

**КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ**

*На правах рукопису*

УДК 666.942.

**ПІДЛІСНА Олена Анатоліївна**

**ТЕХНОЛОГІЯ ТА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ  
ВЛАСТИВОСТІ ПРЕСОВАНОГО  
ЦЕМЕНТНОГО КАМЕНЯ**

**Спеціальність 05.17.11 — Технологія силікатних  
та важкотопних неметалевих матеріалів**

**АВТОРЕФЕРАТ**  
дисертації на здобуття вченого ступеня  
кандидата технічних наук

Київ — 1994

АВ 30.675

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі хімічної технології в'яжучих речовин Київського політехнічного інституту.

Наукові керівники:

- доктор технічних наук, професор **О. О. М'ясникова**
- кандидат технічних наук, с. н. с. **В. В. Чистяков**

Офіційні опоненти:

- Академік **ЗА** України, доктор технічних наук, професор **П. В. Кривенко**
- кандидат технічних наук **М. М. Салдугей**

Провідна організація:

Інженерно-виробничий центр «Київінжцемент»

Захист відбудеться « 12 » вересня 1994 р. о 14<sup>30</sup> годині на засіданні спеціалізованої ради Д 068.14.06 при Київському політехнічному інституті за адресою 252056, м. Київ, проспект Перемоги, 37, КПІ, корп. № 21, ауд. 212.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці інституту.

Автореферат розіслано « 20 » липня 1994 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої ради, к. т. н.,  
професор

*Взхрис*

В. Я. Круглицька

ЛНБ ім. В. Стефаника  
АН України

ЛНБ України ім. В. Стефаника



00756559 (.)

## АНОТАЦІЯ

Дисертаційна робота присвячена дослідженню та розробці технології одержання високоміцного цементного каменя, визначення оптимальних параметрів горячого пресування цементно-водних та характеристик пресованого цементного каменя, вивченню хімічних добавок на процеси структуроутворення цементу під впливом температури та тиску, розробці способу зв'язування та отверднення радіоактивних відходів (РАВ) мінеральними в'язкими речовинами за допомогою горячого пресування.

У роботі вирішено задачі:

Показано, що за допомогою метода горячого пресування за короткий час (30 - 45 хв.) можна отримати на основі рядового портландцементу камінь, міцність якого у 2-4 рази перевищує марку цементу.

Вивчено вплив одночасної дії тиску (25-100 МПа) та температури (100-250°C) на процеси тверднення цементно-водних дисперсій. Виявлено, що за допомогою добавок-прискорювачів можна знизити тиск пресування у 5 разів без зменшення міцності цементного каменя.

Показано ефективність метода горячого пресування при зв'язуванні та отвердненні радіоактивних відходів (РАВ).

Автор захищає основні положення:

- експериментально встановлені фізико-хімічні закономірності процесів структуроутворення у цементно-водних дисперсіях при одночасному впливі тиску та температури пресування;
- особливості процесів структуроутворення пресованого цементного каменя під впливом хімічних добавок;
- спосіб зв'язування та отверднення радіоактивних відходів методом горячого пресування;
- властивості горячепресованого цементного каменя та запропоновані області його застосування.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність. Технологія пресування мінеральних в'язких систем застосовується у виробництві будівельних матеріалів (виробництво гіпсу, азбесто-цементу, вапняно-пісчаняч та силікатних виробів). Але використовують короткочасно прикладений тиск пресування 0,2-15 МПа та подальшу тепловолугу обробку.

Результати досліджень Фой Д.М., Гоуді Г.Р. та інших вчених у Пенсильванському університеті (США) показали, що одним з

радикальних шляхів підвищення ефективності в "яких систем в активізація процесів гідратації їх шляхом одночасного впливу тиску та температури. Це відкриває можливості для отримання високоміцного довговічного матеріалу за короткий час. У зв'язку з перспективами ринку, який відкрився від застосування технології гарячого пресування для одержання конструкційних матеріалів, публікації мають обмежений, в основному рекламний характер.

Проведені у Київському політехнічному інституті дослідження показали, що метод гарячого пресування дозволяє одержати високоміцний камінь на основі вітчизняних цементів.

Мета роботи. Дослідження та розробка технології одержання високоміцного цементного каменя методом гарячого пресування. Визначення характеристик цементного каменя, вивчення впливу неорганічних хімічних добавок на процеси структуроутворення у цементному камені під впливом температури та тиску, розробка способу зв'язування та отверднення РАВ за допомогою гарячого пресування.

Наукова новизна. Встановлено особливості процесів гідратування гарячопресованих композицій на основі портландцементу та глиноземного цементу, визначено фазовий склад новоутворень.

Показано, що використання при гарячому пресуванні хімічних неорганічних добавок за рахунок інтенсифікації процесів гідратування дозволяє у 5 разів зменшити тиск пресування цементного каменя.

Підвищення більше ніж у 4 рази міцності гарячовідпресованого при тиску 50 МПа цементного каменя обумовлено процесами самоармування під впливом тиску пресування.

Практична цінність роботи. Розроблена технологія пресування цементних сумішей дозволяє отримувати за короткий час штучний камінь високої міцності, щільності та корозійної стійкості. Метод гарячого пресування дозволяє виготовляти будівельні матеріали за безпалювальною технологією з високими будівельно-технічними показниками одразу після виготовлення.

Результати досліджень використані у розробці технічного завдання з проектування та виготовлення лінії для зв'язування та отверднення РАВ методом гарячого пресування для 30-ти кілометрової зони Чорнобильської АЕС. Технічне завдання узгоджено та затверджено Міністерством України та НВО "Прип'ять".

Робота виконувалась згідно з програмою Державного комітету України з питань науки і технології "Ресурсозбереження" розділ "Створення енерго- та ресурсозберігаючих технологій виробництва

високоєфективних будівельних матеріалів, виробів та технічного устаткування" та Державною програмою "ВЕКТОР" по створенню комплексу виробництв з дезактивації, транспортуванню, переробці та похованню РАВ із території, забруднених внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС.

Апробація роботи. Основні положення дисертаційної роботи докладені та обговорені на Всесоюзно-практичній нараді "Екологічні проблеми переробки вторинних ресурсів у будівельні матеріали та вироби", м. Чимкент, 1990 р.; VIII Всесоюзній науково-технічній нараді з хімії та технології цементу, Москва, 1991 р.; 3-ьому Міжнародному семінарі національної ради з цементу, Нью-Делі, Індія, 1991 р.; Всесоюзній конференції з штучних будівельних конгломератів, Белгород, 1991 р.; XXIII Міжнародній конференції у галузі бетону та залізобетону "БолгоБалт-91"; XXIV Міжнародній конференції з бетону та залізобетону "Кавказ-92"; 3-ій науково-технічній конференції з основних результатів ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС, сел. Зелений Мис, 1992 р.

Публікації. Основні положення дисертації опубліковані у II роботах, одержано авторське свідоцтво.

Обсяг та структура роботи. Роботу викладено на 181 сторінках машинописного тексту, вона включає 27 малюнків, 24 таблиці. Складається зі вступу, шести глав із висновками, загальних висновків, списку літератури з 150 найменувань.

### ЗМІСТ РОБОТИ

Теоретичними та експериментальними дослідженнями Рой Д.М., Гоуди Г.Р. та інших встановлено можливість одержання високо цного цементного каменя методом пресування. Це, в основному, роботи зарубіжних дослідників. Ними вивчено вплив високих тиску ( до 0,90 МПа ) та температури ( до 300<sup>0</sup>С ) на властивості цементного каменя. Високі параметри пресування складні для технічного втілення, що ставить задачу максимального спрощення технології виготовлення виробів при збереженні високої міцності та інших показників.

У роботі вивчено процеси, які мають місце при пресуванні цементного каменя при тиску до 100 МПа, температурі до 250<sup>0</sup>С та водцементному відношенні ( В/Ц ) до 0,2.

Методика пресування розроблена на кафедрі ХТБР Київського політехнічного інституту. Фізико-механічні властивості матеріалів визначені за загальноприйнятими методиками на стандартному обладданні.

Базовим матеріалом досліджень є портландцементний клінкер. Також вивчено процес гідратації при пресуванні у глиноземному цементі ГОСТ 969-77.

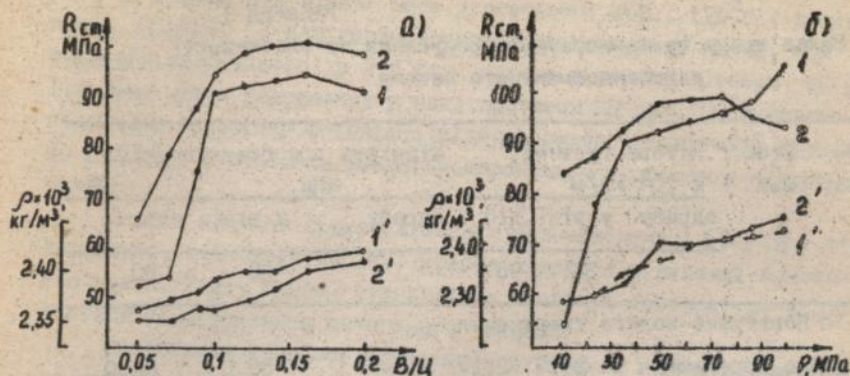
У роботі показано, що міцність відпресованого цементного каменя залежить від тонкості помолу цементу, В/Ц, тиску та температури пресування, умов та тривалості тверднення.

Експериментально встановлено, що міцність портландцементного каменя, отриманого методом холодного пресування ( $P_{\text{ном}} = 50$  МПа) після тверднення у повітряно-вологих умовах протягом 28 діб майже у 2 рази перевищує марку використовуваного цементу і становить при оптимальному В/Ц 0,12...0,16 від 92 до 105 МПа залежно від тиску пресування ( мал.1). Густина відпресованого цементного каменя, порівняно з отриманим за традиційною технологією, збільшується від 2,26 до 2,43.  $10^3$  кг/м<sup>3</sup>.

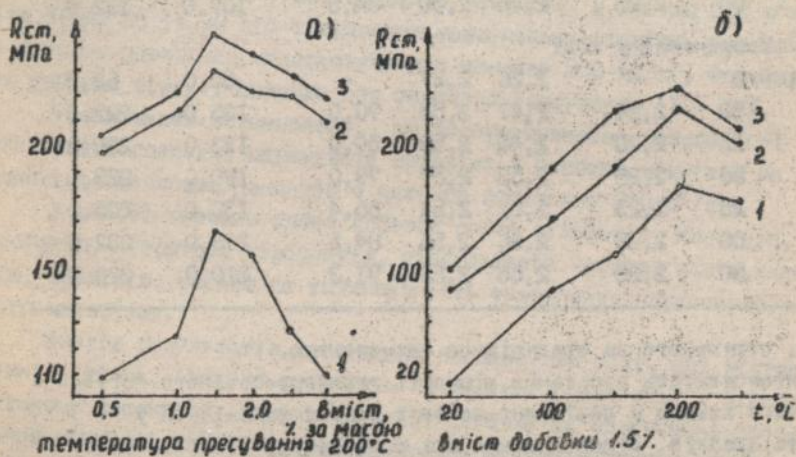
За даними РФА, ДТА та ІЧС у портландцементному камені холодного пресування, на відміну від отриманого за традиційною технологією, утворюються тоберморит I, I3 нм ( $d = 0,307; 0,297; 0,280$  нм) та гіллебрандит ( $d = 0,477; 0,292; 0,237$  нм). Ступінь гідратації відпресованих матеріалів, визначений як втрата маси при нагріванні до 1000°C, зростає з підвищенням тиску, пресування, але налішається меншим, ніж у традиційно отриманого каменя ( на 65 % при 50 МПа та на 50 % при 75 МПа). У роботі показано, що збільшення міцності холодновідпресованих матеріалів обумовлено не стільки гідратаційними процесами, а переважно за рахунок значного ущільнення їх під впливом тиску пресування.

Проведені дослідження показали, що одночасний вплив тиску до 50 МПа та температури до 250°C при гарячому пресуванні дозволяє за 30 - 45 хв отримати камінь, міцність якого у 1,5 - 2 рази перевищує марку використовуваного цементу ( табл. I ). Збільшення температури пресування з 20 до 250°C при сталому тиску веде до зростання густини ( на 7,6 % ) та міцності ( у 9 разів ) цементного каменя. Міцність одразу після пресування при температурі 200°C та тиску 50 МПа становить для портландцементу - 84,5 МПа.

Властивості гарячопресованого портландцементного каменя залежать від температури пресування та умов подальшого тверднення ( табл. I ). Після тверднення у воді міцність каменя зростає у 1,9 - 2,5 рази за 28 діб та у 2,5 - 3,0 рази за 90 діб. Міцність зразків із портландцементу відпресованих при температурі 200°C та тиску 50 МПа після 28 та 90 діб тверднення становить, відповідно, 217 та 232 МПа. Це більше ніж у 4 рази перевищує міцність



Мал.1. Вплив В/Ц (а) та тиску пресування (б) на міцність при стисненні (I, 2) та питому густину (I', 2') портландцементного (I) та глиноземного (2) каменів у віці 28 діб.



Мал.2. Залежність міцності при стисненні портландцементного каменя від кількості добавки  $Na_2SO_4$  (а) та температури пресування (б), де:

- I - одразу після пресування;
- 2 - після 28 діб тверднення у воді;
- 3 - після 90 діб тверднення у воді.

Таблиця І

Вплив тиску та температури пресування на властивості  
портландцементного каменя

Темпе- ратура, °C	Тиск, МПа	Питома густина, $\times 10^3$ кг/м <sup>3</sup>		Міцність при стискуванні, МПа			
		образу у віні, дів		образу у віні, дів			
		28	90	28	90		
Повітряно-вологе тверднення							
Традиційно отриманий		2,17	2,17	-	50,0	53,0	
20	25	2,21	2,30	2,37	-	78,1	89,0
200	25	2,23	2,34	2,40	56,4	97,0	107,0
20	50	2,25	2,37	2,41	10,0	92,0	100,0
150	50	2,26	2,39	2,44	79,0	100,0	125,0
200	50	2,28	2,45	2,50	84,5	107,0	132,0
Тверднення у воді							
Стандартний	-	2,26	2,27	-	55,0	62,0	
100	50	2,24	2,47	2,58	70,0	135,0	222,0
150	25	2,20	2,40	2,56	50,0	123,0	200,0
150	50	2,26	2,53	2,57	79,0	190,0	229,0
200	25	2,23	2,51	2,54	56,4	130,0	205,0
200	50	2,28	2,56	2,56	84,5	218,0	232,0
250	50	2,28	2,55	2,55	91,3	210,0	220,0

каменя, отриманого за традиційною технологією.

Інтенсивність зростання міцності гарячпресованого портландцементного каменя у повітряно-вологих умовах менша, ніж у традиційно отриманого каменя. Міцність зразків, відпресованих при температурі 200°C та тиску 50 МПа після 28 та 90 дів тверднення становить 107 та 132 МПа, що у 2 рази вище за міцність традиційноотриманого каменя.

За даними РРА, ДТА, ІЧС у цементному камені при гарячому пресуванні утворюються гідратні сполуки з низьким вмістом води та підвищеною питомою густиною:  $C_3S_2H$  (п) ( $d = 0,307; 0,280; 0,183$  нм,  $\rho = 2,56 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>,  $H_2O/CaO = 1$ ), гідлебрандит  $C_2SH$  ( $d = 0,477; 0,292; 0,237$  нм,  $\rho = 2,69 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>,  $H_2O/CaO = 1/2$ ), афвіліт  $C_3S_2H_3$  ( $d = 0,319; 0,284; 0,274$  нм,  $\rho = 2,64 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>,  $H_2O/CaO = 1/1,5$ ), кальційовий хондратит  $C_3S_2H$  ( $d = 0,331$ ;

0,289; 0,190 нм,  $\rho = 2,84 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>,  $H_2O/CaO = 1/5$ ) та інші.

За даними ДТА втрати маси у діапазоні 460...520°C (дегідратація  $Ca(OH)_2$ ) для гарячопресованого матеріалу нижчі, ніж у традиційноотриманого, у 2,4 рази одразу після пресування та у 1,2 рази після тверднення у воді протягом 28 діб. Це зумовляє підвищену корозійну стійкість відпресованого цементного каменя, бо  $Ca(OH)_2$  є найбільш реакцієспроможним гідратом у цементному камені.

Значна частина гідросилікатних новоутворень ( $CSH$  (II), гіблебрандит, ксонотліт та ін.) кристалізується у вигляді волокон або голок. Таким чином, під впливом тиску та температури відбувається самоармування цементного каменя.

Розроблена у роботі технологія отримання міцного матеріалу не потребує ізотермічної витримки цементу у пресформі, а передбачає випресування його одразу по досягненні заданої (150 - 200°C) температури. Експериментально встановлено, що міцність відпресованого портландцементу одразу після пресування зростає на 40 % відповідно підвищенню питомої поверхні матеріалу з 200 до 500 м<sup>2</sup>/кг. Але після 28 та 90 діб тверднення максимальну міцність має камінь з питомою поверхнею використаного цементу 300 м<sup>2</sup>/кг. Оптимальна добавка гіпсу у цементі для гарячого пресування - I - 2 %.

Таким чином встановлено, що використання розробленої технології дозволяє отримувати матеріал з високою міцністю на основі промислових цементів з питомою поверхнею 300 м<sup>2</sup>/кг.

У роботі вивчено вплив добавок солей сульфатів, хлоридів, фосфатів, нітратів, карбонатів, тіосульфатів натрію, калію, кальцію, алюмінію, магнію на інтенсивність тверднення гарячопресованого матеріалу.

Аналіз результатів досліджень показав, що солі, які містять лужні катіони, активно впливають на процес гідратації у відпресованому цементному камені. Вивчені добавки за впливом на зростання міцності гарячовідпресованого портландцементного каменя можна розташувати у послідовності:  $Na_2SO_4 > Na_3PO_4 > Na_2S_2O_3 > NaCl > AlCl_3 > Na_2CO_3 > K_2S_2O_5$ .

Інтенсифікуюча дія їх залежить як від кількості добавки, так і від температури пресування. Добавка  $Na_2SO_4$  у кількості 1,5 % сприяє одержанню одразу після пресування при температурі 200°C каменя з міцністю 166 МПа, що у 2 рази перевищує міцність відпресованого без добавки портландцементу та у 3 рази - марку цементу ( мал.2 ). За даними РФА, ДТА, ІЧС сульфат натрію прискоро-

рив процеси гідратації. Питома густина матеріалу зростає на 9 % одразу після пресування; висока щільність каменя запобігає процесам карбонізації гідроалюмінатів кальцію та підвищує корозійну стійкість матеріалу.

Таким чином встановлено, що використання інтенсифікаторів тверднення при гарячому пресуванні дозволяє зменшити тиск пресування з 250 до 50 МПа при збереженні високої міцності матеріалу.

У роботі вивчено вплив В/Ц, тиску та температури пресування на властивості глиноземного цементного каменя.

Встановлено, що одразу після пресування при температурі 200°C, тиску 50 МПа та В/Ц 0,12 міцність каменя становить 100 МПа і збільшується до 225 МПа при твердненні у воді протягом 28 діб (табл.2).

Таблиця 2

Вплив температури пресування на властивості глиноземного цементного каменя

Темпе- ратура, °C	Тиск, МПа	Питома густина, $\times 10^3 \text{ кг/м}^3$		Міцність при стискуванні, МПа	
		Одразу після пресуван- ня	У віні 28 діб	Одразу після пресуван- ня	У віні 28 діб
Стандартний	-	-	2,33	-	41,2
20	50	2,26	2,34	23,0	98,0
100	50	2,31	2,42	75,0	150,0
150	50	2,34	2,47	80,0	200,0
200	50	2,36	2,50	100,0	225,0

У гарячопресованому глиноземному цементному камені за даними РФА, ДТА та ІЧС, утворюються, в основному, стабільні гідрати  $C_3AH_6$  ( $d = 0,514; 0,230; 0,223 \text{ нм}$ ) та гіббсит  $Al(OH)_3$  ( $d = 0,482; 0,238; 0,146 \text{ нм}$ ). Подальше тверднення протягом 28 діб сприяє поглибленню гідратації, значно зростає доля гіббситу у загальній кількості новоутворень. Міцність при цьому збільшується у 2,0 - 2,5 рази залежно від температури пресування.

Холодне пресування приводить до збільшення міцності каменя з глиноземного цементу у 2 - 3 рази порівняно з отриманим за

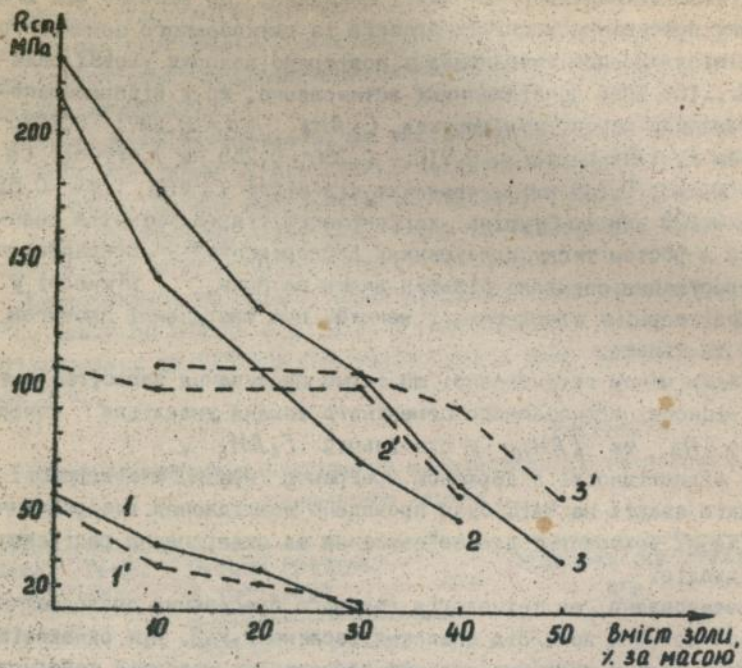
традиційною технологією. На мал.І показано, що залежно від В/Ц та тиску пресування міцність зразків із глиноземного цементного каменя після 28 діб тверднення у повітряно-вологих умовах складає 65...100 МПа. Дослідженнями встановлено, що у відпресованому цементному камені утворюються  $C_2AH_8$  ( $d = 0,287; 0,172; 0,170$  нм),  $CAH_{10}$  ( $d = 0,716; 0,356; 0,255$  нм), гібсит ( $d = 0,482; 0,238; 0,146$  нм), невелика кількість  $C_3AH_6$  ( $d = 0,514; 0,230; 0,223$  нм). Ступінь карбонізації гідроалюмінатів зменшується з ростом тиску пресування. Експериментально показано, що тиск пресування справляє більший вплив на покращення міцності у початкові терміни тверднення і менший при твердненні протягом 28 діб та більше.

Таким чином встановлено, що гарче пресування запобігає зменшенню міцності глиноземного цементного каменя унаслідок конверсії  $C_2AH_8$  та  $CAH_{10}$  у стабільний  $C_3AH_6$ .

У відповідності з державною програмою України з ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС було проведено дослідження використання розробленої технології для зв'язування та отверднення радіоактивних відходів.

Встановлено, що технологія гарячого пресування дозволяє зв'язати до 70 % золи від спалення рослинних РАВ. При однаковій кількості золи у цементно-зольних композиціях методика холодного пресування дозволяє у 3,5 - 6 разів, а гарячого у 6 - 15 разів збільшити міцність матеріалу порівняно з традиційною технологією. Використання добавки  $Na_2SO_4$  при гарячому пресуванні сприяє зміцненню композицій у 10 - 20 разів ( мал.3 ). Дослідження показали, що холодне пресування дозволяє підвищити водостійкість наповнених РАВ композицій у 2,9 рази у першу добу після виготовлення та у 2 рази - після тверднення у воді протягом 180 діб, гаряче пресування - у 3,5 та 2,9 рази, відповідно. Ступінь илування  $C_s - 137$  для гарячопресованих цементно-зольних композицій, визначений за методикою МАГАТЕ ( ІСО 6961-82 ), складає  $10^{-4}$  г/см<sup>2</sup>.добу. Це на 1-2 порядки нижче за показники для компаундів, отриманих за традиційною технологією.

Встановлено, що технологія гарячого пресування дозволяє підвищити вміст  $NaNO_3$ , що є основним компонентом рідких РАВ, з 5 - 6 % ( традиційна технологія ) до 20 %. При цьому міцність компаундів одразу після пресування при температурі 200°C дорівнює: з 10 %  $NaNO_3$  - 117 МПа, з 20 % - 104,5 МПа.



Мал.3. Залежність міцності цементно-золих композицій одержаних за традиційною технологією (1) та гарячопресованих (2,3) від кількості введеної золи після 28 діб тверднення у воді (1,2,3) та у повітряно-вологіх умовах (1',2',3'), де:

2 - відпресовані при тиску 50 МПа та температурі 200°C;

3 - відпресовані композиції з добавкою  $Na_2SO_4$  у кількості 1,5%.

Проведені дослідження показали, що пористість відпресованих систем більше ніж у два рази нижча від показників для традиційно отриманих матеріалів.

Таким чином, метод гарячого пресування дозволяє збільшити ступінь зв'язування ПАВ та одночасно підвищити екологічну безпеку отверднення компаундів.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Розроблено технологію отримання високоміцного штучного каменя за короткий час (30-45 хв) на основі портландцементу та глиноземного цементу.

2. Встановлено оптимальні параметри гарячого пресування цементного каменя: В/Ц - 0,12...0,16, тиск пресування 50 МПа, температура - 200°C, без ізотермічної витримки у преформі.

3. Метод гарячого пресування дозволяє отримати одразу після пресування портландцементний камінь з міцністю 84,5 МПа, після 23 діб тверднення у воді - з міцністю 217 МПа, що у 4-5 разів перевищує марку цементу.

4. Встановлено, що ефективними прискорювачами процесів гідратації портландцементу при гарячому пресуванні є молі, які містять катіон  $Na^+$ . Додаток  $Na_2SO_4$  у кількості 1,5% за вагою сприяє збільшенню міцності цементного каменя одразу після пресування у 2 рази (з 84 до 160 МПа), що перевищує марку цементу більше ніж у 3 рази. Використання інтенсифікаторів тверднення при гарячому пресуванні дозволяє зменшити тиск пресування з 250 (літературні відомості) до 50 МПа без зменшення міцності цементного каменя.

5. Міцність холоднопресованого при тиску 50 МПа, В/Ц - 0,12...0,16 портландцементного каменя після тверднення у повітряно-вологих умовах протягом 23 діб складає 92,0...93,7 МПа. Збільшення тиску пресування від 50 до 100 МПа сприяє деякому поглибленню процесів гідратації та збільшенню міцності до 105 МПа.

Експериментально встановлено, що метод холодного пресування сприяє росту міцності цементного каменя у 1,5 - 2 рази порівняно з маркою вихідного цементу.

6. У гарячопресованому портландцементному камені утворюються гідросилікати з підвищеною питомою густиною, такі як  $CSH(\bar{n})$  ( $\rho - 2,54 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ), гілебрандит  $C_2SH$  ( $\rho - 2,69 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ), ксонотліт  $C_6S_6H$  ( $\rho - 2,70 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ), афвіліт  $C_3S_2H_3$  ( $\rho - 2,64 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ), кальційвий хондродит  $C_5S_2H$  ( $\rho - 2,84 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ). Волокниста морфологія  $CSH(\bar{n})$ , гілебрандиту, ксонотліту сприяє отриманню високоміцного каменя з самоармуючою структурою.

7. Експериментально встановлено, що оптимальна величина питомої поверхні портландцементу при гарячому пресуванні 300 м<sup>2</sup>/кг. Оптимальний вміст гіпсу 1-2% за вагою.

8. Міцність глиноземного цементного каменя одразу після пресування при оптимальних параметрах складає 100 МПа, у віці 28 діб – 225 МПа. У ході гарячого пресування утворюються стабільні гідрати: гібсит та  $C_3AH_6$ .

9. Показано ефективність технології гарячого пресування для зв'язування та отверднення у цементних компаундах до 70 % золи від спалення рослинних РАВ та до 30 % нітрату натрію (основного компонента рідинних РАВ).

Відпресовані компаунди мають міцність у 6–15 разів вищу, ніж у композицій, отриманих за традиційною технологією. Використання  $Na_2SO_4$  як інтенсифікатора тверднення дозволяє у 10–20 разів підвищити міцність цементно-золих компаундів.

10. Водостійкість відпресованих матеріалів збільшується у 2–4 рази порівняно з каменем, отриманим за традиційною технологією. Пористість зменшується більше, ніж у 2 рази. Підвищується корозійна стійкість у сульфатному середовищі.

Ступінь вилужування  $CS-137$  для відпресованих цементно-золих компаундів складає  $10^{-4}$  г/см<sup>2</sup>.добу, що на 1–2 порядки менше, ніж у отриманих за традиційною технологією.

11. Розроблені технологічні рішення використані при проектуванні автоматичної лінії для зв'язування, отверднення та капсулювання радіоактивних відходів науково-технічним центром з комплексного поводження з радіоактивними відходами, а також при проектуванні лінії для виробництва будівельних матеріалів та устаткування для зв'язування та отверднення РАВ державним проектно-конструкторським інститутом з машин для промисловості будівельних матеріалів. Усі роботи проводили з рішення ліччоробила України.

Основні положення дисертації викладено у роботах:)

1. Чистяков В.В., Мясникова Е.А., Подлесная Е.А. Горячее прессование цементного камня // Цемент.- 1991.- № 9-10.- С.59-64.
2. Чистяков В.В., Мясникова Е.А., Подлесная Е.А. Стабилизация структуры высокоглиноземистого цементного камня // Цемент.- 1991.- № 11-12.- С.73-77.
3. Chistyakov V., Myasnikova E., Podlesnaya E. The Peculiarities of Hot-pressed Cement Paste // Third NCB international Seminar On Building Materials, New Delhi 21-25 January 1991. - New Delhi, 1991. - V. 4. - P. VIII-28 - VIII-36.

4. Формовочные составы на основе карбонатных пород / Е.А.Мясникова, В.В.Чистяков, В.А.Кобизский, Е.А.Подлесная // Всесоюзн. науч.-практич. совещание экологические проблемы переработки вторичных ресурсов в строительные материалы и изделия.- Чимкент, 1990.- Ч.1.- С.139.
  5. Чистяков В.В., Мясникова Е.А., Подлесная Е.А. Использование шлаков для получения горячепрессованных изделий // Там же. - Ч.2. - С.66.
  6. Микроструктура, фазовый состав и прочность горячепрессованного цементного камня / А.А.Пашенко, В.В.Чистяков, Е.А.Мясникова, Е.А.Подлесная // УШ Всесоюзное научно-технич.совещание по химии и технологии цемента.- М., 1991. - С.32-35.
  7. Чистяков В.В., Мясникова Е.А., Подлесная Е.А. Особенности формирования микроструктуры горячепрессованного цементного камня // Всесоюзная конференция по искусственным строительным конгломератам. - Белгород, 1991. - С.15-16.
  8. Мясникова Е.А., Чистяков В.В., Подлесная Е.А. Твердение горячепрессованного цементного камня с добавками электродитов // Всесоюзная конференция по искусственным строительным конгломератам.- Белгород.- 1991. - С.18.
  9. Чистяков В.В., Мясникова Е.А., Подлесная Е.А. Высокопрочные горячепрессованные цементные изделия // Материалы XXIII Междунар. конференции в области бетона и железобетона "Волго-Балт-91".- М.: Стройиздат, 1991. - С.201.
  10. Чистяков В.В., Мясникова Е.А., Подлесная Е.А. Бетонные компанды для связывания и отверждения радиоактивных отходов // Материалы XXIV Междунар. конференции по бетону и железобетону "Кавказ-92" НТБ "БЕТЭКОМ" и др. - М.: Стройиздат, 1992.- С.204-210.
- II. Повышение вяжущих свойств цемента при горячем прессовании // А.А.Пашенко, В.В.Чистяков, Е.А.Мясникова, Е.А.Подлесная // Материалы 15 Всесоюзн. совещ.- семинара нач. ОТК (лаб) цемент. заводов. Основы повышения эффективности и качества цемента.- М., 1990. - С.64-67.
12. А.с.1731755 СССР, СО 4 В 12/00. Формовочная композиция / А.А.Пашенко, В.В.Чистяков, Е.А.Мясникова, В.А.Кобизский, Е.А.Подлесная.- № 3796262/33; заявл. 27.02.90; опубл.07.05.92. - Бул. №17.

1. The first part of the document discusses the general principles of the law of contract, which are based on the freedom of contract and the sanctity of contracts. It is essential to understand these principles as they form the foundation of the entire legal system.

2. The second part of the document deals with the formation of a contract, which requires the presence of offer, acceptance, and consideration. It is important to note that the offer must be made with the intention of creating a legal relationship, and the acceptance must be made in a timely manner.

3. The third part of the document discusses the performance of a contract, which is the fulfillment of the obligations undertaken by the parties. It is essential to understand the rules governing the performance of a contract, as they determine the consequences of non-performance.

4. The fourth part of the document deals with the discharge of a contract, which occurs when the obligations of the parties are extinguished. This can happen through performance, agreement, or operation of law.

5. The fifth part of the document discusses the remedies available for breach of contract, which include damages, specific performance, and rescission. It is important to understand the rules governing the award of these remedies, as they determine the consequences of a breach.

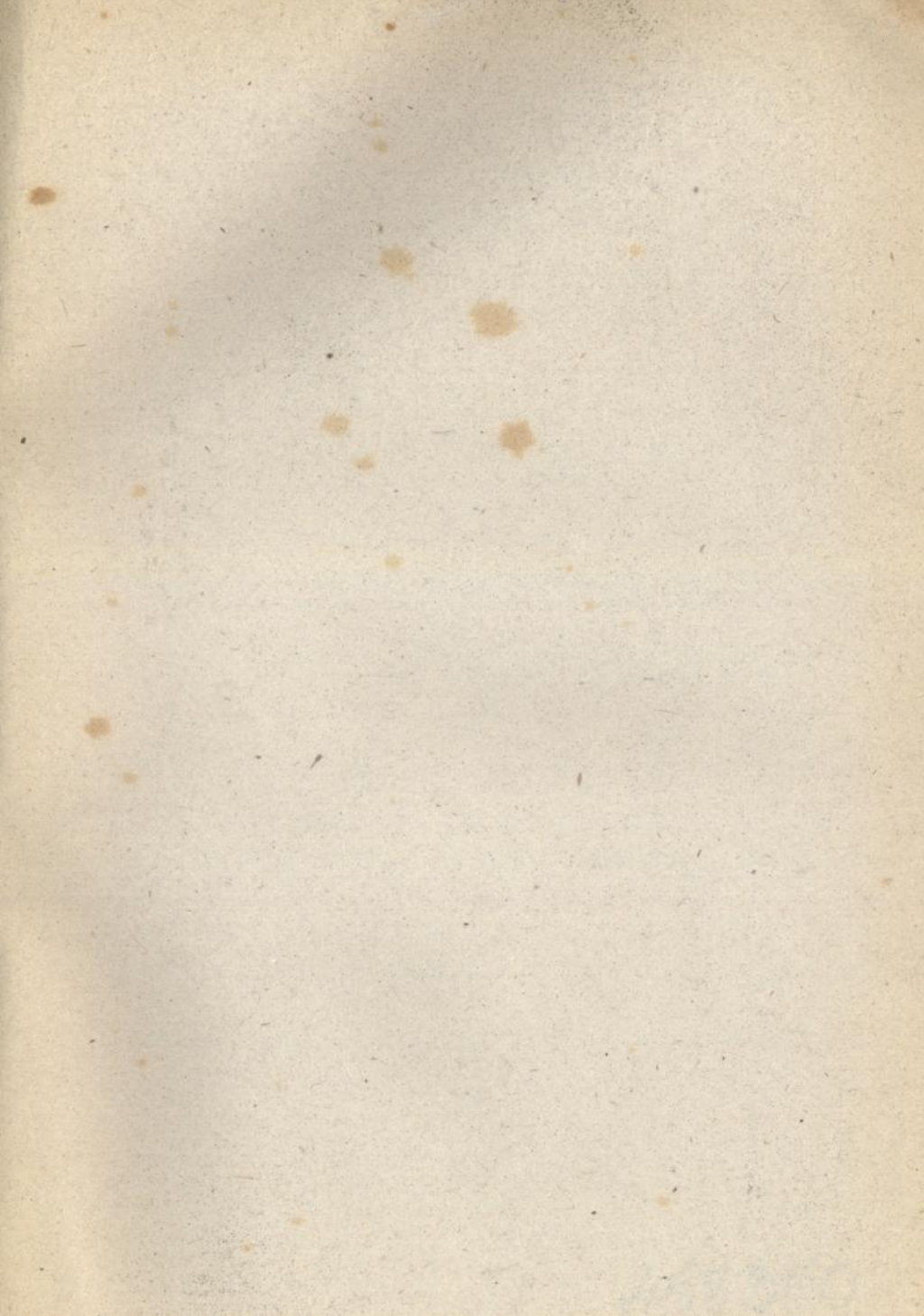
6. The sixth part of the document deals with the assignment of a contract, which is the transfer of the rights and obligations of a party to another party. It is essential to understand the rules governing the assignment of a contract, as they determine the validity of the assignment.

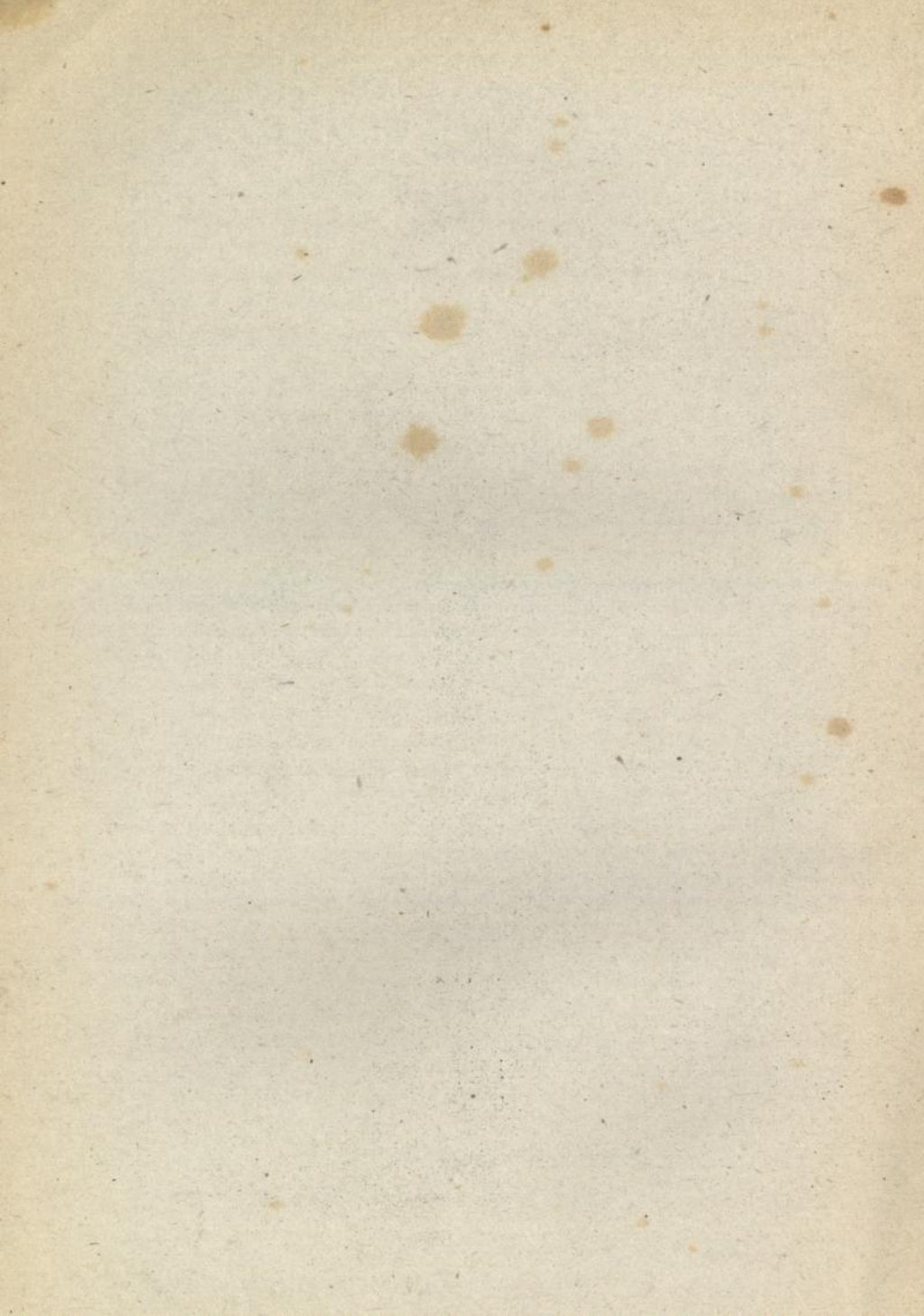
7. The seventh part of the document discusses the novation of a contract, which is the substitution of a new contract for an existing one. It is important to understand the rules governing the novation of a contract, as they determine the consequences of the substitution.

8. The eighth part of the document deals with the frustration of a contract, which occurs when the performance of a contract becomes impossible or illegal. It is essential to understand the rules governing the frustration of a contract, as they determine the consequences of the frustration.

9. The ninth part of the document discusses the rescission of a contract, which is the cancellation of a contract. It is important to understand the rules governing the rescission of a contract, as they determine the consequences of the rescission.

10. The tenth part of the document deals with the termination of a contract, which occurs when the contract is brought to an end. It is essential to understand the rules governing the termination of a contract, as they determine the consequences of the termination.





458360

AB 30.675

**AB 30.675**