

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

ГРАНО НАТАЛІЯ ВОЛОДИМИРІВНА

**ГРУНТОМАТЕРІАЛИ НА ОСНОВІ МІНЕРАЛЬНИХ В'ЯЖУЧИХ,  
МОДИФІКОВАНИХ КОМПЛЕКСНОЮ ДОМІШКОЮ**

05.23.05 – будівельні матеріали та вироби

**Дисертація на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук**

Науковий керівник:  
Кожушко Валерій Петрович,  
кандидат технічних наук, професор

Суми – 2015

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	4
<b>Розділ 1. Аналіз способів закріплення суглинистих ґрунтів у шарах дорожнього одягу</b> .....	12
1.1. Використання ґрунтоматеріалів у будівництві.....	12
1.2. Закріплення ґрунтів мінеральними в'язучими.....	19
1.2.1. Закріплення ґрунтів вапном.....	19
1.2.2. Закріплення ґрунтів цементом.....	20
1.3. Використання шлаку в будівництві.....	21
1.4. Сучасні способи закріплення ґрунтів .....	25
1.5. Покращення властивостей закріплених ґрунтів за допомогою домішок.....	28
1.6. Використання хімічних домішок у композитах, що містять мінеральні в'язучі.....	32
<b>Висновки за розділом 1. Мета, задачі дослідження</b> .....	40
<b>Розділ 2. Матеріали та методи, прийняті для дослідження</b> .....	43
2.1. Схема причинно-наслідкових зв'язків проведення експериментів...	43
2.2. Методи досліджень. Структурно-логічна схема досліджень.....	43
2.3. Методика виготовлення й випробування зразків .....	47
2.4. Фізико-хімічні методи дослідження зразків закріпленого ґрунту.....	50
2.5. Хімічний склад та технічні властивості матеріалів.....	52
2.5.1. Ґрунти.....	52
2.5.2. Мінеральні в'язучі та вода.....	54
2.5.3. Доменний шлак.....	55
2.5.4. Технічні властивості обраних для дослідження домішок системи «Релаксол».....	56
<b>Висновки за розділом 2</b> .....	61

<b>Розділ 3. Розвиток теоретичних уявлень про процеси структуроутворення в ґрунтомінеральних композиціях, модифікованих комплексною домішкою.....</b>	<b>62</b>
3.1 Форми та зв'язки води в ґрунтах.....	62
3.2 Аналіз існуючих колоїдно-хімічних закономірностей з метою їх використання для отримання високоефективних ґрунтоматеріалів.....	69
3.3 Розробка схем утворення електрогетерогенних та електрогетерогенних контактів у глинистих ґрунтах, у тому числі укріплених мінеральними в'язучими.....	80
<b>Висновки за розділом 3.....</b>	<b>87</b>
<b>Розділ 4. Експериментальні дослідження структуроутворення закріплюваних ґрунтів.....</b>	<b>89</b>
4.1. Фізико-механічні випробування.....	89
4.2. Рентгенографічні дослідження.....	100
4.3. Дослідження твердіння ґрунтомінеральної суміші за допомогою ІЧ - спектроскопії.....	105
4.4. Мікроскопічні дослідження.....	109
<b>Висновки за розділом 4.....</b>	<b>121</b>
<b>Розділ 5. Упровадження результатів теоретичних та експериментальних досліджень у виробництво та їх економічна ефективність.....</b>	<b>123</b>
5.1. Розробка технологічної схеми влаштування основи з закріплених ґрунтів підвищеної міцності.....	123
5.2. Дослідно-виробниче впровадження результатів досліджень.....	134
5.3. Техніко-економічне обґрунтування використання закріплених ґрунтів із комплексною хімічною домішкою.....	139
<b>Висновки за розділом 5.....</b>	<b>142</b>
<b>Загальні висновки.....</b>	<b>144</b>
<b>Список використаних джерел.....</b>	<b>147</b>
<b>Додатки.....</b>	<b>167</b>

## ВСТУП

**Актуальність теми дослідження.** Традиційне будівництво автомобільних доріг в Україні пов'язане зі значною витратою енергії, матеріалів та інших ресурсів. Вартість привозних матеріалів (щебінь, пісок), їх транспортування істотно впливають на загальну вартість дорожнього одягу. Проблема забезпечення дорожньо-будівельними матеріалами може бути вирішена, головним чином, шляхом більш широкого застосування замість кондиційних піску та, особливо, щебеню в конструктивних шарах дорожніх одягів композиційних матеріалів на основі місцевих ґрунтів, відходів промисловості й в'язучих речовин.

Використовуючи матеріали на основі ґрунту, актуальним залишається питання забезпечення потрібних міцності, водо- і морозостійкості матеріалу, мінімальних усадкових деформацій.

Аналіз світового та вітчизняного досвіду дозволяє припустити, що оптимальним рішенням цієї проблеми може стати застосування ґрунтоматеріалів з мінеральними та хімічними домішками, що забезпечать отримання надійних конструкцій основ доріг, будівель та споруд.

У дослідженнях, присвячених вивченню властивостей закріплених ґрунтів, з метою отримання високих показників міцності, значну увагу приділялось проблемам технологічного характеру. Проте можливість регулювання властивостей ґрунтів у достатній мірі не вивчена.

У зв'язку з цим тема дисертації, присвячена теоретичним та експериментальним дослідженням фізико-хімічних процесів, механізмів, явищ, що обумовлюють структуроутворення, формування властивостей ґрунтоматеріалів, підвищення їх міцності, водо- й морозостійкості, експлуатаційної надійності при низькому рівні трудовитрат, є актуальною.

Отже, *тема дисертації*, що присвячена теоретичним та експериментальним дослідженням фізико-хімічних процесів, механізмів, явищ при структуроутворенні, формуванні властивостей ґрунтоматеріалів із

метою підвищення їх міцності, водо- й морозостійкості, експлуатаційної надійності при низькому рівні трудовитрат, *є актуальною*.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконана на кафедрі будівельного виробництва Сумського національного аграрного університету.

Виконання роботи здійснювалося в межах держбюджетної науково-дослідної роботи СНАУ за темою «Використання місцевих матеріалів та відходів промислового виробництва в будівництві» (№ДР 0106U009410).

**Мета дослідження** – розвиток теоретичних уявлень про процеси структуроутворення в суглинистих ґрунтах у присутності мінеральних в'язучих речовин, активних мінеральних домішок та домішок суперпластифікаторів, і розробка на цій основі складів закріпленого ґрунту підвищеної міцності, експлуатаційної надійності й довговічності з метою використання в якості основ доріг, будівель і споруд різного сільськогосподарського призначення.

**Наукова гіпотеза.** З метою покращення фізико-механічних властивостей глинистих ґрунтів – підвищення їх міцності та водостійкості, зниження деформативності та набухання – необхідне створення в їх структурі максимально можливої кількості електрогетерогенних (ЕГК) та концентраційних електрогомогенних контактів (ЕГомК).

У разі введення в ґрунт закріплюючих компонентів утворюються переважно контакти не між окремими частинками ґрунту, а між їх агрегатами, всередині яких переважають ЕГомК через прошарки води, що мають низьку міцність та є неводостійкими.

Уведення добавок суперпластифікаторів – аніоноактивних поверхнево активних речовин спільно із закріплюючим компонентом сприяє пептизації – руйнуванню агрегатів ґрунту й утворенню контактів між окремими частинками.

Відповідно до зазначеної мети з урахуванням викладеної наукової гіпотези **поставлено наступні основні задачі:**

– *виконати* аналіз існуючих даних про склади та властивості ґрунтомінеральних композитів, що використовуються з метою влаштування основ із закріпленого ґрунту, і критичний аналіз існуючих теоретичних уявлень про процеси структуроутворення в ґрунтомінеральних композитах;

– *розвинути* існуючі теоретичні уявлення про процеси структуроутворення в суглинистих ґрунтах у присутності цементу або вапна з додаванням суперпластифікатора й меленого шлаку;

– *виконати* комплексні лабораторні дослідження з метою перевірки нових теоретичних уявлень та розробки вискоєфективних ґрунтомінеральних композитів для влаштування основ із закріпленого ґрунту;

– *виконати* експлуатаційні дослідження та впровадити нові матеріали й технології при влаштуванні конструктивних шарів основ дорожнього одягу із закріплених ґрунтів.

**Об’єктом дослідження** є ґрунтоматеріали, модифіковані мінеральними в’язучими речовинами, активними мінеральними та комплексними хімічними домішками, що використовуються в якості основ доріг, будівель і споруд різного сільськогосподарського призначення.

**Предметом дослідження** є властивості, взаємодії, механізми та процеси при отриманні та використанні модифікованих ґрунтоматеріалів, що використовуються в якості основ доріг, будівель і споруд різного сільськогосподарського призначення.

**Методи дослідження.** Вивчення фізико-механічних та експлуатаційних властивостей ґрунтоматеріалів було здійснено за допомогою стандартних методик. Дослідження новоутворень ґрунтоматеріалів виконано за допомогою рентгенофазового аналізу (РГ) із застосуванням дифрактометра ДРОН-3 й інфрачервоної спектроскопії (ІЧС) – ІЧ-Фур’є-спектрометра Bruker ALPHA. Для вивчення мікро- й субмікроструктури ґрунтоматеріалів

застосовано електронно-мікроскопічні дослідження за допомогою електронного скануючого мікроскопу РЭММА-102, структурні елементи надмолекулярного рівня – додатковим збільшенням за допомогою сканера та ПЕОМ.

**Ступінь достовірності та обґрунтованості результатів досліджень** забезпечений використанням у теоретичних дослідженнях фундаментальних положень та закономірностей колоїдної хімії, фізико-хімічної механіки дисперсних систем, використанням в експериментах комплексу стандартних фізико-механічних, фізико-хімічних методів досліджень, методів статичної обробки результатів досліджень, а також підтвердженням теоретичних і експериментальних досліджень експлуатаційними дослідженнями та впровадженням під час будівництва дослідної ділянки автодорожнього з'їзду.

### **Наукова новизна одержаних результатів**

1. Розвинуто теоретичні уявлення про процеси структуроутворення в суглинистих ґрунтах, закріплених цементом або вапном з доменним шлаком та з додаванням суперпластифікатора. Установлено, що між частинками ґрунту, шлаку або гідросилікатного гелю з негативним електроповерхневим потенціалом і кристалогідратами з позитивним електроповерхневим потенціалом утворюються електрогетерогенні контакти, міцність яких забезпечується іон-іонними та іон-дипольними взаємодіями між потенціалвизначальними іонами частинок ґрунту, шлаку або гелю й кристалогідратів та молекулами адсорбційних шарів води між ними.

2. Установлено, що введення домішок суперпластифікаторів – аніоноактивних поверхнево-активних речовин спільно з закріплюючим компонентом сприяє пептизації агрегатів ґрунту й утворенню додаткової кількості контактів між окремими частинками.

3. Уперше запропоновано схеми утворення електрогомогенних (між однойменно зарядженими частинками ґрунту та/або шарами адсорбованих протиіонів) та електрогетерогенних (між різнойменно зарядженими поверхнями частинок ґрунту, шлаку, кристалогідратів та гелевих продуктів

гідратації) контактів у глинистих ґрунтах, у тому числі укріплених мінеральними в'язучими, що забезпечують підвищення міцності та водостійкості, зниження деформативності та набухання ґрунту.

4. Доведено, що додавання комплексних хімічних домішок, які містять суперпластифікатор на меламінсульфованій або нафталіновій основі й прискорювачі типу роданіду або тіосульфату натрію в ґрунтомінеральну композицію на основі суглинистих ґрунтів і цементу або вапна та меленого шлаку, забезпечує уповільнення процесу зростання зародків  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  та підвищення їх дисперсності, при цьому пори характеризуються меншими розмірами й об'ємом у порівнянні з контрольним зразком ґрунту.

**Практичне значення** отриманих результатів полягає в розробці та впровадженні нових матеріалів та технологій для улаштування основ доріг, будівель і споруд різного сільськогосподарського призначення на основі ґрунтоматеріалів з підвищеними фізико-механічними та експлуатаційними характеристиками.

Зазначені матеріали й технології успішно впроваджено під час будівництва основи доріг в сільських районах Сумської області (Додаток Б - «Акт виконання дослідної ділянки будівництва автодорожнього з'їзду в с. Попівка, Конотопського району, Сумської області», додаток В - «Акти обстеження дослідної ділянки»), а також під час розробки «Технічних вказівок на будівництво дослідної ділянки автомобільної дороги з використанням закріпленого вапном ґрунту з хімічною домішкою суперпластифікатора С-3Р» (Додаток А).

Матеріали дисертаційної роботи впроваджені в навчальному процесі Сумського національного аграрного університету, Політехнічного технікуму КІСумДУ, а також у виробництво – на підприємствах Служби автомобільних доріг у Сумській області. Результати дисертаційної роботи можуть бути використані як у дорожньому, так і в промисловому та в цивільному будівництві.



Основний економічний ефект за період упровадження розробок за дисертацією склав 13598 грн. Він обумовлений виконанням будівництва дослідної ділянки автодорожнього з'їзду в Сумській області. У порівнянні з традиційною технологією закріплення ґрунтів і з урахуванням підвищення довговічності (в 1,67 рази) економія склала 34,00 грн. / м<sup>2</sup> (31 %).

#### **Особистий внесок здобувача:**

- *виконання* комплексних лабораторних досліджень із метою перевірки нових теоретичних уявлень;
- *розробка* комплексу високоефективних ґрунтотінеральних композитів з метою влаштування основ із закріпленого ґрунту;
- *розробка* технічних вказівок з проектування та технології влаштування конструктивних прошаків дорожніх одягів із закріплених ґрунтів дослідженої композиції;
- *проведення* експлуатаційної перевірки результатів дослідження.

У співавторстві виконано теоретичні та експериментальні дослідження, пов'язані з розробкою теоретичних основ створення ґрунтотеріалів на основі в'язучих, модифікованих комплексними домішками, та впроваджено результати досліджень.

Участь автора в публікаціях результатів досліджень відображена в переліку опублікованих праць.

#### **Апробація результатів дослідження**

Основні положення дисертаційної роботи доповідались, обговорювались та одержали позитивну оцінку на наукових та науково-практичних конференціях і семінарах, а саме: Міжнародній науково-технічній конференції молодих вчених та аспірантів «Современные технологии строительства и эксплуатации автомобильных дорог» (м. Харків, 24–28 квітня 2008 р.); Міжнародній науково-технічній конференції, присвяченій 80-річчю ХНАДУ та дорожньо-будівельного факультету «Проектування, будівництво і експлуатація нежорстких дорожніх одягів» (м. Харків, 28–29 жовтня 2010 р.); Міжнародній науково-технічній

конференції «Сучасні методи проектування, будівництва та експлуатації систем водовідводу на автомобільних дорогах» (м. Київ, 1–2 березня 2012 р.); Науково-практичних конференціях викладачів, аспірантів та студентів СНАУ (м. Суми, 2010–2012 рр.), Всеукраїнській Інтернет-конференції молодих вчених і студентів «Проблеми сучасного будівництва» (м. Полтава, 21–22 листопада 2012 р.), 5-й Міжнародній науково-технічній конференції з будівельних матеріалів, конструкцій та споруд «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті» (м. Харків, 23–24 квітня 2015 р.).

**Публікації.** Результати дисертаційної роботи опубліковано в 16 наукових працях, із них: 8 – статей у виданнях, рекомендованих МОН України, 2 статті – у виданнях, які включені до міжнародних наукометричних баз, 5 – тези доповідей в матеріалах наукових конференцій, 1 патент України на корисну модель.

**Структура дисертації.** Дисертація складається зі вступу, 5 розділів, загальних висновків, додатків і викладена на 124 сторінках основного тексту. Повний обсяг становить 177 сторінок і містить 59 рисунків, 25 таблиць, список літературних джерел із 174 найменувань на 20 сторінках, 4 додатки на 11 сторінках.

*Здобувач висловлює щиру вдячність колективу кафедри «Будівельних матеріалів конструкцій і споруд» Українського державного університету залізничного транспорту за консультативну підтримку при узагальненні теоретичних і експериментальних даних.*

## Список використаних джерел

1. Основи та підвалини будинків і споруд: Ґрунти. Класифікація : ДСТУ Б В.2.1-2-96 (ГОСТ 25100-95). – [Чинний від 96-11-01]. – К. : Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 1997. – 51 с. – (Державний стандарт України).
2. Лысенко М.П. Состав и физико-механические свойства грунтов / М.П. Лысенко. – М. : Недра, 1980. – 272 с.
3. Совершенствование теоретических основ укрепления грунтов комплексными вяжущими с целью получения высокопрочных дорожных конструкций / РосдорНИИ, СоюздорНИИ. – М., 2002. – 48 с.
4. Крутов П.И. Строительные материалы из местного сырья в сельском строительстве / П.И. Крутов, Н.И. Склизов, А.Д. Терновский – М. : Стройиздат, 1978. – 284 с.
5. Абелев М.Ю. Строительство промышленных и гражданских сооружений на слабых водонасыщенных грунтах / М.Ю. Абелев. – М. : Стройиздат, 1983. – 248 с.
6. Безрук В.М. Как построить дорогу из цементогрунта / В.М. Безрук. – М. : Автотрансиздат, 1963. – 37 с.
7. Щербакова Р.П. Дорожные одежды из цементогрунтов / Р.П. Щербакова, В.М. Могилевич, О.В. Тюменцева. – М. : Транспорт, 1973. – 214 с.
8. Безрук В.М. Теоретические основы укрепления грунтов цементами / В.М. Безрук. – М. : Автотрансиздат, 1956. – 248 с.
9. Грано Н.В. Композиція для укріплення зв'язних ґрунтів / Н.В. Грано // Матеріали наук.-практ. конф. викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (20-29 квітня 2010 р.) : в 3-х т. – Суми : Університетська книга, 2010. – Т. III. – С. 104.
10. Безрук В.М. Методы комплексного укрепления грунтов цементами с добавками извести и электролитов / В.М. Безрук – М. : Автотрансиздат, 1958. – 17 с.

11. Вандаловский А.Г. Исследование возможности использования глиноцементных образцов для строительства сооружений гражданского назначения / А.Г. Вандаловский, И.Э. Казимагомедов, Е.В. Григоренко // Наука молодых – интеллектуальный потенциал XXI века : сб. докл. междунар. науч.-практич. конф. (Пенза, 11 апреля 2014 г.). – ПГУАС, 2014. – С. 35-39.
12. Сиденко В.М. Технология строительства автомобильных дорог, ч. II. Технология строительства дорожных одежд / В.М. Сиденко., О.Т. Батраков, А.И. Леушин. – Киев : Вища школа, 1970. – 330 с.
13. Распределение энергии воздействия движущегося транспорта в элементах системы «дорожная конструкция – грунт» / С.К. Илиополов, М.Г. Селезнёв, А.А. Ляпин, Е.В. Углова // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2001. – № 9. – С. 14-16.
14. Безрук В.М. Укрепление грунтов / В.М. Безрук. – М. : Транспорт, 1965. – 340 с.
15. Безрук В.М. Современные методы строительства дорожных оснований и покрытий из грунтов, укрепленных цементом, известью, битумом, дегтем / В.М. Безрук, Л.Н. Ястребова. – М. : Автотрансиздат, 1960. – 200 с.
16. Ребиндер П.А. Физико-химическая механика как основа укрепления грунтов в дорожном строительстве и производстве материалов на основе грунтов / П.А. Ребиндер // Труды совещания по теоретическим основам технической мелиорации грунтов. – М. : МГУ, 1961. – С. 48-53.
17. Безрук В.М. Основные принципы комплексного укрепления грунтов / В.М. Безрук // Вопросы инженерной геологии и грунтоведения. – М. : МГУ, 1976. – С. 17-25.
18. Безрук В.М. Теоретические основы укрепления грунтов цементами / В.М. Безрук. – М. : Автотрансиздат, 1956. – 248 с.
19. Грано Н.В. Композиція для укріплення зв'язних ґрунтів / Н.В. Грано, В.П. Кожушко // Проектування, будівництво і експлуатація нежорстких дорожніх одягів : мат. міжнар. наук.-техн. конф., яка присвячена 80-річчю

ХНАДУ та дорожньо-будівельного ф-ту (м. Харків, 2010 р.). – Х. : ХНАДУ, 2010. – С. 95-97.

20. Безрук В.М. Устройство цемента-грунтовых оснований и покрытий / В.М. Безрук, К.А. Князюк. – М. : Дориздат, 1950. – 105 с.

21. Ребиндер П.А. Новые проблемы коллоидной химии минеральных вяжущих материалов / П. А. Ребиндер, Е.Е. Сегалова // Природа. – 1952. – № 12. – С. 10-12.

22. Ребиндер П.А. Поверхностно-активные вещества / П.А. Ребиндер. – М. : Знание, 1961. – 46 с.

23. Ребиндер П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах : избр. труды / П.А. Ребиндер. – М. : Наука, 1979.– 384 с.

24. Ребиндер П.А. Физико-химическая механика дисперсных структур / П.А. Ребиндер // Физико-химическая механика дисперсных структур. – М. : Наука, 1966. – С. 3-28.

25. Ребиндер П.А. Физико-химическая механика как основа укрепления грунтов в дорожном строительстве и производстве материалов на основе грунтов / П.А. Ребиндер // Труды совещания по теоретическим основам технической мелиорации грунтов. – М. : МГУ, 1961. – С. 48-53.

26. Ребиндер П.А. Физико-химическая механика : Новая область науки / П.А. Ребиндер. – М. : Знание, 1958. – 64 с.

27. Ребиндер П.А. Физико-химические представления о механизме схватывания и твердения минеральных вяжущих веществ / П.А. Ребиндер // Труды совещания по химии цемента. – М. : Промстройиздат, 1961. – С. 74-78.

28. Ржаницин Б.А. Химическое закрепление грунтов в строительстве / Б.А. Ржаницин. – М. : Стройиздат, 1986. – 264 с.

29. Лысенко М.П. Состав и физико-механические свойства грунтов / М.П. Лысенко. – М. : Недра, 1980. – 272 с.

30. Маслов Н.Н. Инженерная геология / Н.Н. Маслов, М.Ф. Котов. – М. : Изд-во лит-ры по строительству, 1971. – 341 с.

31. Хархута Н.Я. Прочность, устойчивость и уплотнение грунтов земляного полотна автомобильных дорог / Н.Я. Хархута, Ю.М. Васильев. – М. : Транспорт, 1975. – 288 с.
32. Левчановский Г.Н. Укрепление грунтов известью в дорожном и аэродромном строительстве / Г.Н. Левчановский, Л.А. Марков, Г.А. Попандопуло. – М. : Транспорт, 1977. – 149 с.
33. Борисова Е.Г. Теоретические основы цементации грунтов известью / Е.Г. Борисова // Грунтоведение : сб. науч. трудов / МГУ. – М., 1953. – Кн. 3. – С. 102-144.
34. Некоторые результаты исследования структуры естественных и укрепленных известью грунтов / Г.Н. Левчановский, В.С. Матвиенко, Ю.Е. Капустин, О.Г. Таскаев // Пути повышения качества и эффективности строительства, реконструкции, содержания автомобильных дорог и искусственных сооружений на них : сб. науч. трудов. – Барнаул. : АлтГТУ, 2001. – 340 с.
35. Левченко А.В. Укрепление грунтов известью / А.В. Левченко, В.М. Кнатько // Автомобильные дороги. – 1984. – № 7(632) – С. 20-21.
36. Охотин В.В. Укрепление грунтовых дорожных оснований добавками извести / В.В. Охотин, Л.С. Лившиц, В.И. Васильев // Новости дорожной техники. – М. : Дориздат, 1941.– Сб. № 3. – С.10-23.
37. Сасько Н.Ф. Влияние влажности среды на формирование структурно-механических свойств известкованных грунтов / Н.Ф. Сасько, И.С. Чоборовская // Строительство и эксплуатация дорог и мостов. – К. : Будівельник, 1974 .– Вып. 3. – С. 33-39.
38. Швайко В.В. Изучение морозостойкости грунтов, укрепленных известью, для устройства дорожных оснований / В.В. Швайко // Труды совещания по теоретическим основам технической мелиорации грунтов, (1-4 февраля 1960 г.). – М. : Изд-во МГУ, 1961.– С. 234-242.

39. Сасько Н.Ф. Известкование грунтов с целью повышения устойчивости земляного полотна / Н.Ф. Сасько, И.С. Чоборовская // Строительство и эксплуатация дорог и мостов. – К., 1975. – С. 9-16.
40. Беляев Н.Н. Обеспечение морозостойкости грунтов, укрепленных известью, при строительстве автомобильных дорог на северо-западе РСФСР: дис. ...канд. техн. наук : 05.23.14 / Беляев Николай Николаевич. – Л., 1984. – 228 с.
41. Морозов С.А. Повышение эффективности укрепления грунтов известью с целью создания устойчивых оснований под дорожное покрытие / С.А. Морозов // Труды совещания по теоретическим основам технической мелиорации грунтов, (1-4 февраля 1960 г.). – М. : Изд-во МГУ, 1961. – С. 205-215.
42. Швайко В.В. Исследование морозостойкости грунтов, укрепленных известью, для устройства дорожных оснований : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.14 / Швайко Виталий Владимирович. – Саратов, 1963. – 310 с.
43. Першин М.Н. Укрепление грунтов формалином и мочевиной с использованием регулятора процессов образования и отвержения смолы / М.Н. Першин, А.П. Платонов, Л.К. Пуцейко // Закрепление и уплотнение грунтов в строительстве. – К. : Будівельник, 1974. – С. 211-212.
44. Путилин Е.И. Исследование физико-механических свойств грунтов, укрепленных известью с добавками химических веществ / Е.И. Путилин // Труды СоюздорНИИ. – 1973. – Вып. 66. – С. 99-117.
45. Роде А.А. Основы учения о почвенной влаге / А.А. Роде. – Л. : Гидрометиздат, 1965. – 663 с.
46. Строкова В.В. Влияние вида глинистого грунта на прочность грунтобетона / В.В. Строкова, А.Ф. Щеглов, М.А. Николаенко // Эффективные материалы, технологии, машины для строительства и эксплуатации автомобильных дорог. Обеспечение безопасности движения : сб. трудов междунар. конф. «Научные исследования наносистемы и



ресурсосберегающие технологии в стройиндустрии». – Белгород, 2007.– Ч. 4. – С. 308-310.

47. Белятинський А.О. Використання відвальних шлаків різних виробництв в дорожньому будівництві / А.О. Белятинський, К.В. Краюшкіна // Збірник наук. праць. – К : ДерждорНДІ, 2010. – Вип. 12. – С. 24-31.

48. Сиверцев Г.И. Гидратация шлаковых вяжущих / Г.И. Сиверцев // Доменные шлаки в строительстве : труды совещания. – К. : Госстройиздат, 1956. – С. 85-100.

49. Дмитрієва Е.В. Використання металургійних шлаків в дорожньому будівництві / Е.В. Дмитрієва, В.С. Титар // Современные технологии строительства и эксплуатации автомобильных дорог : материалы междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых и аспирантов, (г. Харьков, 2008 г.) – Х. : ХНАДУ, 2008. – С. 86-88.

50. Рубанов Ю.К. Активация и технологические свойства шлаков, склонных к силикатному распаду / Ю.К. Рубанов, И.В. Старостина, Е.И. Евтушенко // Современные проблемы строительного материаловедения : материалы пятых академических чтений РААСН. – Воронеж : Воронежская гос. арх.-строит. акад., 1999. – С. 380-383.

51. Горшков В.С. Исследование процесса гидратации минералов, входящих в состав шлаков / В.С. Горшков, Т.А. Хмелевская // Труды ВНИИСМ. – М.,1960. – Вып. 2. – С. 75-125.

52. Казимагомедов І.Е. Тонкомолотые шлаки металлургии в производстве строительных материалов / І.Е. Казимагомедов, А.В. Рачковский, Ф.И. Казимагомедов // Науковий вісник будівництва. – Харків, 2012. – Вип. 69. – С. 196-200.

53. Будівельне матеріалознавство : підручник / за ред. П.В. Кривенка. – К. : ТОВ УВПК «ЕксОб», 2006. – 367 с.

54. Горшков В.С. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ / В.С. Горшков, В.В. Тимашев, В.Г. Савельев. – М. : Высшая школа, 1981. – 335 с.

55. Сватовская Л.Б. Активированное твердение цементов / Л.Б. Сватовская, М.М. Сычѳв. – Л. : Стройиздат, 1983. – 164 с.
56. Бутт Ю.М. Химическая технология вяжущих веществ / Ю.М. Бутт, М.М. Сычев, В.В. Тимашев. – М. : Высшая школа, 1980. – 472 с.
57. Аяпов У.А. Твердение вяжущих с добавками-интенсификаторами / У.А. Аяпов, Ю.М. Бутт. – Алма-Ата : Наука, 1978. – 234 с.
58. Каприелов С.С. Свойства высокопрочного бетона, подвергнутого периодическому воздействию температуры / С.С. Каприелов, А.Л. Гольденберг // Строительные материалы. – 2013. – № 3. – С. 60-66.
59. Тюменцева О.В. Комплексное укрепление грунтов цементом и органическими соединениями / О.В. Тюменцева, Н.С. Дежина // Труды СоюздорНИИ. – 1997. – № 1. – С. 92-95.
60. Кочеткова Р.Г. Улучшение свойств глинистых грунтов стабилизаторами / Р.Г. Кочеткова // Автомобильные дороги. – 2006. – № 3. – С. 25-28.
61. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии : учеб. для вузов / Д.А. Фридрихсберг. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Химия, 1984. – С. 196.
62. Плуґін А.М. Фізико-хімічна механіка будівельних матеріалів і конструкцій : навч. посібник / А.М. Плуґін, Л.В. Трикоз, А.А. Плуґін. – Харків : ХарДАЗТ, 1998. – Ч. 1. – 109 с.
63. Карацупа С.В. Разработка композиционного материала для дорожного строительства с учетом минерального состава применяемых грунтов / С.В. Карацупа, Т.В. Дмитриева, А.Ф. Щеглов // Эффективные материалы, технологии, машины для строительства и эксплуатации автомобильных дорог. Обеспечение безопасности движения : сб. трудов междунар. конф. «Научные исследования наносистемы и ресурсосберегающие технологии в стройиндустрии». – Белгород, 2007. – Ч. 4. – С. 139-141.
64. Матеріали геосинтетичні. Методи випробувань : СОУ 45.2-00018112-025:2007. – [Чинний від 2008-03-01]. – К. : Укравтодор, 2007. – 110 с. – (Стандарт організації України).

65. Гришина В.А. Грунтобетон с микроармирующими минеральными и органическими добавками для строительства сельских дорог и сооружений: дис. ... канд. техн. наук : 05.23.05 / Гришина Виктория Александровна. – Новосибирск, 2010. – 163 с.
66. Жданюк В.К. Властивості комплексно укріпленого ґрунту для будівництва конструктивних шарів дорожніх одягів автомобільних доріг / В.К. Жданюк, А.С. Лапченко, Я.І. Панасюк // Наукові нотатки. – Луцьк, 2012. – Вип. 37. – С. 101-104.
67. Жданюк В.К. Властивості цементоґрунту з добавками поліпропіленової фібри / В.К. Жданюк, А.С. Лапченко, Я.І. Панасюк // Автошляховик України. – 2012. – № 1(226). – С. 30-32.
68. Архипов И.И. Глиносырцовые материалы в сельском строительстве / И.И. Архипов. – М. : Минсельхоз, 1960. – 80 с.
69. Безрук В.М. Основные принципы укрепления грунтов / В.М. Безрук. – М. : Транспорт, 1987. – 32 с.
70. Безрук В.М. Укрепления грунтов в дорожном и аэродромном строительстве / В.М. Безрук. – М. : Транспорт, 1971. – 246 с.
71. Морозов С.С. Цементирующая способность глинистых частиц некоторых грунтов СССР по отношению к кварцевому песку по сравнению с портландцементом / С.С. Морозов. – М. : МГУ, 1951. – 40 с.
72. Любимова Т.Ю. Особенности кристаллизационного твердения минеральных вяжущих веществ в зоне контакта с различными твердыми фазами (заполнителями) / Т.Ю. Любимова // Физико-химическая механика дисперсных структур. – М. : Наука, 1966. – С. 50-55.
73. Тимофеева Л.Д. Исследование по разработке методов укрепления связных грунтов цементом в неблагоприятных сезонных условиях / Л.Д. Тимофеева, Т.Ю. Любимова // Труды СоюздорНИИ. – М., 1965. – Вып. 5. – С. 5-35.

74. Тюменцева О.В. Регулировка свойств грунтов при укреплении химическими добавками в условиях Западной Сибири / О.В. Тюменцева // Труды СоюздорНИИ. – М., 1966. – Вып. 14. – С. 85-106.
75. Тюменцева О.В. Способы повышения морозоустойчивости и деформативной способности цементогрунтов / О.В. Тюменцева, И.С. Дежина // Материалы VII Всесоюз. совещания по закреплению и уплотнению грунтов. – Л. : Энергия, 1971. – С. 107-110.
76. Шейнин А.М. Об эффективности использования суперпластификатора С-3 в дорожном бетоне / А.М. Шейнин // Повышение долговечности цементобетонных покрытий и совершенствование технологии их строительства. – М., 1981. – С. 65-74.
77. Левченко А.В. Микроморфологические исследования образцов из грунтов, обработанных известью / А.В. Левченко, А.Д. Кашанский, Н.Ф. Нанжара // В кн. : Основания и фундаменты. - Пермь, – 1980. – С.121-127.
78. Гаркавенко И.П. Эффективность комплексного укрепления грунтов известью и органическим вяжущим // Строительство и эксплуатация дорог и мостов / И.П. Гаркавенко, И.Н. Кривилло. – К., 1975. – С. 30-35.
79. Гурячков И.Л. Внедрение научных достижений СоюздорНИИ в области укрепления грунтов в практику дорожного строительства / И.Л. Гурячков, Т.М. Луканина, А.А. Фридман // Закрепление и уплотнение грунтов : тезисы докл. 10-го Всесоюз. научн.-техн. совещ., (Ростов-на-Дону, 1983 г.) : – М., 1983. – С. 58-59.
80. Колбас Н.С. Анализ ИК-спектров при комплексном укреплении грунтов композицией нефти и древесной смолы с добавкой извести / Н.С. Колбас, Т.С. Русинов // Лесосечные, лесоскладские работы и сухопутный транспорт леса. – 1980. – № 9. – С. 55-59.
81. Кожушко В.П. Использование фосфогипса для комплексного укрепления оснований автомобильных дорог : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.05 / Валерий Петрович Кожушко. – Х., 1984. – 174 с.

82. Кожушко В.П. О применении фосфогипса для устройства оснований автомобильных дорог / В.П. Кожушко // Автодорожник Украины. – 1984. – № 9. – С. 36-38.
83. Хапет Ф.И. Применения промышленных отходов для устройства дорожных одежд / Ф.И. Хапет, О.Н. Рудая, В.П. Кожушко // Автодорожник Украины. – 1980. – № 4. – С. 22-23.
84. Дмитриева Т.В. Укрепление грунтов как одно из перспективных направлений устройства оснований автомобильных дорог / Т.В. Дмитриева, С.В. Карацупа // Современные технологии строительства и эксплуатации автомобильных дорог : материалы междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых и аспирантов, г. Харьков, 2008 г. – Х. : ХНАДУ, 2008. – С. 81-85.
85. Sherwood P.T. Views of the Road Research Laboratory on Soil Stabilization in the V.K. / P.T. Sherwood // Cement, lime and gravel. – 1967. – № 42. – P. 9.
86. Eades J.L. Formation of new minerals with lime stabilization as proven by field experiments in Virginia / J.L. Eades, F.P. Nichols, R.E. Grim // Highway Research Board Bulletin. – 1962. – № 335. – P. 31-39.
87. Chu T.Y. Simplified air jet dispersion apparatus for mechanical analysis of soils / T.Y. Chu, D.T. Davidson // Proceedings of the Highway Research Board. – 1953. – № 32. – P. 541-547.
88. Сокирский В.С. Применение стабилизаторов грунтов в дорожном строительстве / В.С. Сокирский // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво : наук.-техн. зб. – Вип. 84т. – К. : НТУ, 2012. – С. 81-86.
89. Яковлюк Т.В. Стабілізатори дорожніх мас для будівництва і ремонту автомобільних доріг / Т.В. Яковлюк, В.Д. Жежерун // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві : зб. наук. пр. / Луц. нац. техн. ун-т. – Луцьк, 2014. – Вип. 2. – С 152-156.
90. Кочеткова Р.Г. Особенности улучшения свойств глинистых грунтов стабилизаторами / Р.Г. Кочеткова // Наука и техника в дорожной отрасли. – М : Дороги, 2006. – Вып. 3(38). – С. 35-36.

91. Ребиндер П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Коллоидная химия : избр. труды / П.А. Ребиндер. – М. : Наука, 1968. – 368 с.
92. Щукин Е.Д. Коллоидная химия : учеб. для ун-тов и химико-технолог. вузов / Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина. – 3-е изд., перераб. и доп. М. : Высшая школа, 2004. – 445 с. : ил.
93. Грано Н.В. Химические процессы в системе бетонной смеси и присутствии добавки «Релаксол» / Н.В. Грано // Вісник Сумського нац. аграрного ун-ту. Серія «Будівництво». – Суми, 2011. – Вип. 10(15). – С. 27-29.
94. Setsuro T. The effect of triethanolamine of the strength development of slag cement / T. Setsuro, K. Hirochi, J. Yosuchi // Rev. 36th Gen. Meet. Cem. Assos. – Tokio, 1982. – P. 53-54.
95. Шейнин А.М. Высокопрочные мелкозернистые бетоны с суперпластификатором С-3 для дорожного строительства / А.М. Шейнин, М.Я. Якобсон // Бетон и железобетон. – 1993. – № 10. – С.8-11.
96. Добавки в бетон : справ. пособие / под ред. В.С. Рамачандрана ; пер. с англ. – М. : Стройиздат, 1988. – 575 с.
97. Бабаевская Т.В. Комплексные добавки в бетон. Система «Релаксол» / Т.В. Бабаевская ; под ред проф. А.В.Ушерова-Маршака. – Запорожье : Планета, 2008. – 100 с. : ил. – ISBN 966-532-037-3.
98. Костенко Ю.А. Мелкозернистые дорожные бетоны для изделий, получаемых методом гиперпрессования : дис. ... канд. техн. наук. : 05.23.05 / Костенко Юрий Алексеевич. – Харьков, 2005. – 157 с.
99. Сеськин И.Е. Влияние суперпластификатора С-3 на формирование прочности прессованного бетона / И.Е. Сеськин, А.С. Баранов // Строительные материалы. – 2013. – № 1. – С. 32-33.
100. Добавки в бетон : справ. пособие / под ред. В.С. Рамачандрана ; пер. с англ. – М. : Стройиздат, 1988. – 575 с.
101. Саницкий М.А. Физико-химические особенности гидратации портландцементов с комплексными модификаторами системы «Релаксол» /

М.А. Саницкий, У.Д. Марущак // Химические и минеральные добавки в бетон. – Х. : Колорит, 2005. – С. 160-175.

102. Физико-химические особенности гидратации портландцементов с комплексными модификаторами системы «Релаксол» / М.А. Саницкий, У.Д. Марущак, О.Т. Мазурак, М.М. Чемерис // Строительные материалы и изделия. – 2003.– № 3. – С. 17-20.

103. Концепція застосування модифікаторів для підвищення якості та довговічності застосування залізобетону / М.А. Саницький, У.Д. Марущак, О.Т. Мазурак, М.М. Чемерис // Будівельні конструкції. – К., 2003. – № 59. – С. 448-455.

104. Дворкин Л.И. Строительные материалы из отходов промышленности / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2007. – 363 с.

105. Большаков В.И. Строительное материаловедение / В.И. Большаков, Л.И. Дворкин. – Днепропетровск : Днепр-VAL, 2004. – 677 с.

106. Основы теории твердения, прочности, разрушения и долговечности портландцемента, бетона и конструкций из них : в 3-х т. / А.Н. Плугин, А.А. Плугин, Л.В. Трикоз [и др.]. – К. : Наукова думка, 2011. – Т. 1 : Коллоидная химия и физико-химическая механика цементных бетонов. – 336 с.

107. Конструкційні матеріали нової генерації та технології їх впровадження в будівництво / Р.Ф. Рунова, В.І. Гоц, І.І. Назаренко [та ін.]. – К : УВПК «ЕксОб», 2008. – 355 с.

108. Плугин А.Н. Электрогетерогенные взаимодействия при твердении цементных вяжущих: дис. ... доктора хим. наук : 02.00.11 / Плугин Аркадий Николаевич. – Харьков : ХИИТ, 1989.– 282 с.

109. Плугин А.Н. Развитие коллоидной химии и физико-химической механики дисперсных систем и материалов для строительных материалов и конструкций / А.Н. Плугин, А.А. Плугин // Збірник наук. праць УкрДАЗТ. – Харків : УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 125. – С. 108-139.

110. Ратинов В.Б. Химические добавки в бетон / В.Б. Ратинов, Т.И. Розенберг. – М. : Стройиздат, 1989. – 188 с.
111. Башлыков Н.Ф. Химические аспекты влияния добавок тиосульфата и роданида натрия на цементные системы / Н.Ф. Башлыков, А.Я. Вайнер // Дни современного бетона : сб. докл. VI междунар. науч.-практ. конф., (Запорожье, 7-9 июня 2004 г.). – Запорожье, 2004. – С. 44-49.
112. Пат. 2384538 Российская Федерация, МПК С 04 В 22/14, С 04 В 24/24, С 04 В 103/30. Комплексная добавка в бетонные смеси и строительные растворы / Коваленко С.В., Щербина С.П., Беспалов А.И., Заяц Ю.Л., Коваленко В.В.; заявитель и патентообладатель Коваленко С.В. – № 2008112898/03 ; заявл. 04.04.2008 ; опубл. 20.03.2010, Бюл. № 8.
113. Пат. 2389702 Российская Федерация, МПК С 04 В 22/14, С 04 В 24/24, С 04 В 103/32. Комплексная добавка в бетонные смеси и строительные растворы / Коваленко С.В., Валетдинов Р.Ф., Елин О.Л., Коваленко В.В.; заявитель и патентообладатель Коваленко С.В. – № 2008144208/03 ; заявл. 05.11.2008 ; опубл. 20.05.2010, Бюл. № 14.
114. Пат. 2297402 Российская Федерация, МПК С 04 В 38/08, С 04 В 38/10. Смесь для изготовления модифицированного полистиролбетона / Рахманов В.А., Мелихов В.И., Козловский А.И., Амханицкий Г.Я. Росляк Ю.В., Довжик В.Г.; заявитель и патентообладатель ОАО «Технологический ин-т ВНИИЖЕЛЕЗОБЕТОН». – № 2004110686/03 ; заявл. 20.10.2005 ; опубл. 20.04.2007, Бюл. № 11.
115. Пат. 2290375 Российская Федерация, МПК С 04 В 22/08, С 04 В 24/24, С 04 В 24/18, С 04 В 103/61. Комплексная добавка для строительной смеси / Ковалев А.Ф.; заявитель и патентообладатель ОАО «Полипласт». – № 2005125278/03 ; заявл. 09.08.2005 ; опубл. 27.12.2006, Бюл. № 36.
116. Пат. 2360879 Российская Федерация, МПК С 04 В 22/08, С 04 В 24/16, С 04 В 24/08, С 04 В 103/14. Комплексная добавка / Петрова Т.М., Серенко А.Ф.; заявитель и патентообладатель Петрова Т.М., Серенко А.Ф. – № 2007146730/03 ; заявл. 06.12.2007 ; опубл. 10.07.2009, Бюл. № 19.



117. Пат. 17559 Україна, МПК Е 01 С 3/00, Е 02 D 3/12, С 09 К 17/40. Суміш для влаштування дорожнього покриття для автомобільних доріг та аеродромів / Смовський Ю.М., Кожушко В.П., Кожушко В.В.; заявник Сумський нац. аграрний ун-т. – № 20040605116 ; заявл. 29.06.2004 ; опубл. 16.10.2006, Бюл. № 10.
118. Пат. 58654 UA, МПК E01C 3/00, E02D 3/00, E01C 21/00, E01C 23/00, E02D 27/10, E02D 5/34. Композиція для укріплення зв'язних ґрунтів / Кожушко В.П., Грано Н.В. ; заявник та патентовласник Сумський нац. аграрний ун-т. – № u 201009294 ; заявл. 23.07.2010; опубл. 26.04.2011, Бюл. № 8, 2011.
119. Златковский О.А. Снижение опасности льдообразования при замораживании цементного камня химическими добавками / О.А. Златковский // Химические и минеральные добавки в бетон. – Х. : Колорит, 2005. – С. 187-195.
120. Бабаевская Т.В. Экспериментально-статистическое моделирование в задачах оптимизации добавок системы «Релаксол» / Т.В. Бабаевская, С.В. Коваль, С.В. Савченко // Компьютерное материаловедение и прогрессивные технологии : материалы к 47 междунар. семинару МОК/47. – Одесса : Астропринт, 2008.– С. 81-82.
121. Дружинин Г.В. Методы оценки и прогнозирования качества / Г.В. Дружинин. – М. : Радио и связь, 1982. – С. 26-27.
122. Основи та фундаменти споруд: Ґрунти. Відбирання, упакування, транспортування і зберігання зразків : ДСТУ Б В.2.1-8-2001 (ГОСТ 12071-2000). – [Чинний від 2001-11-30]. – К. : Держ. комітет будівництва, архітектури та житлової політики України, 2001. – 16 с. – (Національний стандарт України).
123. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво : ДБН В.2.3-4-2007. – [Чинний від 2008-03-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2007. – 91 с. – (Національний стандарт України).

124. Автомобільні дороги. Шари дорожнього одягу з кам'яних матеріалів, відходів промисловості і ґрунтів, укріплених цементом. Проектування та будівництво : ГБН В.2.3-37641918-554:2013. – [Чинний від 2013-11-01]. – К. : Укравтодор, 2013. – 47 с. – (Галузеві будівельні норми України).
125. Бабаєвська Т.В. Бетони на цементах, модифікованих комплексною добавкою : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.23.05 «Будівельні матеріали і виробы» / Т.В. Бабаєвська. – Одеса, 2003. – 19 с.
126. Грано Н.В. Про деякі аспекти структуроутворення при тужавінні композиції «ґрунт-цемент-релаксол» / Н.В. Грано, В.П. Кожушко // Современные технологии строительства и эксплуатации автомобильных дорог : материалы междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых и аспирантов, (г. Харьков, 2008 г.) – Х. : ХНАДУ, 2008. – С. 159-164.
127. Кожушко В.П. Вплив домішки системи «Релаксол» на формування ґрунтоцементної композиції / В.П. Кожушко, Н.В. Грано // Вісник Сумського нац. аграрного ун-ту. Серія «Будівництво». – Суми, 2007. – Вип. 12(12). – С. 52-54.
128. Эффективная добавка в современные бетоны / А.В. Ушеров-Маршак, С.В. Щеблыкин, Н.И. Телятникова, Т.В. Бабаевская // Дни современного бетона : материалы X междунар. науч.-практ. конф. / науч. ред. проф. А.В. Ушеров-Маршак. – Запорожье : Планета, 2008. – С. 188-189
129. Болдырев А.И. ИК-спектры минералов / А.И. Болдырев. – М. : Недра, 1976.– 199 с.
130. Панас Р.М. Ґрунтознавство : навч. посібник / Р.М. Панас. – Львів : Новий світ-2000, 2008. – 372 с.
131. Бабков В.Ф. Основы ґрунтоведения и механики ґрунтов / В.Ф. Бабков, В.М. Безрук. – М., 1986. – 328 с.
132. Маслов Н.Н. Основы механики ґрунтов и инженерной геологии / Н.Н. Маслов. – М., 1968. – 634 с.

133. Хімічні і мінеральні добавки в бетон / за заг. ред. О.В. Ушерова-Маршака. – Х. : Колорит, 2005. – 280 с.
134. Кульский Л.А. Вода знакомая и загадочная / Л.А. Кульский. – М. : Информационное издание, 1999. – 53 с.
135. Киреев В.А. Краткий курс физической химии / В.А. Киреев. – М. : Химия, 1970. – С. 79-80.
136. Общая химия : Теоретические основы : Решение типовых задач [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студентов высших с.-х. учеб. заведений. – Троицк : Изд-во УГАВМ, 2005. – 150 с. : ил. – Режим доступа : [http://www.chemfiles.narod.ru/content/base\\_83.html](http://www.chemfiles.narod.ru/content/base_83.html)
137. Ахметов А.М. Конспект лекций по общей химии [Электронный ресурс] / А.М. Ахметов. – Режим доступа : <http://him.1september.ru/2004/23/5.htm>
138. Грунтоведение / В.Т. Трофимов, В.А. Королев, Е.А. Вознесенский [и др.] ; под ред. В.Т. Трофимова. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во МГУ, 2005. – 1024 с. – (Классический университетский учебник). – ISBN 5-211-04848-2.
139. Грунтоведение / Е.М. Сергеев, Г.А. Голодковская., В.Т. Трофимов [и др.]. – М. : Изд-во МГУ, 1973. – 387 с.
140. Вода в дисперсных системах / под ред. Б.В. Дерягина. – М : Химия, 1989. – 288 с.
141. Дерягин Б.В. Смачивающие пленки / Б.В. Дерягин, Н.В. Чураев. – М. : Наука, 1984. – 157 с.
142. Шишкин Ю.П. Адсорбционные свойства глин / Ю.П. Шишкин. – Якутск : Ин-т мерзлотоведения СО АН СССР, 1986. – 84 с.
143. Тютюнов И.А. Природа миграции воды в грунтах при промерзании и основы физико-химических приемов борьбы с пучением / И.А. Тютюнов, З.А. Нерсесова. – М. : АН СССР, 1963. – 142 с.
144. Осипов В.И. Природа прочностных и деформационных свойств глинистых пород / В.И. Осипов. – М. : МГУ, 1979. – 325 с.

145. Саницький М.А. Бетони з комплексними модифікаторами на основі полікарбоксилатів / М.А. Саницький, О.Р. Позняк, О.Т. Мазурак // Матеріали Х междунар. науч.-практ. конф. «Дни современного бетона». – Запорожье : Планета, 2008. – С. 65-68.
146. Трикоз Л.В. Теорія надлишкових електричних зарядів і розробка способів збереження стійкості матеріалів і конструкцій за їх наявності : автореф. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук : спец. 05.23.05 «Будівельні матеріали та вироби» / Л.В. Трикоз. – Харків, 2015. – 44 с.
147. Бируля А.К. Сезонные изменения влажности и плотности уплотненного грунта в дорожном полотне / А.К. Бируля // Труды ХАДИ. – Харьков, 1956. – Вып. 18 – С. 120.
148. Бируля А.К. Эксплуатация автомобильных дорог / А.К. Бируля. – М. : Автотрансиздат, 1956. – 340 с.
149. Филатов М.М. Основы дорожного грунтоведения / М.М. Филатов. – М. : Гострансиздат, 1936. – 303 с.
150. Бируля А.К. Структурообразование при комплексном укреплении грунтов / А.К. Бируля, Н.Ф. Сасько // Физико-химическая механика почв, грунтов, глин и строительных материалов. – Ташкент : ФАН, 1966. – С. 131-137.
151. Гончарова Л.В. Основы искусственного улучшения грунтов / Л.В. Гончарова. – М. : МГУ, 1973. – 376 с.
152. Кожушко В.П. Химико-технологические аспекты влияния добавок системы «Релаксол» на грунтоминеральную композицию / В.П. Кожушко, Н.В. Грано // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво : Наук.-техн. зб. – К. : НТУ, 2012. – Вип. 84. – С. 64-71.
153. Грано Н.В. Фізичні і фізико-хімічні процеси, що протікають в укріплених грунтах / Н.В. Грано // Вісник Сумського нац. аграрного ун-ту. Серія «Будівництво». – Суми, 2013. – Вип. 8(17). – С. 35-38.
154. Грано Н.В. Развитие теоретических представлений о формировании первичной структуры грунто материалов / Н.В. Грано // 5-а Міжнародна

науково-технічна конференція з будівельних матеріалів, конструкцій та споруд «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті», Харків, 23-24 квітня 2015 р. : Тези доповідей. – Харків : УкрДУЗТ, 2015. – С. 38.

155. Грано Н.В. Развитие теоретических представлений о формировании первичной структуры грунтоматериалов в присутствии суперпластификатора / Н.В. Грано // Зб. наук. праць Українського державного університету залізничного транспорту. – Х., 2015. – Вип. 155. – С. 85-95.

156. Грано Н.В. Забезпечення морозостійкості ґрунтів, укріплених вапном / Н.В. Грано // Проблеми сучасного будівництва : матеріали всеукр. інтернет-конф. молодих учених і студентів (21-22 листопада 2012 р.). – Полтава : ПолтНТУ, 2012. – С. 123-127.

157. Расчет фундамента [Электронный ресурс] : Справочник о строительстве и ремонте // teoriastroiki.ru – Режим доступа : [http://teoriastroiki.ru/spravochnik/fundament/grunty\\_i\\_osnovaniya/raschet\\_fundamenta/](http://teoriastroiki.ru/spravochnik/fundament/grunty_i_osnovaniya/raschet_fundamenta/)

158. Грано Н.В. Поліпшення будівельних властивостей ґрунтових основ дорожніх покриттів хімічною домішкою системи «Релаксол» / Н.В. Грано, В.П. Кожушко // Вісник Донбаської нац. академії будівництва і архітектури. Серія «Технологія, організація, механізація та геодезичне забезпечення будівництва». – Донецьк, 2011. – Вип. 6(92). – С. 132-135.

159. Бетехтин А.Г. Курс минералогии / А.Г. Бетехтин. – М. : КДУ, 2007. – 721 с.

160. Грано Н.В. Рентгенофазовий аналіз ґрунтоизвесткової композиції с добавкою системи «Релаксол» / Н.В. Грано // Матеріали наук.-практ. конф. викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (20-29 квітня 2011 р.). : в 3-х т. – Суми : Університетська книга, 2011. – Т. III. – С. 105.

161. Юхневич Г.В. Инфракрасная спектроскопия воды / Г.В. Юхневич. – М. : Наука, 1973. – 210 с.

162. Грано Н.В. Характеристика мікроструктури зразків укріпленого ґрунту

вапном з домішкою «Релаксол» / Н.В. Грано // Матеріали наук. конф. студентів Сумського НАУ (8-12 листопада 2011 р.). : в 3-х т. /. – Суми : Університетська книга, 2011. – Т. III. – С. 55.

163. Ларионова З.М. Никитина Л.В., Гарашин В.Р. Фазовый состав, микроструктура и прочность цементного камня и бетона / З.М. Ларионова, Л.В. Никитина, В.Р. Гарашин. – М. : Стройиздат, 1977. – 264 с.

164. Грано Н.В. Дериватографический анализ образцов связных грунтов, укрепленных известью и химической добавкой «Релаксол» / Н.В. Грано, В.П. Кожушко, В.Б. Ткаченко // Вісник Сумського нац. аграрного ун-ту. Серія «Будівництво». – Суми, 2011. – Вип. 10(15). – С. 29-33.

165. Илиополов С.К. Технологические карты на устройство земляного полотна и дорожной одежды [Электронный ресурс] / С.К. Илиополов, В.П. Матуа. – Офиц. изд. – М. : РОСАВТОДОР, 2004. – 49 с. – Режим доступа : <http://www.gosthelp.ru/text/Technologicheskiekartyna.html>

166. Кожушко В.П. Технологія та трудові витрати на будівництво дослідної ділянки із ґрунтів, укріплених вапном з хімічною домішкою «Релаксол» / В.П. Кожушко, Н.В. Грано, Д.М. Шпетний // Вісник Сумського нац. аграрного ун-ту. Серія «Будівництво». – Суми, 2012. – Вип. 5(16). – С. 32-35.

167. Споруди транспорту. Влаштування шарів дорожніх одягів з ґрунтів, укріплених в'язучими матеріалами : ВБН В.2.3-218-541:2010. – [Чинний від 2010-03-03]. – К. : Укравтодор, 2010. – 44 с. – (Відомчі будівельні норми України).

168. Система химических и минеральных добавок к бетонам, строительным растворам, сухим строительным смесям и цементам [Электронный ресурс] : каталог // [relaxol.com.ua](http://relaxol.com.ua) – Режим доступа : <http://budpluss.graflin.com.ua/Prodaga.html>.

169. Путилин Е.И. Размельчение глинистых грунтов и влияние состава на физико-механические свойства этих грунтов, укрепленных вяжущими материалами / Е.И. Путилин, Л.Н. Ястребова // Труды СоюздорНИИ. – М., 1968. – Вып. 25. – С. 150.

170. Сиденко В.М. Технология строительства автомобильных дорог / В.М. Сиденко, О.Т. Батраков, А.И. Леушин. – К. : Вища школа, 1970. – Ч. I : Технология строительства земляного полотна. – 236 с.
171. Хусаинов И.Ж. Влияние способа уплотнения на прочность связного грунта [Электронный ресурс] / И.Ж. Хусаинов, И.Е. Евгенийев // Уплотнение земляного полотна и оснований дорожных одежд : труды СоюздорНИИ. – М., 1980. – Режим доступа : <http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/56/56249/index.htm#i32262>
172. Могилевич В.М. Дорожные одежды из цементогрунта / В.М. Могилевич, Р.П. Щербакова, О.В. Тюменцева. – М. : Транспорт, 1973. – 214 с.
173. Грано Н.В. Развитие теоретических представлений о формировании первичной структуры грунтоматериалов в присутствии суперпластификатора / Н.В. Грано // Зб. наук. праць Українського державного університету залізничного транспорту. – Х., 2015. – Вип. 155. – С. 85-95.
174. Варенько В.А. Надежность дорожных одежд : [Учебное пособие для специальности «Строительство дорог и транспортных объектов» вузов] / В.А. Веренько. – Минск : БГПА, 2002. – С. 41

