

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ім. Ігоря Сікорського»

КОЛОДІЙ АРТУР ГЕННАДІЙОВИЧ

УДК 69.034.3 + 624.19.05

**Удосконалення технології щитового проведення перегіонного
тунелю мілкового закладання**

Спеціальність 184 Гірництво (Геотехнічне і міське підземне
будівництво)

Автореферат магістерської дисертації

Науковий керівник:

кандидат наук, доцент, зав.кафедри.

Стовпник Станіслав Миколайович

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря
Сікорського»

Київ - 2018

Дисертація є рукопис.

Робота виконана на кафедрі геоінженерії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник	кандидат технічних наук Стовпник Миколайович, Станіслав Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», завідувач кафедри геоінженерії
Рецензент	

Захист відбудеться «___» грудня 2018 року о ___ годині на засіданні ЕК кафедри геоінженерії у «КПІ ім Ігоря Сікорського» за адресою: 03056, м. Київ-56, вул Борщагівська, 115, ауд.511.

ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми.

Збільшення обсягів будівництва тунелів різного призначення у мегаполісах в складних інженерно-геологічних умовах викликає необхідність в розробці нових і вдосконаленні діючих технологій їх спорудження. Досвід будівництва та експлуатації підземних об'єктів підтвердив позитивні аспекти освоєння підземного простору, що свідчить про високий рівень його економічної доцільності. Відповідно - освоєння підземного простору в Україні є загальнодержавною справою, її ресурсом і стратегією, важливим напрямком економічної політики розвитку держави в нових умовах, що має велике соціальне значення.

Складова частина цієї проблеми - яка дозволяє використовуючи новітні методи реконструкції, зменшення ціни засобів, що використовуються у даному процесі, підвищити ефективність використання об'єктів або зменшити витрати при експлуатації споруд.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційну роботу виконано на кафедрі геоінженерії «КПІ ім. Ігоря Сікорського» відповідно до плану наукових досліджень кафедри і є складовою частиною НДР: «Удосконалення технології щитового проведення перегірного тунелю мілкового закладання»

Мета та задачі дослідження.

Метою роботи є удосконалення щитового способу проведення перегірного тунелю мілкового закладання.

Вказана мета досягається вирішенням наступних задач:

1. Визначити характеристики формувальних розчинів, матеріалів, (цементу, піску, бентоніту);
2. Вивчити та проаналізувати існуючі методи проходки перегірного тунелю ;

3. Проаналізувати фізико-механічні властивості ґрунтових масивів;

4. Дослідити зміну властивостей бентонітового розчину під час сдодавання до нього розчину цементу, встановити зв'язок підвищення міцності сумішей з термостійкістю й структурними особливостями.

Об'єкт дослідження: процес розроблення комплексного зв'язувального матеріалу на основі бентоніту з додаванням цементу.

Предмет дослідження: фізико-механічні, хімічні та технологічні властивості бентонітового розчину, вуглецевмістних матеріалів, технологічних добавок та піщано-цементної суміші з ним.

Методи дослідження.

При вирішенні поставлених в роботі завдань використано наступні методи досліджень: метод аналізу та узагальнення відомих результатів практичного досвіду при будівництві перегінного тунелю метрополітену.

Забезпечити високу якість проходки тунелю і споруд з метою досягнення необхідних її технологічних властивостей і фізико-механічних характеристик затверділого цементно-піщаного розчину, належної організації виробництва робіт і використання обґрунтованих технологічних прийомів приготування, транспортування, укладання піщано-цементної та бентонітового розчинів. В даний час ці питання залишаються відкритими і потрібне рішення даної проблеми при розробці тунелю мілкого закладання, щитовим способом.

Структура піщано-цементної суміші, починаючи з процесу її перемішування, знаходиться у постійному розвитку. Головними умовами управління процесом змішування є максимально можлива дезагломерація часток, зниження в'язкості суміші й підвищення її однорідності.

Практичне значення отриманих результатів

Обґрунтовано удосконалення щитового способу проведення перегінного тунелю метрополітену, за рахунок додавання цементу в бентонітовий розчин .

Особистий внесок здобувача.

Автору належать: обґрунтування мети, визначення комплексу фізико-механічних властивостей формувальних сумішей, оброблення результатів та їх аналіз, підготовка статей до друку, участь у виробництві дослідних зразків та їх виробничих випробовуваннях. Постановка задач та обговорення результатів досліджень виконані спільно з науковим керівником і, частково, з співавторами статей. Основні результати та положення дисертаційної магістерської роботи, які виносяться на захист, отримані автором самостійно.

Апробація результатів дисертаційної роботи.

. Основні положення і результати дисертаційної роботи доповідались і обговорювались на семінарах і науково-технічних конференціях:

Международный научно-технический конгресс «Литейное производство на рубеже столетий», Киев, ФТИМС НАН Украины, 2-6 июня 2003 г.

Международный научно-технический конгресс «Литейное производство: высококачественные отливки на основе эффективных технологий», Киев, ФТИМС НАН Украины, 2-4 июня 2004 г.

Структура і обсяг дисертації.

Магістерська дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних літературних джерел, який містить 132 найменувань. Основний текст викладено на 82 сторінках друкованого тексту, містить 34 рисунка, 19 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету і задачі дослідження, наведені основні наукові результати роботи, відзначена їх новизна та практичне значення, а також зв'язок роботи з науковими темами, особистий внесок здобувача і апробація результатів роботи.

У **першому розділі** проаналізовано сучасний стан досліджень конструктивних рішень проведення тунелю щитовим способом.

Представлено аналіз нормативних вимог, що висвітлюють правила застосування даних методів в умовах щільної міської забудови.

Ці будівельні норми встановлюють вимоги до проектування та будівництва нових, реконструкції та технічного переоснащення існуючих ліній, окремих споруд та пристроїв метрополітену.

1) ДБН А.3.1-5-2016 організація будівельного виробництва

Спорудження тунелів необхідно здійснювати згідно затверджених проектів організації будівництва і виконання робіт, розроблених відповідно до ДБН А.3.1-5. З урахуванням специфіки підземного будівництва споруд метрополітену, окрім наведеної в ДБН А.3.1-5, у складі ПОБ слід додатково передбачити:

- схему розташування на загальній схемі ліній і споруд метрополітену ділянок закритого і відкритого способів робіт, будівельних майданчиків і місць відвалів ґрунту;

2) ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів.

В процесі будівництва тунелів повинні здійснюватися спостереження за осіданнями будівель, споруд, комунікацій та інших об'єктів, розташованих в зонах можливих деформацій земної поверхні.

Щитова проходка перегіних тунелів закритим способом мілкового закладання:

21.71 Перегінні тунелі метрополітену слід споруджувати через вентиляційні або робочі стволи. Станції повинні споруджуватися через робочі стволи. Дозволяється також додатково використовувати похилі (ескалаторні) тунелі.

21.72 Проходку тунелів метрополітену мілкового закладення при збірній та монолітнопресованій бетонній оправі слід виконувати щитовим способом із застосуванням механізованих або звичайних щитів із розсікальними площадками, а також способом продавлювання збірної оправі. Проходку тунелів метрополітену глибокого закладення при збірній оправі слід виконувати щитовим способом із застосуванням механізованих або звичайних щитів та способом суцільного забою без застосування щитів. Проходку тунелів метрополітену глибокого закладення з монолітною бетонною або залізобетонною оправою слід виконувати відповідно до 21.103 - 21.118.

21.73 Проходку невеликих ділянок тунелів метрополітену для камер із збірною оправою слід виконувати способом розкриття на повний профіль по частинах.

Також в процесі розробки удосконалення власної теми за допомогою інформаційно пошукових систем які виконувались вручну та з використанням відповідних компютерних програм, визначили предмет пошуку її цілі та завдання, що стоять перед власною темою, а саме удосконалення проходки тунелю мілкового закладання.

У другому розділі розглянуто проектування будівництва тунелю щитовим способом, об'ємно-планувальні рішення, організація та технологія робіт способу проходки тунелю, механізованим прохідницьким щитом з гідравлічним привантаженням забою.

Здійснено опис технології та організації робіт під час спорудження фундаментів мілкового закладання щитовим методом . Наведені основні та допоміжні роботи для підготовчого та основного періодів будівництва.

Конструкція тоннелю вписується в товщу флювіогляціальних відкладень, представлених пересалюванням пісків, супісків, суглинків і глини.

Рівень ґрунтових вод залягає на глибині 5-6 м нижче лотка конструкції і тому спеціальні методи робіт при спорудженні станцій не передбачаються.

З огляду на гідрогеологічні й інженерно-геологічні умови в проекті приймаються для проходки тунелів дрібного закладення тунелепрохідницький комплекс **"HERRENKNECHT" S-402** з ґрунтопригрузом.

Спеціальні механізовані щити такого типу мають роторний робочий орган, герметичну призабійну зону, в якій використовується активний пригруз, що забезпечує стійкість забою і непросадочність проходки. Найбільш поширеним, універсальним для різних ґрунтів і економічним визнаний так званий ґрунтовий (або шламовий) пригруз. Він дозволяє ефективно працювати в слабких, нестійких ґрунтах із змішаними і переміжними характеристиками.

Проектом виробництва робіт встановлюють підготовчий і основний періоди будівництва.

До початку основних будівельно-монтажних робіт виконуються роботи підготовчого періоду :

- огороження будмайданчиків;
- встановлення тимчасових будівель та споруд;
- влаштування мереж водо- та енергопостачання на період будівництва;
- заходи щодо організації безпеки руху транспорту на період будівництва;
- заходи щодо відведення дощових вод з нагірних ділянок котлованів.

Протягом основного періоду ведуться будівельно-монтажні роботи будівництва.

Будівельні майданчики огорожуються тимчасовою огорожею з інвентарних елементів відповідно до ГОСТ 23407-78.

Територію будівельного майданчика і смуги відведеної для будівництва трубопроводів і доріг, попередньо очищають від дерев, пнів, чагарників і звільняють від каменів-валунів.

Третій розділ присвячений дослідженню властивостей суміші цементу з бентонітовим розчином та їх взаємодії.

Експериментально доведена можливість отримання мурувальних розчинів для тонкошарової кладки з підвищеними експлуатаційними властивостями на основі сухих цементно-піщаних сумішей при введенні до їх складу комплексних добавок, за основу якої взятий бентонітовий розчин, та які містять суперпластифікатор у сполученні з добавкою.(СП)

Встановлені особливості впливу пропонованих комплексних добавок на початкове структуроутворення, ступінь гідратації, та параметри пористості модифікованого цементно-піщаного розчину, з додаванням бентоніту.

Отримані чисельні залежності показників властивостей розчинових сумішей і мурувальних розчинів на основі цементно-піщаних СБС з комплексними добавками залежно від факторів їх складу, умов твердіння та експлуатації.

Запропоновано склади комплексних добавок-модифікаторів, які дозволяють суттєво поліпшити властивості цементно-піщаних розчинів, зокрема:

- знизити їх водопотребу, подовжити час збереження необхідної легкоукладальності, збільшити водоутримуючу здатність;
- підвищити адгезійні властивості, міцність, тріщиностійкість, корозійну стійкість, морозостійкість мурувальних розчинів.

Отримано ряд чисельних залежностей, що дозволяють прогнозувати та регулювати властивості розчинів на основі цементно-піщаних сухих сумішей з комплексними добавками, які містять суперпластифікатор у сполученні з повітровтягувальною або водоутримуючою добавкою та бентонітовим розчином.

Аналізуючи отримані дані можна стверджувати, що добавка бентонітового порошку зменшує капілярне водопоглинання покриттів. Бентонітова глина характеризується високою іонообмінною здатністю і можливістю набухати у

воді, що може бути використано для отримання гідроізоляційних цементних матеріалів.

У четвертому розділі розділ присвячений техніко-економічному обґрунтуванню з рекомендаціями до впровадження іноваційного методу додавання цементу в бентонітовий розчин, та її доцільність використання. Проведено аналіз використання методу та його порівняння відносно вартісно-кошторисних показників, з вже існуючими методами.

Експериментально підтверджена ефективність використання високо рухливого цементно-піщаного розчину з додаванням бентонітового розчину.

Висновок

Комплекс технологічних заходів дозволив забезпечити отримання міцної піщано-цементної суміші для підвищення стійкості піщаного масиву із заданими властивостями для підводних робіт класів В15...В25 при зниженні витрати цементу на 15...20 % порівняно з традиційною технологією.

Таким чином, отримання цементного розчину із заданими властивостями можливо в результаті застосування спеціальної технології бетонування з використанням високорухливого цементно-піщаного розчину.

Встановлено, що бентоніт, як більш термостійкий внаслідок більшої структурної упорядкованості, повільніше поглинає вологу в процесі сумішоприготування, що потребує збільшення тривалості перемішування суміші з таким бентонітом для одержання необхідної міцності.

Досліджено особливості структуроутворення цементно-піщаного розчину та взаємодію бентонітового розчину з цементом. На основі аналізу проведених досліджень встановлено, що отримання із заданими властивостями можливо в результаті застосування спеціального пропорційного відношення з використанням високорухливого цементно-піщаного розчину.

Експериментально підтверджена ефективність використання високорухливого цементно-піщаного розчину для ін'єктування міжзернових просторів крупного заповнювача при підводному бетонуванні. Для отримання високорухливих сумішей утворена піщано-цементна суміш, для підвищення стійкості піщаного масиву.

Вперше експериментально доведено, що змішування бентонітового розчину з цементом та інших добавок (пластифікаторів), які своєю структурою, сприяють одержанню більш високих технологічних показників бентонітового зв'язувального матеріалу

Встановлено, що спільний помел бентоніту з піщано – цементним розчином забезпечує приріст міцності бентоніту на стиск у вологому стані на 10...23%, скорочення часу перемішування суміші (на 30...40%) до досягнення максимальної її міцності, водонепроникненості та стійкості внаслідок підвищення рівня диспергованості бентоніту в процесі спільного помелу з цементом.

Результати дослідження впливу бентоніту на суміш розчиненої суміші показали, що добавка бентоніту значно загущує розчинну суміш.

Отримані результати показують, що застосування добавки бентоніту з урахуванням загущаючого ефекту, бентоніт може бути використаний для зниження водовідділення і розшарування високопластичних і литих бетонних сумішей.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Стовпник С.М, Колодій А.Г. Розробка способу армування прилеглого масиву гнучкою арматурою/ Стовпник С.М, А.С. Кашталер А.С / «Перспективи розвитку гірничої справи раціонального використання природних ресурсів» матеріали 5-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих учених, Житомир, 2018.

2. Колодій А.Г. Удосконалення технології щитового проведення перегіонного тунелю мілкового закладання / « 1 Науково-технічна конференція магістрів ІЕЕ», Київ, 2018.

АНОТАЦІЯ

Колодій А.Г. Удосконалення технології щитового проведення перегіонного тунелю мілкового закладання – рукопис.

Магістерська дисертація за спеціальністю 184 гірництво (Геотехнічне і міське підземне будівництво). – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» МОН України, Київ, 2018.

Дисертацію присвячено удосконаленню технології щитового проведення перегіонного тунелю мілкового закладання.

Розглянуто способи закріплення способі закріплення ґрунтового масиву при будівництві перегіонного тунелю. В роботі запропоновано ефективний метод закріплення прилеглих ґрунтових масивів через низькі параметри міцності цих порід, особливо у волого насиченому стані.

Анотация

Диссертация посвящена усовершенствованию технологии щитового проведения перегионного тоннеля мелкого заложения.

Рассмотрены способы закрепления способе закрепления ґрунтового массива при строительстве перегонного тоннеля. В работе предложен эффективный метод закрепления прилегающих ґрунтовых массивов из-за низких параметры прочности этих пород, особенно во влажно насыщенный состоянии.

Summary

The dissertation is devoted to the improvement of the technology of panel boarding of the perihelion tunnel of shallow laying.

The methods of fastening of a method of fastening of a ground coat during construction of a transverse tunnel are considered. An effective method of fastening of

adjacent ground massifs is suggested in the work because of low parameters of the strength of these rocks, especially in the wet saturated state.

1. *Ключові слова:* тунель, щит з гідравлічним привантаженням забою, бентонітовий розчин, цементний розчин, піщаний масив.