

СУЧАСНІ БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ І КОНСТРУКТИВНІ СИСТЕМИ ДЛЯ ЗВЕДЕННЯ ДОСТУПНОГО ЖИТЛА ТА ОБ'ЄКТІВ ІНФРАСТРУКТУРИ

1. **ПУШКАРЬОВА Катерина Костянтинівна** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри Київського національного університету будівництва і архітектури
2. **БАМБУРА Андрій Миколайович** – доктор технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій»
3. **ДВОРКІН Леонід Йосипович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри Національного університету водного господарства та природокористування
4. **ГРАДОБОСВ Олег Володимирович** – директор ТОВ «Балаклійський шиферний завод»
5. **ЗОЦЕНКО Микола Леонідович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка
6. **КАГАНОВСЬКИЙ Олександр Семенович** – кандидат хімічних наук, генеральний директор ТОВ «АС Капітал менеджмент»
7. **ПАВЛКОВ Андрій Миколайович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка
8. **ПЛУГІН Андрій Аркадійович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри Української державної академії залізничного транспорту
9. **ТИМОШЕНКО Сергій Анатолійович** – кандидат технічних наук, перший заступник голови правління – генеральний директор ПАТ «Домобудівний комбінат №4»
10. **ШАБАНОВА Галина Миколаївна** – доктор технічних наук, професор, головний науковий співробітник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»

Мета досліджень – створення теоретичних, експериментальних і методологічних основ енергоресурсозберігаючих будівельних композиційних матеріалів і розробка удосконалених конструктивних систем для зведення доступного житла та об'єктів інфраструктури.

Об'єкт і предмет дослідження: будівельні композиційні матеріали поліфункціонального і спеціального призначення та розроблені з їх використанням удосконалені конструктивні системи для зведення доступного житла та об'єктів інфраструктури.

1. Фізико-хімічні й термодинамічні основи синтезу мінералів та їх гідратації для отримання штучного каменю з напередзаданими властивостями

Модифіковані гіпсові і сульфатно-шлакові в'язучі та матеріали на їх основі / **Л.Й.Дворкін**, О.Л.Дворкін, А.В.Мироненко, Т.О.Поліщук-Герасимчук, М.Г. Кундос.– Рівне: НУВГП, 2011.– 188 с.

Процессы самоорганизации структуры строительных композитов: Монография / Л.А.Шейнич, **Е.К.Пушкарёва**.– К.: Гамма-принт, 2009.– 153 с.

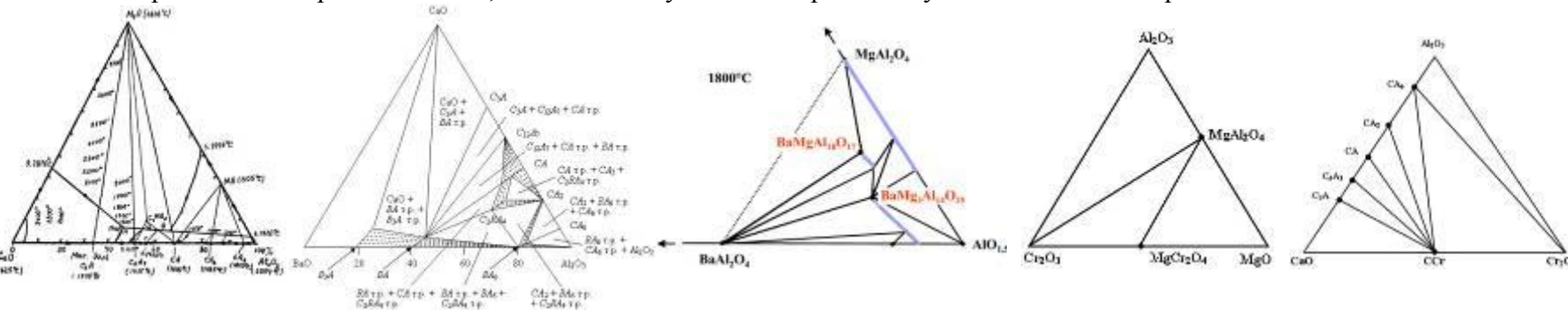
Барийсодержащие оксидные системы и вяжущие материалы на их основе: Монография / **Г.Н.Шабанова**.– Харьков: НТУ «ХПИ», 2006.– 280 с.

Долговечность шлакощелочного бетона: Монография / П.В.Кривенко, **Е.К.Пушкарёва**.– К.: Будівельник, 1993.– 224 с.

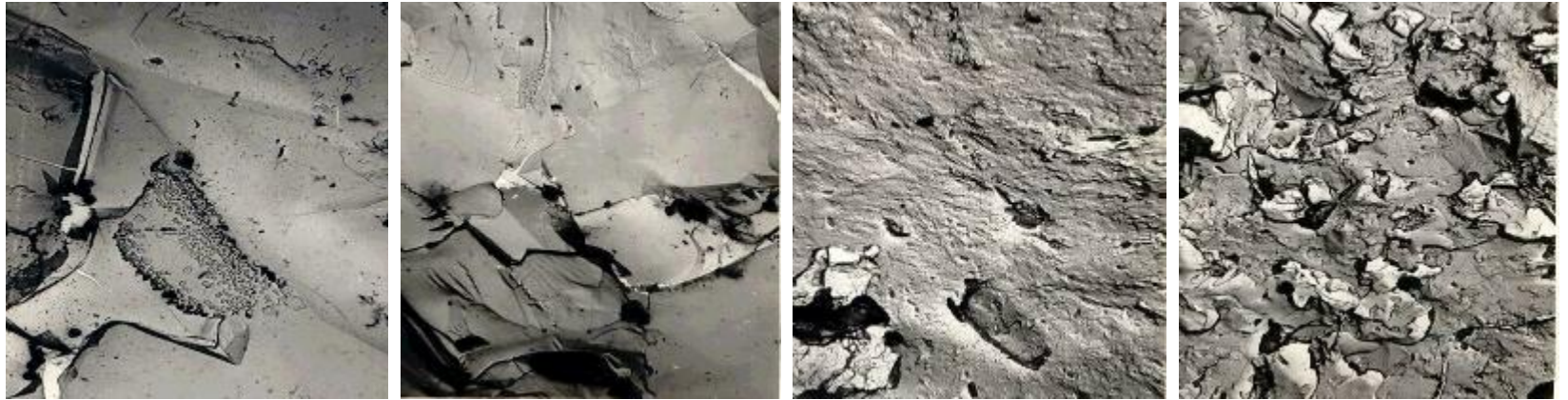


- $CaO-MgO-Al_2O_3$
- $CaO-BaO-Al_2O_3$
- $MgO-BaO-Al_2O_3$
- $MgO-Al_2O_3-Cr_2O_3$
- $CaO-Al_2O_3-Cr_2O_3$
- $BaO-Al_2O_3-Cr_2O_3$
- $R_2O-CaO-Al_2O_3$
- $R_2O-CaO-SiO_2$
- $R_2O-CaO-Al_2O_3-SiO_2$
- $R_2O-CaO-MgO-SiO_2$

Фазові рівноваги потрійних систем, в яких синтезуються мінерали і штучний камінь з напередзаданими властивостями



Електронні мікрофотознімки реплік з поверхні відколу клінкеру і штучного каменю (шпінельний глиноземистий цемент):



Закономірності процесів гідратації і дегідратації в системах $CaO-Al_2O_3$; $CaO-SiO_2$; $CaO-Al_2O_3-SiO_2$; $CaO-MgO-SiO_2$; $CaO-Al_2O_3-MgO-SiO_2$ в присутності сполук лужних металів $NaOH$, Na_2CO_3 , Na_2SiO_3 покладені в основу синтезу в'яжучих речовин, штучного каменю і композиційних матеріалів на їх основі спеціального призначення:

- композиції низькоосновних алюмінатів кальцію CA та CA_2 використані як моделі для розробки високоміцних, вогнетривких та жаростійких матеріалів, що відрізняються прискореним зростанням міцності у часі й незначним зниженням міцності при експлуатації в діапазоні температур $600-1200^\circ C$ (а.с.998410 SU);

- у системі $CaO-SiO_2$ -лужний компонент оптимальні умови для синтезу міцності штучного каменю при його твердінні у широкому діапазоні температур створюються при гідратації $\beta-C_2S$, причому наявність іонів лужних металів активує не тільки процеси гідратації, але й сприяє стабілізації структури випаленого каменю, усуваючи можливі в цій системі модифікаційні перетворення і створюючи тим самим умови для отримання ефективних високоміцних та жаростійких матеріалів (а.с. 1043123 SU; 1121249 SU; 1277560 SU; 1418320SU);

- у системі $CaO-Al_2O_3-SiO_2$ склоподібні алюмосилікатні речовини складу $C_3AS_3-CAS_2$ у сполученні з розчинними силікатами натрію використані як моделі для отримання високоміцних та жаростійких композиційних матеріалів (а.с.1278333 SU), у тому числі таких, що відрізняються стійкістю до дії газової корозії (а.с.1404493 SU);

- у системі $CaO-MgO-SiO_2$ з використанням синтетичного скла складу діопсиду отримані композиції для склеювання електроізоляційних матеріалів високої нагрівостійкості, що працюють при змінному струмі технічної частоти (електрична міцність $8-8,11$ МВ/м; напруга пробою – $7,7-8,46$ кВ; температура пробою $850-950^\circ C$; а.с.1571021 SU);

- у магнійалюмосилікатних композиціях встановлені закономірності впливу хіміко-мінералогічного складу на склад продуктів гідратації та дегідратації, а також ступеня кристалохімічної подібності новоутворень на різних стадіях формування штучного каменю були покладені і основу направлено синтезу високоміцних та жаростійких матеріалів з регульованими фізико-механічними та термомеханічними характеристиками (а.с.775070 SU; 1315409 SU; 1418325 SU; 4474120 SU).



2. Колоїдно-хімічні основи та фізико-хімічна механіка структуроутворення і властивостей мінеральних в'язучих речовин і композиційних матеріалів на їх основі

Основи теории твердения, прочностности, разрушения и долговечности портландцемента, бетона и конструкций из них: Монография в 3-х тт. / А.Н.Плугин, А.А.Плугин, А.С.Кагановский, О.В.Градобоев и др.– Київ: Наукова думка, 2011.– Т.1.– 331 с.; 2011.– Т.2.– 224 с.; 2012.– Т.3.– 288 с.

Основи бетонознавства: Монографія / Л.Й.Дворкін, О.Л.Дворкін.– Київ: Основа, 2007.– 613 с.

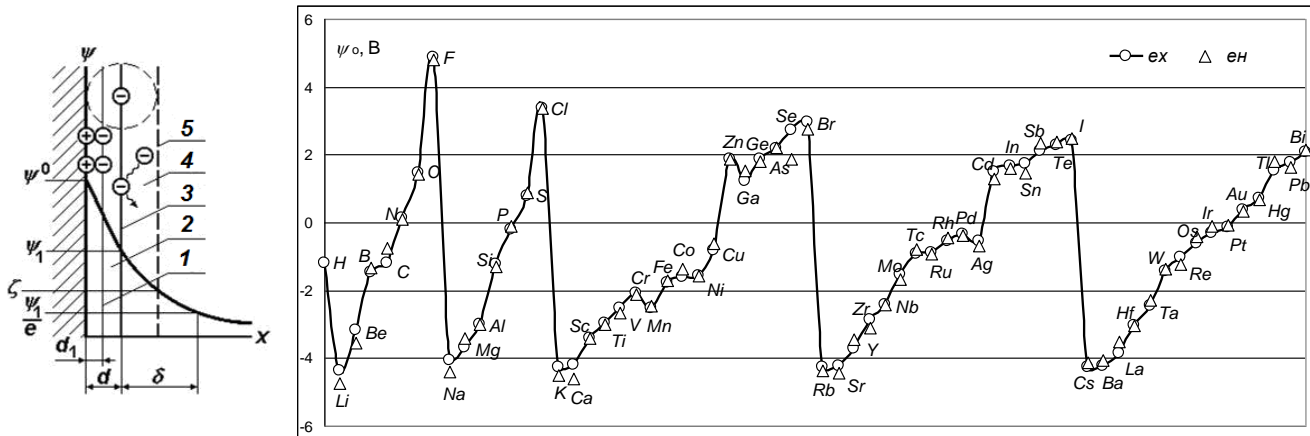
Основи бетоноведения: Монография / Л.И.Дворкин, О.Л.Дворкин.– С.-Петербург: Стройбетон, 2006.– 692 с.

Електричні впливи на бетон (електрообробка та захист від електрокорозії бетонів, виробів і конструкцій із них): Монографія / за ред. А.А.Плугіна і М.М.Зайченка.– Харків: Форт, 2013.– 300 с.



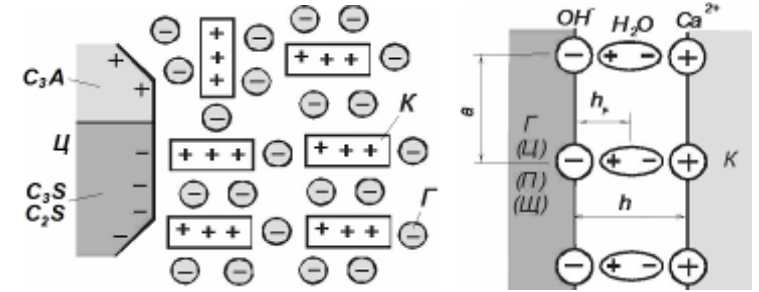
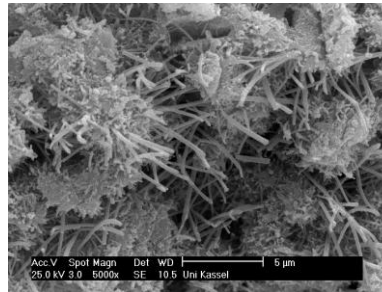
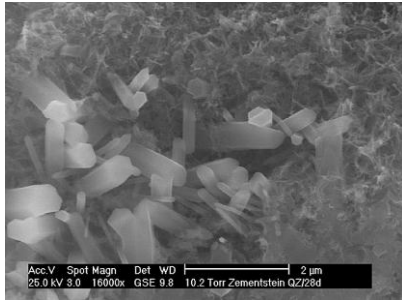
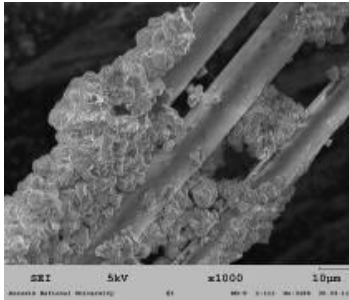
Твердіння і властивості мінеральних в'язучих речовин і композиційних матеріалів на їх основі обумовлені наявністю електричних зарядів і потенціалів на границі розподілу фаз

$$\psi^0 = 9,04 \frac{n^{2/3}}{r^2} - \frac{14,39}{r} \quad \psi_{xyz}^0 = -\frac{x\psi_x^0 + y\psi_y^0 + z\psi_z^0}{x+y+z} \quad \psi_p^0 = \psi^0 - 0,059pH$$



Мінерал, матеріал	ψ^0, B	ψ_p^0, B	pH
Портландит $Ca(OH)_2$	+1,24	+0,53	12
Високоосновні гідросилікати кальцію C_2SH	+0,59	-0,11	«
Низькоосновні гідросилікати кальцію CSH	+0,29	-0,37	«
Гідроалюмінат кальцію C_3AH_6	+0,92	+0,21	«
Еtringіт $C_3A\bar{S}_3H_{32}$	+0,90	+0,19	«
Гідросульфоалюмінат кальцію $C_3A\bar{S}H_{19}$	+1,24	+0,53	«
Гіпс $CaSO_4 \times 2H_2O$	+0,49	+0,01	8
Кремніска кислота $SiO_2 \times 2H_2O$	+0,02	-0,38	7
Анальцим $Na_2O \times Al_2O_3 \times 4SiO_2 \times 4H_2O$	+0,15	-0,25	«
Нагrolіт $Na_2O \times Al_2O_3 \times 3SiO_2 \times 2H_2O$	+0,21	-0,20	«
Шабазит $CaO \times Al_2O_3 \times 4SiO_2 \times 6,5H_2O$	+0,12	-0,26	«
Кремнезем SiO_2	-0,55	-1,26	12
Кальцит $CaCO_3$	+1,26	+0,55	«
Граніт	-0,07	-0,78	«
Скловолокно	+0,22	-0,50	«
Лугостійке скловолокно	+0,02	-0,68	«
Базальтве волокно	-0,10	-0,84	«
Хризотил (невивітрений)	+0,92	+0,22	«

Твердіня, міцність та інші властивості мінеральних в'язучих речовин і композиційних матеріалів на їх основі визначаються електрогетерогенними контактами між частками дисперсної фази



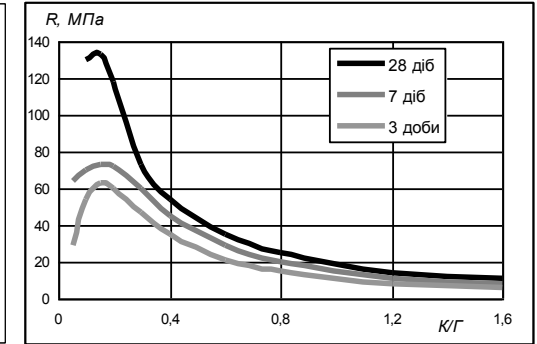
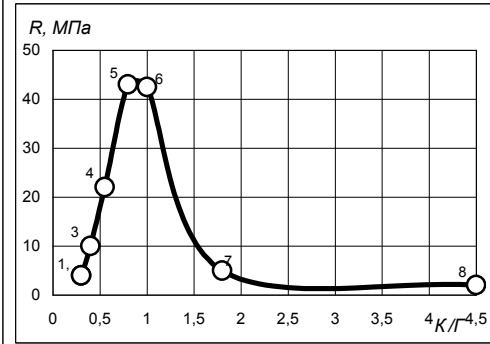
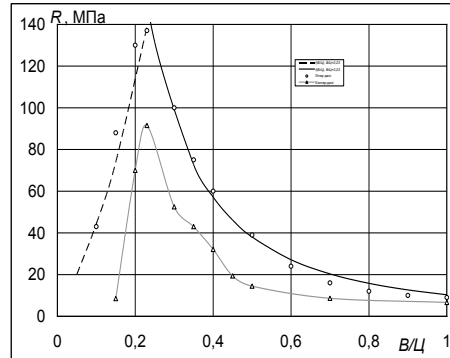
Міцність цементного каменю:

- при $B/C \geq 0,23$ -

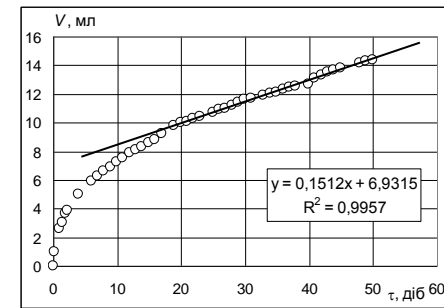
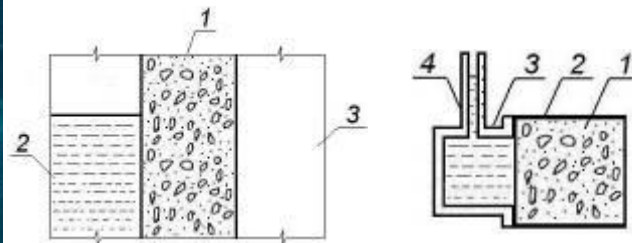
$$R_t^{чк} = 18,9AB\alpha^ч \times \frac{(C/B)^2}{0,29C/B + 3,1};$$

- при $B/C < 0,23$ -

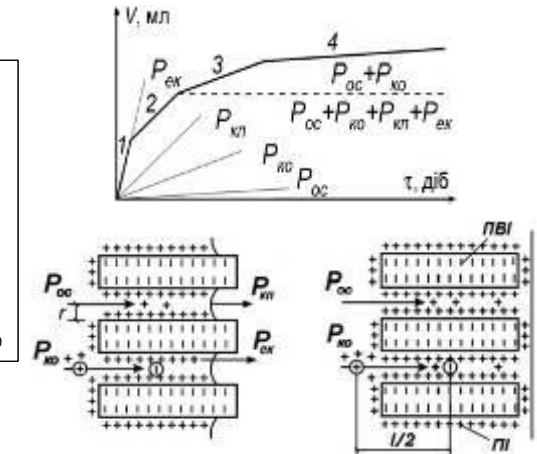
$$R_t^{чк} = 360,5AB\alpha^ч \times \frac{1}{1,82C/B - 3,1}$$



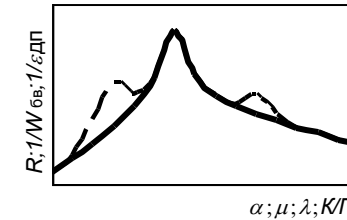
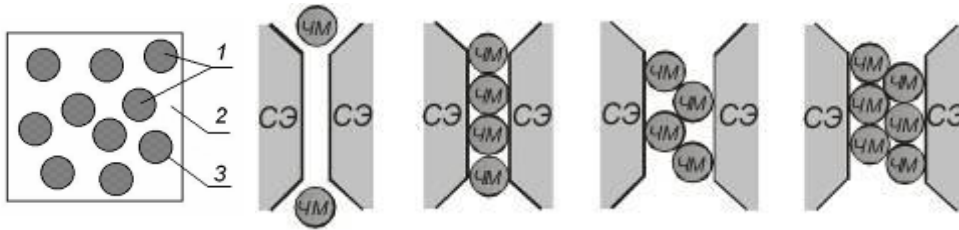
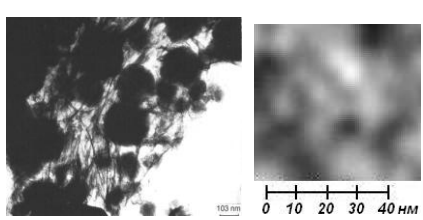
Поверхневий заряд та електроповерхневий потенціал впливають на процес фільтрації в капілярно-пористих матеріалах (безнапірна водопроникність)



$$W_{об} = \frac{1}{dS} \times \frac{dV}{d\tau}, \text{ м/с}$$

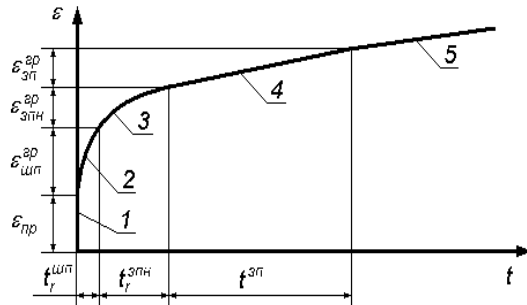
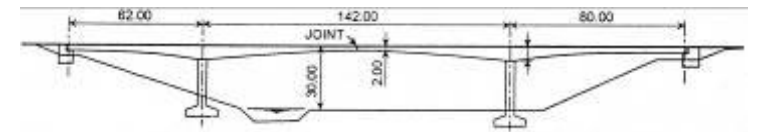
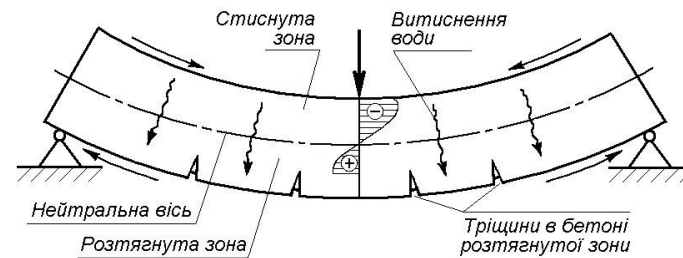
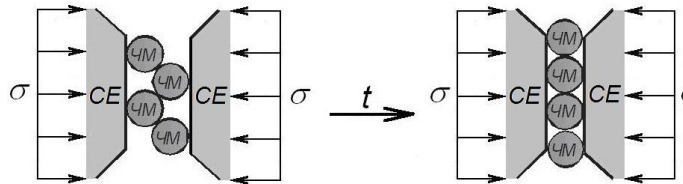
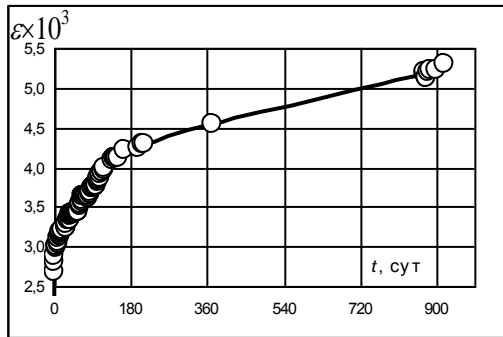
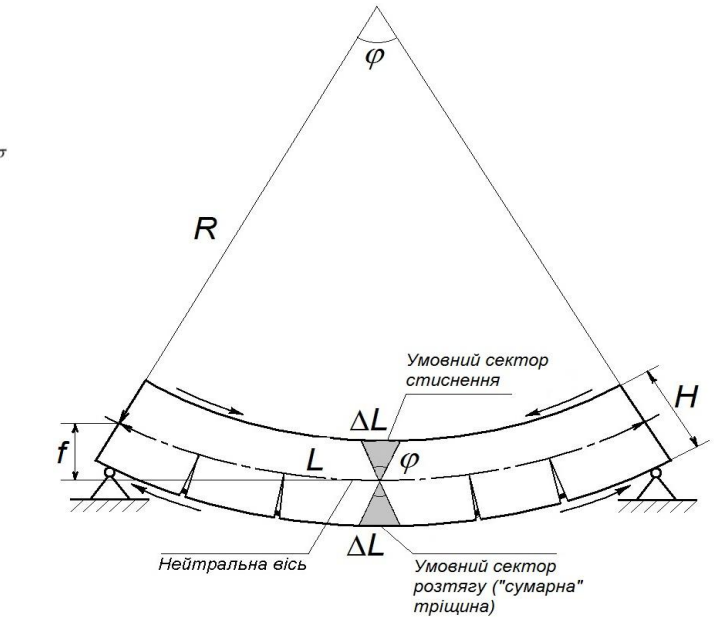
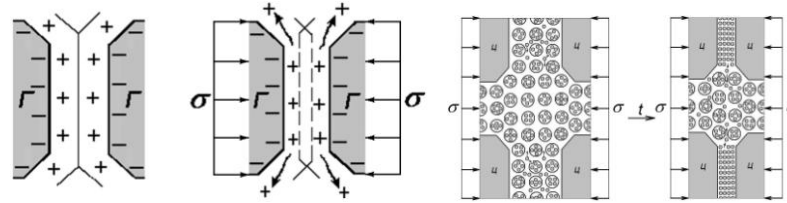
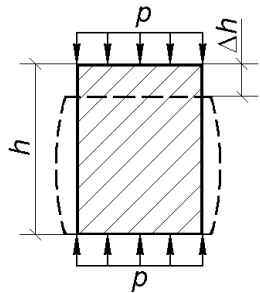


Характер полідисперсної структури разом з електроповерхневими властивостями на границях розподілу фаз визначає фізичні та фізико-механічні властивості композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих речовин, в особливості безнапірну водопроникність, довготривалу повзучість



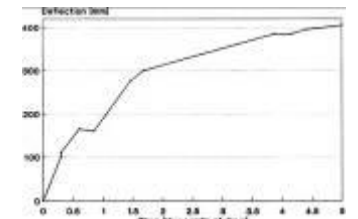
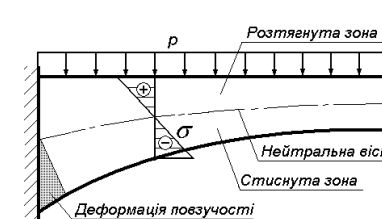
$$\mu = \frac{V_{цм}}{V_{нuc}} = \frac{\frac{Ц}{\rho_{цм}} + \frac{B}{\rho^6}}{\frac{\Pi}{\rho_{нас}^n} \cdot \Pi_{uc}^n}$$

$$\mu_{онм} = 2,1 \cdot \left(1 + \frac{d_u}{d_n}\right)^3 - 1,1$$



$$\epsilon_b = \epsilon_{цк} \times 3 \sqrt{\left(1 - \frac{\alpha_{онм}}{\alpha}\right) \times \left(1 - \frac{\mu_{онм}}{\mu}\right)}$$

$$\epsilon(t) = \epsilon_y^{np} + \epsilon_{он}^{np} + \epsilon_{онн}^{np} + \epsilon_{онл}^{np} + k_{он} \times [t - (t^{онл} + t_r^{онн} + t_r^{он})]$$



3. Методологія багатопараметричного проектування складів будівельних композиційних матеріалів з напередзаданими властивостями

Multi-Parametric Concrete Compositions Design / **L.Dvorkin**, O.Dvorkin, Y.Ribakov.– New York: Nova Science Publishers Inc., 2013.– 284 p.

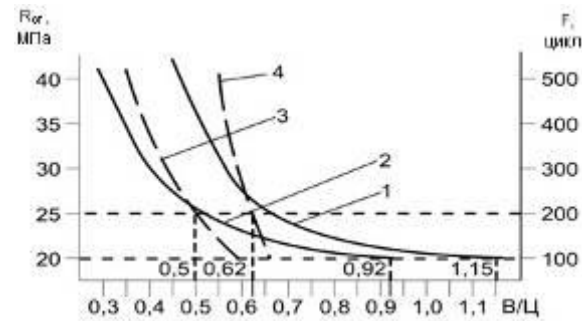
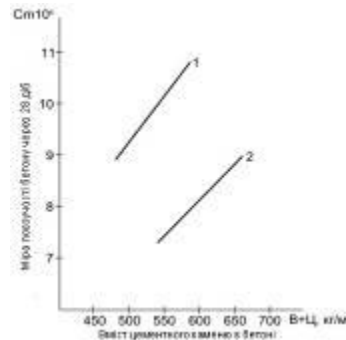
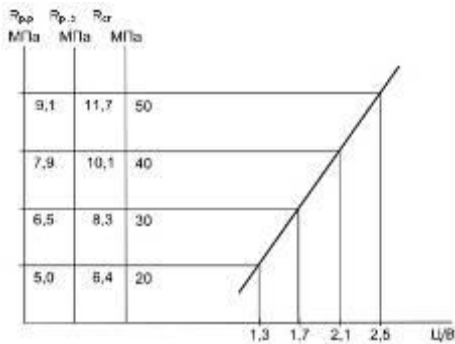
Mathematical experiments Planning in Concrete / **L.Dvorkin**, O.Dvorkin, Y.Ribakov.– New York: Nova Science Publishers Inc., 2012.– 146 p.

Проектування і аналіз ефективності складів бетону: Монографія / **Л.Й.Дворкін**, О.Л.Дворкін, М.В.Горячих, В.Н.Шмигальський.– Рівне: НУВГП, 2009.– 173 с.



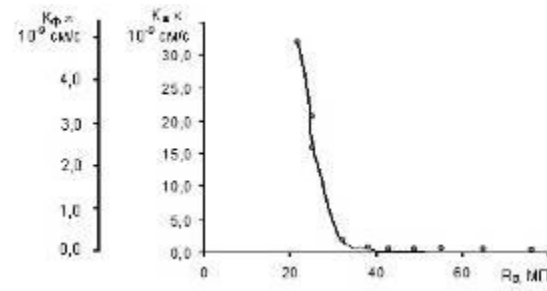
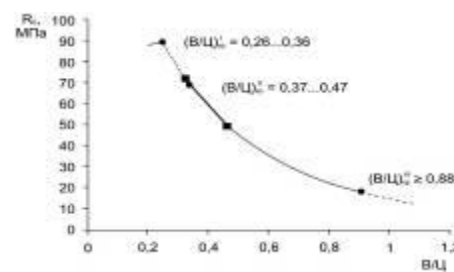
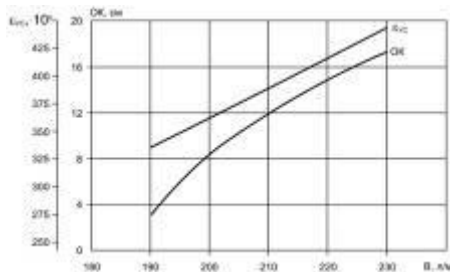
Основаи теорії и методології многопараметрического проектирования составов бетона: Монографія / В.И.Большаков, **Л.И.Дворкин**, О.Л.Дворкин.– Дніпропетровськ: ПДАБА, 2006.– 360 с.

Многофакторное прогнозирование свойств бетона / **Л.И.Дворкин**, О.Л.Дворкин, И.Б.Шамбан. – М.: Стройиздат, 1992. – 132 с.



$$R_6 = \frac{K \cdot R_{ц} \cdot Ц/B}{(Ц/B)_{с.р}}$$

$$F = A_1 R_{ст}^{A_2} \exp^{A_3 V_{пв}}$$



$$V_{пв} = \frac{\ln\left(\frac{F}{A_1 R_{ст}^{A_2}}\right)}{0,35}$$

$$K_{\phi} = A R_{ст}^m$$

$$R_6 = \rho A \cdot R_{ц} \left(\frac{Ц + K_{ц.е} D}{B + V_{пв}} - 0,5 \right)$$

$$\rho A = A A_1 \dots A_i \dots A_n,$$

$$Ц / B = (Ц / B)_{пр} - \frac{K_{ц.е} D}{B + V_{пв}}$$

$$K_{ц.е.} = \frac{Ц_1 - Ц_2}{D}$$

Значення коефіцієнта «цементуючої ефективності»
кам'яновугільної золи-виносу

Клас бетону за міцністю	Коефіцієнт $K_{ц.е.}$ для бетону			
	пропареного	нормального твердіння при марці цементу		
		600	500	400
B12	0,5	0,45	0,38	0,31
B15	0,40	0,34	0,28	0,20
B20	0,37	0,32	0,25	0,18
B22,5	0,33	0,29	0,22	0,15
B25	0,25	0,22	0,16	0,10
B30	0,20	0,18	0,13	0,08

Метод «приведеного Ц/В»

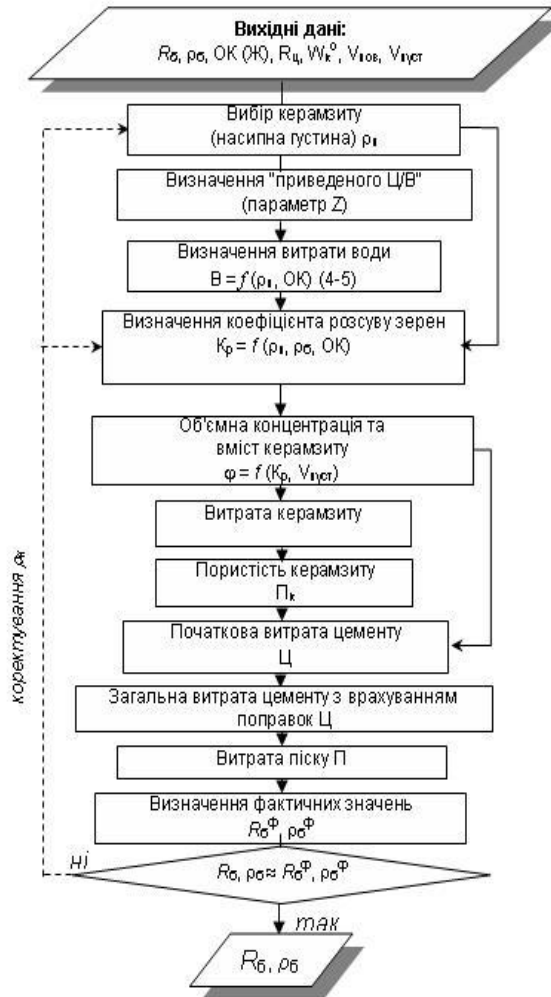
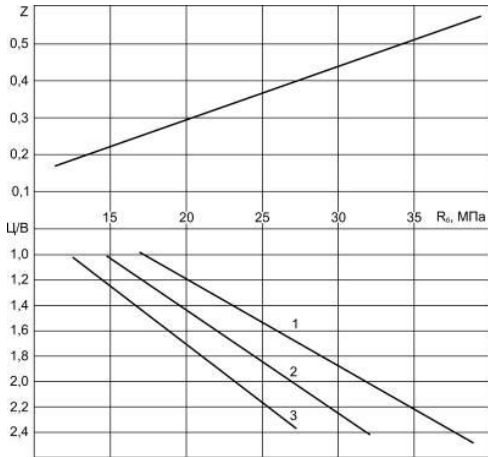
Розрахункові значення показників властивостей бетону

Властивість бетону	Розрахункові формули	Показник властивості	Середнє відхилення розрахункових показників, %
Міцність бетону на розтяг при згині ($R_{p.з}$), МПа	$R_{p.з} = 0,08 (10 R_{ст})^{2/3}$	4,06	2
	$R_{p.з} = 0,045 R_{ц} (Ц/B + 0,064)$	3,97	
Міцність бетону на розтяг при розколюванні ($R_{p.p}$), МПа	$R_{p.p} = 0,055 (10 R_{ст})^{2/3}$	2,79	2
	$R_{p.p} = 0,031 R_{ц} (Ц/B + 0,064)$	2,73	
Міцність бетону при осьовому розтягу ($R_{o.p}$), МПа	$R_{o.p} = 0,046 (10 R_{ст})^{2/3}$	2,33	2
	$R_{o.p} = 0,026 R_{ц} (Ц/B + 0,064)$	2,29	
Динамічний модуль пружності (E_d), 10^4 МПа	$E_d = \frac{4 \times 10^3 R_{ст}}{1 + 0,07 R_{ст}}$	4,1	3
	$E_d = 205 R_{ц} (Ц/B + 2,18)$	4,0	
Умовна деформативність (ε_y) 10^{-6}	$\varepsilon_y = \frac{R_{p.p}}{E_d}$	6,8	6
	$\varepsilon_y = 4 \times 10^{-6} R_{ц} (Ц/B + 1,5)$	6,4	

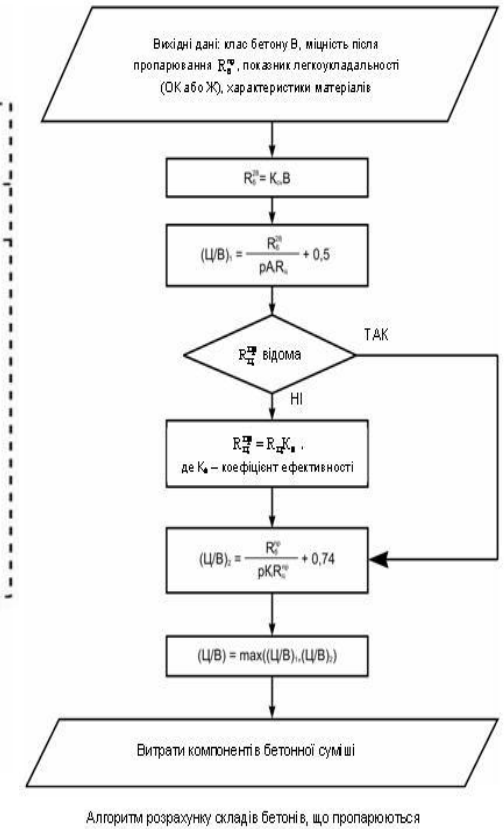
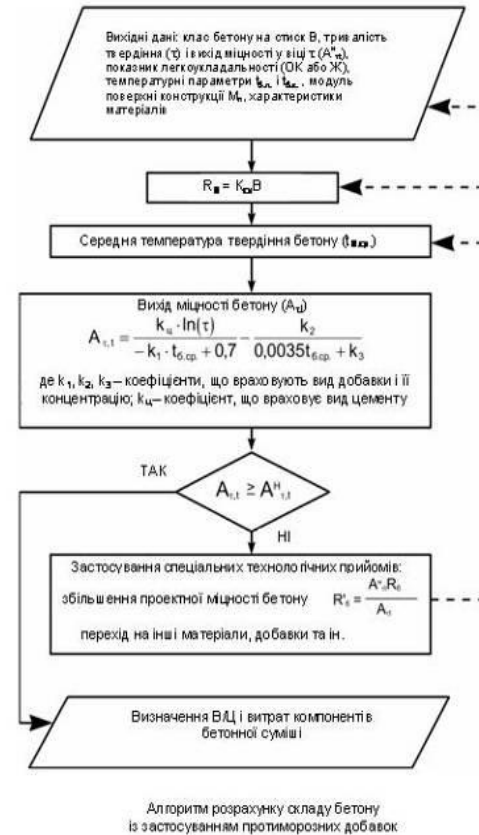
Розрахунок складів легких бетонів методом «приведеного Ц/В»

$$Z = \frac{V_{\text{Ц}}}{B + P_3 V_3 + V_{\text{ПВ}}}$$

$$R_6 = AR_{\text{Ц}}$$



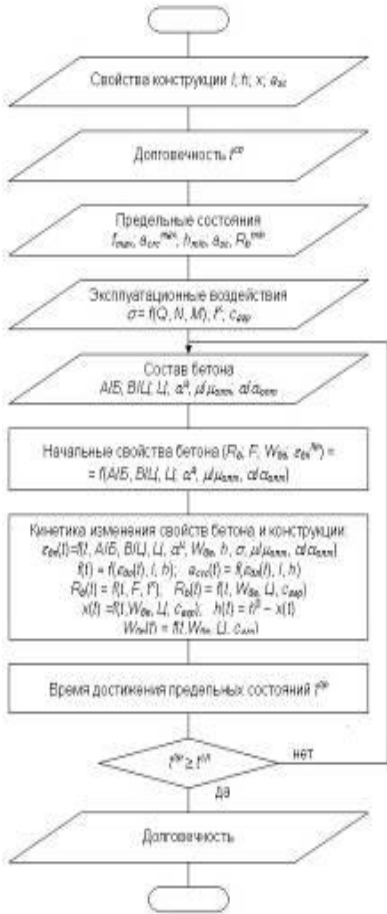
Алгоритми проектування складів бетонів різних видів



Пат. 71122 UA Спосіб визначення складу важкого бетону з мінеральним наповнювачем / УкрДАЗТ; А.М.Плугін, О.А.Калінін, С.В.Мірошніченко, **А.А.Плугін** та ін.- Заявл. 21.08.2003.- Опубл.15.06.2006.- Бюл.№6.

Пат.62613 UA Спосіб визначення складу високоміцного, тріщиностійкого і водонепроникного бетону / УкрДАЗТ; А.М.Плугін, О.А.Калінін, С.В.Мірошніченко, **А.А.Плугін** та ін.- Заявл. 15.04.2003.- Опубл. 15.06.2005.- Бюл.№6.

А.с. 56825 UA Комп'ютерна програма «ПСБ УкрДАЗТ» / І.А.Міхєєв, **А.А.Плугін**, Н.Д.Сізова, О.А.Калінін, Ант.А.Плугін. – Реєстр.09.10.2014.



$$\begin{aligned} \Pi &= \frac{1 - \frac{\Pi}{\rho_{icm}^{icm}}}{\frac{\mu_{omt}}{\rho_{нас}^n} \Pi_{yc}^{\Pi} + \frac{1}{\rho_{icm}^n}} \\ \Pi &= \frac{1 - \frac{\Pi}{\rho_{icm}^{icm}}}{\frac{\mu_{omt}}{\rho_{нас}^n} \Pi_{yc}^{\Pi} + \frac{1}{\rho_{icm}^n}} \\ \Pi &= \frac{1 - \Pi \times \left(\frac{1}{\rho_{icm}^{icm}} + W^{\Pi} \right) - \Pi \times \left(\frac{1}{\rho_{icm}^n} + W^n \right)}{\frac{B / \Pi_{omt}}{\rho^6} + \frac{1}{\rho_{icm}^n}} \end{aligned}$$

4. Технологічні аспекти використання дисперсних речовин, у тому числі техногенного походження (золи, шлаки тощо), при отриманні будівельних композиційних матеріалів з покращеними експлуатаційними властивостями

Модифіковані золовмісні сухі будівельні суміші для мурувальних і клейових розчинів / **Л.І.Дворкін, О.Л.Дворкін, Ю.В.Гарніцький, І.М.Рижанко.** – Рівне, НУВГП, 2013–256 с.

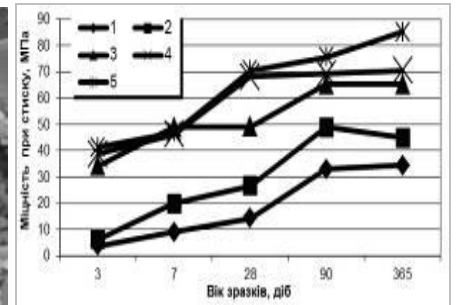
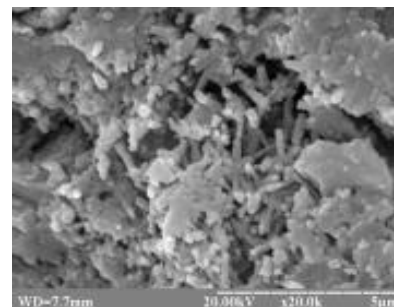
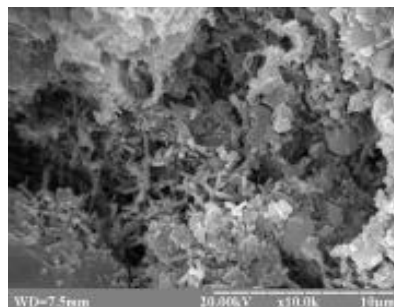
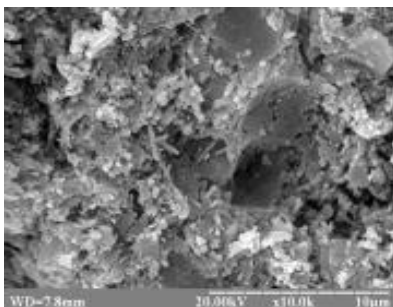
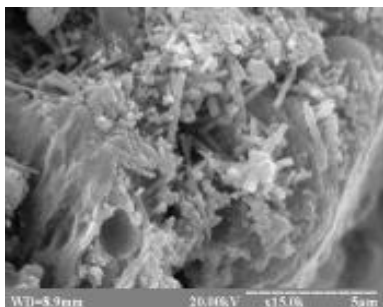
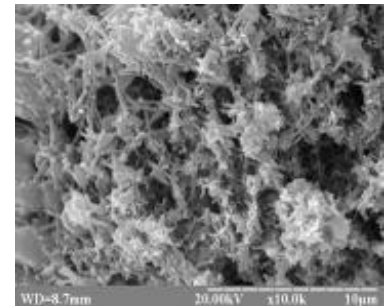
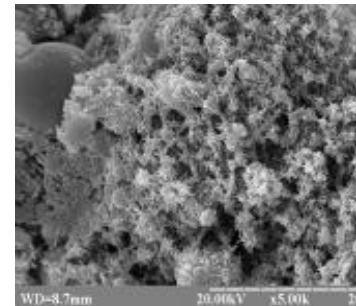
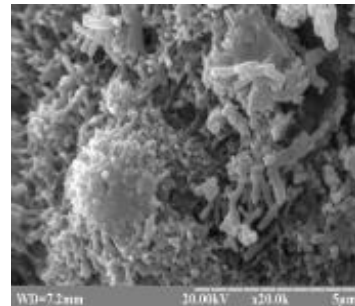
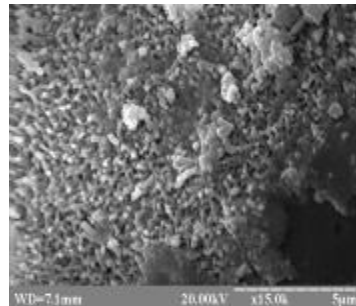
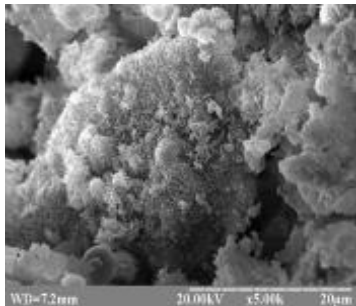
Цементи и бетоны на основе топливных зол и шлаков / **П.В.Кривенко, Е.К.Пушкарева, В.И.Гоц, Г.И.Ковальчук.** – К.: КНУБА, 2012.– 283 с.

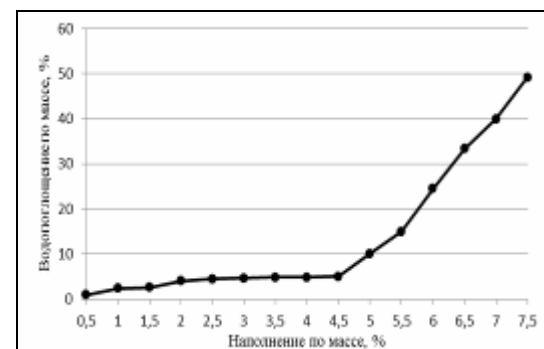
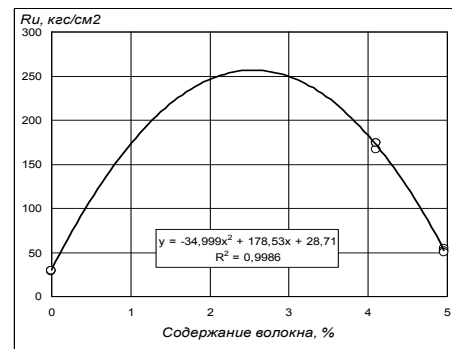
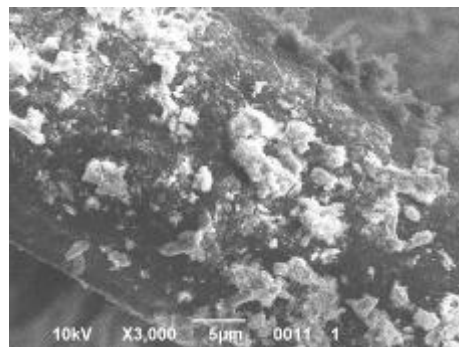
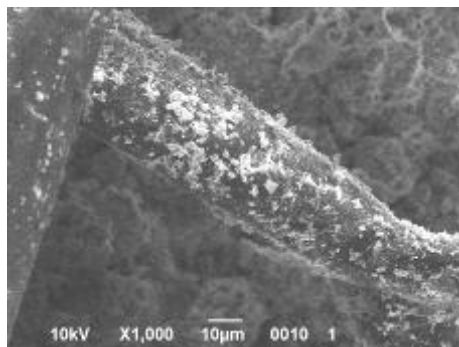
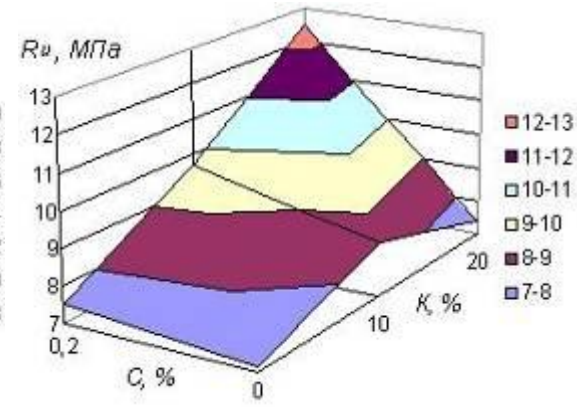
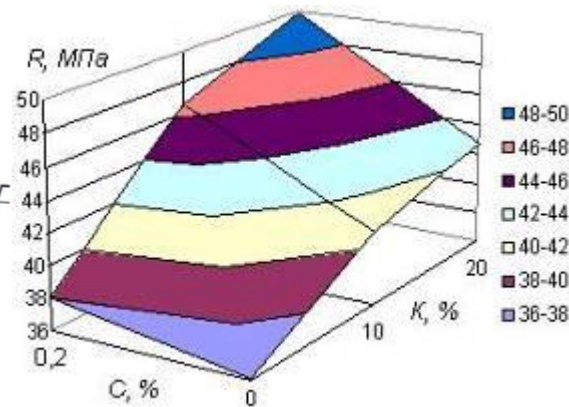
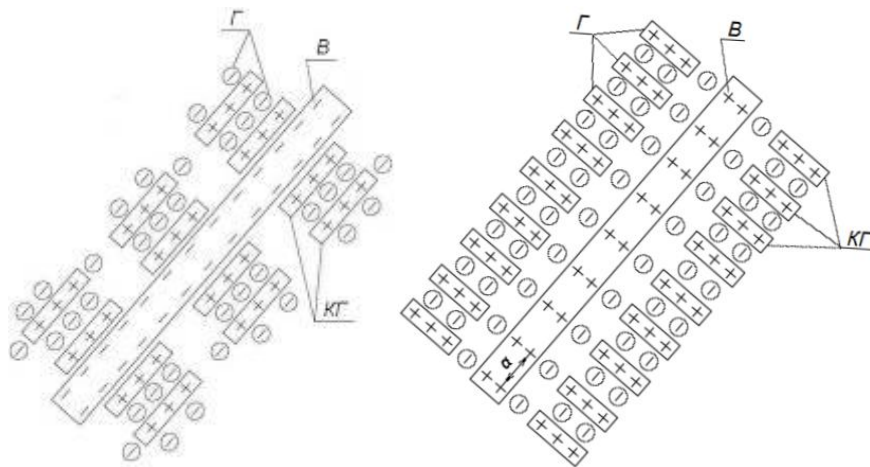
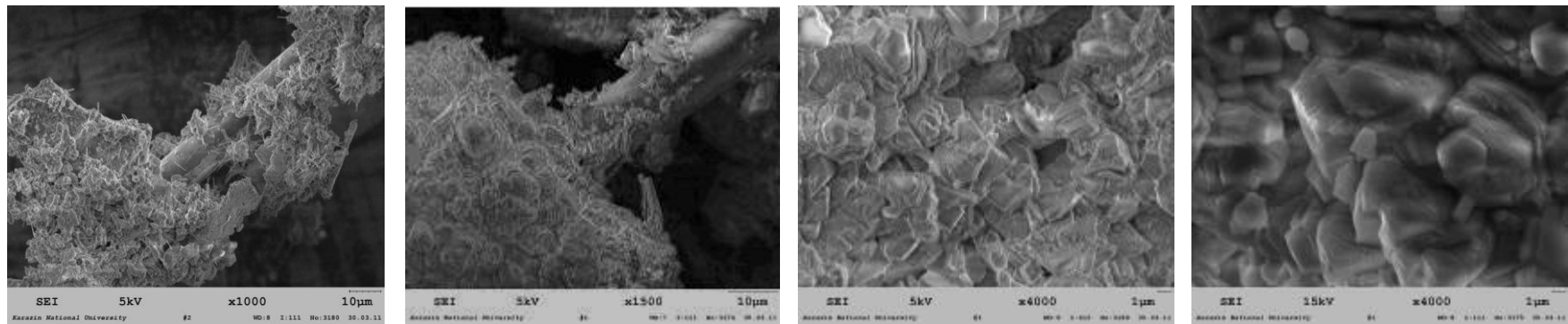
Використання техногенних продуктів у будівництві / **Дворкін Л.Й, Пушкарьова К.К., Дворкін О.Л., Кочевих М.О., Мохорт М.А., Безсмертний М.П.** – Рівне: НУВГП, 2009.– 339 с.

Метакаолин в будівельних розчинах і бетонах / **Л.Й.Дворкін, Р.Ф.Рунова, Н.В.Лушнікова, В.В.Троян.** – Київ: КНУБА, 2007.– 216 с.

Эффективные цементно-золяные бетоны / **Л.И.Дворкин, О.Л.Дворкин, Ю.А.Корнейчук.** – Рівне: Евен, 1998.– 220 с.

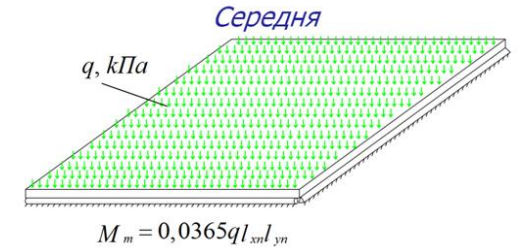
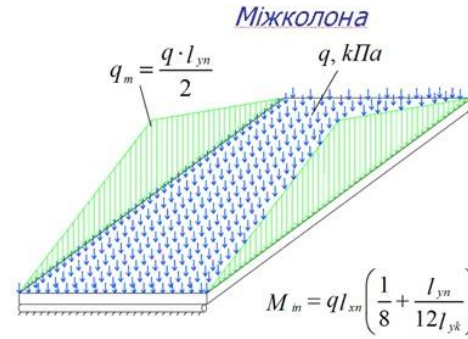
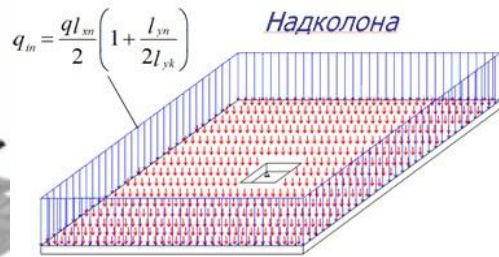
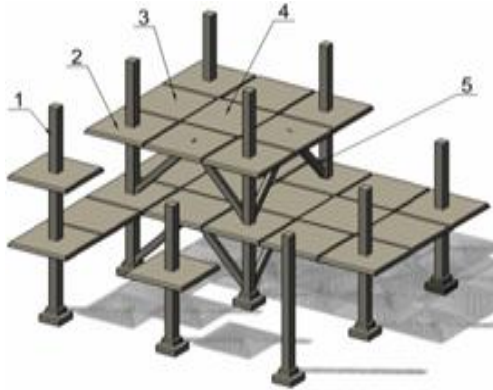
Цементные бетоны с минеральными наполнителями / **Л.И.Дворкин, В.И.Соломатов, В.Н.Выровой, С.М.Чудновский.** – К.: Будівельник, 1991.– 136 с.





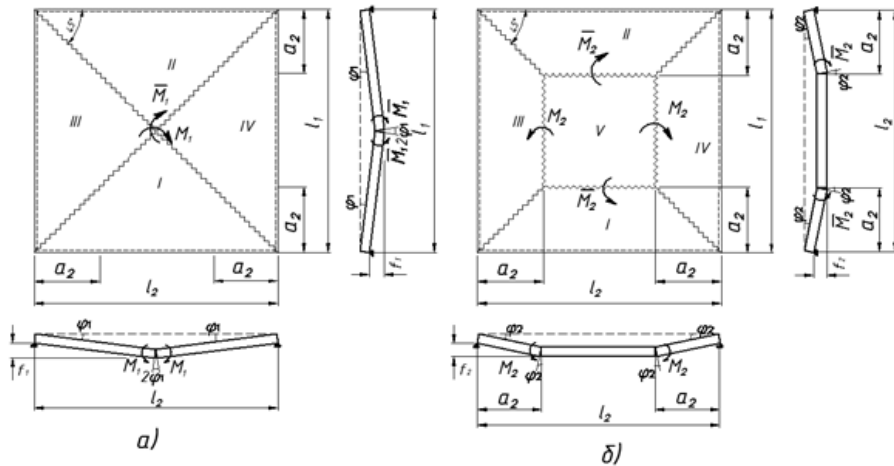
5. Індустріальна конструктивна система на основі сучасних будівельних матеріалів і її удосконалення для зведення доступного житла та об'єктів інфраструктури

Безкапітельно-безбалкова конструктивна система



Розрахунковий метод граничної рівноваги між віртуальними роботами зовнішніх і внутрішніх зусиль на можливих відповідних переміщеннях у напрямку дії навантаження q , P_j та зусилля M_i :

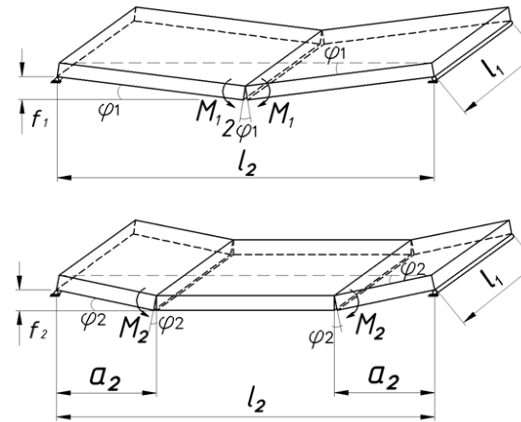
$$W_{q,P} = W_M \quad \int_A y_q \cdot q \cdot dA + \sum_{j=1}^k P_j y_j = \sum_{i=1}^n M_i \cdot \varphi_i \cdot l_i$$



$$qV = 2(M_1 + \overline{M_1})\varphi_1 \quad q = \frac{24m_1}{l_1^3} (l_1 - 2a_2(1 - k_m)) \quad q = \frac{12m_1 k_m l_1}{a_2(l_1^2 + l_1 a_2 + a_2^2)}$$

$$(4k_m - 4)k_l^4 + (4k_m - 2)(k_l^3 + k_l^2) + 2k_l - k_m = 0 \quad k_l = 0,254$$

Кінематичні схеми руйнування плит



$$qV = 2M_1\varphi_1 \quad q = \frac{24m_1}{5l_1^2}$$

$$q(l_1^2 a_2 - l_1 a_2^2)\varphi + q \frac{3l_1^2 a_2 - 4a_2^3}{6} \varphi = 2m_1 k_m l_1 \varphi$$

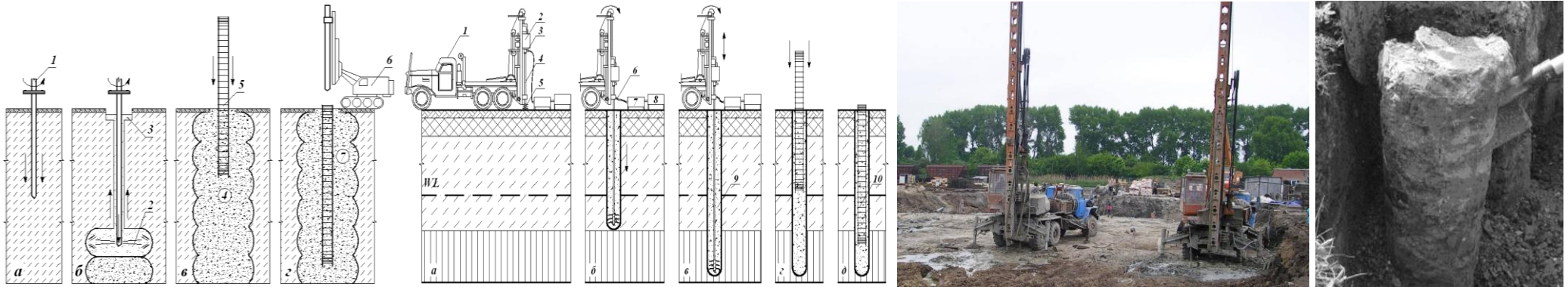
$$q = \frac{12m_1 k_m l_1}{a_2(9l_1^2 - 6l_1 a_2 - 4a_2^2)}$$

$$-8l^3 k_l^3 - 12l^3 k_l + 18l^3 k_l - 5l^3 k_m = 0 \quad k_l = 0,157$$



6. Нові типи основ і фундаментів для доступного житла та технології їх зведення, у т.ч. у складних інженерно-геологічних умовах

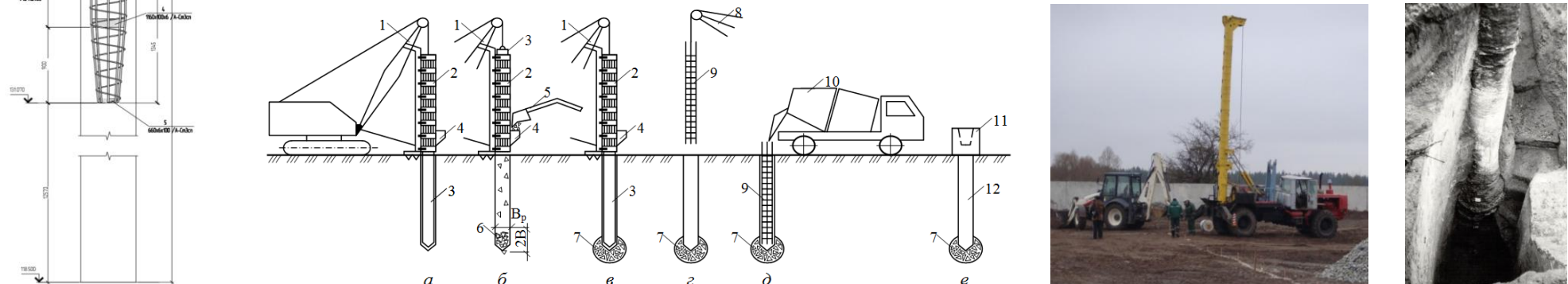
6.1 Штучні основи, влаштовані цементацією ґрунтів за струменевою та бурозмішувальною технологіями



6.2 Фундаменти із буроін'єкційних паль



6.3 Фундаменти із буронабивних паль з розширенням у нижній частині



7. Впровадження енерго- та ресурсозберігаючих композиційних матеріалів, а також удосконалених конструктивних систем при будівництві та експлуатації житла і об'єктів інфраструктури

7.1 Конкурентоспроможні композиційні матеріали нового покоління на основі модифікованих мінеральних в'язучих речовин

Ефективні гіпсові матеріали / **Л.Й.Дворкін**, О.М.Гавриш, О.В.Безусьяк, А.К.Мироненко та ін. – Рівне: СПД Павленко, 2013. – 308 с.

Специальные бетоны / **Дворкин Л.И.**, Дворкин О.Л. – Москва: Инфра-Инженерия, 2012. – 368 с.

Construction Materials / **L.Dvorkin**, S.Nwaubani, O.Dvorkin. – New York: Nova Science Publishers Inc., 2010. – 409 p.

Бетони на основі наджорстких сумішей / **Л.Й.Дворкін**, В.Житковський, В.О.Хасанов. – Рівне: ДНТЕІ, 2006. – 179 с.



Самоущільнювальні й високоміцні цементно-зольні бетони на основі КЦНВ з міцністю через 1 добу – 20–25 МПа, 28 діб – 80–90 МПа, критерієм ефективності використання цементу – витратою клінкеру на 1 МПа міцності бетону 2,5–4, що краще, ніж у звичайних бетонів з добавками сучасних суперпластифікаторів і мікрокремнезему – 7–10.

Малоцементні бетони із добавками мікрокремнезему, метакаоліну, зол з витратою портландцементу 160–200 кг/м³, проектною міцністю на стиск 20–30 МПа (Пат.52993А UA; 53950А UA).

Литі дрібнозернисті бетони для самонівелюючих підлог на основі дисперсних техногенних продуктів з добавкою поліфункціонального модифікатора, що містить суперпластифікатор і полівінілацетатний олігомер, з високою життєздатністю суміші, підвищеними міцністю на стиск і згин, опором стиранню і ударним діям (Пат.39069 UA).

Малоклінкерний шлакопортландцемент з вмістом клінкеру 5–19 %, сульфатним компонентом – до 4,5 % (за SO_3) фосфогіпсу, добавками 0,05 % поліпропіленгліколю і 0,5–1 % суперпластифікатора нафталінформальдегідного типу, отримуваний двостадійним помелом, з питомою поверхнею 500–550 м²/кг, активністю до 40–50 МПа; різновид – з високою (у 1,5 рази) ранньою міцністю за рахунок уведення добавки до 2 % кремнійфториду натрію (Пат.81675 UA).

Композиційний цемент низької водопотреби (КЦНВ) з вмістом клінкеру 50 %, з мінеральними добавками і добавками поліпропіленгліколю і суперпластифікатора полікарбоксилатного типу, отримуваний помелом у вібромліній клінкеру або домелом рядового портландцементу, у т.ч. низькомарочного або лежалого, нормальною густиною 17–18 %, активністю 65–70 МПа, досягненням через 2 доби 40–50 % проектної міцності; різновид – з високою ранньою міцністю за рахунок уведення добавок кремнійфториду натрію і фториду кальцію (Пат.71198 UA).

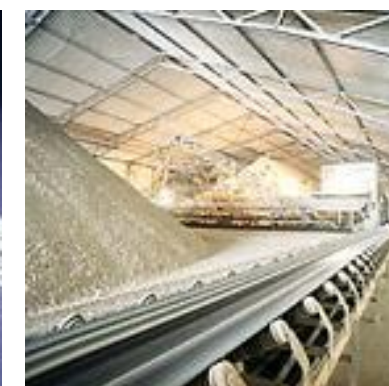
Шпінельні глиноземисті цементи (алюмомагнезійний, барійвмісний, хромвмісний) і радіаційстійкі вогнетривкі бетони на їх основі:

Вид цементу	Хімічний склад, мас. %				
	CaO	BaO	MgO	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃
СМА-цемент	26,6	–	7,1	66,3	–
ВМА-цемент	–	24,0	17,0	59,0	–
СВА-цемент	17,7	30,1	–	52,2	–
САCr-цемент	31,2	–	–	32,3	36,5
СМАCr-цемент	21,3	–	9,6	38,7	30,4
ВАCr-цемент	–	57,8	–	24,0	18,2
ВМАCr-цемент	–	36,0	9,6	24,0	30,4

В/Ц	Терміни тужавіння, хв		Границя міцності при стиску, МПа, у віці, дів				Вогнетривкість, °С
	початок	кінець	1	3	7	28	
0,54	30	96	41	53	58	60	1750
0,16	20	58	42	68	105	136	1920
0,34	55	105	25	42	53	64	1590
0,27	45	76	14	18	39	107	1985
0,17	65	110	20	31	32	40	1720
0,18	115	190	29	38	43	54	1620
0,17	18	30	70	78	78	90	1930



Цементи отримують із застосуванням відходів промисловості (хімічної, металургійної, гірничо-видобувної та ін.), що дозволяє розширити сировинну базу, замінити коштовну сировину відходами, сприяє покращенню екології. Бетони характеризуються у 1,5–2 рази меншою порівняно з подібними бетонами товщиною шару половинного послаблення іонізуючого випромінювання і можуть бути застосовані в умовах одночасної дії γ -випромінювання та підвищених температур, забезпечуючи стабільність функціонування складних технологічних систем.



Із бетону виконують монолітну безшовну футеровку замість футеровки з вогнетривкої цегли, що підвищує термін її експлуатації, скорочує кількість технологічних простоїв та профілактичних ремонтів енергетичних установок нафтохімічної, хімічної, металургійної та інших галузей промисловості.



Кислототривке водостійке в'язуче на основі натрієвого рідкого скла, кремнійфториду натрію, кислототривкого наповнювача і доменного гранульованого шлаку з міцністю на стиск 40 МПа, коефіцієнтом водостійкості 0,9, коефіцієнтом кислотостійкості 1 (Пат.30165А UA).

Модифіковані сульфатно-шлакові в'язучі із доменних гранульованих шлаків, фосфогіпсу-дигідрату, вапна, з добавками суперпластифікатора поліакрилатного типу, фториду натрію, кальцію або магнію, 2 % хлориду кальцію, з міцністю на стиск 35–66 МПа, стійких до дії сольових розчинів, у т.ч. морської води (Пат.49779 UA; 50787 UA; 50788 UA; 52245 UA; 64565 UA).

Модифіковані гіпсові й фосфогіпсові в'язучі з водопотребою менше 0,35, міцністю на стиск через 2 год 12–18 МПа, отримувані помелом будівельного гіпсу з добавками вапна і суперпластифікатора полікарбоксилатного або поліакрилатного типу (Пат.34928А UA; 27394 UA; 28055 UA; 31386 UA; 31387 UA; 31388 UA; 33641 UA; 40688 UA; 43242 UA; 47255 UA; 47256 UA; 47258 UA; 69211 UA; 71158 UA).

Жаростійкі композиційні матеріали, стійкі до дії розплавлених металів (700–1000°C), у тому числі алюмінію, на основі каолінового волокна та шлаколужних в'язучих речовин, модифікованих добавками магнійсилікатних порід, для футерування магнітодинамічного обладнання, термін дії якого у 2–3 рази перевищує світові аналоги (А.с.1017693 SU; 1107032 SU).

Жаростійкі бетони підвищеної термостійкості на основі лужних алюмінатних в'язучих (високоглиноземистого і глиноземистого цементу, фероборного шлаку), хромомagneзіальної добавки та шамотного заповнювача з міцністю на стиск 28–81 МПа, вогнетривкістю 1350–1500°C, термостійкістю 27–69 циклів (для відомих аналогів термостійкість не перевищує 12–15 циклів), для захисної футерівки обладнання металургійних виробництв, термін експлуатації якої збільшено у 1,5–3 рази (А.с.998410 SU).

Термостійкі кислотостійкі (до дії кислотних газів (CO , CO_2 , SO_2) композиційні матеріали, у т.ч. жаростійкі бетони на основі нефелінового шламу або доменних гранульованих шлаків та дегідратованих цеолітових порід для монолітної футерівки котлів ТЕЦ, печей глиноземних виробництв, зі зниженою на 20–35 % собівартістю та збільшеними у 2–3 рази міжремонтними термінами футерівки (А.с.730650 SU; 1043123 SU).

Теплоізоляційні суміші, що спучуються, на основі силікомарганцевого шлаку та горілих порід з міцністю до 30 МПа, середньою густиною 600–650 $кг/м^3$, коефіцієнтом теплопровідності 0,09–0,11 Вт/м×К, або синтетичного скла складу grosуляру з міцністю до 10 МПа, середньою густиною 200 $кг/м^3$ (А.с. 1017693 SU; 1418325 SU).

Вогнезагисні покриття, що спучуються, на основі лужних алюмосилікатних композицій, призначені для захисту металевих та бетонних конструкцій від пожежі з густиною до спучування 1170–1190 $кг/м^3$, після спучування – 145–150 $кг/м^3$, адгезією 0,78–0,84 МПа (пат.32593 UA).

Резистивні композиційні матеріали:

- **високоомні** на основі жаростійких в'язучих систем з міцністю не менше 64 МПа, питомим електричним опором $1,8 \times 10^5$ Ом×м, для елементів систем управління енергетичними, виробничими та будівельними процесами.
- **низькоомні** з міцністю при стиску 20 МПа, питомим електричним опором не більше 0,5 Ом×м для нагрівальних елементів гріючих конструкцій будівельного призначення.

Цементно-волокнисті композиційні матеріали на основі широкого діапазону природних і штучних волокон та пігментів з добавкою нанодисперсних сполук срібла для конкурентоспроможних, екологічно чистих світлостійких, біостійких, довговічних покрівельних та огорожувальних виробів, одержувані за допомогою оригінальних методик комплексної оцінки придатності волокнистої сировини для виробництва композиційних матеріалів на основі портландцементу, що включає технічну, екологічну та економічну складові, а також розробки рецептур цих матеріалів.

Композиційні матеріали на основі мінеральних в'язучих речовин для ремонту і захисту споруд, що експлуатуються у складних умовах (залізничного транспорту, водовідведення і т.п.):

- оптимальні склади бетону для збірних конструкцій (пат. 99426 UA) – залізобетонних шпал, плит безбаластного мостового полотна, прогонових споруд мостів, блоків залізобетонних труб і т.п.; ці склади за рахунок сполучення оптимальних величин структурних характеристик α_{onm} , μ_{onm} , B/C_{onm} і оптимальної витрати добавок суперпластифікаторів і прискорювачів твердіння дозволяють отримати конструкції без тепловологісної обробки, а бетону забезпечити покращені показники властивостей, що забезпечують довговічність споруд – безнапірної водонепроникності, тріщиностійкості, електрокорозійної стійкості, електричного опору;
- оптимальні склади бетону і цементно-піщаного розчину для монолітних конструкцій (пат. 62613 UA, 71122 UA) – залізобетонних і сталезалізобетонних сорочок, залізобетонних міні-пооясів як елементів підсилення конструкцій споруд; бетон і розчин характеризуються підвищеними показниками, що забезпечують якість робіт і довговічність споруд – легкоукладальності, безнапірної водонепроникності, електрокорозійної стійкості та електричного опору;
- суперпластифікований цементно-водний склад СПЦВС (пат.71208 UA) і цементно-піщаний розчин, які за рахунок оптимального вмісту добавки суперпластифікатора мають високу проникну здатність і, одночасно, низьке В/Ц, високі міцність, непроникність і стійкість, для ін'єктування в пустоти і тріщини масивних конструкцій і споруд, за обробку підземних споруд, в зазор між оболонкою металоін'єкційної сорочки та підсилюваної конструкції;
- модифікована поверхнево активними речовинами силікатна композиція на основі рідкого скла і кремнійфтористоводневої кислоти (пат. 87795 UA) для закріплення земляного полотна і ґрунтів основ;
- ремонтні та захисні склади на основі портландцементу (у т.ч. проникної дії, пат. 103280 UA, 103852 UA), рідкого скла і кислототривких наповнювачів (пат. 30165A UA), епоксидної та кам'яновугільної смол з портландцементом як наповнювачем (побудовані за тими ж принципами) для відновлення експлуатаційних властивостей і антикорозійного захисту конструкцій і споруд.



7.2 Екологічно безпечні конкурентоспроможні покрівельні та фасадні вироби на основі портландцементу і волокнистих матеріалів:

- широкої номенклатури профілів і кольорів;
- високих декоративних якостей за рахунок застосування оригінальних способів об'ємного і поверхневого фарбування;
- високої довговічності (понад 30 років) за рахунок покращення і гарантованого забезпечення показників властивостей, у т.ч. за рахунок уведення нанодисперсних сполук срібла, що збільшує біостійкість, удосконалення системи контролю якості й т.п.;
- зниженої енергоємності виробництва за рахунок удосконалення технології, у т.ч. зниження температури і скорочення тепловологісної обробки;
- з широким резервом альтернативних рецептур.



Виробництво покрівельних і фасадних виробів:

формування листів на конвеєрній лінії



контроль якості готової продукції

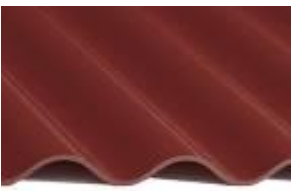
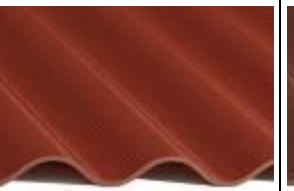

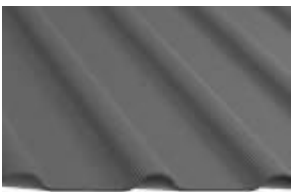

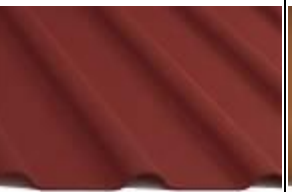



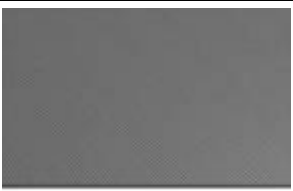
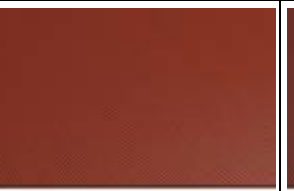
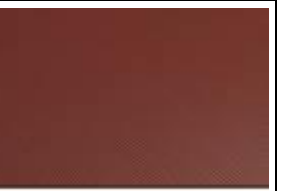


відвантаження готової продукції



Економічний ефект понад 160 млн. грн. досягнутий за рахунок: збільшення об'ємів виробництва і реалізації більш привабливої за ціною і споживчими якостями продукції; зниження енерговитрат на тепловологісну обробку.

Номенклатура покрівельних і фасадних виробів Valaklia (визначена попитом)

Профіль \ Колір	Сірий	Жовтий	Вишневий	Черепичний	Цегляний	Шоколадний
8-хвильовий профіль, у т.ч. короткий		—				
5-хвильовий європрофіль, у т.ч. короткий						
Плоскі листи		—		—		

Покрівлі житлових будинків із покрівельних виробів на основі портландцементу і волокнистих матеріалів:

вальмова із 8-хвильового профілю вишневого кольору



шатрова із 8-хвильового профілю шоколадного кольору

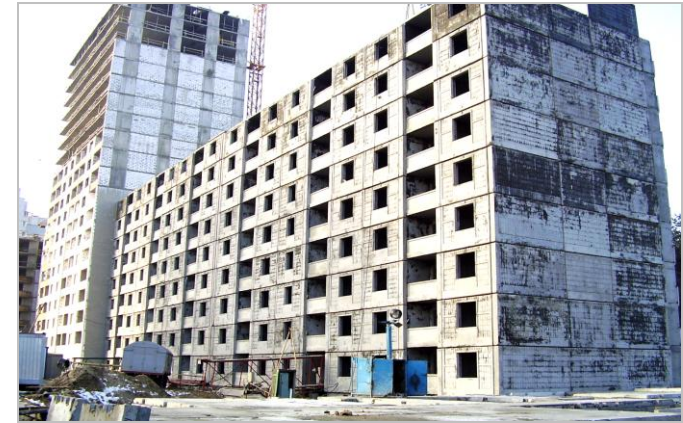


багатощипцева із 5-хвильового європрофілю цегляного кольору

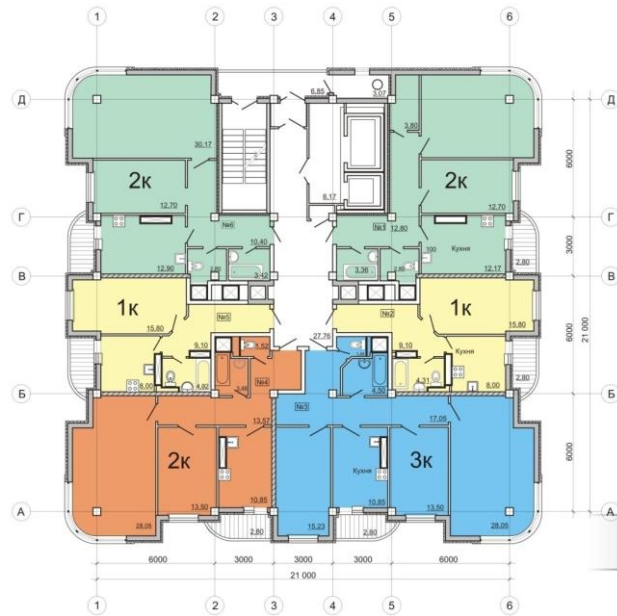


7.3 Конструктивні системи для зведення доступного житла

7.3.1 Будівлі із тришарових панелей, виготовлених за двостадійною технологією із керамзитобетону на пуцолановому цементі, активованому лужним компонентом



7.3.2 Багатоповерхові будівлі безкапітельно-безбалкової конструктивної системи КУБ-2,5



Розроблена енергоефективна безкапітельно-безбалкова каркасна конструктивна система багатоповерхових будівель для доступного житла та нова технологія зведення її штучних основ і фундаментів і у складних інженерно-геологічних умовах дозволили зменшити вартість 1 м^2 житла майже на 40 %, а тривалість будівництва – удвічі.

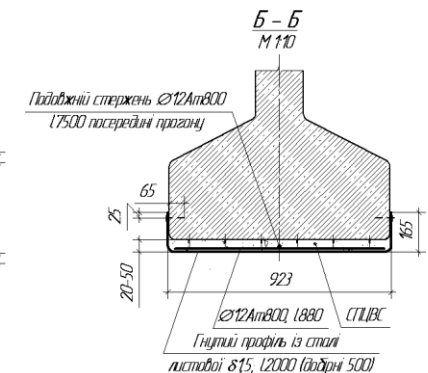
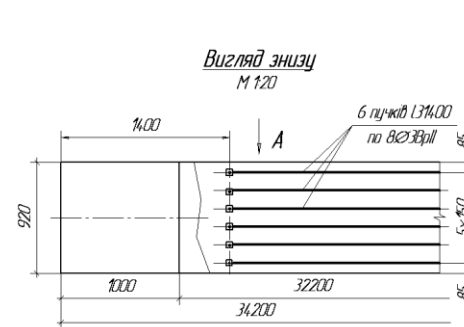
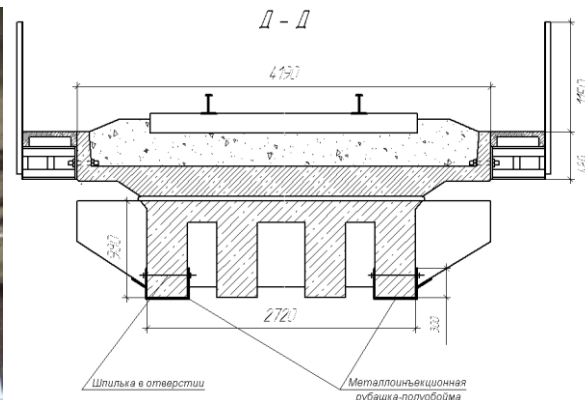
7.4 Впровадження нових композиційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих речовин при розробці й реалізації конструктивно-технологічних рішень з ремонту і захисту споруд та будівель залізничного транспорту

Розроблені і впроваджені на об'єктах залізниць нові конструктивно-технологічні рішення з відновлення несучої здатності та подовження терміну служби споруд та будівель залізничного транспорту, що експлуатувались понад 100 років і пошкоджені поперемінним заморожуванням – відтаванням, корозією блукаючими струмами, нерівномірною осадкою основ, розмиванням постійним водотоком і т.д. Ці рішення ґрунтуються на спеціально розроблених для цього ремонтних і захисних композиційних матеріалах.

7.4.1 Відновлення несучої здатності та захист пошкоджених корозією залізобетонних прогонових споруд балкових мостів і ригелів рамних мостів

Характерні пошкодження: відшарування захисного шару бетону, корозія розподільчої арматури до втрати суцільності стержнів, корозія робочої арматури

Конструктивно-технологічні рішення і композиційні матеріали для ремонту і захисту споруд: додаткове попереднє напруження за допомогою арматурних пакетів із високоміцного дроту; улаштування навколо розтягнутої зони балки (ригеля) та/або вута металоін'єкційної напівобойми (сталеві суцільної напівобойми на анкерах з нагнітанням в зазор під нею суперпластифікованої цементно-водної суспензії СПЦВС); ін'єктування в тріщини СПЦВС або полімерних композицій, ремонт відколів бетону полімерцементними розчинами або полімерними композиціями; підсилення опорних ділянок з тріщинами склополімерними накладками із конструкційної склотканини і епоксидної композиції; антикорозійний захист прогонової споруди полімеркомпозиційним захисним складом



7.4.2 Відновлення несучої здатності та захист пошкоджених корозією залізобетонних і бетонних стояків і опор мостів, високих пасажирських платформ, цивільних будівель і споруд і т.п.

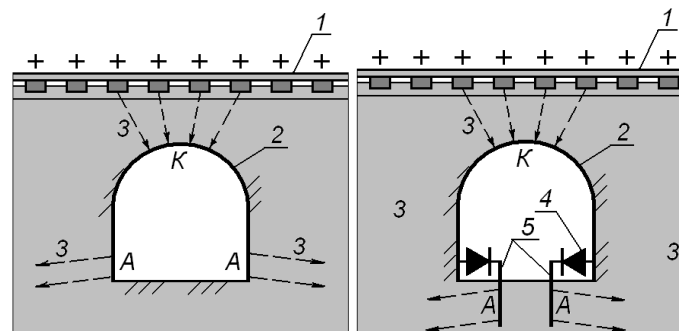


Характерні пошкодження: морозне та електрокорозійне руйнування бетону; відшарування захисного шару бетону; корозія розподільчої арматури до втрати суцільності стержнів; корозія робочої арматури

Конструктивно-технологічні рішення і композиційні матеріали для ремонту і захисту споруд: улаштування на пошкоджених стояках металіні'єкційних або сталобетонних обойм (сталевих суцільних обойм на анкерах з ін'єктуванням в зазор під ними СПЦВС); підсилення стояків подовжніми і поперечними монолітними залізобетонними вкладишами із бетону оптимального складу; забиття пошкоджень полімерцементним розчином оптимального складу; нанесення на поверхні конструкцій полімеркомпозиційних захисних складів.

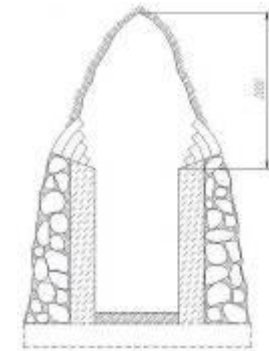
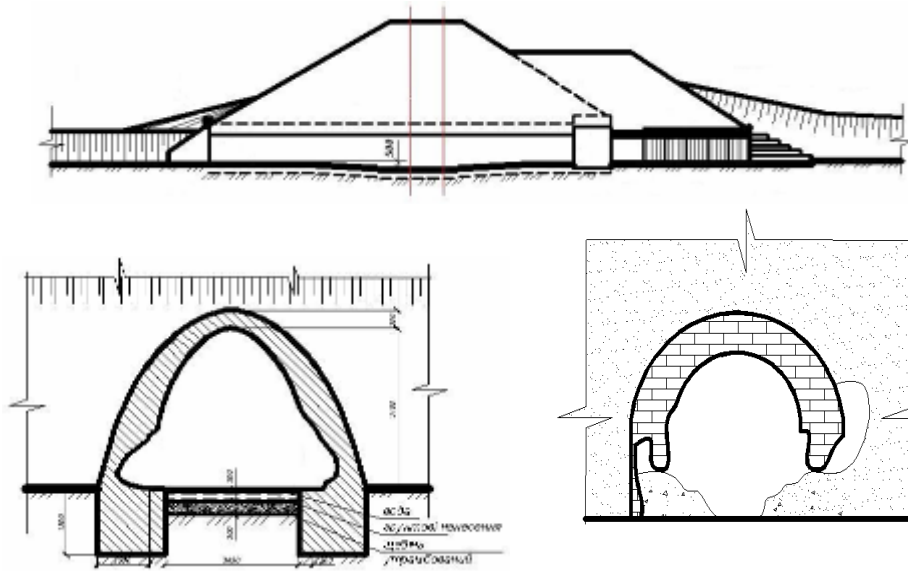


Пасивний електрохімічний захист металіні'єкційних сорочок і обойм від електрокорозії блукаючими струмами: 1 – рейкова колія; 2 – металіні'єкційна сорочка; 3 – блукаючі струми; 4 – вентиль (діод) захисного улаштування; 5 – стержень заземлення; *K* – катодна зона; *A* – анодна зона (корозійно небезпечна)



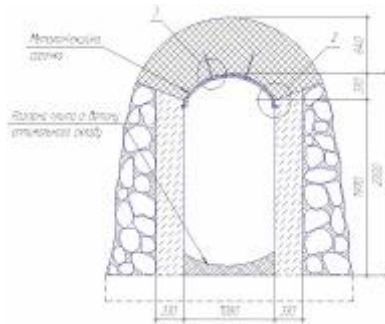
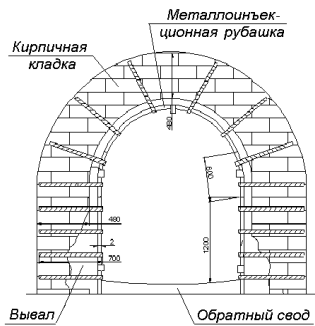
7.4.3 Відновлення несучої здатності та захист пошкоджених бетонних, залізобетонних, кам'яних водопропускних труб, тунелів

Характерні пошкодження: руйнування поверхні, тріщини, некрізні й наскрізні вивали у склепінні або стінах через попереми́нне заморожування й відтавання, електрокорозію від пульсуючих однонаправлених блукаючих струмів в обводненому стані, нерівномірне осідання, розмивання водотоком і т.п.



Конструктивно-технологічні рішення і композиційні матеріали для ремонту і захисту споруд:

- **нижньої частини:** монолітний залізобетонний лоток із бетону оптимального складу, визначеного оригінальним запатентованим способом, який складається із днища – бетонної розпірної плити і стінок – залізобетонних сорочок на нижній частині стін;
- **верхньої частини:** в склепіння та стіни і за них в місцях тріщин, вивалів, нагнітається СПЦВС; поверхні стін та склепіння гідроструменевим способом очищуються до міцної основи, дрібні вивали і значні нерівності забиваються цементно-піщаним розчином оптимального складу; захист всіх поверхонь конструкцій труби здійснюється шляхом нанесення на них полімеркомпозиційного захисного складу;
- **при значних пошкодженнях:** металоін'єкційна та/або сталобетонна сорочка на поверхні склепіння та/або стін.



Розроблені енергоресурсозберігаючі композиційні матеріали і конструктивні системи на їх основі впроваджені у будівництво та експлуатацію доступного житла й об'єктів інфраструктури. Отриманий від впровадження результатів досліджень економічний ефект перевищив 226 млн. грн.

Дякуємо за увагу !

Контактні дані:
Пушкарьова Катерина Костянтинівна
Київський національний університет будівництва і архітектури
Повітрофлотський проспект 31, Київ 03680
Тел. (044) 245 48 31; (067) 174 68 06
E-mail: sribm_pushkarova@mail.ru