу його обслуговування з урахуванням обсягу інформації, що працівник може правильно сприйняти, переробити й прийняти своєчасне й правильне рішення;
- чергування робіт, що вимагають участі різних аналізаторів (слуху, зору, дотику й ін.);
- чергування робіт, що вимагають переважно розумових навантажень із роботами фізичними;
- чергування робіт різної складності й інтенсивності;
- оптимізація режиму праці й відпочинку;
- попередження й зниження монотонності праці шляхом підвищення змістовності праці;
- ритмізація праці (робота із графіка зі зниженою на 10-15% навантаженням у першій і останній години робочої зміни);
- комп'ютеризація обчислювальних і аналітичних робіт, широке використання персональних комп'ютерів у практиці керування виробництвом, організація комп'ютерних банків даних по різних аспектах виробничої діяльності й інші.

Одним з важливих профілактичних засобів попередження стомлення при дії інтенсивності шуму є чергування періодів роботи й відпочинку при дії шуму. Відпочинок знижує негативний вплив шуму на працездатність лише в тому випадку, якщо тривалість і кількість відпочинку відповідає умовам, при яких відбувається найбільш ефективно відновлення мір впливу, що дратуються, шуму нервових центрів, тому при виборі засобів підвищення працездатності для конкретного виробництва необхідно враховувати вплив відпочинку на обмеження впливу інтенсивного шуму на організм людини.

Для обмеження й усунення шкідливої дії вібрації на виробництві необхідний: ретельний догляд за вантажуванням, використання різних типів глушитель, усунення контактів фундаменту агрегату з фундаментами будинків і, головне, можливість зміни технології – заміна виробничих операцій пов'язаних із шумами й вібрацією, безшумними виробничими процесами, раціональне чергування періодів відпочинку й роботи при впливі вібрації.

Для забезпечення найкращих умов висвітлення, оптимальна освітленість повинна встановлюватися з урахуванням світлових властивостей (коефіцієнта відбиття) робочої поверхні, розмірів оброблюваної деталі, частоти й тривалості періодів відпочинку протягом робочого дня, характеру трудового процесу зокрема, точності зорової роботи.

До пасивних засобів підвищення працездатності, що одержує все більше поширення на виробництві, ставляться методи оздоровчого впливу на організм людини – аерація, водні процедури, аеробізація, ультрафіолетове опромінення. Найбільший ефект одержують при їхньому використанні при роботі в екстремальних умовах (у шахтах, у гарячих цехах із застосуванням більших фізичних зусиль, при дії інтенсивного шуму й вібрації й т.д.).

Аерація – інтенсивна вентиляція при якій під впливом різниці питомих ваг зовнішнього й внутрішнього повітря й впливом вітру на стіни й покрівлю вдало створюється керований і регульований повітряобмін через відкриваючі фрамуги й стулки вікон. При використанні природної вентиляції не можна надмірно збільшувати обмін зовнішнього й внутрішнього повітря, тому що це

може привести до підвищення концентрації сторонніх газів і пилу в повітрі й до переохолодження організму працюючих внаслідок збільшення швидкості руху повітря, або зменшити повітрообмін, оскільки не буде необхідного припливу свіжого повітря.

Для захисту від статичної електрики необхідно застосовувати слабоелектризуючі або електризуючі матеріали, усувати чи обмежувати тертя, розпорошення, розбризкування, плескання діелектричних рідин. Усунення зарядів статичної електрики досягається насамперед заземленням корпусів обладнання. Заземлення для відводу статичної електрики можна поєднувати з захисним заземленням електрообладнання. Якщо заземлення використовується тільки для зняття статичної електрики, то його електричний опір може бути істотно більше, ніж для захисного опору електрообладнання (до 100 Ом). Достатньо навіть тонкого дроту, щоб електричні заряди постійно стікали в землю.

Відомо відбудований вплив на організм людини інших оздоровчих методів – водних процедур (душ, обтирання, умивання, гігієнічні ванночки й т.д.). В умовах виробництва вони є засобами відновлення працездатності й засобами адаптування до екстремальних умов. Для відновлення працездатності водні процедури застосовуються, як правило, при середній і важкій фізичній роботі в гарячих цехах, у шахтах, при ремонті нагрівальних печей і казанів і т.д. З метою підвищення працездатності водні процедури можуть застосовуватися й протягом робочого дня, і по його закінченні.

До оздоровчих засобів підвищення працездатності ставиться ультрафіолетове опромінення. Фізіологічними й клінічними дослідженнями встановлено, що при обмеженні або позбавленні людини природного світла настає так зване світлове голодування, в основі якого ультрафіолетова недостатність вона виражається у виникненні гіпо- і авітамінозу (недолік вітаміну D), порушення фосфорно-кальцієвого обміну (випливає карієс зубів, рахіт і ін.), ослаблення захисних сил організму, зокрема, схильності до багатьох захворювань. Ці зміни погіршують самопочуття й спричиняють

зниження працездатності, швидку стомлюваність і збільшення строків відновлення сил. Для профілактики світлового голодування доцільно використовувати стимулюючу дію ультрафіолетових променів. Відомо, що застосування додаткових доз ультрафіолетових променів сприятливо впливає на організм людини, підвищує його працездатність, поліпшує самопочуття й сприяє зниженню захворюваності.

До оздоровчих засобів підвищення працездатності також ставиться іонізація повітря на виробництві. Нормативні величини іонізації повітряного середовища виробничих приміщень регламентуються санітарно-гігієнічними нормами, затвердженими Міністерством охорони здоров'я.

Іонізація повітря - процес перетворення нейтральних атомів і молекул повітряного середовища в електричні заряджені частки (іони). Іони в повітрі виробничих приміщень можуть утворюватися внаслідок природної, технологічної й штучної іонізації.

Вимоги безпеки до виробничого обладнання конкретних груп видів, моделей розробляються відповідно до вимог з урахуванням призначення, виконання та умов його експлуатації.

Безпека виробничого обладнання забезпечується:

- ◆ вибором принципів дії, джерел енергії, параметрів робочих процесів;
- ◆ мінімізацією енергії, що споживається чи накопичується;
- ◆ застосуванням вмонтованих в конструкцію засобів захисту та інформації про можливі небезпечні ситуації;
- ◆ застосуванням засобів автоматизації, дистанційного керування та контролю;
- ◆ дотриманням ергономічних вимог, обмеженням фізичних і нервовопсихологічних навантажень працівників.

Виробниче обладнання при роботі як самостійно, так і в складі технологічних комплексів повинно відповідати вимогам безпеки протягом всього періоду його експлуатації.

Матеріали конструкції виробничого обладнання не повинні бути фактором можливої небезпечної і шкідливої дії на організм працюючих, а виникаючі в процесі роботи обладнання навантаження в окремих його елементах не повинні досягати небезпечних значень. При неможливості реалізації останньої вимоги до конструкції обладнання необхідно передбачити засоби захисту, огороження і т. ін.

Небезпечні точки виробничого обладнання (рухомі вузли, елементи з високою температурою тощо) як потенційні джерела травм безпеки повинні бути огорожені, теплоізовані або розміщені в місцях, що виключають контакт з ними персоналу.

Зажимні, вантажозахоплювальні та вантажопідіймальні пристрої тощо повинні виключати можливість виникнення небезпеки при раптовому відключенні енергії, а також самовільну зміну стану цих пристроїв при відновленні енергоживлення.

Виробниче обладнання повинно бути пожежовибухобезпечним в передбачених умовах його експлуатації та не накопичувати зарядів статичної електрики в небезпечній для працюючих кількості. Виробниче обладнання, робота якого супроводжується виділенням шкідливих речовин чи мікроорганізмів або пожежо- та вибухонебезпечних речовин, повинно включати вмонтовані пристрої для локалізації цих виділень. За відсутності таких пристроїв, в конструкції обладнання мають бути передбачені місця для підключення автономних пристроїв локалізації виділень. За необхідності задані пристрої мають бути виконані з урахуванням чинних вимог щодо стану повітря робочої зони та захисту довкілля.

Якщо виробниче обладнання є джерелом шуму, ультра та інфразвуку, вібрації, виробничих випромінювань (електромагнітних, лазерних тощо), то воно повинно бути виконано таким чином, щоб дії на працюючих перерахованих шкідливих виробничих факторів не перевищувала меж, встановлених відповідними чинними нормативами.

Виробниче обладнання повинно бути забезпечене місцевим освітленням, виконаним відповідно до вимог чинних нормативів з урахуванням конкретних виробничих умов, якщо його відсутність може спричинити перенапруження органів зору або інші небезпеки, пов'язані з експлуатацією цього обладнання.

Однією із складових безпеки виробничого обладнання є конструкція робочого місця, його розміри, взаємне розміщення органів управління, засобів відображення інформації, допоміжного обладнання тощо. При цьому розміри робочого місця і його елементів мають забезпечувати виконання операцій в зручних робочих позах і не ускладнювати рухи працюючих. Перевагу слід віддавати виконанню робочих операцій в сидячому положенні, або чередуванні положень сидячи і стоячи — якщо виконання робіт не вимагає постійного переміщення працівника. Конструкція крісла і підставки для ніг повинна відповідати ергономічним вимогам.

Система управління виробничим обладнанням має забезпечувати надійне і безпечне його функціонування на всіх режимах роботи і при можливих зовнішніх впливах, передбачених ТЗ. На робочих місцях повинні бути написи, схеми та інші засоби інформації щодо послідовності керуючих дій. Конструкція і розміщення засобів попередження про небезпечні ситуації повинні забезпечувати безпомилкове, достовірне і швидке сприйняття інформації.

Центральний пульт управління технологічним комплексом обладнується сигналізацією, мнемосхемою або іншими засобами відображення інформації про порушення нормального режиму функціонування кожної одиниці виробничого обладнання, засобами аварійної зупинки всього комплексу або окремих його одиниць — якщо це не призведе до подальшого розвитку аварійної ситуації.

Пуск виробничого обладнання в роботу, а також повторний пуск після його зупинки, незалежно від її причини, має бути можливим тільки шляхом маніпулювання органами управління пуском. Органи аварійної зупинки після спрацювання повинні залишатися в положенні зупинки до їх повернення у

вихідне положення обслуговуючим персоналом. Повернення органів аварійної зупинки у вихідне положення не повинно приводити до пуску обладнання.

Повне чи часткове припинення енергопостачання з наступним його відновленням, а також пошкодження мережі управління енергопостачанням не повинно призводити до виникнення небезпечних ситуацій.

Засоби захисту, що входять в конструкцію виробничого обладнання, повинні: забезпечувати можливість контролю їх функціонування, виконувати своє призначення безперервно в процесі роботи обладнання; діяти до повної нормалізації відповідного небезпечного чи шкідливого фактора, що спричинив спрацювання захисту; зберігати функціонування при виході із ладу інших засобів захисту. За необхідності включення засобів захисту до початку роботи виробничого обладнання, схеми управління повинні передбачатися відповідні блокування тощо.

Виробниче обладнання під час монтажу, ремонту, транспортування та зберігання якого застосовуються вантажопідіймальні засоби, повинно мати відповідні конструктивні елементи або позначені місця для приєднання вантажозахоплювальних пристроїв з зазначенням маси обладнання. Якщо технічними умовами передбачено переміщення обладнання без застосування вантажопідіймальних засобів, то таке обладнання повинно мати відповідні елементи або форму для захоплення рукою.

Основними вимогами безпеки до технологічних процесів є: усунення безпосереднього контакту працюючих з вихідними матеріалами, заготовками, чашівфабрикатами, готовою продукцією та відходами виробництва, що є вірогідними чинниками небезпек; заміна технологічних процесів та операцій, що пов'язані з виникненням небезпечних та шкідливих виробничих факторів, процесами і операціями, за яких зазначені фактори відсутні або характеризуються меншою інтенсивністю; комплексна механізація та автоматизація виробництва, застосування дистанційного керування технологічними процесами і операціями за наявності небезпечних та шкідливих виробничих факторів; герметизація обладнання; застосування засобів

колективного захисту працюючих; раціональна організація праці та відпочинку з метою профілактики монотонності та гіподинамії, а також обмеження важкості праці; своєчасне отримання інформації про виникнення небезпечних та шкідливих виробничих факторів на окремих технологічних операціях (системи отримання інформації про виникнення небезпечних та шкідливих виробничих факторів необхідно виконувати за принципом пристроїв автоматичної дії з виводом на системи попереджувальної сигналізації); впровадження систем контролю та керування технологічним процесом, що забезпечують захист працюючих та аварійне відключення виробничого обладнання; своєчасне видалення і знешкодження відходів виробництва, що є джерелами небезпечних та шкідливих виробничих факторів, забезпечення належної та вибухової безпеки.

При визначенні необхідних засобів захисту потрібно керуватися вказівками відповідних розділів стандартів ССБТ за видами виробничих процесів та групами виробничого обладнання, що використовуються у цих процесах. Перелік діючих стандартів стосовно процесів дається у покажчиках Держстандарту, що видаються кожен рік.

Виробничі будівлі та споруди, залежно від вибраного архітектурно-будівельного та об'ємно-планувального вирішення, можуть впливати на формування умов праці: освітлення, шуму, мікроклімату, загазованості та запиленості повітряного середовища, виробничих випромінювань. Крім того, неправильне кольорове або архітектурне вирішення інтер'єру призводить до несприятливого психологічного впливу на працюючих.

У виробничому приміщенні умови праці залежать від таких факторів, як розташування технологічного обладнання, організація робочого місця, сировина та заготовки, готова продукція. У кожному конкретному випадку вимоги безпеки до виробничих приміщень та площадок формуються, виходячи з вимог діючих будівельних норм та правил.

Рівні небезпечних та шкідливих виробничих факторів на робочих місцях повинні відповідати вимогам стандартів безпеки за видами небезпечних та шкідливих факторів.

Розташування виробничого обладнання, вихідних матеріалів, заготовок, напівфабрикатів, готової продукції та відходів виробництва у виробничих приміщеннях і на робочих місцях не повинні являти собою небезпеку для персоналу. Відстані між одиницями обладнання, а також між обладнанням та стінами виробничих приміщень, будівель і споруд повинні відповідати вимогам діючих норм технологічного проектування, будівельним нормам та правилам.

Зберігання вихідних матеріалів, заготовок, напівфабрикатів, готової продукції та відходів виробництва потребує розробки і реалізації системи заходів, які виключають виникнення небезпечних та шкідливих виробничих факторів; використання безпечних пристроїв для зберігання; механізацію та автоматизацію вантажо-розвантажувальних робіт тощо.

При транспортуванні вихідних матеріалів, заготовок, напівфабрикатів, готової продукції та відходів виробництва необхідно забезпечувати використання безпечних транспортних комунікацій, застосування засобів пересування вантажів, що виключають виникнення небезпечних та шкідливих виробничих факторів, механізацію та автоматизацію перевезення. У формуванні безпечних умов праці велике значення має врахування медичних протипоказань до використання персоналу у окремих технологічних процесах, а також навчання й інструктаж з безпечних методів проведення робіт.

До осіб, які допущені до участі у виробничому процесі, ставляться вимоги щодо відповідності їх фізичних, психофізичних і, в окремих випадках, антропометричних даних характеру роботи. Перевірка стану здоров'я працюючих має проводитися як при допуску їх до роботи, так і періодично згідно з чинними нормативами. Періодичність контролю за станом їх здоров'я повинна визначатися залежно від небезпечних та шкідливих факторів

виробничого процесу в порядку, встановленому Міністерством охорони здоров'я.

Особи, які допускаються до участі у виробничому процесі, повинні мати професійну підготовку (у тому числі з безпеки праці), що відповідає характеру робіт. Навчання працюючих із безпеки праці проводять на всіх підприємствах і в організаціях незалежно від характеру та ступеня небезпеки виробництва відповідно до ДНАСТ 0.00-4.12-99.

Основними напрямками забезпечення безпеки праці має бути комплексна механізація й автоматизація виробництва, це є передумовою для корінного покращання умов праці, зростання продуктивності праці та якості продукції, сприяє ліквідації відмінності між розумовою й фізичною працею. Але при автоматизації необхідно врахувати психічні та фізіологічні фактори, тобто узгоджувати функції автоматичних пристроїв з діяльністю людини-оператора. Зокрема, необхідно врахувати антропометричні дані останнього та його можливості до сприйняття інформації.

6.3 Заходи пожежної безпеки у цеху

Об'єкти сучасного виробництва у своїй більшості є пожежонебезпечними. На багатьох із них застосовуються технології з наявністю високих температур, тиску, парів легкозаймистих рідин, горючих газів, пилу тощо. Для сучасних підприємств характерні концентрація на невеликій площі значної кількості обладнання великий об'єм сучасних виробничих будівель, недостатній рівень протипожежного захисту.

Пожежі на промислових об'єктах можуть призводити до загибелі людей, величезних матеріальних втрат, екологічних катастроф. Тому пожежна безпека на підприємствах і в технологічних процесіх виробництва має стати одним із пріоритетних завдань менеджменту та персоналу таких об'єктів. Забезпечення пожежної безпеки – це досить складне соціально-економічне завдання, спрямоване на запобігання пожежам та ліквідацію пожеж, у випадку їхнього виникнення, з мінімальними наслідками.

Пожежну безпеку забезпечують системи запобігання пожежі та протипожежного захисту, а також організаційно-технічні заходи. Управління пожежною безпекою передбачає підвищення безпечності стану приміщень, обладнання та виробничих процесів [25]

Система пожежної безпеки – це комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання пожежі та збиткам від неї.

Пожежобезпека об'єкта – стан об'єкта, за якого з регламентованою ймовірністю виключається можливість виникнення й розвитку пожежі та впливу на людей небезпечних факторів пожежі, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

Рівень забезпечення пожежної безпеки – кількісна оцінка попереджених збитків у разі можливої пожежі.

Об'єкти, пожежі на яких можуть призвести до масового враження людей на них та на навколишній території, підприємства з небезпечними та шкідливими виробничими факторами, а також небезпекою пожежі повинні мати системи пожежної безпеки для зведення до мінімуму ймовірності виникнення пожежі. Конкретні значення такої ймовірності визначають проектувальники та технологи.

Системи пожежної безпеки мають запобігати впливу на людей небезпечних факторів пожежі, у тому числі їхніх вторинних проявів. Основними напрямками забезпечення пожежної безпеки є усунення умов виникнення пожежі та мінімізація її наслідків.

Пожежну безпеку забезпечують такі основні компоненти виробництва:

- технічна система, яка передбачає надійність обладнання, використання безпечних технологій, визначення обсягів вибухопожежонебезпечних речовин, проектні рішення, впровадження систем гасіння та гасіння пожеж, розміщення обладнання тощо;

- персонал, його підготовка, забезпечення регламентами та правилами роботи;

- система управління.

Системи пожежної безпеки спрямовані на:

- визначення вихідних причин ситуацій ризику виникнення пожеж внаслідок характерних властивостей та особливостей продуктів, речовин і матеріалів, які використовуються у виробничих процесах, енергії, яка споживається у виробництві, а також відповідних факторів людської діяльності;
- комплексний аналіз із метою створити ефективні засоби попередження пожежі шляхом нейтралізації дії сприяючих їй обставин;
- вивчення засобів і методів локалізації та гасіння пожеж;
- запобігання виникненню пожежі;
- пожежну безпеку людей та матеріальних цінностей.

Системи пожежної безпеки мають відповідати також економічним критеріям ефективності з урахуванням усіх стадій життєвого циклу об'єктів (проекткування, будівництво, експлуатація).

Аналіз пожежної небезпеки

Оскільки пожежа являє собою процес неконтрольованого горіння, то контроль за процесами, які сприяють умовам її виникнення, є основним інструментом запобігання пожежі.

На території підприємства це досягається попередженням створення горючого середовища та утворення в ньому джерел загоряння. Система запобігання пожежі має забезпечувати контроль горючого середовища, речовин і матеріалів, джерел теплової енергії та їхньої взаємодії з горючими речовинами та матеріалами.

Оцінка пожежонебезпечних властивостей речовин і матеріалів передбачає визначення комплексу показників, вибір яких залежить від агрегатного стану речовини (матеріалу) та умов їхнього використання. Дані про пожежонебезпечні властивості мають подаватися для всіх речовин, матеріалів, сумішей тощо, які застосовуються на виробничому об'єкті, з урахуванням особливостей і параметрів технологічних процесів. При відсутності таких параметрів їх визначають дослідним шляхом на установках, які пройшли

атестацію на право отримання експериментальних даних, або за допомогою стандартизованих розрахункових методів.

Аналіз пожежної безпеки технологічних процесів включає:

- оцінку пожежної безпеки речовин і матеріалів, які використовуються в технологічному процесі;
- вивчення технологічного процесу з метою визначити обладнання, ділянки або місця зосередження горючих матеріалів або можливого утворення парогазових горючих сумішей;
- визначення можливості утворення в горючому середовищі джерел загоряння;
- моделювання різноманітних варіантів аварій, шляхів розповсюдження пожежі та вибір проектної аварії;
- розрахунок категорії приміщень, будівель, установок за вибухопожежною і пожежною безпекою;
- визначення складу систем попередження пожежі та протипожежного захисту технологічних процесів;
- розробку заходів підвищення пожежної безпеки технологічних процесів і окремих їхніх ділянок.

Пожежна безпека технологічних процесів визначається на основі вивчення технологічного регламенту, технологічної схеми виробництва, показників вибухопожежної безпеки речовин і матеріалів, які використовуються у технологічному процесі, конструктивних особливостей апаратів, машин та агрегатів, схеми розташування небезпечного обладнання.

Заходи з попередження пожеж на підприємстві

На основі проведеного аналізу на підприємстві розробляється система заходів щодо попередження пожежі та протипожежного захисту технологічних процесів згідно з вимогами нормативних документів.

Протипожежні заходи базуються на вимогах щодо виключення джерела загоряння. Якщо це джерело не може бути ізольованим за умовами

технологічного процесу, то об'єкт (приміщення, устаткування) необхідно забезпечити надійною системою протипожежного захисту.

Технологічне обладнання за нормальних режимів роботи повинно бути пожежобезпечним, а на випадок несправностей та аварій необхідно передбачати захисні заходи, які обмежують масштаб та наслідки пожежі.

Виробництво, де є вибухопожежонебезпечні речовини й матеріали, повинно бути оснащене автоматичними засобами контролю параметрів вибухопожежонебезпечності процесу, сигналізацією граничних значень і системами блокувань, які перешкоджають виникненню аварійних ситуацій.

Технологічне устаткування, апарати й трубопроводи, в яких утворюється вибухопожежонебезпечні пари, повинні бути герметичними.

Об'ємно-планувальні та конструктивні рішення будівель промислових об'єктів повинні мінімізувати наслідки пожежі. У разі виникнення пожежі споруда, яку проектували й будували правильно, має протягом певного часу зберігати несучу здатність своїх конструкцій. Поява та поширення вогню й диму всередині будівлі мають бути обмеженими. Проектанти та будівельники повинні також ужити заходів, аби обмежити поширення пожежі на сусідні будівлі, дати можливість людям вільно залишити будівлю, а пожежно-рятувальним підрозділам – загасити пожежу.

РОЗДІЛ 7

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ

1. Всі складові ґрунтоцементу відповідають вимогам держаних стандартів.
2. Підібраний оптимальний склад ґрунтоцементу середньою густиною 1784 кг/м³: витрати цементу – 2,518 кг, добавки ефективних мікроорганізмів – 5 г, суглинок лесодій – 2,756 кг, вода – 1,127 л.
3. Встановлено, що при вмісті цементу на рівні 20 % від ваги скелету ґрунта, збільшення вмісту ЕМ добавки збільшує рухомість суміші, середню густину та міцність. Але позитивний ефект зберігається при вмісті добавки на рівні 2% від маси використаного цементу.
4. Найкращий позитивний ефект ЕМ добавки проявляється у більш рухомих ґрунтоцементних сумішах з В/Ц=2,7.
5. ЕМ добавка також підвищує здатність ґрунтоцементу до водопоглинання, але при високій рухомості суміші, коли В/Ц=2,7, спостерігається зворотній ефект і водопоглинання знижується.
6. Максимальна міцність ґрунтоцементу – 49 кгс/см² отримана при В/Ц 2,7 та вмісті ЕМ добавки 2% від ваги цементу та 20% вмісті цементу від ваги скелету ґрунту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Барашиков А.Я. Залізобетонні конструкції: Підручник А.Я. Барашиков, Л.М. Буднікова, Л.В. Кузнецов та ін.; За ред. А.Я. Барашикова. – К.: Вища шк., 1995. – 591 с.
2. Бойко І.П., Карпенко Ю.В., Новофастовський С.М. та ін. Методи випробовувань ґрунтів за допомогою буроін'єкційної палі великого діаметру. Окремі і фундаменти: Міжвідомчий науково-технічний збірник. – Вип. 328– К.: КНУБА, 2004. – с. 11– 16
3. Городжа А.Д., Трощинський Б.О., Козел В.П. Сучасний стан контролю якості залізобетонних палей бурових стовпів Ослози і фундаменти: Міжвідомчий науково-технічний збірник. – Вип. 329. – К.: КНУБА, 2006. – с. 34– 38.
4. Должиков Н.П. // Матеріали доповідей і повідомлень міжнарод. конф. “Нагальні проблеми ліквідації підтоплення ґрунтовими водами територій міст і селищ міського типу України” – К.: Тов-во “Знання” України, 1998. – Ч. I. – С. 29–31.
5. ДСТУ Б. В. 2.1-9-2002 Ґрунти. Методи польових випробувань статичним і динамічним зондуванням. – К.: Державний комітет України з будівництва та архітектури, 2002. – 24 с
6. Зоценко М.Л. До оцінки механічних властивостей ґрунтоцементу в залежності від вмісту його складових / М.Л. Зоценко, О.В. Борт, М.В. Бідношия, Р.В. Пограш Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2007. – Вип. 19. – С. 44 – 53.
7. Зоценко М.Л. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти: підручник М.Л. Зоценко, В.І. Коваленко, А.В. Яковлев, О.О. Петраков, В.Б. Швець, О.В. Школа, С.В. Біда, Ю.Л. Винников. – Полтава: ПолтНТУ, 2004. – 568 с.
8. Зоценко М.Л. Особливості армування ґрунтів вертикальними

- грунтоцементним елементами / М.Л. Зоценко, С.Ф. Пічугін, Р.В. Петраш, О.О. Гудімов Міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць (будівництво). – Київ: НДІБК, 2007.–Вип.66.– С. 65-72.
9. Зоценко М.Л. Порівняльна характеристика фундаментів будівель і споруд із паль та на армованій основі / М.Л. Зоценко, І.М. Сухоросов, Л.М. Зоценко Міжвідомчий наук.-техн. зб. наук. пр. (будівництво) / Держ. наук.-дослід. ін-т будівельних конструкцій Мінбуду України. – К.: НДІБК, 2007. – Вип. 66. – С. 405–409.
 10. Зоценко М.Л., Петраш О.Б. Визначення тривалості грунтоцементних конструкцій, котрі працюють на згин/ Збірник наукових праць (Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди). Вип. 24. – Рівне: ЛНТУ, 2012.– 575 с. (в обл.).
 11. Слюсаренко Ю. С. Проблеми будівництва в ущільненій міській забудові. Будівельні конструкції. – Міжвідомчий науково-технічний збірник. – Вип. 71, К.1 – К.: НДІБК, 2008.– С. 15-22.
 12. Черний Г.І. Принципи і методи розрахунків армування ґрунтових основ будівель / Г.І. Черний, Ю.С. Слюсаренко Будівельні конструкції: міжвід. наук.-техн. зб. – К.: НДІБК, 2007. – Вип. 66. – С. 3–10.
 13. Яковлев В.С. Зіставлення методів визначення несучої здатності пошмагичних паль / В.С. Яковлев, М.І. Лапін Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава : ПолтНТУ, 2008. – Вип. 22. – С. 184–192.
 14. Ярмолюк О.І. вплив чинників часу та вмісту органічної речовини на міцність зразків ґрунтоцементу / Збірник наукових праць (Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди). Вип. 24. – Рівне: ЛНТУ, 2012.– 575 с. (в обл.).
 15. Abbas N. Improvement of Geotechnical Properties of Silty sand Soils Using Natural Pozzolan and Lime. N. Abbasi, M. Mardien, M. Hadi Davoudi Proceedings of the International Symposium IS-G1, Brussels, 2012, Vol. 1, pp.

- 251–260.
16. Fatahi B. Application of Polypropylene and Carpet Fibres to Improve Mechanical Properties of Cement Treated Clay P. Fatahi, H. Khabbaz Proceedings of the International Symposium IS-GI, Brussels, 2012, Vol. 1, pp. 303–308
 17. Bond A.J. Effects of installing displacement piles in a high OCR clay / R.J. Jardine, A.J. Bond Geotechnique, Vol. 41, 1991, pp. 63–341.
 18. British Standard - 8004 code of practice for foundations / British Standards Institution, London, 1992, pp. 19–27.
 19. BS EN 1990 Eurocode 0: Basis of Structural Design / British Standards Institution, London, 1990, pp. 25–37.
 20. BS EN 1992-1:2004 Eurocode 2: Design of Concrete Structures, Part 1-1 General Rules and Rules for Buildings, British Standards Institution, London, 1990, pp. 51–72.
 21. BS EN 1997-1:2004 Eurocode 7: Geotechnical Design, Part 1 General Rules, British Standards Institution, London, 1994, pp. 17–35.
 22. Bzowka J. Selected problems connected with the use of the jet grouting technique / J. Bzowka, A. Juzwa, E. Wanik Proceedings of 18th International Conference on soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Paris, 2013, Vol.1, pp. 2437–2440.
 23. Cesar Consoli N. Rational criteria for the assessment of the target mechanical strength and stiffness of artificially sand-cement mixtures/ N. Cesar Consoli, A. Viana da Fonseca Proceedings of the International Symposium IS-GI, Brussels, 2012, Vol. 1, pp. 297–302.
 24. Cuira F. Numerical modeling of a soil-mixing column behavior and comparison with a full-size load test / F. Cuira, S. Costa d'Aguiar, A. Grzyb, F. Pellet, J.-F. Mosser, A. Guimond-Barret, A. Le Kouby Proceedings of 18th International Conference on soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Paris, 2013, Vol.1, pp. 2461–2464.

25. О.Г.Левченко, О.І. Полукаров, В. В.Зацарний, Ю. О. Полукаров, О. В. Землянська Охорона праці та цивільний захист: підручник, Київ: Основа. 2019. 472
26. ДСТУ ГОСТ 33-2003 Нафтопродукти. Прозорі і непрозорі рідини. Визначення кінематичної в'язкості і розрахунок динамічної в'язкості
27. ДСТУ ISO 3696:2003 Вода для застосування в лабораторіях. Вимоги та методи перевірки (ISO 3696:1987, ID1).
28. ДСТУ Б В.2.7-128:2006 Добавки активні мінеральні та добавки наповнювачі до цементу. Технічні умови
29. ДСТУ Б В.2.7-187:2009 Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення міцності на згин і стиск
30. ДСТУ Б В.2.7-44-96 Будівельні матеріали. Цементи. Відбір і підготовка проб.
31. ДСТУ Б В.2.7-46:2010 Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови
32. ДСТУ Б В.2.7-185:2009 Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення нормальної густоти, строків тужавлення та рівномірності зміни об'єму.
33. ДСТУ Б В.2.7-239:2010. Різчини будівельні. Методи випробувань (EN 1015-11:1999, NEQ).
34. ДСТУ Б В.2.7-23-95. Різчини будівельні. Загальні технічні умови.
35. ДСТУ ГОСТ 33-2003 Нафтопродукти. Прозорі і непрозорі рідини. Визначення кінематичної в'язкості і розрахунок динамічної в'язкості