

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

БОРЗЯК ОЛЬГА СЕРГІЇВНА

УДК 691.3: 666.9

ДИСЕРТАЦІЯ

**РЕГУЛЮВАННЯ КОНТАКТНИХ ВЗАЄМОДІЙ
ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ
МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ МІНЕРАЛЬНИХ В'ЯЖУЧИХ**

05.23.05 – будівельні матеріали та вироби
19 – архітектура та будівництво

Подається на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело


_____ О.С. Борзяк

Науковий консультант: Плугін Андрій Аркадійович, доктор технічних наук,
професор

Харків – 2021

АНОТАЦІЯ

Борзяк О. С. Регулювання контактних взаємодій для підвищення стійкості в умовах експлуатації матеріалів на основі мінеральних в'язучих. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.05 Будівельні матеріали та вироби (19 Архітектура та будівництво). – Український державний університет залізничного транспорту Міністерства освіти та науки України, Харків, 2021.

Дисертаційна робота присвячена розвитку наукових основ управління процесами структуроутворення композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих за рахунок регулювання контактних взаємодій в них з урахуванням електроповерхневих властивостей компонентів для забезпечення їхньої стійкості в умовах обводнення, впливу електричних струмів витоку, агресивних середовищ.

Для обґрунтування актуальності проблеми проведено аналіз даних про сучасні експлуатаційні впливи, яких зазнають будівельні конструкції та інженерні споруди, що виготовлені та зведені з композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих, а також аналіз існуючих даних щодо факторів, що визначають корозійну стійкість композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих, у т. ч. водонепроникність, тріщиностійкість. Встановлено, що важливе значення для аналізу стійкості в умовах експлуатації композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих має модель дисперсної системи, властивості якої визначають поверхневі явища та електроповерхневі властивості частинок її дисперсної фази та контакти між ними. Для забезпечення достовірності даних електроповерхневі потенціали дисперсних матеріалів мають визначатись одночасно декількома незалежними методами. Отримано емпіричну залежність між величиною абсолютного електроповерхневого потенціалу φ^0 мінералів, характерних для мінеральних в'язучих, та їх подвійним кутом відбивання рентгенівського випромінювання

2θ , згідно з якою зі збільшенням 2θ θ^0 зростає за квадратичною залежністю і переходить від негативних до позитивних значень за 2θ близько 35° . Залежність запропоновано використовувати як додатковий незалежний метод визначення θ^0 мінералів.

На основі аналізу складу та кристалічної будови встановлено, що продукти гідратації мінеральних в'язучих – кристалогідрати анізометричної морфології можуть характеризуватись різнойменними електроповерхневим потенціалом і знаком поверхневого заряду подовжніх і торцевих граней у зв'язку з їхнім різним атомарним складом, внаслідок чого однакові кристалогідрати можуть утворювати електрогетерогенні контакти між торцевими і подовжніми гранями. Розкрито роль впливу pH в сумарному агресивному впливі кислих середовищ на цементний камінь і доведено, що, крім хімічної нейтралізації кальціймістких сполук та впливу pH на їхню термодинамічну стійкість, додатковим фактором агресивного впливу зі зниженням pH є збільшення рівноважного електроповерхневого потенціалу θ^p сполук, що мають негативний поверхневий заряд, до позитивних величин, внаслідок чого їхні електрогетерогенні контакти з позитивно зарядженими частинками перетворюються на електрогомогенні, міцність яких в умовах обводнення суттєво знижується; зі зниженням pH значення θ^p гідросилікатів кальцію набувають позитивних значень: для CSH – при pH менше 6–5, C_2SH – менше 10–8. Встановлено, що електроповерхневі властивості карбонатних матеріалів залежать від їхнього генезису – органігенні карбонати, зокрема крейда, мають негативний поверхневий заряд за рахунок наявності на поверхні кремнекислоти, на відміну від хомогенних порід – вапняків, поверхня яких характеризується позитивним потенціалом.

З позицій фізико-хімічної механіки мінеральних в'язучих речовин і композиційних матеріалів на їхній основі розвинуто класифікації структур і контактів у них, розраховано енергію взаємодії в контактах, яка зростає від коагуляційних до конденсаційних контактів зі зростанням внеску іон-дипольних і, особливо, іон-іонних взаємодій. Питома енергія взаємодії визначається поверхневою густиною індивідуальних контактів між

потенціалвизначальними іонами дисперсних частинок та у підсумку ще й часткою площі контактів у загальному перерізі матеріалу.

Встановлено, що стійка в умовах зовнішніх впливів структура штучного каменю формується у разі поєднання міцності, хімічної і термодинамічної стійкості дисперсної фази з максимально можливою кількістю міцних контактів між частинками дисперсної фази, стабільних за впливів, характерних для умов експлуатації, а також за рахунок балансу активної площі поверхонь дисперсних частинок, що мають негативний S^- і позитивний S^+ поверхневі заряди.

Доведено доцільність регулювання контактних взаємодій для підвищення стійкості в умовах обводнення, впливу електричних струмів витoku, агресивних середовищ матеріалів на основі мінеральних в'язучих шляхом уведення аніонних ПАР, електролітів з багатовалентними катіонами, добавок, що обумовлюють утворення додаткових кристалогідратів, високодисперсних мінеральних добавок, підвищення концентрації або зміни pH порового електроліту.

Проведено термодинамічні розрахунки з метою дослідження синтезу додаткових кристалогідратів, що зв'язують солі-електроліти комплексної хімічної добавки у стабільні продукти гідратації, а також вірогідності взаємодії мінеральних в'язучих із мінеральними добавками. Обґрунтовано підвищення фізико-механічних і гідрофізичних характеристик композицій у результаті введення мінеральних та органічних волокон і мінеральних мікронаповнювачів з урахуванням їхнього поверхневого заряду. Встановлено, що поверхні волокон і частинок мікронаповнювачів є підкладками для зростання кристалогідратів і між ними утворюються електрогетерогенні контакти. Досліджено вплив структури на електрофізичні властивості, зокрема, питомий електричний опір силікатних композицій. Розроблено алгоритм визначення питомого електричного опору композиційного матеріалу за даними про питомий електричний опір наповнювача та матриці і складом композиції.

Розвинуто науково-концептуальні засади управління процесами структуроутворення композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих

за рахунок регулювання контактних взаємодій в них з урахуванням електроповерхневих властивостей компонентів; запропоновано шляхи управління фізико-механічними та гідрофізичними властивостями композитів, що забезпечують їхню стійкість в умовах обводнення, впливу електричних струмів витоку, агресивних середовищ, зокрема: підвищення водостійкості гіпсових в'язучих та електропровідних силікатних композицій для захисту від електрокорозії; покращення фізико-механічних та гідрофізичних властивостей і забезпечення електропровідності гідроізоляційних композицій проникної дії на основі портландцементу для захисту від електрокорозії; підвищення корозійної стійкості бетону органо-мінеральною добавкою на основі високодисперсної крейди; підвищення ранньої міцності бетону залізобетонних підрейкових основ залізниць.

Розроблено методологічні основи: визначення руйнівних факторів умов експлуатації конструкцій та споруд залізниць; визначення раціональних складів композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих із заданими властивостями, у т.ч. високими водостійкістю, водонепроникністю, корозійною стійкістю та розробки на їхній основі конструктивно-технологічних рішень для відновлення несучої здатності, захисту та підвищення довговічності конструкцій і споруд залізниць.

Розроблено: електропровідні композиції проникної дії та конструктивно-технологічне рішення для відновлення несучої здатності, захисту від електрокорозії та підвищення довговічності високих пасажирських платформ заземленими екранами із композиції, впроваджене на з.п. Комарівка Південної залізниці; бетон залізобетонних шпал підвищеної довговічності, який набуває передаточної міцності за 8–48 год за природного твердіння або за малопрогрівним режимом, впроваджений на Гніванському заводі спецзалізобетону та Коростенському заводі залізобетонних шпал; бетон і конструкції підрейкових основ із нього, що забезпечують зниження вібрації, електричних впливів і тріщиноутворення порівняно з традиційними конструкціями, впроваджені під час реконструкції трамвайних колій міст

Харкова, Дніпра, Києва; бетон з органо-мінеральною добавкою високодисперсної крейди для монолітних ділянок збірно-монолітних залізобетонних конструкцій, впроваджений під час зведення будівлі по пр. Олександрівському, 67 у м. Харків; гіпсове в'язуче підвищеної водостійкості, що застосоване під час реконструкції цивільних будівель у містах Ужгород, Хмельницький, Краматорськ.

Розраховано економічну ефективність використання розроблених композиційних матеріалів, що обумовлена зниженням енергоресурсовитрат на виробництво залізобетонних конструкцій, збільшенням довговічності виробів і конструкцій, міжремонтних термінів експлуатації будівель та споруд.

Результати досліджень використано під час розроблення ДБН В.2.3-19:2018 «Споруди транспорту. Залізничі колії 1520 мм. Норми проектування», нормативних та інструктивних документів АТ «Укрзалізниця», у навчальному процесі під час удосконалення курсів лекцій, практичних і лабораторних робіт для здобувачів вищої освіти, магістрантів, аспірантів спеціальностей «Будівництво та цивільна інженерія» та «Залізничний транспорт».

Ключові слова: мінеральні в'язучі, композиційний матеріал, електроповерхневий потенціал, контактні взаємодії, електрогетерогенні контакти, кристалогідрати, мікронаповнювачі

ABSTRACT

Borziak O. S. Regulation of contact interactions to increase the resistance under operating conditions of materials based on mineral binders. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript

Thesis for the doctor of technical sciences in specialty 05.23.05 – Building materials and products. – Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, 2021.

Dissertation work is devoted to the development of scientifically proven controls on structure formation in composite materials based on mineral binders. Control of

contact interactions in the materials is achieved by change of surface electrical properties of the material components to increase their stability and durability under extreme conditions e.g. water damage, aggressive environments and influence of electric leakage currents.

To justify the need for this study, an extensive data analysis has been conducted, focusing on modern challenges in exploitation of building and engineering structures made of composite materials with mineral binders, as well as analysis of existing data on factors determining the material qualities such as resistance to corrosion, water damage and cracking.

It has been established that a dispersed system model plays an important role in analysis of durability of composite materials based on mineral binders. The model defines surface qualities and electric surface properties of the material particles during dispersed phase and interactions between them. To ensure the reliability of the data, the electric surface potentials of dispersed materials should be registered by several independent methods simultaneously. An empirical relationship has been obtained between the value of the absolute electric surface potential φ^0 of minerals (typically mineral binders) and their double angle of reflection of X-rays 2α , according to which incrementing of 2α causes φ^0 to increase in quadratic relationship travelling from negative to positive values of 2α and reaching about 35° . This dependence has been proposed to be used as an additional independent method for determining φ^0 of minerals.

Based on the analysis of crystal composition and structure, it has been found that the products of mineral binders' hydration aka crystal hydrates of anisometric morphology can have quite different values for electric surface potential and the surface charge at longitudinal and end crystal faces due to their different atomic orientation. This may cause same crystal hydrates to form electro heterogeneous contacts between end and longitudinal faces of crystals. The role of influence of pH in combined destructive effect of acidic substances on cement stone has been revealed: in addition to chemical neutralization of calcium-containing compounds and pH -related changes to their thermodynamic stability, an additional aggressive factor has

been found: decrease in pH causes increase of distributed surface charge ζ^d , from usually negative to positive values. As a result, the compounds' electro heterogeneous contacts with positively charged particles become electro homogeneous. This affects the compound strength, which, under extremely wet conditions, reduces significantly. With decreasing pH , ζ^d in calcium hydrosilicates acquire positive values, for example, in CSH it happens at pH values less than 6–5, in C_2SH – at pH less than 10–8.

It has been found that electro surface properties of carbonate materials depend on their origin: for example, organogenic carbonates (chalk in particular) have a negative surface charge due to the presence of silicic acid on the surface, in contrast to chemogenic rocks (limestones), whose surface is characterized by a positive potential.

Classifications of structures and contacts in mineral binders for composite materials have been developed using the laws of physicochemical mechanics. The energy of inter-contact interaction has been calculated. With an increase in the contribution of ion-dipole and ion-ion interactions, the energy increases from coagulation to condensation contacts. The specific interaction energy is determined by the surface density of individual contacts between potential ions of dispersed particles. As a result, the specific energy is determined by the part of the contact area in the general section of the material.

It has been established that a structure of an artificial stone that is stable under external influences is formed with a combination of strength, chemical and thermodynamic stability of the dispersed phase and the maximum possible number of contacts between the particles of the dispersed phase that remain strong under operating conditions. The structure should have a balance of the active area of the surfaces of dispersed particles with negative S^- and positive S^+ surface charges.

The expediency of regulating contact interactions for increasing the stability of materials made with mineral binders under exposure to water damage, electric leakage currents, and aggressive environment has been proved. Regulation of contact interactions can be carried out by introducing anionic surfactants, electrolytes with

multivalent cations and additives that cause the formation of additional crystalline hydrates, as well as use of highly dispersed additives and changes in the concentration or pH of the pore electrolyte.

Thermodynamic calculations have been done to investigate the following: the possibility of synthesizing additional crystalline hydrates that bind salts-electrolytes of a complex chemical additive to stable hydration products; the likelihood of the interaction of mineral binders with mineral additives.

An enhancement of the physicommechanical and hydrophysical characteristics of the compositions have been acknowledged with introduction of mineral and organic fibers and mineral microfillers after careful consideration of their surface charge. It has been found that the surfaces of fibers and particles of microfillers serve as substrates for the growth of crystal hydrates, which helps to form electro heterogeneous contacts between them. The effect of the structure-dependent electrical properties, in particular, the electrical resistivity of silicate compositions, has been investigated. An algorithm has been developed for determining the specific electrical resistance of a composite material based on data on the specific electrical resistance of the filler, the matrix and contents of the composition.

The scientific and conceptual foundations for controlling the processes of structure formation of composite materials based on mineral binders by regulating contact interactions in them have been developed, based on the electro surface properties of the components.

The following ways of controlling the physicommechanical and hydrophysical properties of composites, ensuring their stability under exposure to electric leakage currents, corrosive environments and possible water damage, have been proposed: increasing the water resistance of gypsum binders and electrically conductive silicate compositions for better protection against electro corrosion; improving the physical, mechanical and hydrophysical properties and ensuring the electrical conductivity of waterproofing compositions of permeable action based on Portland cement for better protection against electro corrosion; increasing the corrosion proof of concrete by

addition of an organic-mineral additive based on refined chalk; increasing the early strength concrete property of reinforced concrete sub-rail foundations.

Methodological foundations have also been developed: determination of destructive factors of operating conditions of building and railway structures; determination of optimal ingredients of composite materials based on mineral binders with specified properties, including high water resistance and corrosion resistance; development of structural and technological design solutions for restoring the bearing capacity, better protection and increasing the durability of building and railway structures.

The following have been designed: electrically conductive compositions of permeable action; constructive and technological solutions for restoration of the bearing strength, protection against electro corrosion and increasing the durability of railway high passenger platforms by application of electrically conductive compositions (introduced at Komarovka YuZhD station); a concrete material for reinforced concrete sleepers of increased durability, which acquires transfer strength in 8-48 hours with natural hardening or under low-temperature conditions (introduced at the Gnivansky plant of special reinforced concrete and the Korosten plant of reinforced concrete sleepers); a concrete material and under-rail base structures that, in comparison with traditionally used structures, reduce vibration, electrical impacts and increase resistance to cracking (introduced during the reconstruction of tramways in the cities of Kharkov, Dnipro, Kiev); a concrete material with an organic-mineral additive of finely dispersed chalk for monolithic sections of precast-monolithic reinforced concrete structures (introduced during the construction of a building at 67 Aleksandrovsky Avenue in Kharkov); a gypsum binder of increased water resistance (used in the reconstruction of civil buildings in Uzhgorod, Khmelnytsky, Kramatorsk).

The economic efficiency of using the developed composite materials has been calculated. Higher efficiency is achieved through decrease in energy consumption during the production of reinforced concrete structures, as well as due to an increase in the durability of structures and servicing periods.

The research results were used in the development of DBN V.2.3-19: 2018 “Transport structures. 1520 mm gauge railways. Design standards ”, regulatory and instructive documents of JSC “Ukrzaliznytsia”, in the educational process in improving lecture courses, practical and laboratory work for students, undergraduates, graduate students of the specialties “Construction and civil engineering” and “Railway transport”.

Key words: mineral binders, composite material, electrosurface potential, contact interactions, electroheterogenic contacts, crystal hydrates, microfillers

ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографії:

1. Плугин А.Н., Плугин А.А., Борзяк О.С. [и др.] Основы теории твердения, прочности, разрушения и долговечности портландцемента, бетона и конструкций из них: Монография в 3 т. Т. 3. Теория прочности, разрушения и долговечности бетона, железобетона и конструкций из них. Под ред. А.Н.Плугина. Киев: Наук. думка, 2012. 288 с. (*Встановлення закономірностей формування стійкої в умовах зовнішніх впливів структури штучного каменю з урахуванням електроповерхневих властивостей компонентів*)

2. Плугін А.А., Костюк Т.О., Прошин О.Ю. [та ін.] Гідроізоляційні цементні композити проникної дії. Харків: Колегіум, 2018. 268 с. (*Вивчення впливу мінеральних та хімічних добавок різного складу та будови на підвищення спеціальних властивостей композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих*)

Статті у наукових фахових виданнях України та збірниках наукових праць, що включені до міжнародних наукометричних баз:

3. Плугін А.А., Плугін А.М., Борзяк О.С. [та ін.] Аналіз впливу агресивних дій на конструкції та споруди залізниць: верхня будова колії в залізничних тунелях. *Зб.наук.праць УкрДАЗТ*. 2011. Вип.122. С. 187–201. (*Дослідження та аналіз експлуатаційних впливів, які спричиняють корозійне руйнування та інші пошкодження будівельних конструкцій і споруд*)

4. Емельянова И.А., Доброходова О.В., Буцкий В.А., Борзяк О.С. Технологические особенности приготовления строительных смесей в трехвальном бетоносмесителе. *Науковий вісник будівництва*. 2011. Вип.63. С.331-336. (*Вивчення впливу режиму роботи змішувача на поверхневу активацію в'язучих*)

5. Плугин А.Н., Плугин А.А., Подтележникова И.В., Борзяк О.С. Исследование взаимодействий между инден-кумароновой и эпоксидной смолами в защитном составе ЗС-1М. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. 2011. Вип.125.

С. 139–145. (*Обґрунтування використання конструктивно-технологічних рішень з ремонту конструкцій і споруд і захисту їх в умовах експлуатації*)

6. Плугин Ал.А., Борзяк О.С., Дудин А.А. [и др.] Защита металлических и железобетонных сооружений железнодорожного транспорта от электрокоррозии с помощью диодного заземления. *Зб.наук.праць УкрДАЗТ*. 2011. Вип. 127. С. 204-212. (*Розробка конструкції кріплення заземлювача*)

7. Борзяк О.С., Плугин Ал.А., Плугин Д.А. Исследование состава водной среды, контактирующей с бетоном, подвергающимся электрокоррозии. *Вісник НТУ «ХПИ»*. 2011. № 27. С. 138-145. (*Розрахунок концентрації робочих розчинів*)

8. Борзяк О.С. Физико-химические исследования фазового состава цементного камня в бетоне, находившемся под воздействием пульсирующего однонаправленного электрического потенциала. *Зб.наук. праць УкрДАЗТ*. 2012. Вип. 130. С. 71–78.

9. Плугин А.А., Плугин А.Н., Плугин Д.А., Борзяк О.С. [и др.] Механизм электрокоррозии железобетонных конструкций под действием высоковольтного переменного напряжения в контактных проводах. *Комунальне господарство міст*. 2012. Вип.103. С. 13–23. (*Дослідження та аналіз експлуатаційних впливів, які спричиняють корозійне руйнування та інші пошкодження будівельних конструкцій і споруд*)

10. Борзяк О.С. Исследование механизма воздействия токов утечки на конструкции пассажирской платформы. *Зб.наук.праць УкрДАЗТ*. 2012. Вип. 134. С. 271-276.

11. Борзяк О.С. Дослідження бетону монолітних залізобетонних фундаментів при поновленні будівництва. *Науковий вісник будівництва*. 2013. Вип. 71. С. 272–276.

12. Трикоз Л.В., Борзяк О.С. Исследование изменений структуры глиносодержащих материалов методом инфракрасной спектроскопии. *Вісник ОДАБА*. 2013. Вип.52. С. 281–285. (*Виявлення закономірностей впливу кристалічної структури і умов утворення на електроповерхневі властивості матеріалів*)

13. Пługин А.А., Винниченко В.И., Борзяк О.С., Рязанов А.Н. Доломитовый цемент, затворяемый водой. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. 2014. Вип.143. С. 87–97. (*Вивчення впливу мінеральних та хімічних добавок різного складу та будови на підвищення спеціальних властивостей композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих*)

14. Пługин А.Н., Трикоз Л.В., Пługин А.А., Борзяк О.С. [и др.] Новые движущие силы и причины разрушений материалов, конструкций и сооружений /. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. 2014. Вип.148, Ч.2. С.5–20. (*Дослідження та аналіз експлуатаційних впливів, які спричиняють корозійне руйнування та інші пошкодження будівельних конструкцій і споруд*)

15. Пługин А.Н., Трикоз Л.В., Пługин А.А., Борзяк О.С. [и др.] Новые силы, монолитное строительство и высотные дома *Науковий вісник будівництва*. 2014. №3(77). С. 85–93. (*Дослідження та аналіз експлуатаційних впливів, які спричиняють корозійне руйнування та інші пошкодження будівельних конструкцій і споруд*)

16. Борзяк О.С., Пługин Д.А., Герасименко О.С. [и др.] Воздействие токов утечки на конструкции пассажирских платформ, расположенных вблизи электрифицированных постоянным током участков пути. *Науковий вісник будівництва*. 2014. №1(75). С.80–85. (*Дослідження та аналіз експлуатаційних впливів, які спричиняють корозійне руйнування та інші пошкодження будівельних конструкцій і споруд*)

17. Пługин А.Н., Пługин А.А., Борзяк О.С. Зависимость углов отражения рентгеновского излучения от электроповерхностного потенциала кристаллов. *Зб. наук. праць УкрДУЗТ*. 2015. Вип.155. С. 153–158. (*Обґрунтування можливості використання рентгенівських методів досліджень для визначення електроповерхневого потенціалу мінералів*)

18. Пługин А.А., Фішер Х.-Б., Борзяк О.С. [та ін.] Підвищення міцності та водостійкості гіпсових в'язучих нанодисперсними мінеральними добавками. *Зб. наук. праць УкрДУЗТ*. 2017. Вип.171. С. 37–43. (*Встановлення закономірностей формування стійкої в умовах зовнішніх впливів структури*)

штучного каменю з урахуванням електроповерхневих властивостей компонентів)

19. Плугін А.А., Борзяк О.С., Єфіменко А.С., Фішер Х.-Б. Вплив мінеральних наповнювачів на процеси структуроутворення гіпсового каменю. *Науковий вісник будівництва*. 2017. №4(90). С. 116–119. *(Встановлення закономірностей формування стійкої в умовах зовнішніх впливів структури штучного каменю з урахуванням електроповерхневих властивостей компонентів)*

20. Борзяк О.С., Чепурна С.М. Гідратація портландцементу в присутності добавки високодисперсної крейди. *Зб. наук. праць УкрДУЗТ*. 2018. Вип. 175. С. 110–117. *(Вивчення впливу мінеральних та хімічних добавок різного складу та будови на підвищення спеціальних властивостей композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих)*

21. Чепурна С.М., Борзяк О.С. Бетони підвищеної водонепроникності з добавкою високодисперсного органогенного кальциту (крейди). *Містобудування та територіальне планування*. 2018. № 66. С. 629–637. *(Вивчення впливу мінеральних та хімічних добавок різного складу та будови на підвищення спеціальних властивостей композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих)*

22. Плугін О.А., Касьянов В.В., Борзяк О.С. [та ін.] Вплив структури та компонентів на електрофізичні властивості композицій на основі портландцементу *Науковий вісник будівництва*. 2018. №1(91). С. 156–163. *(Встановлення закономірностей формування стійкої в умовах зовнішніх впливів структури штучного каменю з урахуванням електроповерхневих властивостей компонентів)*

23. Жидкова Т.В., Чепурна С.М., Борзяк О.С. Механізм впливу добавки високодисперсної крейди на процеси структуроутворення цементного каменю. *Вісник ОДАБА*. 2018. Вип. 72, С. 99–106. *(Встановлення закономірностей формування стійкої в умовах зовнішніх впливів структури штучного каменю з урахуванням електроповерхневих властивостей компонентів)*

24. Плуґин А.Н., Палант Е.В., Плуґин Д.А., Плуґин Ал.А., Борзяк О.С. Механизм защитных свойств полиуретана и композиций на основе жидкого стекла от электрических и вибрационных воздействий. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. 2018. № 35. С. 25–28. (Обґрунтування використання конструктивно-технологічних рішень з ремонту конструкцій і споруд і захисту їх в умовах експлуатації)

25. Борзяк О.С., Дудін О.А., Куценко М.Ю., Познякова В.Г. Розробка заходів по захисту штучних споруд залізничного транспорту від електрокорозії під дією змінного струму витoku і високовольтої напруги. *Зб. наук. праць УкрДУЗТ*. 2018. Вип. 182, С. 28–36. (Обґрунтування використання конструктивно-технологічних рішень з ремонту конструкцій і споруд і захисту їх в умовах експлуатації)

Публікації у міжнародних періодичних виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз:

26. Borziak O., Vandolovskyi S., Chajka V., Perestiuk V., Romanenko O. Effect of microfillers on the concrete structure formation. *MATEC Web Conf.* 2017. V. 116, 01001. (Встановлення закономірностей формування стійкої в умовах зовнішніх впливів структури штучного каменю з урахуванням електроповерхневих властивостей компонентів)

27. Borziak O., Cherpurna S., Zidkova T. Use of a highly dispersed chalk additive for the production of concrete for transport structures. *MATEC Web Conf.* 2018. V. 230, 03003. (Вивчення впливу мінеральних та хімічних добавок різного складу та будови на підвищення спеціальних властивостей композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих)

28. Plugin A.A., Pluhin O.A., Borziak O.S., Kaliuzhna O.V. The Mechanism of a Penetrative Action for Portland Cement-Based Waterproofing Compositions. *Lecture Notes in Civil Engineering*. 2020. V. 47. P. 34–41. (Вивчення впливу мінеральних та хімічних добавок різного складу та будови на підвищення спеціальних властивостей композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих)

29. Chepurna S., Borziak O., Zubenko S. Concretes, Modified by the Addition of High-Diffused Chalk, for Small Architectural Forms. *Materials Science Forum*. 2019. V. 968. P. 82–88. (Вивчення впливу мінеральних та хімічних добавок різного складу та будови на підвищення спеціальних властивостей композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих)

30. Borziak O.S., Plugin A.A., Chepurna S.M. The effect of added finely dispersed calcite on the corrosion resistance of cement compositions. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 2019. V. 708, 012080. (Вивчення впливу мінеральних та хімічних добавок різного складу та будови на підвищення спеціальних властивостей композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих)

31. Kostyuk T., Vinnichenko V., Plugin A., Borziak O., Iefimenko A. Physicochemical studies of the structure of energy-saving compositions based on slags. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020. V. 1021, 012016. (Вивчення впливу мінеральних та хімічних добавок різного складу та будови на підвищення спеціальних властивостей композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих)

32. Plugin A., Borziak O., Pluhin O., Kostuk T., Plugin D. Hydration Products that Provide Water-Repellency for Portland Cement-Based Waterproofing Compositions and Their Identification by Physical and Chemical Methods. *International Scientific Conference EcoComfort and Current Issues of Civil Engineering EcoComfort 2020: Proceedings of EcoComfort*. 2020. P. 328–335. (Вивчення впливу мінеральних та хімічних добавок різного складу та будови на підвищення спеціальних властивостей композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих)

33. Plugin A., Iefimenko A., Borziak O., Gevorkyan E., Pluhin O. Establishing Patterns in the Influence of Microand Nano-dispersed Mineral Additives on The Water Resistance of Construction Gypsum. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. V. 1/6 (109). P. 22–29. (Встановлення закономірностей

формування стійкої в умовах зовнішніх впливів структури штучного каменю з урахуванням електроповерхневих властивостей компонентів)

Патенти:

34. Композиція проникної дії гідроізоляції та захисту від електрокорозії: Пат. 113600 Україна: МПК (2016.01) С04В 28/00 С04В 41/65 (2006.01) С04В 111/90 (2006.01) С04В 111/20 (2006.01) С04В 111/72 (2006.01); заявл.01.03.2016; опубл. 10.02.2017, Бюл. №3. 4 с. *(Виконання патентного пошуку, розроблення складів електропровідних композицій для екранного захисту від електрокорозії, складання опису та формули винаходу)*

35. Електропровідна шпаклювальна композиція: Пат. 117194 Україна: МПК С04В 28/26 (2006.01), С04В 41/65 (2006.01), С04В 111/20 (2006.01), С04В 111/26 (2006.01), С04В 111/94 (2006.01); Заявл. 24.03.2017. Опубл. 25.06.2018, Бюл.№12. 3 с. *(Виконання патентного пошуку, розроблення складів електропровідних композицій для екранного захисту від електрокорозії, складання опису та формули винаходу)*

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

36. Борзяк О.С., Плугін Д.А. Використання методу інфрачервоної спектроскопії при дослідженні будівельних матеріалів. Тези доповідей 76-ї Міжнар. наук.-техн. конфер. (15-17 квітня 2014 р., м. Харків). – Харків: УкрДАЗТ, 2014. С. 259. *(Вивчення впливу мінеральних та хімічних добавок різного складу та будови на підвищення спеціальних властивостей композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих)*

37. Плугин А.Н., Трикоз Л.В., Плугин А.А. [та ін.] Новые движущие силы и причины разрушений материалов, конструкций и сооружений. Міжнар. наук.-техн. конф. «Нові технології, обладнання, матеріали в будівництві і на транспорті» (26–28 листопада 2014 р., Харків). Харків: УкрДАЗТ, 2014. С.48. *(Дослідження та аналіз експлуатаційних впливів, які спричиняють корозійне руйнування та інші пошкодження будівельних конструкцій і споруд)*

38. Плугін А.А., Романенко О.В., Калінін О.А., Плугін О.А., Борзяк О.С. Склади бетону з добавками суперпластифікаторами і прискорювачами

твердіння для виробництва залізобетонних шпал без пропарювання та їх фізико-хімічні дослідження. Междунар. науч.-практ. конф. «Эффективные технологические решения в строительстве с использованием бетонов нового поколения» (28–29 октября 2015 р., Харьков). Харьков: ХНУСА, 2015. С.39–50. *(Вивчення впливу мінеральних та хімічних добавок різного складу та будови на підвищення спеціальних властивостей композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих)*

39. Борзяк О.С. Залежність кутів відбиття рентгенівського випромінювання від електроповерхневого потенціалу кристалів. 5-а Міжнар. наук.-техн. конф. «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті» (23–24 квітня 2015 р., Харків). Харків: УкрДУЗТ, 2015. С.34.

40. Плугин А.Н., Борзяк О.С., Плугин А.А. Рентгеновские методы исследования строительных материалов: особенности взаимодействия рентгеновского излучения с кристаллами. Між нар. науково-техн. семінар «Моделювання та оптимізація будівельних композитів» (27-28 жовтня 2016 р., Одеса). Одеса: ОДАБА, 2016. С. 105–111. *(Обґрунтування можливості використання рентгенівських методів досліджень для визначення електроповерхневого потенціалу мінералів)*

41. Борзяк О.С., Плугин А.А. Фізико-хімічні дослідження впливу добавок суперпластифікаторів та прискорювачів твердіння на продукти гідратації портландцементу. 78 Міжнар. наук.-техн. конфер. «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті» (26–28 квітня 2016 р., Харків). Харків: УкрДУЗТ, 2016. Вип. 160 (додаток). С. 78. *(Вивчення впливу мінеральних та хімічних добавок різного складу та будови на підвищення спеціальних властивостей композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих)*

42. Плугин А.Н., Борзяк О.С., Плугин А.А. Про природу явищ, на яких ґрунтується спектральний аналіз будівельних матеріалів. 78 Міжнар. наук.-техн. конфер. «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті» (26–28 квітня 2016 р., Харків). Харків: УкрДУЗТ, 2016. Вип. 160 (додаток). С.

78–79. *(Обґрунтування можливості використання рентгенівських методів досліджень для визначення електроповерхневого потенціалу мінералів)*

43. Борзяк О.С., Чайка В.М., Вандоловський С.С. Формування структури дрібнозернистого бетону. VI Міжнар. наук.-техн. конфер. «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті» (19-21 квітня 2017 р., Харків). Харків: УкрДУЗТ, 2017. С. 42–43. *(Встановлення закономірностей формування стійкої в умовах зовнішніх впливів структури штучного каменю з урахуванням електроповерхневих властивостей компонентів)*

44. Єфіменко А.С., Фішер Х.-Б., Матхес К., Борзяк О.С. [та ін.] Шляхи підвищення міцності гіпсових композицій. VI Міжнар. наук.-техн. конфер. «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті» (19-21 квітня 2017 р., Харків). Харків: УкрДУЗТ, 2017. С.50–51. *(Виявлення закономірностей впливу кристалічної структури і умов утворення на електроповерхневі властивості матеріалів)*

45. Чепурна С.М., Борзяк О.С. Високодисперсна крейда як добавка для бетонів. VI Міжнар. наук.-техн. конфер. «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті» (19-21 квітня 2017 р., Харків). Харків: УкрДУЗТ, 2017. С. 78–79. *(Виявлення закономірностей впливу кристалічної структури і умов утворення на електроповерхневі властивості матеріалів)*

46. Жидкова Т.В., Чепурна С.М., Борзяк О.С. Ресурсоенергозберігаючі бетони з добавкою високодисперсної крейди. VII Міжн. наук.-практ. конф. «Ефективні технології в міському будівництві та господарстві» (17-18 травня 2018 р., Одеса). Одеса: ОДАБА, 2018. С. 164–167. *(Вивчення впливу мінеральних та хімічних добавок різного складу та будови на підвищення спеціальних властивостей композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих)*

47. Cherpurna S.M., Plugin A.A., Borziak O.S. Structure formation of the cement stone in the presence of fine-grained calcite. 20 Internationale Baustofftagung, (12-14 September 2018, Weimar). Weimar: Bauhaus-Universitet Weimar, 2018.

Band 2. P. 479–485. (*Вивчення впливу мінеральних та хімічних добавок різного складу та будови на підвищення спеціальних властивостей композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих*)

48. Plugin A.A., Fisher H.-B., Borziak O.S., Iefimenko A.S. Increasing the Water-Resistance of Gypsum Materials Using Polydisperse Mineral Additives. 20 Internationale Baustofftagung, (12-14 September 2018, Weimar). Weimar: Bauhaus-Universität Weimar, 2018. Band 2. P. 549–558. (*Встановлення закономірностей формування стійкої в умовах зовнішніх впливів структури штучного каменю з урахуванням електроповерхневих властивостей компонентів*)

49. Борзяк О.С., Чепурна С.М., Жидкова Т.В. [та ін.] Вплив добавки високодисперсної крейди на фізико-механічні властивості бетонів. 7 Міжнар. наук.-техн. конф. «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті» (14-16 листопада 2018 р. Харків). Харків: УкрДУЗТ, 2018. С.172. (*Вивчення впливу мінеральних та хімічних добавок різного складу та будови на підвищення спеціальних властивостей композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих*)

50. Калюжна О.В., Борзяк О.С., Пługін А.А., Булгаков В.В. Використання потенціометричних методів для оцінки корозійного впливу добавок на сталеву арматуру залізобетонних конструкцій. 7 Міжнар. наук.-техн. конф. «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті» (14-16 листопада 2018 р. Харків). Харків: УкрДУЗТ, 2018. С.186. (*Вивчення впливу мінеральних та хімічних добавок різного складу та будови на підвищення спеціальних властивостей композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих*)

51. Савчук Ю.Ю., Пługін А.А., Лютий В.А., Пługін О.А., Борзяк О.С. Дослідження впливу лужного компоненту на фізико-механічні властивості безклінкерних і малоклінкерних гідроізоляційних композицій. 7 Міжнар. наук.-техн. конф. «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті» (14-16 листопада 2018 р. Харків). Харків: УкрДУЗТ, 2018. С. 211. (*Вивчення впливу мінеральних та хімічних добавок*

різного складу та будови на підвищення спеціальних властивостей композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих)

52. Плугін А.А., Бабій А.І., Плугін О.А., Борзяк О.С., Калюжна О.В. Вплив умов зберігання на електропровідність бетону. VI Міжнародна конференція «Актуальні проблеми інженерної механіки» (20-24 травня 2019 р., Одеса). Одеса: ОДАБА, 2019. С. 320–324. *(Дослідження та аналіз експлуатаційних впливів, які спричиняють корозійне руйнування та інші пошкодження будівельних конструкцій і споруд)*

53. Борзяк О.С., Плугін А.А., Чепурна С.М. [та ін.] Вплив добавки високодисперсного кальциту на корозійну стійкість цементних композитів. 8 Міжнар. наук.-техн. конф. «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті» (20-22 листопада 2019 р., Харків). Харків: УкрДУЗТ, 2019. Ч.2. С.137–138. *(Вивчення впливу мінеральних та хімічних добавок різного складу та будови на підвищення спеціальних властивостей композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих)*

54. Трикоз Л.В., Панченко С.В., Бондаренко Д.О., Борзяк О.С., Плугін А.А. Електроповерхневі взаємодії в системі ґрунт-шлак активний мул. 8 Міжнар. наук.-техн. конф. «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті» (20-22 листопада 2019 р., Харків). Харків: УкрДУЗТ, 2019. Ч.2. С.209–210. *(Встановлення закономірностей формування стійкої в умовах зовнішніх впливів структури штучного каменю з урахуванням електроповерхневих властивостей компонентів)*

55. Жигло А.А., Борзяк О.С. Перспективи зниження енерговитрат на виробництво високоміцного гіпсу. Міжнар. наук.-практ. конф. «Тренди та тенденції розвитку будівельної галузі» (18-19 листопада 2020 р., Харків). Харків: ХНУМГ ім. О.М.Бекетова, 2020. С. 72–73. *(Виявлення закономірностей впливу кристалічної структури і умов утворення на електроповерхневі властивості матеріалів)*

56. Костюк Т.О., Вінниченко В.І., Плуґін А.А., Борзяк О.С., Єфіменко А.С. Створення ресурсо- та енергозберігаючих композицій важких бетонів на основі шлаків. Міжнар. наук.-техн. конф. «Енергоефективність на транспорті» (18-20 листопада 2020 р. Харків). Харків: УкрДУЗТ, 2020. С. 76–77. *(Вивчення впливу мінеральних та хімічних добавок різного складу та будови на підвищення спеціальних властивостей композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих)*

57. Борзяк О.С., Калюжна О.В., Плуґін А.А. Вплив добавок-прискорювачів твердіння на захисні властивості бетону щодо сталеві арматури. VIII Міжнар. наук.-практ. конф. «Ефективні організаційно-технологічні рішення та енергозберігаючі технології в будівництві» (19-20 листопада 2020 р., Харків). Харків: ХНУБА, 2020. С. 9–10. *(Вивчення впливу мінеральних та хімічних добавок різного складу та будови на підвищення спеціальних властивостей композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих)*

Додаткові публікації

58. Трикоз Л.В., Борзяк О.С. Исследование изменений структуры глиносодержащих материалов методом рентгенофазового анализа. *Сборник научных трудов SWorld*. 2014. Вып. 2, Том 17. С. 10–17. *(Виявлення закономірностей впливу кристалічної структури і умов утворення на електроповерхневі властивості матеріалів)*

59. Гасан Ю.Г., Червенко Є.М., Бердник О.В., Борзяк О.С. Вплив поліфункціональної добавки на характер новоутворень та властивості штучного каменю, виготовленого з композиційної гіпсовміщуючої в'язучої речовини. *Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка*. 2011. Вып. 42. С. 56–62. *(Вивчення впливу мінеральних та хімічних добавок різного складу та будови на підвищення спеціальних властивостей композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих)*

60. Плуґін А.А., Воронин С.В., Борзяк О.С., Єфіменко А.С. Повышение водостойкости гипса добавками микронаполнителей. *Науковий вісник*

будівництва. 2016. №2(84). С. 239–242. (Виявлення закономірностей впливу кристалічної структури і умов утворення на електроповерхневі властивості матеріалів)

61. Трикоз Л.В., Борзяк О.С., Савчук В.Ю. Дослідження взаємодій компонентів глиновмісних матеріалів методом інфрачервоної спектроскопії. *Зб. наук. праць УкрДУЗТ. 2017. Вип.171. С. 44–52. (Виявлення закономірностей впливу кристалічної структури і умов утворення на електроповерхневі властивості матеріалів)*

62. Пługін Д.А., Пługін А.А., Борзяк О.С., Палант О.В., Савченко О.М. Захист об'єктів транспортної інфраструктури від електричних і вібраційних впливів наземного рейкового транспорту. *Науковий вісник будівництва. 2017. №4(90). С. 250–254. (Обґрунтування використання конструктивно-технологічних рішень з ремонту конструкцій і споруд і захисту їх в умовах експлуатації)*

63. Чепурная С.Н., Пługин А.А., Борзяк О.С. Повышение коррозионной стойкости бетона транспортных сооружений добавкой высокодисперсного кальцита. *Науковий вісник будівництва. 2018. № 1(91). С. 292–298. (Вивчення впливу мінеральних та хімічних добавок різного складу та будови на підвищення спеціальних властивостей композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих)*

64. Savchuk Y., Plugin A., Lyuty V., Pluhin O., Borziak O. Study of influence of the alkaline component on the physico-mechanical properties of the low clinker and clinkerless waterproof compositions. *MATEC Web Conf. 2018. V. 230, 03018. (Встановлення закономірностей формування стійкої в умовах зовнішніх впливів структури штучного каменю з урахуванням електроповерхневих властивостей компонентів)*

65. Pluhin O., Plugin A., D. Plugin, O. Borziak, Dudin O. The effect of structural characteristics on electrical and physical properties of electrically conductive compositions based on mineral binders. *MATEC Web Conf. 2017. V. 116, 01013. (Встановлення закономірностей формування стійкої в умовах зовнішніх*

впливів структури штучного каменю з урахуванням електроповерхневих властивостей компонентів)

66. Plugin A.A., Plugin D.A., Pluhin O.A., Borziak O.S. The Influence of the Molecular Structure of Polyurethane on Vibro– and Electroinsulation Properties of the Tramway Structures. *Lecture Notes in Civil Engineering*. 2020. V. 47. P. 346–353. (Обґрунтування використання конструктивно-технологічних рішень з ремонту конструкцій і споруд і захисту їх в умовах експлуатації)

67. Plugin A.A., Pluhin O.A., Borziak O.S., Kaliuzhna O.V. The Influence of Storage Conditions on the Electric Conductivity of Concrete. *Materials Science Forum*. 2019. V. 968. P. 50–60. (Дослідження та аналіз експлуатаційних впливів, які спричиняють корозійне руйнування та інші пошкодження будівельних конструкцій і споруд)

68. Trykoz L.V., Panchenko S.V., Bondarenko D.O., Plugin A.A., Borziak O.S. The electric surface interaction in the soil-slag-biological solids system. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 2019. V. 708, 012110. (Встановлення закономірностей формування стійкої в умовах зовнішніх впливів структури штучного каменю з урахуванням електроповерхневих властивостей компонентів)

69. Плуґін А.А., Плуґін А.М., Борзяк О.С. [та ін.] ЦП 0224 Рекомендації із забезпечення тріщиностійкості плит безбаластного мостового полотна. Київ: ЦП УЗ, 2010. 42 с. (Обґрунтування використання конструктивно-технологічних рішень з ремонту конструкцій і споруд і захисту їх в умовах експлуатації)

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП..... | 30 |
| РОЗДІЛ 1 Аналіз факторів, що визначають стійкість в умовах експлуатації композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих ... | 40 |
| 1.1 Існуючі уявлення про формування міцності та довговічності композиційних будівельних матеріалів на основі мінеральних в'язучих.... | 40 |
| 1.2 Умови експлуатації композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих речовин | 48 |
| 1.2.1 Проникність штучного каменю для агресивного середовища..... | 48 |
| 1.2.2 Вплив агресивних середовищ | 54 |
| 1.2.3 Нові дані про електричні впливи на матеріали конструкцій та споруд | 64 |
| 1.3. Характерні пошкодження і технічний стан будівель і споруд залізниць | 66 |
| 1.3.1 Систематизація пошкоджень будівель та споруд станційних комплексів залізниць..... | 66 |
| 1.3.2 Пошкодження верхньої будови колії | 81 |
| 1.4 Сучасні способи захисту і відновлення споруд в умовах агресивних дій | 84 |
| 1.4.1 Матеріали, які застосовують для захисту і відновлення споруд в умовах агресивних дій | 84 |
| 1.4.2 Принцип підбору складу корозійностійких композиційних будівельних матеріалів на основі мінеральних в'язучих..... | 88 |
| 1.5 Формулювання наукової гіпотези | 91 |
| Висновки за розділом 1 | 92 |
| РОЗДІЛ 2 Методологічні принципи і технологія досліджень | 95 |
| 2.1 Обґрунтування вибору вихідних матеріалів та їх характеристика..... | 95 |
| 2.1.1 Хімічні та мінеральні добавки, що підвищують корозійну стійкість матеріалів на основі мінеральних в'язучих | 95 |

| | | | |
|--|---|-----|-----|
| 2.1.2 | Матеріали для експериментальних досліджень..... | 111 | |
| 2.2 | Методологічна база досліджень | 117 | |
| | Висновки за розділом 2..... | 122 | |
| РОЗДІЛ 3 Розробка фізичних і математичних моделей структури і властивостей стійких в умовах експлуатації композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих | | | 124 |
| 3.1 | Електроповерхневі потенціали і заряди продуктів гідратації мінеральних в'язучих..... | 124 | |
| 3.1.1 | Поверхневий заряд та електроповерхневий потенціал частинок неорганічної дисперсної фази у водно-дисперсних системах | 124 | |
| 3.1.2 | Методи визначення електроповерхневого потенціалу та густини поверхневого заряду частинок неорганічної дисперсної фази | 127 | |
| 3.1.3 | Залежність кутів відбиття рентгенівського випромінювання від електроповерхневого потенціалу кристалів | 135 | |
| 3.2 | Фактори, що впливають на електроповерхневі властивості речовин..... | 144 | |
| 3.2.1 | Електроповерхневі потенціали кристалогідратів анізотричної форми | 144 | |
| 3.2.2 | Вплив генезису на електроповерхневі властивості природних матеріалів..... | 150 | |
| 3.3. | Теоретичні основи формування структури композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих..... | 154 | |
| 3.3.1 | Контактні взаємодії в композиційних матеріалах на основі мінеральних в'язучих..... | 154 | |
| 3.3.2 | Баланс між сумарними площами поверхонь з різними за знаком електроповерхневими потенціалами та його регулювання | 163 | |
| | Висновки за розділом 3..... | 167 | |
| РОЗДІЛ 4 Фізико-хімічні основи регулювання контактних взаємодій в композиційних матеріалах на основі мінеральних в'язучих | | | 170 |
| 4.1 | Вплив хімічних добавок на продукти гідратації мінеральних в'язучих | 170 | |

| | |
|---|-----|
| 4.1.1 Термодинаміка процесів гідратації | 171 |
| 4.1.2 Фізико-хімічні дослідження композиційних матеріалів з хімічними добавками | 179 |
| 4.1.3 Механізм проникної дії силікатних композицій..... | 191 |
| 4.2 Вплив мінеральних добавок на процеси структуроутворення композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих | 199 |
| 4.2.1 Формування порового простору композитів з полідисперсними мінеральними наповнювачами | 199 |
| 4.2.2 Теоретичні дослідження впливу структури на електрофізичні властивості композицій..... | 202 |
| 4.2.3 Вплив поверхневих властивостей мінеральних добавок на формування структури композиту | 210 |
| 4.2.4 Особливості електрогетерогенних контактів кристалогідратів анізотричної форми та їх вплив на структуру штучного каменю | 216 |
| 4.2.5 Дисперсне армування композиційних матеріалів волокнами..... | 221 |
| 4.3 Вплив агресивних середовищ на контакти між дисперсними частинками в штучному камені | 223 |
| 4.4 Концепція підвищення стійкості в умовах експлуатації матеріалів на основі мінеральних в'язучих шляхом регулювання контактних взаємодій..... | 224 |
| Висновки за розділом 4..... | 225 |
| РОЗДІЛ 5 Розробка композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих із заданими фізико-механічними та гідрофізичними властивостями для зниження агресивних впливів на споруди | 228 |
| 5.1 Гіпсові в'язучі підвищеної водостійкості і композиційні матеріали на їх основі..... | 228 |
| 5.2 Гідроізоляційні композиційні матеріали на основі портландцементу. | 232 |
| 5.3 Забезпечення електропровідності гідроізоляційних композицій проникної дії на основі портландцементу | 238 |

| | |
|--|-----|
| 5.4 Забезпечення водостійкості електропровідних силікатних композицій для захисту від струмів витоку та блукаючих струмів..... | 242 |
| 5.5 Отримання високої ранньої міцності бетону залізобетонних підрейкових основ залізниць | 246 |
| 5.5.1 Дослідження впливу добавок пластифікуючої (водоредукуючої) групи | 247 |
| 5.5.2 Дослідження впливу добавок прискорювачів твердіння | 251 |
| 5.6 Підвищення корозійної стійкості бетону мінеральною добавкою високодисперсної крейди..... | 261 |
| Висновки за розділом 5 | 271 |
| РОЗДІЛ 6. Експлуатаційні випробування і впровадження результатів досліджень | 274 |
| 6.1 Впровадження нових композиційних матеріалів при реалізації конструктивно-технологічних рішень з ремонту і захисту об'єктів інфраструктури..... | 274 |
| 6.2 Застосування розроблених складів для захисту від електрокорозії (для заземлених екранів)..... | 281 |
| 6.3 Використання результатів досліджень для зниження енергоємності виробництва залізобетонних виробів..... | 285 |
| 6.4 Застосування розроблених складів у конструкціях трамвайної колії | 290 |
| 6.5 Розробка складу гіпсового в'язучого підвищеної водостійкості..... | 293 |
| Висновки за розділом 6..... | 295 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ..... | 298 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 302 |
| ДОДАТКИ | 341 |

ВСТУП

Актуальність теми. В умовах сучасного рівня обсягів промислового виробництва об'єми агресивних газоподібних, рідких і твердих речовин, електричних струмів витоків, блукаючих струмів і відповідних потенціалів, які впливають на будівельні конструкції та споруди, залишаються суттєвими. Необхідність опиратись цим впливам і визначає напрями вдосконалення будівельних матеріалів.

Переважаюча кількість сучасних будівельних матеріалів – це матеріали, що виготовляються на основі мінеральних в'язучих – силікатних, алюмінатних, сульфатних сполук, бетони та конструкції з них, силікатні вироби, будівельні розчини, сухі суміші, штукатурки тощо. Ці матеріали часто є недостатньо стійкими в різних умовах експлуатації. Так, матеріали на основі силікатів кальцію (портландцемент і його різновиди, вапняно-кремнеземні в'язучі тощо) є водостійкими, стійкими в лужних середовищах, проте нестійкими в умовах впливу кислих середовищ, електричних струмів. Розповсюджені антикорозійні матеріали на основі силікатів натрію і калію є кислотостійкими, проте неводостійкими і нелугостійкими. Матеріали на основі сульфатів кальцію (гіпсові) не є водостійкими. Підвищити кислотостійкість, лугостійкість, водостійкість цих матеріалів звичайно намагаються емпіричним шляхом, проте такий підхід є дуже трудомістким і тривалим і часто має обмежений успіх.

Більш ефективно удосконалення композитів на основі мінеральних в'язучих з метою забезпечення нових властивостей, відповідних складним умовам експлуатації, можливе на основі розвитку та поглиблення теоретичних та експериментальних основ їхнього структуроутворення, формування властивостей і стійкості в цих умовах експлуатації.

Отже, існує **наукова проблема** розвитку положень фізико-хімічної механіки дисперсних систем і матеріалів, які стосуються впливу структури та явищ на границях розподілу фаз на фізико-механічні, гідрофізичні, корозійні властивості композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих.

Вирішення цієї проблеми дасть можливість вирішити *актуальне практичне завдання* – визначити шляхи більш ефективного керування структурою та властивостями, підвищення корозійної стійкості, водостійкості, непроникності та інших показників експлуатаційних властивостей композиційних матеріалів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертацію виконано на кафедрі будівельних матеріалів, конструкцій та споруд Українського державного університету залізничного транспорту в рамках держбюджетних і госпдоговірних науково-дослідних робіт (НДР), які проводяться згідно з галузевими програмами Міністерства освіти і науки України, АТ «Укрзалізниця», а також планами залізниць України:

- НДР, що фінансувалися за кошти державного бюджету «Розвиток теоретичних та експериментальних основ визначення складів водонепроникного тріщиностійкого бетону для конструкцій і споруд залізниць» (№ ДР 0113U001030); «Теоретичні та експериментальні дослідження впливу електрокорозійного і напружено-деформованого стану залізничних споруд і колії на їх надійність і безпеку руху» (№ ДР 0113U001031); «Розвиток теоретичних основ виникнення та запобігання порушень стійкості земляних та інших споруд» (№ ДР 0115U000276); «Розробка складів неорганічних матеріалів будівельного призначення на основі композицій системи $\text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ та $\text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{H}_2\text{O}$ » (№ ДР 0115U000277); «Теоретичні основи отримання нових корозійностійких композиційних силікатних матеріалів з високими гідрофізичними характеристиками. Фізико-хімічні та колоїдно-хімічні основи водостійкості та корозійної стійкості композиційних силікатних матеріалів» (№ ДР 0115U000279); «Теоретичні та експериментальні основи визначення, прогнозування та забезпечення несучої здатності та довговічності транспортних споруд в умовах агресивних впливів» (№ ДР 0119U100295); «Розвиток теоретичних основ і експериментальна перевірка нових ефективних способів підвищення несучої здатності та водонепроникності ґрунтів земляного полотна залізниць» (№ ДР 0120U102065);

- госпдоговірні НДР «Проведення досліджень і розробка рекомендацій із захисту та підсилення конструкцій пасажирських платформ на електрифікованих ділянках залізниць»; «Розробка конструктивно-технологічних рішень з усунення тріщин у стінах будівель станційних комплексів та рекомендацій з їх впровадження при експлуатації» (№ ДР 0112U006827); «Проведення досліджень з використання хімічних добавок для зниження енергоємності виробництва залізобетонних шпал і розробка ДСТУ на шпали залізобетонні попередньо напружені для залізниць колії 1520 і 1435 мм»; «Дослідження впливу конструктивно-технологічних та експлуатаційних факторів на утворення тріщин у шпалах типу СБЗ» тощо.

Автор була виконавцем і відповідальним виконавцем зазначених робіт.

Мета роботи – розвиток наукових основ управління процесами структуроутворення композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих за рахунок регулювання контактних взаємодій в них з урахуванням електроповерхневих властивостей компонентів для забезпечення їхньої стійкості в умовах обводнення, впливу електричних струмів витоку, агресивних середовищ.

Завдання досліджень:

- виконати аналіз даних про сучасні експлуатаційні впливи, яких зазнають будівельні конструкції та інженерні споруди, що виготовлені та зведені з композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих, а також аналіз існуючих даних щодо факторів, що визначають корозійну стійкість композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих, у т. ч. водонепроникність, тріщиностійкість;

- уточнити уявлення щодо формування стійкої в умовах зовнішніх впливів структури штучного каменю, який утворюється внаслідок гідратації мінеральних в'язучих з урахуванням електроповерхневих властивостей компонентів композиційних матеріалів;

- теоретично та експериментально обґрунтувати можливість підвищення інформативності рентгенівських методів досліджень за рахунок дослідження

закономірностей взаємодії робочого випромінювання з кристалами з певними електроповерхневими властивостями, зокрема для визначення електроповерхневого потенціалу мінералів;

- дослідити і встановити закономірності впливу кристалічної структури і умов утворення на електроповерхневі властивості матеріалів;

- уточнити на основі положень колоїдної хімії та фізико-хімічної механіки закономірності та розробити фізичні і математичні моделі структур і контактів, що визначають реологічні, фізико-механічні та гідрофізичні властивості матеріалів на основі мінеральних в'язучих речовин;

- теоретично та експериментально обґрунтувати підвищення фізико-механічних і гідрофізичних характеристик композитів на основі мінеральних в'язучих за рахунок регулювання контактних взаємодій компонентів шляхом спрямованого структуроутворення введенням хімічних і мінеральних добавок;

- розробити на основі проведених досліджень нові композиційні матеріали та конструктивно-технологічні рішення з ремонту конструкцій і споруд і захисту їх в умовах експлуатації;

- провести експлуатаційні випробування та впровадити результати досліджень при новому будівництві і відновленні конструкцій і споруд об'єктів інфраструктури.

Об'єкт дослідження – композиційні матеріали з покращеними експлуатаційними властивостями на основі мінеральних в'язучих.

Предмет дослідження – контактні взаємодії та закономірності формування структури, що забезпечують високі фізико-механічні, гідрофізичні властивості, корозійну стійкість композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих, що містять хімічні та мінеральні добавки.

Методи досліджень. Для вирішення завдань роботи виконано аналітичний огляд літературних даних, розроблено наукові гіпотези щодо механізмів формування властивостей композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих. Доведення гіпотез виконано шляхом теоретичних досліджень на основі фундаментальних положень колоїдної хімії та фізико-хімічної механіки

дисперсних систем і матеріалів. Розроблено методики та проведено експериментальні дослідження з доведення сформульованих гіпотез. Знак електричного поверхневого заряду продуктів гідратації мінеральних в'язучих і частинок мінеральних добавок визначали розрахунком абсолютних і рівноважних електроповерхневих потенціалів. Можливість хімічної взаємодії мінеральних в'язучих з мінеральними добавками оцінювали шляхом термодинамічного аналізу. Фізико-механічні та гідрофізичні властивості штучного каменю визначали випробуванням зразків-призм і кубів відповідно до стандартних методик і чинних нормативних документів. Електрофізичні властивості визначали за оригінальними методиками на зразках-призмах із композиції або в покриттях із неї на гранях зразків-призм із цементно-піщаного розчину. Склад продуктів гідратації і характер їхньої взаємодії з мінеральними добавками досліджували за допомогою рентгенофазового аналізу, інфрачервоної спектроскопії, світлової мікроскопії та скануючої електронної мікроскопії з електронно-зондовим мікроаналізом.

Наукова новизна одержаних результатів

- розвинуто уявлення щодо можливості управління процесами структуроутворення та формування будівельно-технічних властивостей мінеральних в'язучих і композиційних матеріалів на їхній основі, які забезпечують їх стійкість і довговічність під час експлуатації в умовах обводнення, впливу електричних струмів витоку, агресивних середовищ, шляхом забезпечення поєднання хімічної, термодинамічної стійкості дисперсної фази з максимально можливою кількістю контактів між частинками дисперсної фази, стабільних за впливів, характерних для зазначених умов експлуатації;

- встановлено закономірності впливу електричної природи контактів та іон-іонних, іон-дипольних і диполь-дипольних взаємодій в них на фізико-механічні та гідрофізичні (водостійкість) властивості штучного каменю та композиційних матеріалів; показано, що їх максимальні показники досягаються у випадку

балансу активної площі поверхонь дисперсних частинок, що мають негативний S^- і позитивний S^+ поверхневі заряди;

- встановлено, що продукти гідратації мінеральних в'язучих – кристалогідрати анізометричної морфології можуть характеризуватись різнойменними електроповерхневим потенціалом і знаком поверхневого заряду подовжніх і торцевих граней у зв'язку з їхнім різним атомарним складом, внаслідок чого однакові кристалогідрати можуть утворювати електрогетерогенні контакти між торцевими і подовжніми гранями;

- розкрито роль впливу pH в сумарному агресивному впливі кислих середовищ на цементний камінь і доведено, що, крім хімічної нейтралізації кальціймістких сполук та впливу pH на їхню термодинамічну стійкість, додатковим фактором агресивного впливу зі зниженням pH є збільшення рівноважного електроповерхневого потенціалу ζ^p сполук, що мають негативний поверхневий заряд, до позитивних величин, внаслідок чого їхні електрогетерогенні контакти з позитивно зарядженими частинками перетворюються на електрогомогенні, міцність яких в умовах обводнення суттєво знижується; зі зниженням pH значення ζ^p гідросилікатів кальцію набувають позитивних значень: для CSH – при pH менше 6–5, C_2SH – менше 10–8;

- встановлено емпіричну залежність між величиною абсолютного електроповерхневого потенціалу мінералів ζ^0 і подвійним кутом відбивання рентгенівського випромінювання 2θ , який відповідає їх найбільш інтенсивному дифракційному максимуму; залежність є квадратичною з коефіцієнтом кореляції 0,95 – зі збільшенням 2θ значення ζ^0 зростає і переходить від негативних до позитивних значень за 2θ близько 35° ; це визначає можливість застосування рентгенофазового аналізу як незалежного методу оцінювання абсолютного електроповерхневого потенціалу мінералів;

- доведено доцільність регулювання контактних взаємодій для підвищення стійкості в умовах обводнення, впливу електричних струмів витоку, агресивних середовищ матеріалів на основі мінеральних в'язучих шляхом уведення

аніонних ПАР, електролітів з багатовалентними катіонами, добавок, що обумовлюють утворення додаткових кристалогідратів, високодисперсних мінеральних добавок, підвищення концентрації або зміни pH порового електроліту;

- подальший розвиток отримали науково-концептуальні засади управління процесами структуроутворення композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих за рахунок регулювання контактних взаємодій в них з урахуванням електроповерхневих властивостей компонентів; запропоновано шляхи управління фізико-механічними та гідрофізичними властивостями композитів, що забезпечують їхню стійкість в умовах обводнення, впливу електричних струмів витoku, агресивних середовищ, зокрема: підвищення водостійкості гіпсових в'язучих та електропровідних силікатних композицій для захисту від електрокорозії; покращення фізико-механічних та гідрофізичних властивостей і забезпечення електропровідності гідроізоляційних композицій проникної дії на основі портландцементу для захисту від електрокорозії; підвищення корозійної стійкості бетону органічно-мінеральною добавкою на основі високодисперсної крейди; підвищення ранньої міцності бетону залізобетонних підрейкових основ залізниць.

Практичне значення одержаних результатів роботи поширюється на промислове та цивільне будівництво і залізничний транспорт і полягає у створенні нових можливостей для розв'язання прикладних завдань будівельного матеріалознавства і технологій бетону, будівельних сумішей, антикорозійного захисту та ремонту конструкцій і споруд на основі розроблених науково-концептуальних засад і отриманих закономірностей.

Запропоновано та впроваджено методики: визначення руйнівних факторів умов експлуатації конструкцій та споруд залізниць; визначення раціональних складів композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих із заданими властивостями, у т.ч. високими водостійкістю, водонепроникністю, корозійною стійкістю та розробки на їхній основі конструктивно-технологічних рішень для

відновлення несучої здатності, захисту та підвищення довговічності конструкцій і споруд залізниць,

Розроблено: електропровідні композиції проникної дії [34, 35] та конструктивно-технологічне рішення для відновлення несучої здатності, захисту від електрокорозії та підвищення довговічності високих пасажирських платформ заземленими екранами із композиції, впроваджене на з.п. Комарівка Південної залізниці; бетон залізобетонних шпал підвищеної довговічності, який набуває передаточної міцності за 8–48 год за природного твердіння або за малопрогрівним режимом, впроваджений на Гніванському заводі спецзалізобетону та Коростенському заводі залізобетонних шпал; бетон і конструкції підрейкових основ із нього, що забезпечують зниження вібрації, електричних впливів і тріщиноутворення порівняно з традиційними конструкціями, впроваджені під час реконструкції трамвайних колій міст Харкова, Дніпра, Києва; бетон з органо-мінеральною добавкою високодисперсної крейди для монолітних ділянок збірно-монолітних залізобетонних конструкцій, впроваджений під час зведення будівлі по пр. Олександрівському, 67 у м. Харків; гіпсове в'язуче підвищеної водостійкості, що застосоване під час реконструкції цивільних будівель у містах Ужгород, Хмельницький, Краматорськ.

Практична значущість одержаних результатів підтверджується також їх використанням під час розроблення ДБН В.2.3-19:2018 «Споруди транспорту. Залізниці колії 1520 мм. Норми проектування», нормативних та інструктивних документів АТ «Укрзалізниця», у навчальному процесі під час удосконалення курсів лекцій, практичних і лабораторних робіт для здобувачів вищої освіти, магістрантів, аспірантів спеціальностей «Будівництво та цивільна інженерія» та «Залізничний транспорт».

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота ґрунтується на результатах науково-дослідних робіт, що виконувались на кафедрі будівельних матеріалів, конструкцій та споруд Українського державного університету залізничного транспорту у 2011-2020 рр., у яких автор безпосередньо брала

участь. Автором особисто проведено аналіз стану проблеми, обґрунтовано та сформульовано мету і завдання дисертації, виконано, виведено та проаналізовано теоретичні залежності, проаналізовано та проведено інтерпретацію результатів експериментальних досліджень, узагальнено інформацію, сформульовано висновки. Сформульовано наукові основи управління процесом структуроутворення композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих із заданими фізико-механічними, гідрофізичними, електрофізичними властивостями за рахунок регулювання контактних взаємодій шляхом введення до складу композиту визначених хімічних і мінеральних добавок. Здобувач брала безпосередню участь у дослідних та дослідно-промислових випробуваннях розроблених електропровідних композицій для екранного захисту від електрокорозії; бетонів з хімічними та мінеральними добавками, що дозволили з мінімальними енерговитратами отримати вироби підрейкових основ залізниць із заданими ранньою і проектною міцністю, морозостійкістю, водонепроникністю, електричним опором, тріщиностійкістю; гіпсового в'язучого підвищеної водостійкості. Участь автора у спільних публікаціях відображена в переліку опублікованих робіт.

Дисертація здобувача не містить матеріалів кандидатської дисертаційної роботи.

Апробація результатів дисертації. Результати дисертаційного дослідження доповідались на Міжнародній науково-технічній конференції «Нові технології, обладнання, матеріали в будівництві і на транспорті» (Харків, 2014); 76-й і 78-й Міжнародних науково-технічних конференціях «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті» (Харків, 2014, 2016); Міжнародній науково-практичній конференції «Эффективные технологические решения в строительстве с использованием бетонов нового поколения» (Харків, 2015); V-VIII Міжнародних науково-технічних конференціях «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті» (Харків, 2015, 2017-2019); Міжнародному науково-технічному семінарі «Моделювання та оптимізація будівельних композитів» (Одеса, 2016);

VII Міжнародній науково-практичній конференції «Ефективні технології в міському будівництві та господарстві» (Одеса, 2018); 73-й науково-методичній конференції Харківського національного університету будівництва та архітектури (Харків, 2018); 20-й Міжнародній конференції з будівельних матеріалів «20' Ibausil» (Німеччина, Веймар, 2018); VI Міжнародній конференції «Актуальні проблеми інженерної механіки» (Одеса, 2019); XVII International Scientific Conference Current Issues of Civil and Environmental Engineering Lviv - Košice – Rzeszów (Львів, 2019); Міжнародній науково-практичній конференції «Тренди та тенденції розвитку будівельної галузі» (Харків, 2020); Міжнародній науково-технічній конференції «Енергоефективність на транспорті» (Харків, 2020); VIII Міжнародній науково-практичній конференції «Ефективні організаційно-технологічні рішення та енергозберігаючі технології в будівництві» (Харків, 2020); International Scientific Conference EcoComfort and Current Issues of Civil Engineering EcoComfort 2020 (Львів, 2020).

Публікації. Основні наукові результати дисертаційної роботи опубліковано в 69 наукових працях, з яких 2 монографії, 23 статті у фахових виданнях, рекомендованих МОН України, 8 публікацій у міжнародних періодичних виданнях, що індексуються НМБД Web of Science Core Collection та/або Scopus, 2 патенти України, 22 публікації апробаційного характеру, 12 додаткових публікацій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація викладена на 415 сторінках і складається із вступу, шести розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 370 найменувань, містить 90 рисунків, 29 таблиць, 8 додатків на 75 сторінках.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Цілі Сталого Розвитку: Україна. Національна доповідь. Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, 2017. 174 с.
2. Принципи стратегії сталого розвитку в цементній промисловості / Т. М. Круць, І. М. Гев'юк М. А. Саницький, Т. П. Кропивницька. *Будівельні матеріали та вироби*. 2015. № 3-4. С. 16–19.
3. Сегалова Е.Е., Ребиндер П.А. Современные физико-химические представления о процессе твердения минеральных вяжущих веществ. *Строительные материалы*. 1960. №1. С. 11-15.
4. Бутт Ю.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов. М.: Высшая школа. 1979. 382 с.
5. Волженский А.В., Буров Ю.С., Колокольникова В.С. Минеральные вяжущие вещества. М.: Стройиздат, 1979. 475с.
6. Стрелков М.И. Важнейшие вопросы теории твердения цементов. Химия и технология силикатов. М.: Госстройиздат, 1957. С.181-192.
7. Мчедлов-Петросян О.П. Химия неорганических строительных материалов. М.: Стройиздат. 1988. 304 с.
8. Полак А.Ф., Хаббибулин Р.Г., Латыпов В.М. Условия образования коагуляционной структуры при твердении минеральных вяжущих. Гидратация и твердение вяжущих. Тез.докл.и сообщ. Всесоюзн. совещ. Львов: ЛПИ. 1981. С.74-77.
9. Выродов И.П. Исследование процессов гидратации минеральных вяжущих веществ. *Сб. Твердение цемента*. 1974. С.41-47.
10. Сычев М. М. Каталитический характер процессов гидратации цементов. *Цемент*. 1990. № 1. С. 18–20.
11. Баженов Ю. М., Алимов Л. А., Воронин В. В. Наномодифицированные цементные бетоны. М. : Изд-во АСВ, 2017. 198 с.
12. Бабушкин В.И., Матвеев Г.М., Мчедлов-Петросян О.П. Термодинамика силикатов. М.: Стройиздат, 1986. 406 с.

13. Плагин А.Н. Электрогетерогенные взаимодействия при твердении цементных вяжущих: дисс д-ра хим. наук. К.: ИКХВ. 1989. 282 с.
14. Соломатов В.И., Выровой В.Н. Композиционные строительные материалы и конструкции пониженной материалоемкости. К.: Будівельник, 1991. 144 с.
15. Шейкин А.Е. Строительные материалы. М.: Стройиздат, 1978. 432 с.
16. Шейкин А.Е., Якуб Т.Ю. Безусадочный портландцемент. М.: Стройиздат, 1966. 104 с.
17. Физико-химические основы формирования структуры цементного камня / Л.Г. Шпынова, В.И. Чих, М.А. Саницкий [и др.]. Львов: Выща школа, 1981. 160 с.
18. Гранковский И.Г. Структурообразование в минеральных вяжущих системах. К.: Наукова думка, 1984. 300 с.
19. Калоусек Г.Л. Процессы гидратации на ранних стадиях твердения цемента. Тр. VI Междунар. конгр. по химии цемента. М.: Стройиздат, 1976. Т. II, кн.2, С. 65-81.
20. Полак А.Ф. Кинетика структурообразования цементного камня. Тр. VI Междунар. конгр. по химии цемента. М.: Стройиздат, 1976. Т.2, кн.1. С. 162-166.
21. Комохов П.Г. Особенности эттрингитовой фазы при формировании микроструктуры бетона в условиях термического воздействия. Исследование бетонов повышенной прочности, водонепроницаемости и долговечности для транспортного строительства. Л.: ЛИИЖТ, 1978. С.28-41.
22. Mechanisms of cement hydration / J.W. Bullard, H.M. Jennings, R.A. Livingston, A. Nonat, G.W. Scherer, J.S. Schweitzer, K.L. Scrivener, J.J. Thomas. *Cement and Concrete Research*. 2011. Vol. 41, Issue 12, P. 1208-1223.
23. Lothenbach B., Scrivener K., Hooton R.D. Supplementary cementitious materials. *Cement and Concrete Research*. 2011. Vol. 41, Issue 12, P. 1244-1256.
24. Influence of the synergy between mineral additions and Portland cement in the physical-mechanical properties of ternary binders / Á. Fernández, M. C. Alonso,

J. L. García-Calvoa, B. Lothenbach. *Materiales de Construcción*. 2016. Vol. 66, Issue 324, e097.

25. Scrivener K. I., Nonat A. Hydration of cementitious materials, present and future. *Cement and Concrete Research*. 2011. 41. P. 651–665.

26. Influence of limestone on the hydration of Portland cements / B. Lothenbach, G.L. Saout, E. Gallucci, K. Scrivener. *Cement and Concrete Research*. 2008. Vol. 38, Issue 6. P. 848-860.

27. Бабушкин В.И. Физико-химические процессы коррозии бетона и железобетона. М.: Стройиздат. 1968. 192 с.

28. Thomas N.L., Double D.D., Thomas N.L. Calcium and Silicon concentration of Portland cement and tricalcium silicate. *Cement and Concrete research*. 1981. V.11. P.675-687.

29. Исследования в области физико-химической механики дисперсных глинистых минералов / Ф.Д. Овчаренко, С.П. Нечипоренко, Н.Н. Круглицкий, В.Ю. Третинник. К.: Наукова думка. 1965. 178 с.

30. Грушко И.М. Основы структурной теории прочности дорожных бетонов. Ресурсосберегающие технологии, структура и свойства дорожных бетонов: тез. докл. респ. конф. Х.: ХАДИ. 1989. С.104-106.

31. Золотарев В.А. О некоторых задачах в области фундаментальных исследований дорожных бетонов на органических вяжущих. *Ресурсосберегающие технологии, структура и свойства дорожных бетонов*: тез. докл. респ. конф. Х.: ХАДИ. 1989. С. 4-6.

32. Саницкий М. А. Некоторые вопросы кристаллохимии цементных минералов. К.: УМК ВО. 1990. 64 с.

33. Тейлор Х. Химия цемента. Пер. с англ. А.И. Бойковой, Т.В. Кузнецовой М.: Мир. 1996. 560 с.

34. Kurdowski W. *Chemia cementu i betonu*. Wyd. Polski Cement. 2010. 728 s.

35. Гидросиликаты кальция. Синтез монокристаллов и кристаллохимия / В.В. Илюхин, В.А. Кузнецов, А.Н. Лобачев, В.С. Бакшуттов. М.: Наука. 1979. 184 с.

36. Кузнецова Т.В., Кудряшов И.В., Тимашев В.В. Физическая химия вяжущих материалов. М.: Высшая школа. 1989. 384 с.
37. Теория цемента / А. А. Пащенко, Е. А. Мясникова, М. А. Саницкий и др. Под ред. А. А. Пащенко. К.: Будівельник. 1991. 169 с.
38. Саницький М. А., Соболь Х. С., Марків Т. Є. Модифіковані композиційні цементи. Львів: Вид-во Львів. Політехніки. 2010. 132 с.
39. Glasser F. P., Kindness A., Stronach S. A. Stability and solubility relationships in AFm phases. Part 1. Chloride, sulfate and hydroxide. *Cement and Concrete Research*. 1999. Vol. 29. P. 861-866.
40. A Practical Guide to Microstructural Analysis of Cementitious Materials. Edited By K. Scrivener, R. Snellings, B. Lothenbach. Boca Raton: CRC Press. 2016. 60 p.
41. Matschei T., Lothenbach B., Glasser F.P. The role of calcium carbonate in cement hydration. *Cement and Concrete Research*. Vol. 37, Issue 4, April 2007. P. 551-558.
42. Pollmann H. Calcium Aluminate Cements - Raw Materials, Differences, Hydration and Properties. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*. Vol. 74, issue 1. P. 1-82.
43. Глуховский В.Д., Рунова Р.Ф., Максунев С.Е. Вяжущие и композиционные материалы контактного твердения. К.: Вища школа. 1991. 243 с.
44. Кривенко П.В. Синтез вяжущих с заданными свойствами в системе $Me_2O - MeO - Me_2O_3 - SiO_2 - H_2O$: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.17.11. Киев. 1986. 40 с.
45. Рунова Р.Ф. Основы технологии силикатных материалов контактно-конденсационного твердения: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.17.11. Киев: Киевский политехнический институт. 1987. 33 с.
46. Щелочные цементы: монография / П.В. Кривенко, Р.Ф. Рунова, М. А. Саницкий, И.И. Руденко. Київ: «Основа». 2015. 448 с.

47. Davidovits J. Geopolymer Chemistry and Applications. Saint Quentin, France: Geopolymer Institute. 2008.
48. Шейнич Л.А., Пушкарева Е.К. Процессы самоорганизации структуры строительных композитов. Київ : Гамма-принт. 2009. 153 с.
49. Roy D.M., Gouda G.R. Optimization of strength in cement pastes. *Cement and Concrete Research*. 1975. Vol. 5, Issue 2. P. 153-162.
50. Ольгинский А.Г. Оценка и регулирование структуры зоны контакта цементного камня с минералами заполнителя: дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.05. Х.: Харьковский автомобильно-дорожный технический ун-т. 1994. 397 с.
51. Kropyvnytska T., Sanytsky M. Nanomodified alkali activated composite cements with high early strength. International Seminar in Sustainability, Economics and Safety (ISSES 2019), Szczecin, Poland. P. 49.
52. Кропивницька Т.П. Лужноактивовані композиційні портландцементи з високою ранньою міцністю та наномодифіковані бетони на їх основі: дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.05. Львів. 2020. 452 с.
53. Ахвердов И.Н. Основы физики бетона. М.: Стройиздат. 1981. 464 с.
54. Капранов В.В. Твердение вяжущих веществ и изделий на их основе. Челябинск: Южно-Уральск. книж. изд. 1976. 192с.
55. Матвиенко В.А., Бабушкин В.И. Роль электроповерхностных свойств компонентов в формировании структуры бетона. Материалы для строительства: тез. докл. II Междунар. науч.-техн. конф. Днепропетровск: ДИСИ, 1993. С.116-117.
56. Пауэрс Т.К. Физическая структура портландцементного теста. Химия цементов. Под ред. Х.Ф.У. Тейлора. М.: Стройиздат. 1969. - С.300-319.
57. Старосельский А.А., Ольгинский А.Г., Спирин Ю.А. Электрокинетические свойства цементного камня. Тр. VI Междунар. конгр. по химии цемента. М.: Стройиздат. 1976. Т.2, кн.2. С. 192-195.
58. Филатов Л.Г. Физико-химическая сущность самопроизвольных деформаций твердеющего цемента. Гидратация и твердение вяжущих. Тез. докл. и сообщ. Всесоюзн. совещ. Уфа: НИИПромстрой. 1978. С.279-282.

59. Approach by Zeta Potential measurement on the surface change of hydrating C_3S / K. Suzuki, T. Nichikawa and oth. *Cement and Concrete research*. 1981. Vol. 11. P.759-764.

60. Круглицкий Н.Н. Основы физико-химической механики. К.: Вища школа. 1975. 133 с.

61. Шукин Е.Д., Конторович С.И., Амелина Е.А. Физико-химические закономерности структурообразования в дисперсных системах как научная основа повышения прочности и долговечности материалов. *Ж. Всесоюз. хим. общ. им. Д.И. Менделеева*. 1989. Т. 34, №2. С.167-174.

62. Конструкційні матеріали нового покоління та технології їх впровадження в будівництво / Р.Ф. Рунова, В.І. Гоц, А.М. Плугін, М.А. Саницький та ін. К.: ЕксОб. 2008. 360 с.

63. Основы теории твердения, прочности, разрушения и долговечности портландцемента, бетона и конструкций из них: монография в 3 т. / А.Н. Плугин, А.А. Плугин, Л.В. Трикоз и др. Под ред. А.Н. Плугина. Т. 1: Коллоидная химия и физико-химическая механика цементных бетонов. К.: Наукова думка. 2011. 331 с.

64. Основы теории твердения, прочности, разрушения и долговечности портландцемента, бетона и конструкций из них: монография в 3 т. / А.Н. Плугин, А.А. Плугин, О.А.Калинин и др. Под ред. А.Н. Плугина. Т. 2: Теория твердения портландцемента. К.: Наукова думка. 2012. 224 с.

65. Основы теории твердения, прочности, разрушения и долговечности портландцемента, бетона и конструкций из них: монография в 3 т. / А.Н. Плугин, А.А. Плугин, О.А.Калинин и др. Под ред. А.Н. Плугина. Т. 3. Теория прочности, разрушения и долговечности бетона, железобетона и конструкций из них. К.: Наук. Думка. 2012. 287 с.

66. Кунцевич О.В. Увеличение объема твердой фазы при гидратации минеральных вяжущих веществ. М.: Промстройиздат. 1956. 264 с.

67. Гидратация цемента, активированного током высокого напряжения / В.И. Бабушкин, В.А. Матвиенко [и др.]. *Известия вузов, строительство*. 1993. №2. С. 47-50.
68. Барабаш І. В. Бетони на механоактивованих мінеральних в'язучих: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.05. Одеса. 2005. 35 с.
69. The Influence of Modification of the Structure of Silicate Materials on Their Properties After Non-Autoclaved Hardening / E.S. Shinkevich, Y.S. Lutskin, O.P. Gnyp, A.A. Koichev, J.V. Dotsenko. *Brittle Matrix Composites*. 2006. Vol. 8. P. 517-525.
70. Болотских О. Н. Европейские методы физико-механических испытаний бетона. Харків : Торнадо, 2010. 144 с.
71. Stark J., Möser B. Nano- and microstructure of Portland cement paste. International workshop. Essen (Germany), 2002. P. 15–25.
72. Химические и минеральные добавки в бетоны / Под ред. А.В.Ушерова-Маршака. Харьков: Колорит. 2005. 280 с.
73. Nanocomposite of cement/graphene oxide – Impact on hydration kinetics and Young's modulus / E. Horszczaruk, E. Mijowska, R.J. Kalenczuk, M. Aleksandrak, S. Mijowska. *Construction and Building Materials*. 2015. Vol. 78. P. 234-242.
74. The effect of elevated temperature on the properties of cement mortars containing nanosilica and heavyweight aggregates / E. Horszczaruk P. Sikora, K. Cendrowski, E. Mijowska. *Construction and Building Materials*. 2017. Vol. 137, Pp. 420-431.
75. Land G. Stephan D. The influence of nano-silica on the hydration of ordinary Portland cement. *Journal of Materials Science*. 2012. Vol. 47. P. 1011–1017.
76. Саницький М.А., Кропивницька Т.П., Гев'юк І.М. Швидкотверднучі портландцементи з добавкою вапняку. *Будівельні матеріали та вироби*. 2019. № 1/2 (100). С. 34–37.

77. Sanytsky M., Kropyvnytska T., Fischer H., Kondratieva N. Performance of low carbon modified composite gypsum binders with increased water resistance. *Chemistry & Chemical Technology*. 2019. Vol. 13, № 4. P. 495–502.

78. Performance of multicomponent Portland cements containing granulated blast furnace slag, zeolite and limestone / M. Sanytsky, A. Usherov-Marshak, T. Kropyvnytska, I. Heviuk. *Cement Wapno Beton*, 25(5), (2020), 416-427.

79. Соболь Х.С. Модифіковані композиційні цементи з додатками поліфункціональної дії: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.17.11. Львів: НУ «Львівська політехніка». 2006. 31 с.

80. Сердюк В.Р., Лемешев М.С., Христич О.В. Комплексне в'язуче з використанням мінеральних добавок та відходів виробництва. *Будівельні матеріали, виробництво та санітарна техніка*. 2009. Вип. 33. С. 57– 62.

81. Influence of limestone on the hydration of ternary slag cement / S. Adu-Amankwah, M. Zajac, C. Stabler et al. *Cement and Concrete Research*. 2017. Vol. 100. P. 96–109.

82. Толмачев С.Н., Беличенко Е.А. Применение углеродных коллоидных наночастиц в мелкозернистых цементных бетонах. Харьков: ХНАДУ. 2014. 152 с.

83. Plugin A. A., Runova R. F. Bonding calcium chloride and calcium nitrate into stable hydration portland cement products: Stability conditions of calcium hydrochloraluminates and calcium hydronitroaluminates. *International Journal of Engineering Research*. 2018. Vol. 36. P. 69-73.

84. Дворкін Л.Й., Гоц В.І., Дворкін О.Л. Випробування бетонів і будівельних розчинів. Проектування їх складів: навчальний посібник. К.: Основа. 2014. 304 с.

85. Високоміцні швидкотверднучі бетони та фібробетони / Л. Й. Дворкін, Є. М. Бабич, В. В. Житковський та ін. Рівне : НУВГП. 2017. 331 с.

86. Гоц В. І., Павлюк В. В., Шилюк П. С. Бетони і будівельні розчини: підручник / К. : Основа, 2016. 568 с.

87. Наномодифицированное гипсовое вяжущее / В.Н. Дервянко, А.Н. Гришко, Л.В. Мороз, В.Ю. Мороз, Кушнерова Л.А. Строительство, материаловедение, машиностроение: Стародубовские чтения. 2017. С. 73-78.
88. Пушкарьова К.К., Каверин К.О., Калантаєвський Д.О. Дослідження високоміцних цементних композицій, модифікованих комплексними органо-кремнеземистими добавками. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2015. Т. 5. № 5(77). С. 42–51.
89. Мишутин А.В. Развитие научных основ повышения долговечности судостроительных бетонов. Дисс... д.т.н. 05.23.05. Одесса: ОГАСА. 2009. 345 с.
90. Шейніч Л.О., Іонов Д.С., Сопов Д.С. Особливості процесів структуроутворення цементного каменю, модифікованого комплексно органо-мінеральною добавкою. *Вісник Одеської державної академії будівництва*. 2013, № 52, С. 308-314.
91. Марущак У. Д. Наномодифіковані надшвидкотверднучі цементуючі системи та високофункціональні бетони на їх основі: дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.05. Львів: НУ «Львівська політехніка». 2019. 432 с.
92. Троян В.В. Добавки для бетонов і будівельних розчинів: навчальний посібник. Ніжин: ТОВ «Видавництво «АспектПоліграф». 2010. 228 с.
93. Руденко І.І. Розвиток наукових основ структуроутворення пластифікованих розчинів і бетонов на основі лужних цементів: дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.05. Київ: КНУБА. 2021. 432 с.
94. Суханевич М. В. Наукові засади отримання гідроізоляційних розчинів на основі цементних композицій, модифікованих вуглецевими нанодобавками : автореф. дис. д-ра техн. наук : 05.23.05 / КНУБА. Київ, 2020. 42 с.
95. Recent advance of chemical admixtures in concrete / J. Liu, C. Yu, Q. Ran, Y. Yang. *Cement and Concrete Research*. Vol. 124, 2019. P.105-834.
96. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука. 1976. 279 с.
97. Дворкін Л.И. Будівельне матеріалознавство. Рівне: РДТУ. 2000. 478 с.

98. Бондаренко Д.А. Сухая строительная смесь для получения теплоизоляционных материалов пониженной паропроницаемости: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.05. Х.: ХГТУСА. 2000. 198 с.

99. Вознесенский В.А. Оптимизация состава многокомпонентных добавок в композиты. К.: "Знание". 1981. 201 с.

100. Салия М.Г. Гидроизоляционное покрытие на цементной основе повышенной трещиностойкости: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.05. Харків: УкрДАЗТ. 2012. 154 с.

101. The Mechanism of Water and Ionic Permeability of Concrete / A.Plugin, I. Prokopova, S. Wild, A. Plugin. Proc. of the 10th Intern. Congr. of the Chemistry of Cement. Goteborg: Inform Trycket, 1997. Vol. 4., 8 p.

102. Плугин А.А. Долговечность бетона и железобетона в обводненных сооружениях: Коллоидно-химические основы: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.23.05. Харьков: УкрГАЖТ. 2005. 442 с.

103. СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии / Госстрой СРСР. - М.: ЦИТП Госстроя СРСР. 1986. 48 с.

104. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты / В.М. Москвин, Ф.М. Иванов, С.Н. Алексеев, Е.А. Гузеев. Под ред. В.М. Москвина. Москва: Стройиздат. 1980. 536 с.

105. Штарк Й. Щелочная коррозия бетона / пер. с нем. А. Тулаганова; под ред П. Кривенко. К., 2010. 166 с.

106. Долговечность железобетона в агрессивных средах / С.Н. Алексеев, Ф.М. Иванов, С. Модры, П. Шисль. Под ред.Ф.М.Иванова. Москва: Стройиздат. 1990. 320 с.

107. Hooton R. D. Future directions of design, specification, testing and construction of durable concrete structures. *Cement and Concrete Research*. 2019. 124. P. 105827.

108. Horszczaruk E., Brzozowski P., Rucinska T. Odpornosc na korozje chlorkow podwodnego betonu naprawczego dojrzewajacego w warunkach oddziaływania cisnienia hydrostatycznego. *Budownictwo i Architektura*. 2013. 12(3).

P. 161-168.

109. Штарк И., Вихт Б. Долговечность бетона Пер.с нем. А.Тулаганова. Под ред.П.Кривенко. Киев: Оранта. 2004. 295 с.

110. Захист будівельних конструкцій і споруд від агресивних дій з рішенням практичних задач / В.І. Бабушкін, А.А. Пługін, І.Е. Казімагомедов, О.О. Скорик. Харків: УкрДАЗТ, 2006. 214 с.

111. Андреюк Е.И., Козлова И.А. Литотрофные бактерии и микробиологическая коррозия. Киев: Наукова думка. 1977. 164 с.

112. Юрченко В.А., Чернявский В.Л., Ольгинский А.Г. Биогеохимические превращения бетона канализационных коллекторов. *Экология и ресурсосбережение*. 2001. №6. С.52-57.

113. Седых А.А. Защита зданий от вибрации. *Омский научный вестник*. 2009. №1. С. 11-14.

114. Harris C., Piersol A., Harris' Shock and Vibration Handbook, Fifth Edition, McGraw-Hill. 2002.

115. Палант О.В. Бетони та вироби для трамвайних колій підвищеної стійкості до динамічних, електричних і температурних впливів: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05. Харків: УкрДАЗТ. 2019. 287 с.

116. Старосельский А.А. Электрокоррозия железобетона. Киев: Будівельник. 1978. 168 с.

117. Електричні впливи на бетон (електрообробка та захист від електрокорозії бетонів, виробів і конструкцій із них): монографія / О.А. Пługін, О.С. Борзяк, В.Б. Мартинова, О.К. Халюшев. За ред. А.А. Пługіна і М.М. Зайченка. Харків: Форт. 2013. 300 с.

118. Пługін Д.А. Розвиток теорії електрокорозії обводнених конструкцій і розробка електрокорозійностійких матеріалів і способів захисту: дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.05. Харків: УкрДАЗТ. 2014. 492 с.

119. Конєв О.А. Вплив надлишкових негативних зарядів від струму витоку на тріщиноутворення бетонних і залізобетонних конструкцій: дисс канд. техн. наук: 05.23.05. Харьков: УкрГАЗТ. 2015. 227 с.

120. Дудін О.А. Механізм впливу змінного струму витоку й високовольтної напруги на обводнені бетонні, залізобетонні та кам'яні споруди: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05. Харків: УкрДАЗТ. 2012. 26 с.

121. ЦЭ 3551. Инструкция по защите железнодорожных подземных сооружений от коррозии блуждающими токами: ЦЭ МПС СССР. М.: Транспорт. 1979. 89 с.

122. Инструкция по защите от электрокоррозии арматуры подземных железобетонных напорных трубопроводов. М.: ОНТИ АКХ. 1970. 24 с.

123. Коррозия и защита сооружений на электрифицированных железных дорогах / А.В. Котельников, В.И. Иванова, Э.П. Селедцов и др. М.: Транспорт. 1974. 150 с.

124. ДБН В.2.3–14:2006. Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування. [Чинний від 2006–05–06]. К.: Мінбудархжиткомгосп, 2006. 217 с. (Державні будівельні норми України).

125. The NACE Annual Conference and Corrosion Show, 11–15.03.1995, Cincinnati Convention Center, Cincinnati, Ohio. 1995. P. 519.

126. Артамонов В.С., Молгина Г.М. Защита от коррозии железобетона транспортных сооружений. М.: Стройиздат. 1976. 192 с.

127. Бутт Ю.М., Колбасов В.М., Левшин А.М. Влияние импульсного электрического поля на кинетику гидратации и твердение структуры цементного камня. *Изв. вузов. Строительство и архитектура*. 1973. № 9. С. 65 – 68.

128. Котельников А.В. Блуждающие токи электрифицированного транспорта. М.: Транспорт. 1986. 279 с.

129. Плугин Ал.А. Влияние постоянного тока на бетон обводненных конструкций и сооружений, расположенных вблизи электрифицированных железнодорожных путей: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.05. Харьков. 2010. 256 с.

130. Плугин Д.А. Развитие теории электрокоррозии обводненных конструкций и разработка электрокоррозионностойких материалов и способов

защиты: дисс. ... д-ра. техн. наук: 05.23.05. Х. 2014. 492 с.

131. Старосельский А.А., Дмитриев И.Б., Сивцов А.П. Бетоны с улучшенными электроизоляционными свойствами для защиты от коррозии. Харьков: ХИИГХ. 1986. 48 с.

132. Старосельский А.А. Коррозия и долговечность железобетона в условиях электрических воздействий: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.23.05. М.: НИИЖБ. 1989. 282 с.

133. Bertolini L., Carsana M., Pedeferra P. Corrosion behaviour of steel in concrete in the presence of stray current. *Corrosion Science*. 2007. Vol. 49, Issue 3. P. 1056 – 1068.

134. Rodríguez P., Ramírez E., González J.A. Methods for studying corrosion in reinforced concrete. *Magazine of Concrete Research*. 1994. Vol. 46, Issue 167. P. 81–90.

135. Development of a real-time AC/DC data acquisition technique for studies of AC corrosion of pipelines / Xu L.Y., Su X., Yin Z.X., Tang Y.H., Cheng Y.F. *Corrosion Science*. 2012. Vol. 61, P. 215 – 223.

136. Lalvani S.B., Lin X. A revised model for predicting corrosion of materials induced by alternating voltages. *Corrosion Science*. 1996. Vol. 38, Issue 10. P. 1709–1719.

137. New findings on the factors accelerating AC corrosion of buried pipeline / Jiang Z., Du Y., Lu M., Zhang Y., Tang D., Dong L. *Corrosion Science*. 2014. Vol. 81, P. 1 – 10.

138. Kruger S., Bird C.E. Corrosion of Metals by Applied Alternating Currents. *British Corrosion Jour.* 1978. Vol. 13 (4). P. 163 – 166.

139. Горбачева Ю.Н. Механизм коррозии стали под защитным покрытием и разработка эпоксикаменноугольного покрытия на основе обезвоженной каменноугольной смолы: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.05. Харьков. 2010. 241 с.

140. Дослідження та розробка рекомендацій із захисту та підсилення будівель та споруд станційних комплексів, що руйнуються від спільної дії

електричного струму, вібрації, ґрунтових вод: Звіт з НДР за договором №24/08–ЦТех–319/08–ЦЮ (60/2–2008). Харків: УкрДАЗТ. 2008. Етап 1. 61 с.; Етап 2. 92 с.; Етап 3. 110 с.

141. Аналіз впливу агресивних дій на конструкції та споруди залізниць: верхня будова колії в залізничних тунелях / А.А. Плугін, А.М. Плугін, Д.А. Плугін, О.С. Борзяк, О.О. Скорик, О.А. Конєв. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. Харків: УкрДАЗТ. 2011. Вип.122. С.187–201.

142. Борзяк О.С. Механизм электрокоррозии бетона железобетонных конструкций в сложных условиях эксплуатации: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.05. Харьков. 2010. 240 с.

143. Борзяк О.С. Физико-химические исследования фазового состава цементного камня в бетоне, находившемся под воздействием пульсирующего однонаправленного электрического потенциала. Харків: УкрДАЗТ. 2012. вип. 130. с.71-78.

144. Борзяк О.С., Плугин Ал.А., Плугин Д.А. Исследование состава водной среды, контактирующей с бетоном, подвергающимся электрокоррозии. *Вісник НТУ «ХПИ»*. 2011. № 27. С. 138-145.

145. Механизм электрокоррозии железобетонных конструкций под действием высоковольтного переменного напряжения в контактных проводах / А.А. Плугин, А.Н. Плугин, Д.А. Плугин, О.С. Борзяк, Ал.А. Плугин, А.А. Дудин. Комунальне господарство міст. *Наук.-техн. зб.* Харків: ХНАМГ. 2012. Вип.103. Серія технічні науки та архітектура. С.13–23.

146. Забіяка О.А. Підвищення довговічності безбаластного мостового полотна на залізобетонних плитах: Вплив надлишкових електричних зарядів і механічних напружень на тріщиноутворення. *Зб. наук. праць УкрДУЗТ*. Харків. 2015. Вип.155. С.98–103.

147. Плугін А.А., Лобяк О.В., Головка Д.В. Моделювання повзучості бетону при оцінюванні напружено-деформованого стану сталобетонних плит перекриття. *Вісник ОДАБА*. Одеса: Атлант. 2016. С.79–83

148. Новые силы, монолитное строительство и высотные дома / А.Н. Плугин, Л.В. Трикоз, А.А. Плугин, Д.А. Плугин, Ал.А. Плугин, А.А. Конев, О.С. Борзяк. *Науковий вісник будівництва*. Харків: ХДТУБА; ХОТВ АБУ. 2014. №3(77). С.85–93.

149. Трикоз Л.В. Теорія надлишкових електричних зарядів та розробка способів збереження стійкості матеріалів і конструкцій за їх наявності: дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.05. Х.: УкрДАЗТ. 2015. 482 с.

150. Новые движущие силы и причины разрушений материалов, конструкций и сооружений / А.Н. Плугин, Л.В. Трикоз, А.А. Плугин, Д.А. Плугин, А.А. Конев, О.С. Борзяк. *Нові технології, обладнання, матеріали в будівництві і на транспорті*: матеріали міжнар. наук.-тех. конф., м. Харків, 26–28 листопада 2014. Харків: УкрДАЗТ, 2014. С.48.

151. Плугин А.Н., Трикоз Л.В., Плугин А.А. [та ін.] Новые движущие силы и причины разрушений материалов, конструкций и сооружений. Міжнар. наук.-техн. конф. «Нові технології, обладнання, матеріали в будівництві і на транспорті» (26–28 листопада 2014 р., Харків). Харків: УкрДАЗТ, 2014. С.48.

152. Дослідження та розробка рекомендацій по захисту конструктивних елементів будівель та споруд, що експлуатуються, від агресивних дій: Звіт з НДР за договором № 4/07-ЦТех-778/07-ЦЮ від 30.03.2007. УкрДАЗТ. 2007. Етап 1. 72 с.; Етап 2. 99 с.; Етап 3. 100 с.

153. Борзяк О.С. Исследование механизма воздействия токов утечки на конструкции пассажирской платформы. *Зб.наук.праць УкрДАЗТ*. 2012. Вип. 134. С. 271-276.

154. Борзяк О.С., Плугин Д.А., Герасименко О.С. [и др.] Воздействие токов утечки на конструкции пассажирских платформ, расположенных вблизи электрифицированных постоянным током участков пути. *Науковий вісник будівництва*. 2014. №1(75). С.80–85.

155. Розробка конструктивно-технологічних рішень з усунення тріщин у стінах будівель станційних комплексів та рекомендацій з їх впровадження при

експлуатації: Звіт з НДР за договором № 2/2012-ЦТех-38/2012-ЦЮ. УкрДАЗТ. 2012. 50 с.

156. Борзяк О.С. Дослідження бетону монолітних залізобетонних фундаментів при поновленні будівництва. *Науковий вісник будівництва*. Харків: ХДТУБА; ХОТВ АБУ. 2013. Вип. 71. С.272-276.

157. Досвід експлуатації залізобетонних шпал з пружними рейковими скріпленнями, розробленими в УкрДАЗТ / А.М. Пługін, А.А. Пługін, Ю.Л. Тулей, С.В. Мірошніченко, О.А. Калінін, В.А. Лютий. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. 2014. Вип.148. Ч.2. С.92-103.

158. Досвід експлуатації пружних рейкових скріплень типу PRS і залізобетонних шпал із ними / А.А. Пługін, А.М. Пługін, С.В. Мірошніченко, О.А. Калінін, В.А. Лютий, Ю.Л. Тулей. *Українські залізниці*. 2015. №3–4. С.60-64.

159. Crack resistance of reinforced-concrete sleepers with elastic rail fastening systems without base-plate / Plugin A.A., Miroshnichenko S.V., Lobiak O.V., Kalinin O.A., Plugin D.A. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020. 1002(1). 012010.

160. A. A. Plugin et al., The Influence of Storage Conditions on the Electric Conductivity of Concrete. *Materials Science Forum*. 2019. Vol. 968, P. 50-60.

161. Вплив умов зберігання на електропровідність бетону / А.А. Пługін, А.І. Бабій, О.А. Пługін, О.С. Борзяк, О.В. Калюжна. *Актуальні проблеми інженерної механіки: матеріали VI міжнар. конф., м. Одеса, 20-24 травня 2019*. С. 320–324.

162. Технічні вказівки з використання старопридатних матеріалів верхньої будови колії на залізницях України (ЦП-0150) / НКТБ ЦП Укрзалізниці. Київ. 2006. 56 с.

163. Спосіб одержання поліуретанової композиції для захисного покриття / Ю.В. Савельєв, Л.А. Марковська, Н.Й. Пархоменко, О.О. Савельєва: Патент 37906 UA; заявл. 23.07.2008; опубл. 10.12.2008, Бюл. №23. 4 с.

164. Баженов Ю. М., Демьянова В. С., Калашников В. И.

Модифицированные высококачественные бетоны / М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. 368 с.

165. Восстановление кирпичной кладки методом инъектирования / Говоруха И.М., Яковлева Р.А., Копейко А.Е. и др. *Науковий вісник будівництва*. 2008. № 50. С. 118-121

166. Зеленський Д.Ю. Бетони, стійкі в умовах систем каналізації: автореф. дис канд. техн. наук: 05.23.05. Харків: Харківський держ. автомоб.-дор. техн. ун-т. 1999. 17 с.

167. Токаре́в М.М. Підвищення якісних показників пористих композиційних матеріалів шляхом насичення твердіючими рідинами: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05. Харків: ХДТУБА. 2010. 18 с.

168. Черкинский Ю.С. Полимерцементные бетоны. М.: Госстройиздат. 1960. 263 с.

169. Кольматирующие системы нового поколения на основе модифицированных растворов полисиликатов натрия для бетона / В.Р. Филикман, Н.Ф. Башлыков, А.Я. Вайнер, Ю.В. Сорокин. *Долговечность строительных конструкций: материалы междунар. конф., Москва, 7-9 окт. 2002*. С.80-87.

170. Дослідження впливу лужного компоненту на фізико-механічні властивості безклінкерних і малоклінкерних гідроізоляційних композицій / Ю.Ю. Савчук, А.А. Пługін, В.А. Лютий, О.А. Пługін, О.С. Борзяк. *Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті: тези доповідей 7-ої Міжнародної наук.-техн. конф., м. Харків, 14-16 листопада 2018 р., Харків: УкрДУЗТ. 2018. С. 211.*

171. Костюк Т.А. Спрямоване формування структури цементних композитів для гідроізоляції: автореф. дисс. ... д-ра техн. наук: 05.23.05. Харків: УкрДУЗТ. 2015. 35 с.

172. Гідроізоляційні цементні композити проникної дії / А.А. Пługін, Т.О. Костюк, О.Ю. Процин та ін. Харків: Колегіум. 2018. 268 с.

173. Андрейчук Т. Гидроизоляция строительных конструкций

проникающего действия. *Обзорение капитального строительства*. 2004. №2. С.16-20.

174. Современные гидроизоляционные материалы: Справочник / А.И. Войтов, В.Л. Козачук, В.В. Лакин, А.А. Шкуратовский. К. 2002. 204 с.

175. Способ определения состава бетонной смеси: А.с.1787972 SU; заяв. 26.06.1990; опубл. 15.01.1993, Бюл.№2.

176. Спосіб визначення складу високоміцного, тріщиностійкого і водонепроникного бетону: Пат.62613 UA: МПК 7C04B28/12 №2003043396; заяв.15.04.2003., опубл. 15.06.2005, Бюл.№6.

177. Спосіб визначення складу важкого бетону з мінеральним наповнювачем: Пат.71122 UA: МПК G01N33/38, C04B28/00. №2003087901 заяв. 21.08.2003, опубл.15.06.2006, Бюл.№6

178. Суперпластифікована цементно-водяна суспензія СПЦВС для цементації гірських порід і будівельних конструкцій: Пат.71208 UA: МПК 7C04B28/12. №20031210920; заяв. 02.12.2003; опубл. 25.02.2008, Бюл.№4.

179. Increase of gypsum water resistance by mineral additives / A.A.Plugin, O.A.Plugin, H.-B.Fisher, G.N.Shabanova. 1 Weimarer Gipstagung, 30–31 März 2011, Weimar, Bundesrepublik Deutschland: Tagungsbericht. Weimar: F.A.Finger–Institut für Baustoffkunde, Bauhaus–Universität Weimar, 2011. N P21. P.435–443.

180. Повышение водостойкости строительного гипса минеральными добавками / А.А.Плугин, Ал.А.Плугин, Х.-Б.Фишер, Г.Н.Шабанова. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. 2011. Вип.122. С.227–236.

181. Романенко А.В. Особобыстротвердеющий безпропарочный бетон для изготовления шпал без тепловлажностной обработки: дисс. ... канд. тех. наук. Харьков: ХарГАЖТ, 2012

182. Добавки в бетон / В.С. Рамачандран, Р.Ф. Фельдман, М. Коллепарди и др. М.: Стройиздат. 1988. 576 с.

183. Ратинов В.Б., Розенберг Т.И. Добавки в бетон. М.: Стройиздат. 1989. 188 с.

184. Метакаолін в будівельних розчинах і бетонах / Л.Й. Дворкін, Н.В. Лушнікова, Р.Ф. Рунова, В.В. Троян. К.: КНУБА. 2007. 216 с.
185. Davidovits J. Ancient and Modern Concretes: What is the Real Difference? *Concrete International*. 1987. V.9. No12. P.23-28.
186. Афанасьев Н.Ф., Целуйко М.К. Добавки в бетоны и растворы. К.: Будівельник. 1989. 128 с.
187. Суперпластификаторы в бетоне: обзорно - аналитическая справка. М.: ВНИИТПИ Госстроя СССР. 1989. 27 с.
188. Пособие по применению химических добавок при производстве сборных железобетонных конструкций и изделий (к СНиП 3.09.01-85) / НИИЖБ. М.: Стройиздат. 1989. 39 с.
189. ДСТУ Б В.2.7-171:2008 Будівельні матеріали. Добавки для бетонів і будівельних розчинів. Загальні технічні умови (EN 934-2:2008, NEQ) [Чинний від 2010-04-01] - К.: Мінрегіонбуд України, 2010. 12 с.
190. ДБН В.2.7-64-97 Будівельні матеріали. Правила застосування хімічних добавок у бетонах і будівельних розчинах [Чинний від 1998-04-01] / Держбуд. Київ: Укрархбудінформ. 1999. 60 с.
191. ЦБМЕС 0004 Інструкція щодо використання хімічних добавок до бетонів та розчинів загальнобудівельного та транспортного призначення / УкрДАЗТ; А.М. Пługін, О.А. Калінін, А.А. Пługін та ін. Київ: Укрзалізниця. 2006. 148с.
192. Доломитовый цемент, затворяемый водой / А.А. Пługин, В.И. Винниченко, О.С. Борзяк, А.Н. Рязанов. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. Харків: УкрДАЗТ, 2014. Вип.143. С.87–97.
193. Study of influence of the alkaline component on the physico-mechanical properties of the low clinker and clinkerless waterproof compositions / Y. Savchuk, A. Plugin, V. Lyuty, O. Pluhin, O. Borziak. 7th International Scientific Conference “Reliability and Durability of Railway Transport Engineering Structures and Buildings” (Transbud-2018). MATEC Web Conf., 2018. № 230. Art. N. 03018.

194. Створення ресурсо- та енергозберігаючих композицій важких бетонів на основі шлаків / Костюк Т.О., Вінниченко В.І., Пługін А.А., Борзяк О.С., Єфіменко А.С. *Енергоефективність на транспорті: тези доповідей міжнар. наук.-техн. конф. м. Харків, 18-20 листопада 2020 р. Харків: УкрДУЗТ, 2020. С. 76-77.*

195. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика. М.: Стройиздат. 1998. 768 с.

196. Експериментальні дослідження проникної здатності тампонажних розчинів / А.М. Пługін, О.А. Калінін, Арт.М. Пługін та ін. *Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті: Зб.наук. праць. 2000. Вип.37. С. 3–13.*

197. Пługін, А.А. Костюк Т.О., Бабушкін В.І. Управління міцністю дрібнозернистого бетону одразу після формування на основі урахування електроповерхневих властивостей його складових. Науковий вісник будівництва. 1999. №7. С. 63-67.

198. ДСТУ Б В.2.6-145:2010 Конструкції будинків і споруд. Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії. Загальні технічні вимоги / ДП НДІБК. К.: Мінрегіонбуд України, 2010. 52 с.

199. Effects of Alkali Metal Hydroxides on the Efficacy of Alkali-Free Accelerators / С. Maltese , С. Pistolesi , А. Bravo et al. Cementing a sustainable future: XIII ICCS International Congress on the Chemistry of Cement, Madrid, 3–8 July 2011. 050. 7 p.

200. Кузьмин Е.Д. Бетоны с противоморозными добавками. К.: Будівельник. 1976. 108 с.

201. Ларионова З.М., Никитина Л.В., Гарашин В.Р. Фазовый состав, микроструктура и прочность цементного состава и бетона. М.: Стройиздат. 1997. 264 с.

202. Никитинский А.В. Наполненные суперпластифицированные цементно-водные суспензии для герметизации и усиления обводненных тоннелей. Дисс...к.т.н. Харьков: УкрГАЖТ. 2006. 169 с.

203. Кучеряева Г.Д., Розенберг Т.И., Ратинов В.Б. Влияние добавок на основе хорошо растворимых солей кальция на структурно-механические свойства цементного камня и морозостойкость цементных материалов. Новые эффективные виды цемента. Москва: Минстройматериалов СССР. 1981. С. 110-113.

204. Никитина, Л.В. Исследование комплексных солей кальция в цементном камне и бетоне с химическими добавками: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. М.: НИИЖБ. 1967.

205. Брейтман Э.Д. Исследования бетонов с комплексной добавкой НКМ, твердеющих при температурах ниже 0°C: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. М.: МАДИ, 1970.

206. Ратинов В.Б., Розенберг Т.И., Кучеряева Г.Д. Комплексные добавки для бетона. *Бетон и железобетон*. 1981. №9. С.9-10.

207. Баженов, Ю.М. Пути развития технологии бетона. Сб. научн. тр. института строительства и архитектуры. М.: МГСУ. 2009. С.13–17.

208. Шумик Д.В. Суперпластифицированная цементно-водная композиция для ремонта горных тоннелей: дисс. ... канд. тех. наук: 05.23.05. Харьков: УкрГАЗТ. 2001. 231 с.

209. Rickert J., Herrmann J. Interactions between Granulated Blastfurnace Slag or Limestone as Cement Main Constituent and Super-Plasticisers Based on Polycarboxylate Ether. Cementing a sustainable future: XIII ICCS International Congress on the Chemistry of Cement, Madrid, 3-8 July 2011. 077. 7 p.

210. Compatibility between PCE admixtures and calcium aluminate cement / M.M. Alonso, T. Vázquez, F. Puertas, M. Palacios. Cementing a sustainable future: XIII ICCS International Congress on the Chemistry of Cement, Madrid, 3-8 July 2011. 087. 7 p.

211. Habbaba A., Plank J. Surface chemistry of ground granulated blast furnace slag in cement pore solution: Understanding the behavior of slag in blended cements containing polycarboxylate superplasticizers/ Cementing a sustainable future: XIII

ICCC International Congress on the Chemistry of Cement, Madrid, 3-8 July 2011. 160. 7 p.

212. Ng S., Plank J. Formation of Organo-Mineral Phases Incorporating PCE Superplasticizers During Early Hydration of Calcium Aluminate Cement. Cementing a sustainable future: XIII ICCS International Congress on the Chemistry of Cement, Madrid, 3-8 July 2011. 188. 7 p.

213. Ціак М.Я. Термокінетична оцінка і прогноз впливу добавок на твердіння та властивості цементу і бетону: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.05. Київ, КНУБА. 2010. 39 с.

214. ДСТУ Б В.2.7-128:2006. Добавки активні мінеральні та добавки-наповнювачі до цементу. Технічні умови. К. : Мінбуд України, 2006. 25 с.

215. Відновлення та захист промислових будівель і споруд на залізничному транспорті / А.М. Пługін, А.А. Пługін, О.А. Калінін та ін. Х.: ХарДАЗТ, 2001. Ч.1 137с.; Ч.2. 74с.

216. Бабков В.В., Каримов И.Ш., Комохов П.Г. Аспекты формирования высокопрочных и долговечных цементных связей в технологии бетонов. *Известия ВУЗов. Строительство*. 1996. №4. С. 41-48.

217. Природа поверхности наполнителей в пенобетонах / Н.Н. Шангина, Л.Б. Сватовская, П.Г. Комохов и др. Инженерно-химические проблемы пеноматериалов третьего тысячелетия: Сб. научн. тр. СПб: ПГУПС. 1999. С. 32-46.

218. Каприелов С.С. Общие закономерности формирования структуры цементного камня и бетона с добавкой ультрадисперсных материалов. *Бетон и железобетон*. 1995. №6. С. 16-20.

219. Ольгинский А.Г. Пылеватые минеральные добавки к цементным бетонам. *Строительные материалы и конструкции*. 1990. №3. С.18-19.

220. Чепурна С.М., Борзяк О.С. Високодисперсна крейда як добавка для бетонів. Тези доповіді 6-ї Міжнародної науково-технічної конференції м. Харків, 19-21 квітня 2017 р. Х.: УкрДУЗТ. 2017. С. 78-79.

221. Larbi J.A., Bijen J.M. The chemistry of the pore fluid of silica fume-blended cement systems. *Cem. and Concr. Res.* 1990. V20. №4. P. 506-516.

222. Sarkar Shendeep L. Microstructure of a very low water/cement silica fume concrete. *Microscope.* 1990. V38. №2. P. 141-152.

223. Larbi J.A., Bijen J.M. Effect of water-cement ratio, quantity and fineness of sand on the evolution of lime in set portland cement systems. *Cem. and Concr. Res.* 1990. V20. №5. P.783-794.

224. Roberts L.R., W.R. Grace. Microsilica in concrete. 1 Mater. Sci. Concr.1. Westerville (Ohio). 1989. P.197-222.

225. Bendz Dale P., Garfodzi Edward J. Simulation studies of the effects of mineral admixtures on the cement paste-aggregate interfacial zone. *ACI Mater. J.* 1991. V88. №8. P.518-529.

226. Feng Nai-Qian, Li Gui-Zhi, Zang Xuan-Wu. High-strength and flowing concrete with a zeolitic mineral admixture. *Cem., Concr., and Aggreg.* 1990. V12. №2. Pp. 61-69.

227. Colleparidi M. Admixtures: Enhancing concrete performance. 6th International Congress, Global Construction, Ultimate Concrete Opportunities, Dundee, U.K. 5-7 July 2005.

228. Влияние активных поверхностных центров на прочность свежесформованных мелкозернистых бетонов / В.И. Бабушкин, А.А. Плугин, Т.А. Костюк, В.А. Матвиенко. *Науковий вісник будівництва.* 1998. Вип. 5. С.85-88.

229. Тимашев В.В., Колбасов В.М. Свойства цементов с карбонатными добавками. *Цемент.* 1981. №10. С.10-12.

230. ДСТУ Б В.2.7-176:2008 (EN 206-1:2000, NEQ). Суміші бетонні та бетон. Загальні технічні умови. К. : Мінрегіонбуд України, 2010. –109 с.

231. Використання потенціометричних методів для оцінки корозійного впливу добавок на сталеву арматуру залізобетонних конструкцій / О.В. Калюжна, О.С. Борзяк, А.А. Плуґін, В.В. Булгаков. *Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті: тези*

доповідей VII міжнар.. наук.-техн. конф., м. Харків, 14-16 листопада 2018 р. Харків: УкрДУЗТ, 2018. С.186.

232. Борзяк О.С., Калюжна О.В., Плугін А.А. Вплив добавок-прискорювачів твердіння на захисні властивості бетону щодо сталеві арматури. *Ефективні організаційно-технологічні рішення та енергозберігаючі технології в будівництві*: матер. VIII міжнар. наук.-практ. конф. м. Харків, 19-20 листопада 2020 р. Харків : ХНУБ. 2020. С. 9-10.

233. ДСТУ EN 13263-1:2019 Мікрокремнезем для бетону. Частина 1. Визначення, вимоги та критерії відповідності (EN 13263-1:2005 + A1:2009, IDT). [Чинний від 2020-01-01]. ДП «УкрНДНЦ».

234. ДСТУ Б В.2.7-46:2010. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови. К. : Мінрегіонбуд України, 2011. 14 с.

235. ДСТУ Б EN 197-1:2015 (EN 197-1:2011, IDT). Цемент. Частина 1. Склад, технічні умови та критерії відповідності для звичайних цементів. К. : Мінрегіон України, 2016. 53 с.

236. ДСТУ Б В.2.7-82:2010 Будівельні матеріали. В'язучі гіпсові. Технічні умови / ДП «НДІБМВ». [Чинний від 2010-08-18]. Київ: Мінрегіонбуд України. 2010. 29 с.

237. ДСТУ Б В.2.7-302:2014 Шлак доменний гранульований для цементів, бетонів і будівельних розчинів. Технічні умови та оцінка відповідності (EN 15167-1:2006, NEQ. [Чинний від 2015-10-01]. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. 2015.

238. Емельянова И.А., Доброходова О.В., Буцкий В.А., Борзяк О.С. Технологические особенности приготовления строительных смесей в трехвальном бетоносмесителе. *Науковий вісник будівництва*. 2011. Вип.63. С.331-336.

239. Плюснина И.И. Инфракрасные спектры минералов. Москва: Издательство Московского университета. 1976. 175 с.

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

241. Борзяк О.С., Плугін Д.А. Використання методу інфрачервоної спектроскопії при дослідженні будівельних матеріалів. Тези доповідей 76-ї Міжнародної науково-технічної конференції 15-17 квітня 2014 р., м. Харків. Х.: УкрДАЗТ, 2014. С. 259.

242. Плугин А.Н., Борзяк О.С., Плугин А.А. Про природу явищ, на яких ґрунтується спектральний аналіз будівельних матеріалів. *Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті*: матер. допов. 78 Міжнар. наук.-техн. конфер., м. Харків, 26–28 квітня 2016. *Зб. наук. праць УкрДУЗТ*. Харків. 2016. Вип. 160 (додаток). С. 78–79

243. Новикова С.П. К вопросу о природе деформаций цементных бетонов в процессе твердения. Москва: Тр. ВНИИВОДГЕО. 1973. С.124–132.

244. Твердіння портландцементу в ранні строки / Є.І.Ведь, Є.Ф.Жаров, Г.Бакланов та ін. *Будівельні матеріали і конструкції*. 1972. №3. С.30.

245. Круглицкий Н.Н. Основы физико-химической механики. Київ: Вища школа, 1975. Ч.1. 268 с.; 1976. Ч.2. 208 с.; 1977. Ч.3. 138 с.

246. Матвиенко, В.А., Толчин С.М. Электрические явления и активационные воздействия в технологии бетона. Макеевка: ДГАСА. 1998. 154 с.

247. О механизме возникновения электроповерхностного потенциала различных веществ в водных растворах / А.Н. Плугин, Н.В. Вдовенко, А.И. Бирюков, Ф.Д. Овчаренко. *ДАН СССР*. 1988. Т.298. №3. С.656–661.

248. Полак А.Ф. Твердение мономинеральных вяжущих веществ. М.: Стройиздат, 1966. 208 с

249. Грунтоведение: Классич. унив. учебник. 6-е изд., перераб. и доп. / В.Т. Трофимов и др. М.: МГУ. 2005. 1024 с.

250. Plank J. Concrete Admixtures Where Are We Now and What Can We Expect in the Future? 19'Ibausil. Weimar. 2015. PV03. 18 pp.

251. Бабушкин В.И., Костюк Т.А., Кондращенко Е.В. Роль коллоидно-химических явлений в процессах формирования структурной и конечной прочности цементно-песчаных прессованных изделий. Сборник трудов по технической химии. К.: УкрХО. 1997. С. 264-267.

252. Плугин, А.А. Об электроповерхностном потенциале в твердеющих минеральных вяжущих. *Вестник НТУ «ХПИ»*. 2003. Вып.15. С.66–74.

253. Руководство к практическим работам по коллоидной химии / О.Н. Григоров, И.Ф. Карпова, З.П. Козьмина, Д.А. Фридрихсберг. Л.: ЛГУ. 1955. 212 с.

254. Костюк, Т.А. Цементно-песчаные бетоны и изделия, получаемые полусухим прессованием без тепловлажностной обработки: дисс. ... канд. тех. наук: 05.23.05. Х.: ХГТУСА. 1999. 155 с.

255. Нечипоренко А.П., Кудряшова А.И. Исследование кислотности твердых поверхностей методом рН-метрии. *ЖПХ*. Т.60, №9. С. 1957-1961.

256. Нечипоренко А.П., Шевченко Г.К. Исследование влияния термообработки и дисперсности образца на кислотно-основные свойства поверхности кремнезёма. *ЖОХ*. 1985. Т.55, №2. С.244-253.

257. Данченко Ю.М. Фізико-хімічні основи створення багатофункціональних композиційних епоксиполімерних будівельних матеріалів: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.23.05. Харків: ХНУБА. 2019. 394 с.

258. Моррисон С. Химическая физика поверхности твердого тела. М.: Мир. 1980. 488 с.

259. Киселев В.Ф., Крылов О.В. Адсорбционные процессы на поверхности полупроводников и диэлектриков. М.: Наука. 1978. 256 с.

260. Сватовская Л.Б., Сычев М.М. Активированное твердение цементов. Л.: Стройиздат, 1983. 160 с.

261. Комохов П.Г., Шангина Н.Н. Конструирование композиционных материалов на неорганических вяжущих с учетом активных центров поверхности наполнителя. *Вестник отделения строительных наук*. М.: Российская академия архитектуры и строительства. 1996. №1. С.31-34.

262. Плугин А.Н., Плугин А.А. Теория строения ядер атомов простых веществ, основанная на новых положениях коллоидной химии. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. Харків, 2012. Вип.130. С.5–22.

263. Плугин А.Н., Плугин А.А., Борзяк О.С. Зависимость углов отражения рентгеновского излучения от электроповерхностного потенциала кристаллов. *Зб. наук. праць УкрДУЗТ*. 2015. Вип.155. С. 153–158.

264. Борзяк О.С. Залежність кутів відбиття рентгенівського випромінювання від електроповерхневого потенціалу кристалів. Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті: тези доповідей V Міжнар. наук.-техн. конф., м. Харків, 23–24 квітня 2015 р. Харків: УкрДУЗТ. 2015. С.34.

265. Плугин А.Н., Борзяк О.С., Плугин А.А. Рентгеновские методы исследования строительных материалов: особенности взаимодействия рентгеновского излучения с кристаллами. Моделювання та оптимізація будівельних композитів: матер. міжнар. наук.-техн. Семінару, м. Одеса, 27-28 жовтня 2016 р. Одеса: ОДАБА. 2016. С. 105-111.

266. C.D. Igwebike-Ossi, Failure Analysis and Prevention. 10. X-Ray Techniques, edited by Aidy Ali (IntechOpen, 2017), available at <https://www.intechopen.com/chapters/58172>.

267. Mahan B.M., Myers R.J. University Chemistry, 4th ed. The Benjamin Cummins Publishing Company, California, Inc. 1987. P. 998-1002.

268. Cowley J. M. Diffraction physics. Elsevier, 1995. 481 p.

269. Johanssen AE, Campbell JL, Malmqvist KG. Particle-induced X-ray emission spectrometry (PIXE). In: Chemical Analysis—A Series of Monographs on Analytical Chemistry and its Application. New York: John Wiley and Sons, Inc.; 1995. P. 1-20

270. Oxtoby D.W., Nachtrieb N.H. Principles of Modern Chemistry. 3rd ed. Orlando: Saunders College Publishing; 1996. P. 483-494.

271. Housecroft C.E., Alan G.S. Inorganic Chemistry. 3rd ed. Essex, England: Pearson Education Limited; 2008. P. 166

272. Губкин А.Н. Физика диэлектриков. М.: Высшая школа, 1971. – 272 с.

273. Структура и прочность гипсового камня: развитие представлений о структуре / А.Н.Плугин, А.А.Плугин, Ю.Г.Гасан, Е.Н.Червенко. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. Харків: УкрДАЗТ, 2013. Вип.138. С.125–136.

274. Підвищення міцності та водостійкості гіпсових в'язучих нанодисперстними мінеральними добавками. А.А. Плугін, Х.-Б. Фішер, О.С. Борзяк, А.С. Єфіменко, А.А. Жигло. *Зб. наук. праць УкрДУЗТ*. Харків, 2017. Вип.171. С. 37-43.

275. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. Учебное пособие. Екатеринбург: КДУ. 2007. 720 с.

276. Sanytsky M., Fischer H.-B., Korolko S. Modified composite gypsum binders based on phosphogypsum. 16 Internationale Baustofftagung. - Weimar: Bauhaus-Universität Weimar, 2006. Band 1. P.875-882.

277. Механизм структурообразования и дегидратации гипсовых вяжущих / А.Н.Плугин, Х.-Б.Фишер, А.А.Плугин, К.А.Рапина. *Зб.наук.праць УкрДАЗТ*. Харків: УкрДАЗТ. 2010. Вип.115. С.5-22.

278. Повышение водостойкости гипса добавками микронаполнителей / А.А. Плугин, С.В. Воронин, О.С. Борзяк, А.С. Ефименко. *Науковий вісник будівництва*. Харків: ХНУБА; ХОТВ АБУ. 2016. №2(84). С.239–242.

279. Ettringite Formation in Concrete Jochen Stark, Katrin Bollmann Bauhaus-University Weimar / Germany Stark, J., & Bollmann, K. Delayed Ettringite Formation in Concrete. <https://www.imxtechnologies.com/storage/app/media/uploaded-files/ettringite.pdf>

280. Balonis M. The Influence of Inorganic Chemical Accelerators and Corrosion Inhibitors on the Mineralogy of Hydrated Portland Cement Systems: A Thesis presented for the degree of PhD. Aberdeen: University of Aberdeen. 2010. 294 p.

281. Аршинніков Д.І., Свідерський В.А. Порівняльний аналіз мінералогічного складу природної крейди родовищ України. *Technology audit and production reserves*. 2015. Vol. 4, № 4 (24). S. 7-11.

282. Горькова И.М. Физико-химические исследования дисперсных осадочных пород в строительных целях. М.: Стройиздат. 1975. 152 с.

283. Чепурна С.М. Бетон підвищеної водонепроникності та корозійної стійкості з добавкою високодисперсної крейди: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.05. Харків: УкрДУЗТ. 2018. 202 с

284. Борзяк О.С., Чепурна С.М. Гідратація портландцементу в присутності добавки високодисперсної крейди. *Збірник наукових праць УкрДУЗТ*. 2018. Вип. 175. С. 110–117.

285. Коллоидно-химические свойства водных дисперсий мела и мрамора / Полуэктова В.А., Ломаченко В.А., Столярова З.В., Ломаченко С.М. и др. *Фундаментальные исследования: Технические науки*. 2014. № 9. С. 1205–1209.

286. Чернышов Е.М., Черных Д.И., Потамошнева Н.Д. Композиты на основе утилизации техногенного (конверсионного) карбоната кальция: модели и возможные механизмы структурообразования. *Научный вестник Воронежского ГАСУ. Строительства и архитектура*. 2014. Вып. 3 (35). С. 38–50.

287. Трикоз Л.В., Борзяк О.С., Савчук В.Ю. Дослідження взаємодій компонентів глиновмісних матеріалів методом інфрачервоної спектроскопії. *Зб. наук. праць УкрДУЗТ*. Харків, 2017. Вип.171. С. 44-52.

288. Трикоз Л.В., Борзяк О.С. Исследование изменений структуры глиносодержащих материалов методом инфракрасной спектроскопии. *Вісник ОДАБА. Зб. наук. праць*. Одеса: ОДАБА, 2013. Вип.52. С.281-285.

289. The electric surface interaction in the soil-slag-biological solids system / L. V. Trykoz, S. V. Panchenko, D. O. Bondarenko, A. A. Plugin and O. S. Borziak. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 708 (2019) 012110.

290. Логвиненко Н. В., Сергеева Э.И. Методы определения осадочных пород: учебн. пособие для вузов. Л.: Недра. 1986. 240 с.

291. Соколов, В.Н. Глинистые породы и их свойства / Соросовский образовательный журнал. – Т.6. – № 9. – 2000.

292. Тарасевич Ю.И., Овчаренко Ф.Д. Адсорбция на глинистых минералах. К.: Наукова Думка. 1975. 351 с.

293. Развитие некоторых аспектов коллоидной химии и физико-химической механики дисперсных систем и материалов применительно к устойчивости откосов и склонов / А.Н. Плугин, Л.В. Трикоз, О.С. Герасименко и др. *Вісник ДНУЗТ ім.акад.В.Лазаряна*. Дніпропетровськ: 2011. Вип. 39. С.150-156.

294. Трикоз, Л.В. Коллоидно-химические основы нарушения устойчивости глиносодержащих грунтовых материалов. *Зб. наук. праць*. Х.: УкрДАЗТ. 2011. Вип. 127. С.184-192.

295. Физико-химические процессы, протекающие в глинистом сырье при электрокинетическом воздействии / А.В. Корнилов, Т.З. Лыгина, Н.И. Наумкина и др. Новые методы технологической минералогии при оценке руд металлов и промышленных минералов. Сборник научных статей по материалам российского семинара по технологической минералогии. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2009. С. 118-121.

296. Трикоз Л.В. Електроповерхневі взаємодії в системі ґрунт-шлак активний мул / Л.В. Трикоз, С.В. Панченко, Д.О. Бондаренко, О.С. Борзяк, А.А. Плуґін. Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті: Тези доповідей. Ч.2. VIII Міжнар. наук.-техн. конф., м. Харків, 20-22 листопада 2019 р. Харків: УкрДУЗТ. 2019. С.209-210.

297. Трикоз Л.В., Борзяк О.С. Исследование изменений структуры глиносодержащих материалов методом рентгенофазового анализа. *Сборник научных трудов SWorld*. Вып. 2. Том 17. Иваново: Маркова АД. 2014. ЦИТ: 214-306. С. 10-17.

298. Краткий справочник Физико-химических величин / Под ред. А.А.Равделя и А.М. Пономаревой. – Санкт-Петербург: Специальная литература, 1998. – 232 с.

299. Плуґин А.Н., Плуґин А.А. Природа коагуляционных контактов и их роль в обеспечении прочности и водостойкости вяжущих и композиционных

материалов. *Создание новых композиционных материалов и повышение эксплуатационной надежности и сроков службы конструкций и сооружений на железнодорожном транспорте: Межвуз. сб. научн. тр.* Харьков: ХарГАЖТ. 1996. Вып.26. Т.1. С.39–47.

300. Термодинамические свойства индивидуальных веществ; в 4 т. / Л.В. Гурвич, И.В. Вейц, В.А. Медведев. М.: Наука. 1981.

301. Matschei T., Lothenbach B., Glasser F.P., Thermodynamic properties of Portland cement hydrates in the system $CaO-Al_2O_3-SiO_2-CaSO_4-CaCO_3-H_2O$. *Cement and Concrete Research*. 2007. 37: p. 1379-1410.

302. Balonis, M., Lothenbach, B., Le Saout, G., Glasser, F.P., Impact of chloride on the mineralogy of hydrated Portland cement systems. *Cement and Concrete Research*, 2010. 40(7). P. 1009-1022.

303. Balonis, M., Međala, M., Glasser, F.P., Influence of calcium nitrate and nitrite on the constitution of the *AFm* and *AFt* cement hydrates - experiments and thermodynamic modelling. *Advances in Cement Research*. 2011. 23(3). P. 129-143.

304. Патент 93322 UA МПК C04B 41/65, C04B 103/65, C04B 24/00, C04B 14/00, C04B 28/00. Мінеральна суміш, що самоущільнюється, для гідроізоляційного покриття / Костюк Т.А., Салия М.Г., Бондаренко Д.А., Избаш Ю.М. Заявл. 29.01.2009; опубл. 25.01.2011.

305. Проведення досліджень та розробка рекомендацій по застосуванню пластифікаторів та прискорювачів твердіння при виготовленні залізобетонних шпал та плит безбаластного мостового полотна: Звіт з НДР / УкрДАЗТ. – Харків, 2007. – г/д №5/07ЦТех-779/07ЦЮ (6/7-2007).

306. Склади бетону з добавками суперпластифікаторами і прискорювачами твердіння для виробництва залізобетонних шпал без пропарювання та їх фізико-хімічні дослідження / Плугін А.А., Романенко О.В., Калінін О.А., Плугін О.А., Борзяк О.С. Эффективные технологические решения в строительстве с использованием бетонов нового поколения: матер. междунар. науч.-практ. конф., г. Харьков, 28–29 октября 2015. Харьков: ХНУСА. 2015. С.39–50.

307. Борзяк О. С., Плугин А.А. Фізико-хімічні дослідження впливу добавок суперпластифікаторів та прискорювачів твердіння на продукти гідратації портландцементу. Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті: матер. допов. 78 Міжнар. наук.-техн. конф., 26–28 квітня 2016. *Зб. наук. праць УкрДУЗТ*: Харків, 2016. Вип. 160 (додаток). С.78.

308. Проведення досліджень з використання хімічних добавок для зниження енергоємності виробництва залізобетонних шпал і розробка ДСТУ на шпали залізобетонні попередньо напружені для залізниць колії 1520 і 1435 мм: Звіт з НДР г/т №6/5-2013. Договір №0114U006551. Харків: УкрДАЗТ. 2014. Етап 1. – 34 с.; Етап 2. – 259 с.

309. Hydration Products that Provide Water-Repellency for Portland Cement-Based Waterproofing Compositions and Their Identification by Physical and Chemical Methods / A.A. Plugin, O. S. Borziak, O.A. Pluhin, T.A. Kostuk, D.A. Plugin. International Scientific Conference EcoComfort and Current Issues of Civil Engineering. EcoComfort 2020: Proceedings of EcoComfort 2020. P. 328-335.

310. Taylor H.F.W. Cement Chemistry. Academic Press. London. 1990.

311. Plugin A.A., Pluhin O.A., Borziak O.S., Kaliuzhna O.V. (2020) The Mechanism of a Penetrative Action for Portland Cement-Based Waterproofing Compositions. In: Blikharsky Z., Koszelnik P., Mesaros P. (eds) Proceedings of CEE 2019. CEE 2019. *Lecture Notes in Civil Engineering*. Vol. 47. P. 34-41

312. The effect of structural characteristics on electrical and physical properties of electrically conductive compositions based on mineral binders / O. Pluhin, A. Plugin, D. Plugin, O. Borziak, O. Dudin. *Matec Web of Conference*. 2017. 116. 01013.

313. Плугин, А.А. Совершенствование состава и структуры бетона с учетом электроповерхностных свойств его составляющих для повышения прочности и стойкости изделий кольцевого сечения: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.05. Харьков: ХИСИ. 1994. 245 с.

314. Шаскольская, М.П. Кристаллография. Москва: Высш. Школа. 1976. 392 с.

315. Шейкин А.Е., Чеховский Ю.В., Бруссер М.И. Структура и свойства цементных бетонов. Москва: Стройиздат. 1979. 344 с.

316. Рыбьев, И.А. Строительные материалы на основе вяжущих веществ. Москва: Высш. Школа. 1978. 309 с

317. Касьянов В.В. Электропроводні покриття на основі портландцементу для захисту від електрокорозії і ремонту конструкцій та споруд залізниць: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05. Харків: УкрДУЗТ. 2018. 281 с.

318. Вплив структури та компонентів на електрофізичні властивості композицій на основі портландцементу / О.А. Пługін, В.В. Касьянов, А.А. Пługін, Д.А. Пługін, О.С. Борзяк. *Науковий вісник будівництва. Х.: ХНУБА; ХОТВАБУ*. 2018. № 1 (91). С. 156-163.

319. Сучасні будівельні матеріали і конструктивні системи для зведення доступного житла та об'єктів інфраструктури / К.К. Пушкарьова, А.М. Бамбура, Л.Й. Дворкін, О.В. Градобоев, М.Л. Зоценко, О.С. Кагановський, А.М. Павліков, А.А. Пługін, С.А. Тимошенко, Г.М. Шабанова. Київ: Вік-принт. 2015. 280 с.

320. Развитие теоретических представлений влияния коксовой пыли на структурообразование цементных композитов / Е.А.Беличенко, А.Н.Пługин, А.А.Пługин, С.Н.Толмачев. *Восточноевропейский журнал передовых технологий*. Харьков: ЕЕJET. 2012. №6/5(60). С.13–17

321. Оценка возможности применения полиэфирной микрофибры в гидроизоляционных составах на основе портландцемента / А.А.Пługин, В.А.Арутюнов, Т.А.Костюк, Д.А.Бондаренко, О.В.Старкова. *Современный научный вестник*. 2013. №32(171). С.109–116.

322. Effect of microfillers on the concrete structure formation / O. Borziak, S. Vandolovskyi, V. Chajka, V. Perestiuk, O. Romanenko. *Matec Web of Conference*. 2017. V.116. 01001. 6 pp.

323. Structure formation of the cement stone in the presence of fine-grained calcite / S. M. Chepurna, A. A. Plugin, O. S. Borziak. 20 Internationale Baustofftagung, 12-14 September 2018, Weimar, Bundesrepublik Deutschland: Tagungsbericht.- Weimar: Bauhaus-Universitet Weimar, 2018. Band 2. P. 479–485.

324. The effect of added finely dispersed calcite on the corrosion resistance of cement compositions / O S Borziak, A A Plugin, S M Chepurna, O V Zavalniy, O A Dudin. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 708 (2019) 012080. IOP Publishing.

325. Чепурна С.М., Борзяк О.С. Бетони підвищеної водонепроникності з добавкою високодисперсного органогенного кальциту (крейди). *Науково-технічний збірник Містобудування та територіальне планування*. Київ: КНУБА. 2018. № 66. С. 629–637.

326. Use of a highly dispersed chalk additive for the production of concrete for transport structures / O. Borziak, S. Chepurna, T. Zidkova, A. Zhyhlo, A. Ismagilov. 7th International Scientific Conference “Reliability and Durability of Railway Transport Engineering Structures and Buildings” (Transbud-2018). – MATEC Web Conf., 2018. № 230. Art. N. 03003

327. Жидкова Т.В., Чепурна С.М., Борзяк О.С. Механізм впливу добавки високодисперсної крейди на процеси структуроутворення цементного каменю. *Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури*. 2018. Вип. 72, С.99-106.

328. Беркович, Т.М. Основы технологии асбестоцемента / Беркович Т.М. – М.: Стройиздат, 1979. – 233 с.

329. Плугин А.А., Салия М.Г., Костюк Т.А. Изотропное микроармирование цементного камня продуктами гидратации для повышения физико-механических характеристик гидроизоляционных покрытий. *Вісник НТУ «ХПИ»*. Харків, 2011. Вип.50. С.97–103.

330. Обоснование выбора солей-электролитов для содержащих кальцит и стекловолокно комплексных добавок в гидроизоляционные смеси / Т.А.Костюк, А.А.Плугин, Н.Н.Партала, М.Г.Салия, Д.А.Бондаренко. *Будівельні матеріали, виробництва та санітарна техніка*. 2012. №44. С.105–108.

331. Плугин А.А. Арутюнов В.А., Костюк Т.А. Гидроизоляционные составы на основе портландцемента, армированные полимерными волокнами:

оценка возможности применения полиэфирной микрофибры. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. Харків, 2013. Вип.138. С.70–77.

332. Кагановский А.С., Градобоев О.В, Плугин Ал.А. Высокоэффективные композиционные материалы на основе минеральных и синтетических волокон: Проблемы производства хризотил-цемента. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. Харків: УкрДАЗТ, 2013. Вип.138. С.50–55.

333. Высокоэффективные композиционные материалы на основе минеральных и синтетических волокон: Физико-химические свойства волокон / Ал.А.Плугин, А.С.Кагановский, О.В.Градобоев, А.А.Плугин. Науковий вісник будівництва. Харків: ХДТУБА; ХОТВ АБУ, 2014. №2(76). С.94–102.

334. Влияние волокнистых наполнителей на физико-механические свойства цементных композитов / Т.А. Костюк, А.А. Плугин, Ал.А. Плугин и др. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. Харків, 2014. Вип.148. Ч.2. С.32–38

335. Вплив поліфункціональної добавки на характер новоутворень та властивості штучного каменю, виготовленого з композиційної гіпсовміщуючої в'язучої речовини / Гасан Ю.Г., Червенко Є.М., Бердник О.В., Борзяк О.С. *Зб. «Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка»*. К., НДІБМВ, 2011. Вип. 42, с. 56-62

336. Жигло А.А., Борзяк О.С. Перспективи зниження енерговитрат на виробництво високоміцного гіпсу. *Тренди та тенденції розвитку будівельної галузі: Міжнар. наук.-практ. конф., 18-19 листопада 2020 року*. ХНУМГ ім. О.М.Бекетова. Харків. 2020. С. 72-73

337. Вплив мінеральних наповнювачів на процеси структуроутворення гіпсового каменю / А.А.Плугін, О.С.Борзяк, А.С.Єфіменко, Х.-Б.Фішер. *Науковий вісник будівництва*. Т.90. №4. 2017. С.116-119.

338. Increasing the Water-Resistance of Gypsum Materials Using Polydisperse Mineral Additives / А.А. Plugin, Н.-В. Fisher, О.С. Borziak, А.С. Iefimenko. 20 Internationale Baustofftagung, 12-14 September 2018, Weimar, Bundesrepublik Deutschland: Tagungsbericht. Weimar: Bauhaus-Universitet Weimar. 2018. Band 2. P. 549–558.

339. Пенкаля Т. Очерки кристаллохимии . Ленинград: Химия, 1974. 496 с.

340. Establishing Patterns in the Influence of Microand Nano-dispersed Mineral Additives on The Water Resistance of Construction Gypsum / A. Plugin, A. Iefimenko, O. Borziak, E. Gevorkyan, O. Pluhin, *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. 1. pp. 22–29.

341. Шляхи підвищення міцності гіпсових композицій / А.С.Єфіменко, Х.-Б. Фішер, К. Матхес, О.С. Борзяк, А.А. Плуґін, Е.С. Геворкян. Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті: тези доп. VI Міжнар. наук.-техн. конф., м. Харків, 19-21 квітня 2017. Харків: УкрДУЗТ. 2017. С.50–51.

342. Пат. 73395 UA C27 C04B 28/00, 41/65, 22/06. Композиція проникної дії для відновлення зруйнованого бетону / В.І. Бабушкін, О.В. Кондращенко, Т.О. Костюк, О.Ю. Процин. - Заявл.24.06.2003. - Опубл. 15.07.2005. - Бюл. № 7.

343. Исследование взаимодействий между инден-кумароновой и эпоксидной смолами в защитном составе ЗС-1М / А.Н. Плуґин, А.А. Плуґин, И.В. Подтележникова, О.С. Борзяк. *Зб.наук. праць УкрДАЗТ*. 2011. Вип.125. С. 139–145.

344. Пат. 117383 UA. МПК (2018.01) С2. Гідрофобізований матеріал для влаштування баластного шару залізничної колії з підвищеним електроопором / Плуґін А.А., Трикоз Л.В., Багіянц І.В., Мороз В.П., Герасименко О.С., Борзяк О.С. Заявл.26.04.2016. Опубл.25.07.2018. Бюл.№14

345. Розробка заходів по захисту штучних споруд залізничного транспорту від електрокорозії під дією змінного струму витоку і високовольтної напруги / О.С. Борзяк, О.А. Дудін, М.Ю. Куценко, В.Г. Познякова. *Збірник наукових праць УкрДУЗТ*. 2018. Вип. 182. С. 28-36.

346. Плуґин Ал.А., Борзяк О.С., Дудин А.А. [и др.] Защита металлических и железобетонных сооружений железнодорожного транспорта от электрокоррозии с помощью диодного заземления. *Зб.наук.праць УкрДАЗТ*. 2011. Вип. 127. С. 204-212.

347. Борзяк О.С., Чайка В.М., Вандоловський С.С. Формування структури дрібнозернистого бетону. Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті: тези доп. VI Міжнар. наук.-техн. конф., м. Харків, 19-21 квітня 2017. Харків: УкрДУЗТ. 2017. С. 42–43.

348. Пат.113600 UA МПК(2016.01) C04B28/00 C04B41/65(2006.01) C04B111/90(2006.01) C04B111/20(2006.01) C04B111/72(2006.01) Композиція проникної дії для гідроізоляції та захисту від електрокорозії / УкрДУЗТ; Пługін А.А, Костюк Т.О., Прощін О.Ю., Пługін О.А., Бондаренко Д.О., Касьянов В.В., Борзяк О.С., Конєв В.В. Заявл. 01.03.2016. Опубл.10.02.2017. Бюл.№3. 4 с.

349. Кривенко П.В., Пушкарева Е.К. Долговечность шлакощелочного бетона. Киев: Будивельник. 1993. 224 с.

350. Physicochemical studies of the structure of energy-saving compositions based on slags / Т.А. Kostyuk, V.I. Vinnichenko, А.А. Plugin, O.S. Borziak, Iefimenko A.S. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020. Vol. 1021. 012016.

351. Конєв В. В. Електропровідна силікатна композиція для захисту від електрокорозії конструкцій і споруд залізниць: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05. Харків: УкрДУЗТ. 2021. 338 с.

352. Пат.117194 UA МПК C04B28/26(2006.01) C04B41/65(2006.01) C04B111/20(2006.01) C04B111/26(2006.01) C04B111/94(2006.01) Електропровідна шпаклювальна композиція / УкрДУЗТ; Пługін А.А., Пługін О.А., Касьянов В.В., Борзяк О.С., Конєв В.В., Савчук Ю.Ю., Костюк Т.О., Бондаренко Д.О. Заявл.24.03.2017. Опубл.25.06.2018. Бюл.№12. 3 с.

353. Склади бетону з добавками суперпластифікаторами і прискорювачами твердіння для виробництва залізобетонних шпал без пропарювання / А.А. Пługін, О.В. Романенко, А.І. Бабій, О.А. Калінін, О.А. Пługін. *Зб. наук. праць УкрДУЗТ*. 2015. Вип.155. С.62–72.

354. Рунова Р.Ф., Троян В.В., Сова Н.О. Склади бетону з хімічними та мінеральними добавками зі зниженими витратами цементу для виробництва залізобетонних шпал. *Зб. наук. праць УкрДУЗТ*. 2015. Вип.155. С.73–77.

355. Влияние постоянных токов утечки на трещинообразование бетонных и железобетонных конструкций / А.Н. Плугин, Ал.А. Плугин, А.А. Конев, И.А. Козеняшев, С.В. Нестеренко. *Збірник наукових праць УкрДАЗТ*. 2012. вип. 130. С. 64-70.

356. Петрова, Т.М., Сорвачева Ю.А. Внутренняя коррозия бетона как фактор снижения долговечности объектов транспортного строительства. *Наука и транспорт. Транспортное строительство*. 2012. №4.

357. Жидкова Т.В., Чепурна С.М., Борзяк О.С. Ресурсоенергозберігаючі бетони з добавкою високодисперсної крейди. Ефективні технології в міському будівництві та господарстві: матеріали VII Міжнар. наук.-практ. конф., м. Одеса, 17-18 травня 2018 року. Одеса: ОДАБА. 2018. С. 164-167.

358. Королев Л.В., Лупанов А.П., Придатко Ю.М. Плотная упаковка полидисперсных частиц в композитных строительных материалах. *Современные проблемы науки и образования*. 2007. № 6 (часть 1). С. 109-114

359. Cherpurna S.M. Concretes, Modified by the Addition of High-Diffused Chalk, for Small Architectural Forms. *Materials Science Forum*. 2019. Vol. 968. P. 82-88.

360. Вплив добавки високодисперсної крейди на фізико-механічні властивості бетонів / О.С. Борзяк, С.М. Чепурна, Т.В. Жидкова та ін. Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті: тези доп. VII Міжнар. наук.-техн. конф., м. Харків, 14-16 листопада 2018 р. Харків: УкрДУЗТ. 2018. С.172.

361. Чепурная С.Н., Плугин А.А., Борзяк О.С. Повышение коррозионной стойкости бетона транспортных сооружений добавкой высокодисперсного кальцита. *Науковий вісник будівництва*. Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ. 2018. № 1(91). С. 292–298.

362. Стрелков М.И., Заславский И.Н. Ускоренная оценка агрессивности к бетону водных растворов с учетом многокомпонентности их состава. *Лен.ПромстройНИИпроект*. 1987. С. 4-10.

363. Вплив добавки високодисперсного кальциту на корозійну стійкість цементних композитів / О.С. Борзяк, А.А. Пługін, С.М. Чепурна та ін. VIII Міжнар. наук.-техн. конф., м. Харків, 20-22 листопада 2019 р. Ч.2. Харків: УкрДУЗТ. 2019. С.137-138.

364. ЦП 0224 Рекомендації із забезпечення тріщиностійкості плит безбаластного мостового полотна / А.А.Пługін, А.М.Пługін, С.В.Мірошніченко та ін. Київ: ЦП УЗ, 2010. 42 с.

365. Нові технології гідроізоляції та підсилення мостів, будівель та інших споруд, що руйнуються / А.М. Пługін, Ю.М. Федюшин, А.А. Пługін. Реєстраційна картка технології. УкрІЕНТІ. № 0606U000057. 2006. 96 с.

366. Research into the effectiveness of grounded screens of electroconductive silicate compositions for electrocorrosion protection / D. Plugin, V. Kasyanov, S. Nesterenko, A. Afanasiev. Matec Web of Conference. 2017. V.116, 01012. 6 pp.

367. Пат.122625 UA. МПК E01B 9/30 (2006.01) E01B 9/48 (2006.01) C2. Скріплення рейкове пружне безанкерне для трамвайної колії / Палант О.В., Захаров Д.С., Аронов Л.С., Шматко В.В., Пługін А.М., Пługін А.А., Пługін Д.А., Мірошніченко С.В., Калінін О.А., Лютий В.А., Романенко О.В., Пługін О.А., Борзяк О.С., Савченко О.М. Заявл. 28.03.2019. Опубл. 10.12.2020. Бюл.№23.

368. Захист об'єктів транспортної інфраструктури від електричних і вібраційних впливів наземного рейкового транспорту // Д.А.Пługін, А.А.Пługін, О.С.Борзяк, О.В.Палант, О.М.Савченко // Науковий вісник будівництва, Т.90, №4, 2017. – С.250-254.

369. Механизм защитных свойств полиуретана и композиций на основе жидкого стекла от электрических и вибрационных воздействий / А. Н. Пługин. Е. В. Палант, Д. А. Пługин, Ал. А. Пługин, О. С. Борзяк // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – 2018. – № 35. – С. 25–28.

370. Plugin A.A., Plugin D.A., Pluhin O.A., Borziak O.S. The Influence of the Molecular Structure of Polyurethane on Vibro– and Electroinsulation Properties of the Tramway Structures. Lecture Notes in Civil Engineering. 2020. Vol 47. P. 346-353.

