

КИЇВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

На правах рукопису

ВЕШНЕВСЬКА Вікторія Геннадіївна



АКТИВАЦІЯ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ ЕЛЕКТРИЧНИМИ РОЗРЯДАМИ  
МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ

05.23.05 - Будівельні матеріали та вироби

Автореферат  
дисертації на здобуття вченого ступеня  
кандидата технічних наук



Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Донбаській державній академії будівництва і архітектури на кафедрі Будівельних матеріалів і ВЕК.

Науковий керівник - академік АН ВШ України,  
доктор технічних наук,  
професор Матвієнко Василій  
Андрійович

Офіційні опоненти: - доктор технічних наук,  
Пушкарьова Катерина  
Костянтинівна  
- кандидат технічних наук,  
Шаршунов Анатолій Борисович

Ведуча організація - Макіївський комбінат  
"Спеціалізобетон"

Захист відбудеться *12 серпня* 1996 г. о *13.00* годині  
на засіданні спеціалізованої ради К.01.18.08. при Київському  
державному технічному університеті будівництва та архітектури.  
Адреса: 252037, м. Київ-37, Повітрофлотський просп., 31.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці КДТУБиА

Автореферат разісланий *10 травня* 1996 г.

ЛННБ ім. В. Стефаніка  
АН України

Вчений секретар  
спеціалізованої ради,  
кандидат технічних наук,  
доцент

В.О.Ракша

## **Загальна характеристика роботи.**

### **Актуальність роботи.**

Розробка ресурсозберігаючих технологій виробництва абірних бетонних і залізобетонних виробів є одним із найважливіших шляхів підвищення ефективності у будівництві. У цьому напрямі великі можливості має шлях підвищення фізико-механічних властивостей бетонів на основі більш повного використання потенційних в'язучих властивостей цементів за рахунок активаційних впливів. Існуючі способи активації, які використовуються у сучасній технології бетону, класифіковані на такі види: теплові, механічні, хімічні та електрофізичні. Із цих видів найменш вивченими є електрофізичні способи дії на бетонні суміші та їх компоненти, зокрема - електричні. Перспективним є спосіб електроактивації цементно-водних суспензій електричними розрядами. Однак, рекомендовані для цього жорсткі режими та висока енергоємність електрообробки, необхідність здійснювати активацію лише розбавлених водних дисперсій у спеціальних реакторах, є серйозною перешкодою для його широкого впровадження. У той же час застосування м'яких режимів обробки (електричними розрядами малої потужності) бетонних сумішей, у тому числі у свіжевідформованих виробках, дозволить за рахунок явищ поляризації, електризації та електрокоагуляції активувати твердіння і модифікувати структуру бетону. Це відкриває можливість при низьких енергозатратах на обробку підвищити фізико-механічні властивості бетонів і розв'язати задачу ресурсозберігання.

**Метою роботи** є розробка малоенергоємного і ресурсозберігаючого способу електроактивації бетонної суміші за допомогою установаження залежностей фізико-хімічних і структурно-механічних властивостей дисперсних систем від параметрів обробки електричними розрядами малої потужності.

### **На захист виносяться:**

- установлені особливості процесів структуроутворення цементних паст у залежності від параметрів активації електричними розрядами малої потужності;
- параметри імпульсної електроактивації бетонних сумішей, у тому числі свіжевідформованих виробів, оптимізованих за критерієм приросту міцності бетону;
- дані про вплив модифікування мікроструктури цементного ка-

меня за допомогою електричних розрядів малої потужності на фізико-механічні властивості бетону;

- результати виробничих випробувань способу електричної активації бетонних сумішей у свіжевідформованих виробках електричними розрядами малої потужності.

**Наукова новизна** роботи полягає в наступному:

- розроблено спосіб активації бетонних сумішей електричними розрядами, який дозволяє зменшити питомі енерговитрати на електрообробку з 4-10 кВт·ч/м<sup>3</sup> до 2 Вт·ч/м<sup>3</sup> і забезпечує підвищення фізико-механічних властивостей бетонів (позитивні рішення по заявках N 494340/33 та 4943741/33);

- установлені експоненційна залежність ступеня іонізації дисперсійного рідкого середовища і електроконцентрування дисперсних часток від кількості електричних розрядів малої потужності в інтервалі напруг 5-25 кВ;

- виявлені особливості процесів твердіння портландцементу в активованих бетонних сумішах: інтенсифікація гідратації і структуроутворення в перші години твердіння, підвищення ступеня гідратації, ступеня кристалічності гідроксилкатів кальцію та гідроксилювання поверхні новоутворень у цементному камені;

- визначені залежності показників порової структури і фізико-механічних властивостей бетонів від параметрів активації бетонних сумішей електричними розрядами малої потужності.

**Практичне значення роботи:**

- обґрунтована та експериментально доведена можливість покращання таких фізико-механічних властивостей бетонів, активованих електричними розрядами малої потужності: підвищення міцності на 20-40%, морозостійкості на 1-2 марки, зниження деформації при висушуванні на 10-15%;

- застосування електроімпульсної активації бетонних сумішей розрядами малої потужності дає можливість знизити витрати цементу на 20-30% при зберіганні заданої міцності бетону;

- ефективність імпульсної електроактивації бетонних сумішей полягає у зменшенні собівартості 1 м<sup>3</sup> залізобетонних виробів на 10%;

- розроблено технологічний регламент на електроімпульсну активацію бетонної суміші у свіжевідформованих виробках електричними розрядами малої потужності.

Результати досліджень реалізовані у виробстві багато-пустотних плит перекриттів на АП "Мушкетівський завод ЗЕБ" (м.Донецьк). Випущена дослідно-промислова партія плит перекриттів із активованих бетонних сумішей. При цьому досягнуто зменшення цементу М-500 на  $50 \text{ кг/м}^3$ , що дає можливість знизити собівартість  $1 \text{ м}^3$  бетонної суміші на 10%.

**Апробація роботи.** Матеріали дисертаційної роботи були представлені у вигляді доповідей і повідомлень міжнародних (м.С.-Петербург, 1992р., м.Белгород, 1993р., м.Дніпропетровськ, 1992, 1993рр.) конференціях, республіканському (м.Одеса, 1992р.) семінарі.

**Публікації.** По матеріалах дисертаційної роботи опубліковано 11 друкованих робіт, одержано 1 авторське свідоцтво і 2 позитивних рішення по заявках на винаходи.

**Обсяг роботи.** Дисертація складається із вступу, п'яти глав із висновками, загальних висновків, списку літератури із 147 найменувань і 3-х додатків. Містить у собі 130 сторінок машинописного тексту, у тому числі: 32 таблиці і 23 рисунки.

#### **Зміст роботи.**

Фізико-механічні властивості бетонів у значній мірі залежать від характеристик структури цементного каменя. Регулюванням процесів структуроутворення можна істотно покращити експлуатаційні і техніко-економічні показники бетонних і залізобетонних виробів. Одним із шляхів досягнення цього є електричні активаційні впливи. Електрообробка цементно-водних систем (цементного тіста, розчину, бетонної суміші) при певних параметрах струму і напруги впливає на ступінь гідратації цементу (О.П.Мчедлов-Петросян, В.І.Бабушкін), модифікування кристалогідратів у цементному камені (В.А.Матвієнко), диспергування зерен цементу (А.І.Кудяков, Л.А.Юткін), модифікування порової структури. Із відомих способів електроактивації за своєю ефективністю (підвищення міцності бетону) виділяється вперше запропонований Л.А.Юткіним електрогідралітичний розрядний, який викликає диспергування твердофазових часток. Однак, для його практичного застосування необхідно дотримання спеціальних умов: високі значення напруги (50-70 кВ) і ємність розрядника (0.1-0.3 мкФ), застосування спеціальних реакторів, обробка порівняно розбавлених суспензій ( $V/T=0.5$  і більше). У зв'язку з цим питоми енерговатрати при імпульсній

електроактивації складають 4- 10 кВт\*год/м<sup>3</sup> бетону. Все це стримує застосування даного способу у промисловості збірного залізобетону.

Для рішення даної проблеми був розглянутий варіант електроактивації бетонної суміші електричними розрядами малої потужності, тобто при більш низьких значеннях електричної напруги і ємності розрядників. Такі явища, як диспергування часток твердої фази, руйнування макро- і мезоструктури бетонної суміші проходити не будуть. Це дозволить активувати бетонні суміші не тільки в спеціальних реакторах, але і у формах після віброущільнення, що розширює можливості практичного застосування даного способу. Основними активаційними ефектами при цьому можуть бути поляризація ПЕШ (А.М.Плугін), накопичення зарядів на міжфазній границі (В.А.Матвієнко), електроконцентрування дисперсної системи (С.С.Духін). Низькі значення енергоємності цих процесів, можливість ефективно регулювати кінетику твердіння і поліпшувати фізико-механічні властивості бетонів свідчать про необхідність подальшого розвитку способу активації бетонної суміші електричними розрядами малої потужності в сучасній технології будівельних виробів і конструкцій.

Передумовами для розробки малоенергоємного способу електроімпульсної активації бетонних сумішей стала гіпотеза про те, що активуюча дія електричного поля на бетонну суміш за рахунок явищ поляризації і електризації може бути посилена ефектом електроконцентрування, який виникає при електричних розрядах малої потужності. Поєднання вказаних процесів приводить до створення нових нерівноважних умов у системі та інтенсифікації твердіння, що викличе модифікування структури і підвищення фізико-механічних властивостей бетону.

Механізм активації бетонної суміші електричними розрядами малої потужності можна представити у вигляді такої схеми. При подачі на бетонну суміш високовольтного (більш 3кВ) електричного потенціалу на міжфазній границі будуть накопичуватись електричні заряди (В.А.Матвієнко). В момент електричного розряду під дією електричного струму відбудуться іонізація рідкої фази, поляризація ПЕШ, частинки будуть піддані дії атракційних сил. Ці процеси зумовлюють посилення масообміну на границі розподілу фаз і зближення частинок

(С.С.Духін). В результаті у системі будуть спостерігатись інтенсифікація гідратації цементу і пересичення рідкої фази продуктами гідролізу клинкерних мінералів (міжфазний масообмін), зменшення загальної і перерозподіл диференціальної пористості (ефект електроконцентрування). Проходження цих процесів при оптимальних параметрах повинна забезпечити модифікування структури і підвищення фізико-механічних властивостей бетону.

Для доказу гіпотези і досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні задачі:

- дослідити особливості процесів твердіння цементно-водних систем, активованих електричними розрядами малої потужності;
- вивчити залежність фізико-хімічних і структурно-механічних властивостей дисперсних систем від параметрів обробки електричними розрядами;
- розробити новий спосіб електроактивації бетонних сумішей електричними розрядами малої потужності;
- вивчити вплив параметрів активації на основні фізико-механічні властивості бетонів;
- провести промислові випробування з використанням технології імпульсної активації бетонних сумішей і розрахунок економічного ефекту даного способу.

Вихідними компонентами для приготування бетонних сумішей в роботі використовували такі матеріали:

- в'язучі: портландцемент пластифікований М500 і М400, в'язучі низької водопотреби (ВНВ-75);
- заповнювачі: кварцовий пісок  $M_k=1.2\dots 1.3$ ; гранітний щебінь фракції 5-20 мм.

Об'єктами досліджень служили: цементне тісто, цементно-піщані суміші, важкі цементні бетони. Електроімпульсну активацію бетонних сумішей здійснювали після віброущільнення за такою схемою: дно форми підключали безпосередньо до негативного або позитивного полюсу зовнішнього джерела напруги, а другий - верхній електрод у вигляді металевої сітки підключали до протилежного полюсу через переривник. Параметри електрообробки контролювали кіловольтметром (напругу) і мікроамперметром (силу струму). Погрішність вимірів - 1.5%.

Ефективність активації бетонних сумішей електричними розрядами ( $\Delta\sigma$ ) оцінювали по приросту міцності активованих

зразків бетону ( $\bar{b}_a$ ) відносно неактивованих - контрольних - ( $\bar{b}_k$ ) аналогічно складу:

$$\Delta b_{\text{ож, \%}} = 100 \times (\bar{b}_a - \bar{b}_k) / \bar{b}_k \quad (1)$$

Для одержання багатфакторних аналітичних залежностей використано математичне планування експерименту (ПФЕ, план Бокса-Бенкіна). Статистичний аналіз експериментальних даних проведено з довірою імовірністю - 95%.

Структурування при твердінні в'язуєх систем дослідили з допомогою пластометра МГУ і з використанням резонансно-акустичної установки ІГ-1Р.

Фазовий склад продуктів твердіння цементів досліджений з використанням фізико-хімічних методів за даними РФА (ДРОН-3), ДТА (МОН-5), ІКС (IR-75 "Specord").

Порова структура бетону досліджена з застосуванням гідродінамичного поромера, а також по даним кінетики водопоглинання. Фізико-механічні властивості бетонів визначені у відповідності до методики діючих нормативних документів.

Вплив параметрів обробки електричними розрядами на властивості дисперсних систем вивчений на прикладі модельних сумішей (молоті кварц або вапняк в 0.1 н розчину KCl при  $V/T=0.25$ ) і цементного тіста нормальної густини. За допомогою пластометриі модельних сумішей встановлена експоненціальна залежність пластичної міцності дисперсних систем від кількості електричних розрядів. Найбільш інтенсивно цей показник вистає в інтервалі 1-10 розрядів і підтверджує гіпотезу про електроконцентрований ефект. Збільшення величини електричної напруги при розряді з 5 до 25 кВ приводить до підвищення їх пластичної міцності.

Крім електроконцентрування, у дисперсних системах устанолено і явище іонізації рідкої фази під дією електричних розрядів (табл.1). Ph-метрія розчину KCl модельних сумішей, активованих при нарузі розряду 20 кВ, свідчить про залежність ступеня іонізації від присутності дисперсних частинок і кількості електричних імпульсів. Це пояснюється тим, що іони рідкої фази, які утворюються при електрозарядах, адсорбуються на активних центрах твердої фази і не релаксируються. Захват поверхнею зарядів підвищується при збільшенні числа імпульсів по експоненціальній залежності. Це пояснюється обмеженістю кількості активних центрів на поверхні дисперсних

частинок. Одержані на модельних системах результати дають підставу для ствердження, що явища електроконцентрування та іонізації в цементно-водних системах будуть відбуватися на формуванні структури цементного каменя.

Таблиця 1.

Зміна рН систем, активованих електричними розрядами

Вид обробленої системи	Кількість електричних розрядів, шт	0	1	10	100
1. Розчин KCl		7.20	7.23	7.25	7.27
2. Розчин KCl-SiO <sub>2</sub>		7.13	7.22	7.25	7.40
3. Розчин KCl-CaCO <sub>3</sub>		8.30	8.61	8.70	8.84

Електроактивація цементного тіста впливає на хід фізико-хімічних процесів твердіння. Так, цементне тісто після обробки 10 імпульсами електричних розрядів у полі негативної полярності виявляє різке підвищення пластичної міцності і величини резонансної частоти. Очевидно, в результаті електричних імпульсів поляризовані колоїдні частинки новоутворень долають енергетичний бар'єр і утворюють ближню коагуляційну структуру, яка при подальшому протіканні гідратації переходить у більш міцний кристалічний зросток цементного каменя. Одже, електрокоагуляційний і поляризаційний ефекти визначають процеси перебудови структури. Їх протікання на стадії коагуляційного структуроутворення позитивно позначається на подальшому розвитку конденсаційно-кристалізаційній структурі.

Збудження активних центрів поверхні цементних частинок електричними розрядами викликає збільшення швидкості і ступеня насичення рідкої фази продуктами розчинення клінкерних мінералів, що оцінюється по провідності цементно-водних суспензій 1:100. Так, через 1 годину гідратації електрична провідність суспензії контрольної серії складає 0.15 См/м, а активованої електричними розрядами - 0.21 См/м.

Зміна в результаті електроімпульсної обробки бетонної суміші умов коагуляційного структуроутворення, підвищення ступеня насичення рідкої фази продуктами розчинення цементу

відбивається на морфології продуктів твердіння і характеристиці порової структури цементного каменя.

Так, по даних ДТА зразки активованого цементного каменя зв'язують 18% води проти 16% для контрольної серії. Зміщуються також температури ендопіків при видаленні адсорбованої і кристалогідратної води. ІКС показала збільшення ступеню гідроксилування новоутворень ( $3500 \text{ см}^{-1}$ ). Рентгенофазовий аналіз вихідної і гідратованих проб цементу підтвердив підвищення ступеню перетворення аліта в результаті електроактивації (зменшення аналітичних ліній з  $d=0.26 \text{ нм}$ ).

Підвищення ступеню гідратації цементу, модифікування мікроструктури цементного каменя в результаті електроімпульсної активації забезпечує підвищення фізико-механічних властивостей бетону.

Бетонна суміш відрізняється від цементного тіста електрогетерогенністю і полідисперсністю частинок твердої фази. У зв'язку з цим вивчено вплив величини електричної напруги ( $X_1$ ), енергії (ємності) розряду ( $X_2$ ), кількості електричних розрядів ( $X_3$ ) на міцність активованого бетону. Ці ж фактори визначають і енергоємність розглядуваного способу активації ( $W=X_1^2 \cdot X_2 \cdot X_3 / 2$ ).

Аналітична залежність приросту міцності активованого бетону від вказаних факторів була одержана за результатами експериментів, поставлених по плану Бокса-Бенкіна. Значення факторів варіювали у наступних межах:  $X_1=(5-25) \text{ кВ}$ ;  $X_2=(940-2820) \text{ пкФ}$ ;  $X_3=(1-100) \text{ шт}$ . У кодованому вигляді одержано таке рівняння регресії:

$$Y=9.57+2.04 \cdot X_1-0.9 \cdot X_2+3.5 \cdot X_3-0.67 \cdot X_1 \cdot X_2-0.42 \cdot X_1 \cdot X_3+0.3 \cdot X_2 \cdot X_3-6.9 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \quad (2)$$

Дослідження одержаної залежності і проведення додаткових експериментів дозволили визначити наступне.

З підвищенням електричної напруги до 15кВ при активації свіжевідформованих зразків (рис.1 а,б) міцність пропареного дрібнозернистого бетону на портландцементі підвищується більш ніж на 20%, що твердіють в нормально-вологісних умовах більш ніж на 16%, а цементного каменя на основі ВНВ-75 на 40 і 20%, відповідно при таких же умовах. Збільшення ємності конденсатора-розрядника більш 940 пкФ приводить до зниження ефекту активації. Це може бути пояснено диспергуючим впливом потуж-

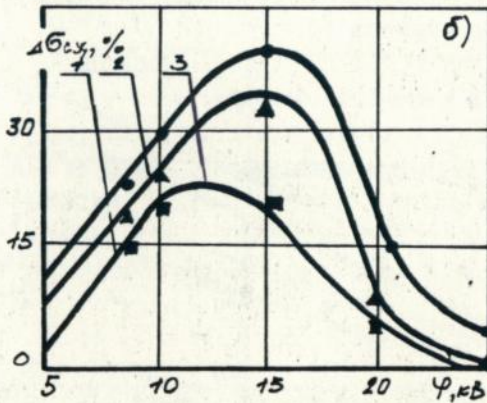
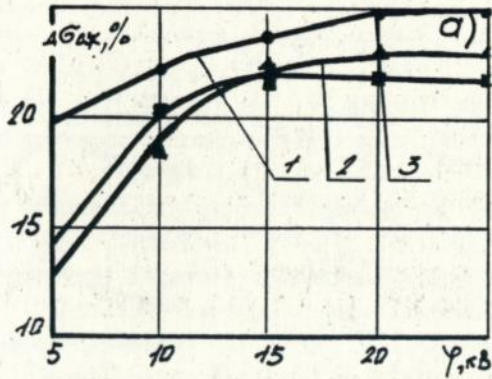


Рис. 1. Вплив напруги електричного розряду і ємності конденсатора на приріст міцності зразків: а) дрібнозернистого бетону на портландцементі; б) цементного каменя на основі ВНВ-75; 1 - зразки, оброблені 10 імпульсами при ємності конденсатора-розрядника 940 пкФ; 2 - те ж - 2820 пкФ; 3 - те ж 1880 пкФ.

них імпульсів і порушенням структури бетону у свіжевідформованих виробках.

Експериментами встановлено, що бетонна суміш перед розрядом повинна контактувати з електродом негативної полярності. Ця закономірність свідчить про роль явища електризації дисперсних частинок у процесах твердіння цементів.

Великий вплив на ефективність імпульсної електроактивації чинить кількість розрядів, які пропускають через бетонну суміш. Одержані дані показали, що оптимальна кількість розрядів - 10. Подальше збільшення кількості розрядів приводить до зменшення приросту міцності (рис. 2 а,б).

У зв'язку з тим, що склад і властивості бетонної суміші змінюються в часі, ефективність її активації електричними розрядами малої потужності залежить від стадії структуроутворення, на якій здійснюється електрообробка (табл.2).

Встановлено, що максимального ефекту підвищення міцності можна досягти при електродії на стадії коагуляційного структуроутворення. Якщо електроактивація здійснюється пізніше, тобто на стадії формування кристалізаційної структури, то величина даного ефекту знижується.

Таблиця 2

Вплив часу дії на міцність бетону

N		Час електро- : Міцність пропарених :		Приріст міцності :			
п/п:		обробки, : зразків, МПа		активованих :			
:		контр.: активован. :		зразків, % :			
:		почалу затвор: :.....:		:			
:		:		+* : -* : +* : -* :			
1	1	15.5	16.9	17.8	13.3	15.2	:
2	5	15.5	18.3	19.5	18.1	25.8	:
3	20	15.5	16.0	16.8	3.3	8.4	:
4	60	15.5	16.0	16.2	3.3	4.5	:

Примітка: +\*, -\* - обробка у полі позитивної і негативної полярності, відповідно 10 імпульсами.

Таким чином, ефект активації бетонної суміші електричними розрядами малої потужності залежить від стадії структуро-

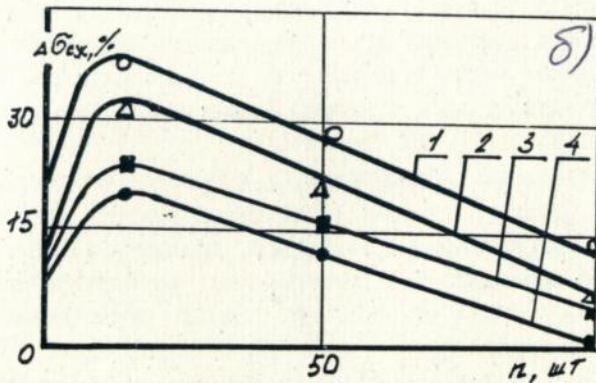
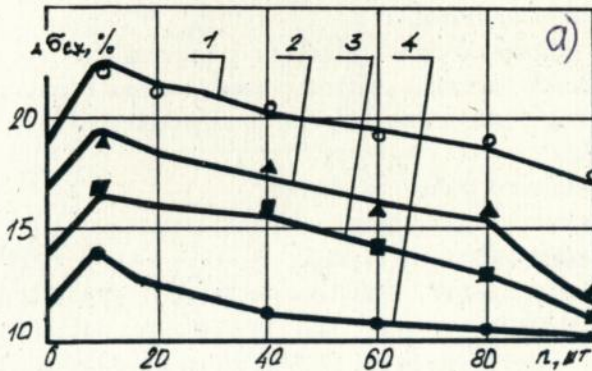


Рис. 2. Вплив кількості електричних розрядів на приріст міцності: а) дрібнозернистого бетону; б) каменя в'яжучого на основі ВНВ-75; 1, 2 - зразки пропарені по режиму 3+6+3 годин  $T = 80 \pm 2.5 \text{ C}$ ; 3, 4 - зразки нормального твердіння; 1, 3 - зразки оброблені 10 імпульсами через 5 хв після формування; 2, 4 - те ж через 20 хвилин.

утворення. Тривалість стадії коагуляційного структуроутворення для конкретних бетонних сумішей залежить від ряду факторів (В/Ц відношення, виду цементу, умов приготування суміші і її зберігання). Отже, оптимальний період імпульсної електроактивації для підвищення міцності бетону повинен визначатись з урахуванням цього положення.

На основі експериментів визначені наступні оптимальні параметри активації бетонних сумішей електричними розрядами малої потужності, які забезпечують максимальне підвищення міцності бетону:

- напруга електричного поля - 15-20 кВ;
- ємність конденсатора-розрядника - 900-1000 пкФ;
- число електричних імпульсів - 10;
- час активації - стадія коагуляційного структуроутворення.

Активация бетонної суміші при оптимальних параметрах, крім підвищення міцності бетону, викликає модифікування його структури: інтегральна пористість знижується на 3-4%, зменшується коефіцієнт мікропористості. Зміна цих характеристик приводить до зміни фізико-механічних і експлуатаційних властивостей бетонів та виробів на його основі. Бетони, активовані електричними розрядами малої потужності, порівняно з контрольними зразками мають підвищену на 20-40% міцність при стиску і морозостійкість на 1-2 марки, більш низькі показники азідання при сушінні на 10-15% (рис.3).

Дослідно-промислові випробування способу імпульсної електроактивації бетонних сумішей проведені в умовах діючого виробництва в АП "Мушкетівський завод" (м. Донецьк).

Випробування проведені при виготовленні багатопустотних плит перекриттів (М300) із бетонної суміші з легкоукладальністю ОК=1-2 см (табл.3).

Вони показали, що електроімпульсна обробка виробів через 5 хвилин після віброформування збільшує міцність бетону на 10 МПа і морозостійкість на 1 марку, знижує водопоглинання на 0.8% по масі. Застосування розробленого способу активації дозволяє економити до 50 кг цементу на 1 м<sup>3</sup> і знизити собівартість 1 м<sup>3</sup> бетону на 10%. Питомі затрати електроенергії на активацію бетонної суміші не перевищують 2 Вт\*год/м<sup>3</sup>.

За результатами досліджень і дослідно-промислових випробувань розроблено технологічний регламент на електроімпульсну

активацію бетонних сумішей у свіжевідформованих виробках.

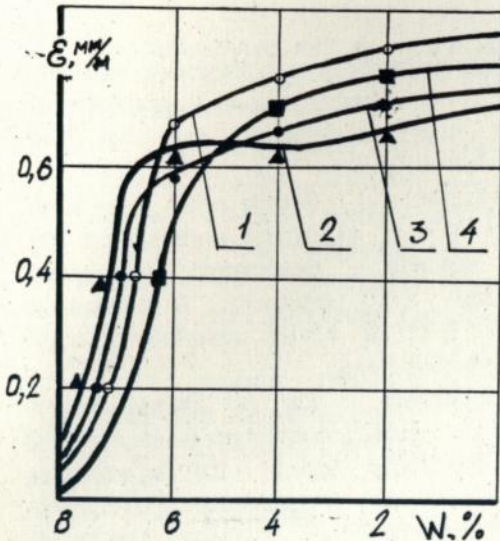


Рис. 3. Зсідання дрібнозернистого бетону при сушінні: 1 - неактивовані зразки; 2,3,4 - зразки, активовані у полі негативної полярності 10,50, 100 електричними розрядами, відповідно.

Таблиця 3

Властивості бетону, активованого в полі негативної полярності 10 імпульсами напруженістю 1 кВ/см

Властивості бетону	: Одиниці	: С е р і І	зразків *	:
	:	:	:	:
	: виміру	: Kz	: I	: A
Міцність при стиску	МПа	30.9	41.8	31.2
у віці 28 діб				
Водопоглинання	%	7.8	7.1	7.0
Морозостійкість	цикл	100	150	150
Витрати електроенергії на активацію	кВт*год/м <sup>3</sup>	-	0.02	0.02

Примітка: \* склад бетонів, відповідно: Kz - заводський, I - електроактивований 10 імпульсами у полі негативної полярності з заводськими витратами цементу, A - те ж, з витратами цементу на 50 кг менш заводського складу.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ:

1. Показана принципова можливість використання малоенергоємного та ресурсоаберегаючого способу електроактивації бетонних сумішей розрядами малої потужності для підвищення фізико-механічних властивостей бетону.

2. Установлена експоненційна залежність пластичної міцності дисперсних систем від кількості електричних розрядів. Максимальний прирост пластичної міцності спостерігається в інтервалі 1-10 імпульсів. З підвищенням напруги розряду в діапазоні 5-25 кВ ефект електроконцентрування дисперсної системи збільшується.

3. Електрообробка цементного тіста на стадії коагуляційного структуроутворення підвищує пластичну міцність, що є результатом електрокоагуляційного ефекту. Це впливає на розвиток процесу структуроутворення. В результаті електроактивації у цементному тісті прискорюються процеси гідролізу, розвиток конденсаційно-кристалізаційної структури, підвищується ступень гідратації цементу та гідроксилування новоутворень.

4. Оптимальними параметрами електроімпульсної обробки, при якій досягається максимальний ефект підвищення міцності бетонів є:

- напруга електричного поля 15-25 кВ;
- напруженість електричного поля 4-5 кВ/см;
- ємність конденсатора-розрядника 900-1000 пкФ;
- кількість електричних імпульсів 10 шт;
- час обробки: на стадії коагуляційного структуроутворення;
- бетонна суміш перед розрядом повинна контактувати з електродом негативної полярності.

Електроактивація бетонних сумішей електричними розрядами малої потужності сприяє підвищенню міцності бетону при природному твердінні на 15-20%, в умовах ТВО на 20-40%. Цей ефект зберігається на протязі довгого строка експлуатації.

5. Підвищення міцності електроактивованих бетонів обумовлене підвищенням ступеня гідратації цементу, модифікуванням порової структури бетону (зниження інтегральної пористості на 2-4%, диференціальний перерозподіл пор по Іх

умовних радіусах).

6. Після електроімпульсної обробки бетонних сумішей свіжевідфорсованих виробів підвищується морозостійкість бетону на 1-2 марки, знижуються показники азідання при сушінні на 10-15%.

7. Використання розробленого способу електрообробки бетонних сумішей роарядами малої потужності дозволяє економити 20-30% цементу, знизити собівартість 1 м<sup>3</sup> бетонної суміші на 10% при енергозатратах на 3 порядки нижчих в порівнянні з відомими способами роарядно-імпульсної активації.

Основні положення дисертації викладені у наступних роботах:

1. Способ обработки бетонных изделий: А.с. N°1491861; С04В 41/61/Матвиенко В.А., Губарь В.Н., Дрозд Г.Я., Космина В.Г.-N°4178323/31-33; заявл. 06.01.87.; опубл. 07.07.89. бкл. N°25.

2. Матвиенко В.А., Космина В.Г. Поляризационная активация цемента с добавками // Прогрессивные конструкции и материалы для строительства в условиях Донбасса.-К.: Сб. науч.тр. 1991. - с.93-98.

3. Матвиенко В.А., Вешневская В.Г. Электроимпульсная обработка свежесформованных изделий // Строительные материалы и конструкции.-1992.-N°N°3-4.-с.27-28.

4. Матвиенко В.А., Губарь В.Н., Зайченко Н.М., Вешневская В.Г. Малоэнергоемкая электроактивация в технологии бетона / Ресурсосбережение и экология промышленного региона: Сб. трудов в 3-х т. - Макеевка, 1995.-т.1, с.95-100.

5. Матвиенко В.А., Губарь В.Н., Космина В.Г. Влияние электроповерхностных свойств заполнителей на твердение вяжущих веществ / Тезисы докладов к семинару "Пути совершенствования экономии топливно энергетических ресурсов при производстве цементов. М.: 1987.-с.75-76.

6. Вешневская В.Г., Матвиенко В.А. К вопросу об электрических способах активации твердения вяжущих / Экология промышленного региона.-Тезисы докладов научно-технической конференции.-Донецк: Экотех, 1991.-с.77-79

7. Матвиенко В.А., Вешневская В.Г., Зайченко Н.М. Эффективность электровоздействия в период формирования структуры бетона / Прогрессивные строительные материалы и изделия на

основе использования природного и техногенного сырья. Тезисы докладов научно-технической конференции.-Санкт-Петербург Типография Петербургского ин-та инж. ж.-д. трансп., 1992.-с.35-37.

8. Матвиенко В.А., Вешневская В.Г., Губарь В.Н. Прочность и деформативность мелкозернистых бетонов, активированных в электроимпульсном режиме / Тезисы докладов I Международной конференции "Материалы для строительства".-Днепропетровск: ДИСИ, 1992.-с.64-65.

9. Матвиенко В.А., Зайченко Н.М., Вешневская В.Г. Эффективность воздействия на бетонные смеси в нестационарных режимах / Тезисы докладов Международной конференции "Ресурсосберегающие технологии строительных материалов, изделий и конструкций".-Белгород: БТИСМ, 1993.-с.89.

10. Матвиенко В.А., Зайченко Н.М., Вешневская В.Г. Структура и свойства бетонов из активированных смесей / Тезисы докладов II Международной конференции "Материалы для строительства".-Днепропетровск: ДИСИ, 1993.-с.112-113.

11. Матвиенко В.А., Губарь В.Н., Васюкевич С.Г., Вешневская В.Г., Зайченко Н.М., Лагунов Ю.А. Электроактивация в технологии бетона / Тезисы докладов научно-технического семинара "Физико-химические и технологические особенности получения малоцементных строительных материалов и конструкции" - Одесса - Киев: РДНТП, - 1992.- с.27.

12. Матвиенко В.А., Зайченко Н.М., Вешневская В.Г., Лагунов Ю.А. Активация твердения бетона током высокого напряжения / Тезисы докладов международной научно-технической конференции "Экология промышленного региона" - Донецк, ЭКОТЕХ, 1993. - с.71-73.

**Вешневская В.Г. Активация бетонной смеси электрическими разрядами малой мощности**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 "Строительные материалы и изделия", Киевский государственный технический университет строительства и архитектуры, Киев, 1996.

Защищается работа, которая содержит результаты теоретических и экспериментальных исследований в области разработки

способа активации бетонных смесей электрическими разрядами малой мощности.

Электрическая активация по данному способу обусловлена явлениями электроконцентрирования, поляризации и электризации, которые вызывают модифицирование микроструктуры бетонов и повышение их физико-механических свойств.

Активированные бетоны имеют повышенные показатели прочности при сжатии на 20-40%, морозостойкости на 1-2 марки, меньшие усадочные деформации при высушивании на 10-15%.

Промышленный выпуск активированных бетонов осуществлен на АП "Мухометовский завод" г.Донецк. Достигнуто снижение себестоимости бетонных изделий на 10%.

Ключові слова: електроактивація, поляризація, електрокоагуляція, бетонні суміші, міцність на стиск, електричний розряд малої потужності.

**Veshnevskaya V.G. Activation of concrete mixes by means of electric discharges of low power.**

Speciality No.05.23.05 "Building materials and products".  
Kievsk State Technical University of Building and Architecture,  
Kiev, 1996.

The work cover the results of theoretical and experimental investigation in the field of development of electrical activation method of concret mixes by electric discharges of low power. Electroactivation of this type is conditioned by phenomena of electric concentration, polarization, and electrification which caus modification of microstructure of the concretes and improve their physical-mechanical properties. Activated concretes are characterized by such improved properties as compressive strength (by 20-40% ), frost-resistance (by 1-2 points), shrinkage caused by drying decreases (by 10-15%).

Industrial production of activated concretes was put into practice at the joint-stock company "Mushketovsky plant", Donetsk. The manufacturing cost of concret products has been decreased by 10%.

Key words: electroactivation, polarization, concrete mixes, compressive strength, electric discharges of low.

446711

АВ 34.796

-----  
Подп. в печать 26.04.96. Формат 60x841/16.

Усл. печ. л. 0.93. Тираж 100 экз.

Заказ 005/96.

Киевский государственный технический университет  
строительства и архитектуры

-----  
Отпечатано в ДГАСА