

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет інженерно-технологічний**  
**Кафедра будівництва та професійної освіти**

**Пояснювальна записка**

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему: **«Дослідження властивостей неавтоклавног  
газобетону»**

КРМ.192БЦмд\_21 ПЗ

Виконав: здобувач вищої освіти  
за освітньо-професійною програмою  
«Технології будівельних конструкцій,  
виробів і матеріалів»  
спеціальності 192 «Будівництво та  
цивільна інженерія»  
ступеня вищої освіти магістр  
групи 192БЦмд\_21  
Степаненко Віталій Олександрович

Керівник: Петраш Р.В.

**Полтава 2024 року**

## Вступ

Актуальність розвитку сучасного будівельного матеріалознавства визначається необхідністю створення енергоефективних, економічно вигідних та екологічно чистих матеріалів. Серед таких матеріалів особливе місце займають пористі бетони, зокрема газобетон, який широко використовується в житловому та промисловому будівництві. Завдяки своїм теплоізоляційним властивостям, відносно низькій щільності та доступності сировинних компонентів, газобетон є одним із перспективних матеріалів для зведення енергоефективних будівель.

Неавтоклавний газобетон, як альтернатива традиційному автоклавному газобетону, виготовляється без застосування складних і затратних технологічних процесів автоклавної обробки. Це дозволяє значно скоротити енергоспоживання під час виробництва та знизити його собівартість, що є надзвичайно важливим у сучасних умовах економічних і екологічних викликів.

Однак, незважаючи на широке поширення технології виробництва неавтоклавного газобетону, існує низка питань, пов'язаних із його довговічністю, міцністю, пористістю та теплопровідністю. Ці властивості залежать від багатьох факторів зокрема складу суміші, способу утворення пор та умов твердіння матеріалу. Оптимізація технологічного процесу та вдосконалення складу неавтоклавного газобетону дозволяють покращити його експлуатаційні характеристики і розширити сфери застосування.

## РОЗДІЛ 1

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

#### 1.1 Відомості про *ніздрюваті бетони*

Бетоном називають штучний камінь, отриманий зв'язуванням суміші сипучих матеріалів (зазвичай піску, щебеню або гравію) за допомогою цементу, вапна і т. д., тверднучих без випалу, від хімічної сполуки з водою [1].

Ніздрюваті бетони – це особливо легкі бетони з великою кількістю рівномірно розподілених в ньому дрібними замкнутими порітряними порами розміром до 1-1,5 мм (до 85% загального об'єму бетону) [1].

Ніздрюватий бетон, залежно від способу приготування, називається або «газобетоном» або «пінобетоном». Газобетон виготовляється шляхом утворення в розчині цементу осередків, які утворюються внаслідок утворення бульбашок газу. Газ же виходить від хімічного впливу цементу на особливі газоутворюючі добавки. Газ спучує незатверділий ще цементний розчин; розчин же схоплюється і твердне в такому спученому стані, зберігаючи в собі осередки.

Газобетоном називають штучний кам'яноподібний матеріал з рівномірно розподіленими в ньому дрібними замкнутими порітряними порами, що виготовляється шляхом змішування портландцементного тіста з різних газоутворюючих речовин. Однак, немає ніяких причин думати, що газобетон не можна виготовляти і з інших в'язучих речовин, але поки освоєний тільки газобетон на портландцементі.

Ніздрюваті бетони за густиною і назначеним ділять на теплоізоляційні з густиною 300-600 кг/м<sup>3</sup> і міцність 0,4-1,2 МПа і конструкційні з густиною 600-1200 кг/м<sup>3</sup> (найчастіше 800 кг/м<sup>3</sup>) і міцність 2,5-15 МПа [2].

Також виготовляють автоклавні ніздрюваті бетони, тобто тверднення відбувається в автоклавах під тиском 0,8-1 МПа. Бетони виготовляються з наступних сумішей:

а) цементу з кварцевим піском, при цьому частину піску зазвичай до меллюють;

б) мелену негашене вапно з кварцевим частково подрібненим піском; такі ніздрюваті бетони називають газосилікатами або газосилікатами;

в) цементу, вапна та піску в різних співвідношеннях. [2]

## 1.2 Особливості газобетону

### 1.1.1. Міцність

Міцність газобетону залежить, в основному, від активності застосовуваного цементу і його витрати. Рисунки 1.1 та 1.2 ілюструють взаємозв'язок між вихідними факторами і тимчасовим опором газобетону стисненню в місячному та тримісячному віці. Тимчасовий опір газобетону згину становить 50-60% від опору стисненню[3].

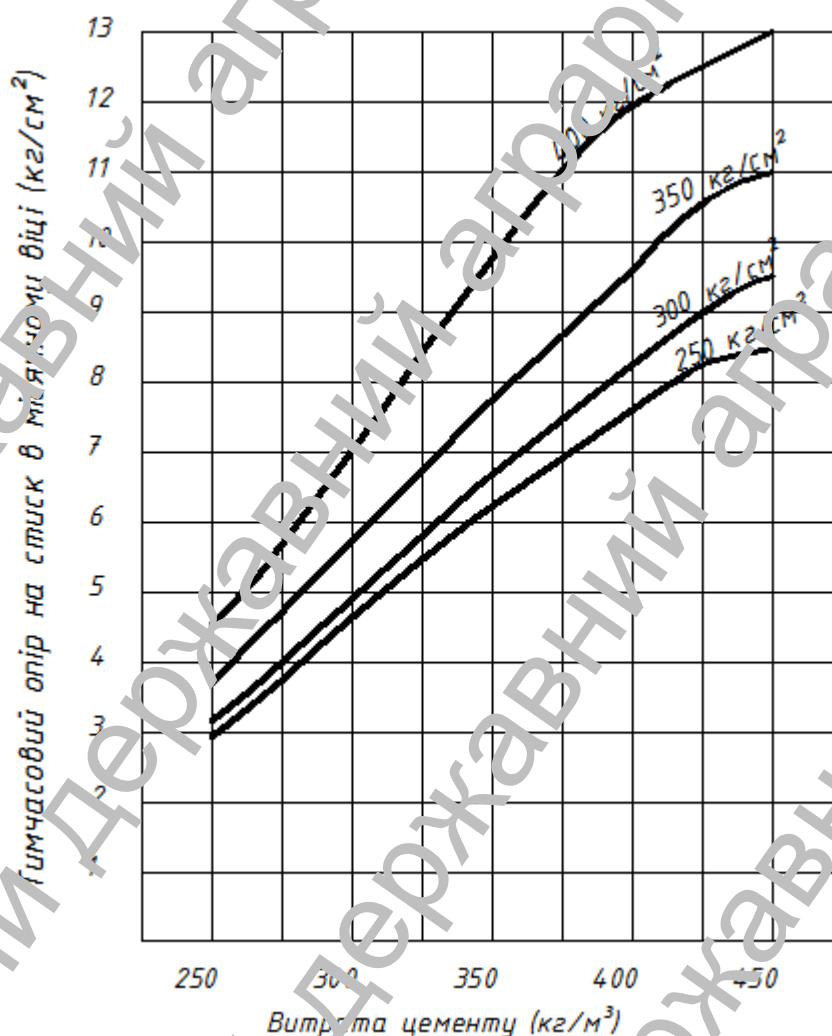


Рис. 1.1. Міцність газобетону в місячному віці, в залежності від витрати та активності цементу

Виходячи з практичних даних, слід вважати, що з міркувань транспортування мінімальна міцність на стиск газобетонних виробів, при випуску їх з заводу, повинна становити 7-8 кг/см<sup>2</sup>. Цією міцністю відповідає при цементі активності 250-300 кг/см<sup>2</sup> газобетон з витратою 350 кг/м<sup>3</sup>. Останній і являється найбільш уживаним видом теплоізоляційного газобетону, що застосовується в будівництві.

Для газобетону, що укладається в конструкцію не у вигляді виробів, а так званім «монолітним» способом, мінімальна міцність на стиск може бути знижено і повинна становити в місячному віці 4-5 кг/см<sup>2</sup>.

Газобетон, будучи правильно виготовлений належним чином витриманий, зростає в міцності з часом. Це збільшення становить для тримісячної міцності 30 - 35%, а для річної - 60 - 70% від міцності в місячному віці [3].

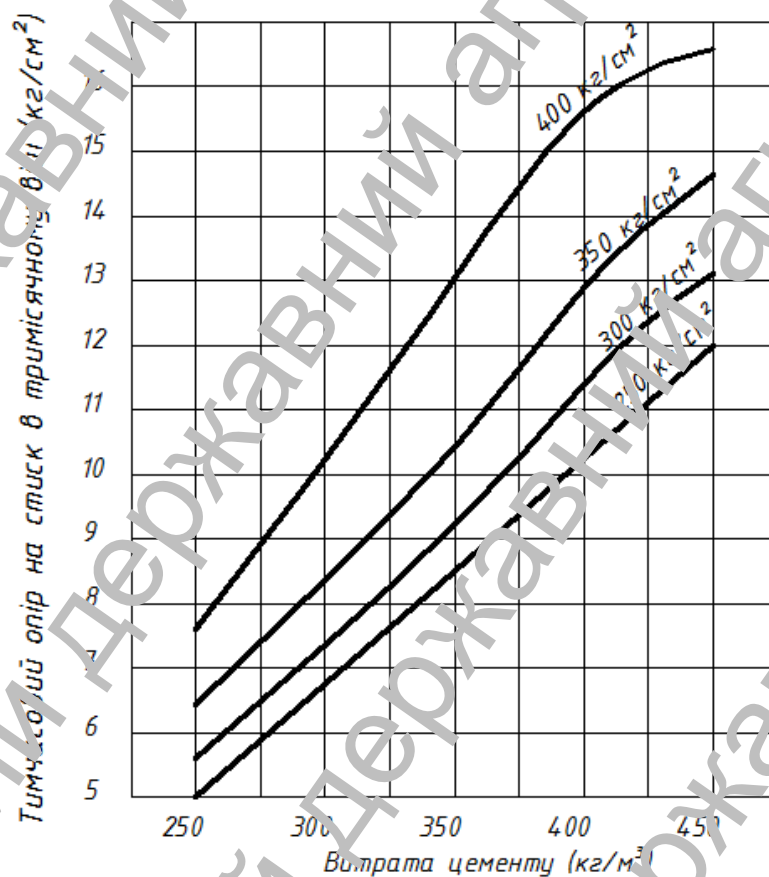


Рис. 1.2 Міцність газобетону в тримісячному віці, в залежності від витрати та активності цементу

### 1.1.2. Густина

Середня густина газобетону, в основному, залежить від витрати цементу і для сухого стану може бути визначений множенням витрати цементу на коефіцієнт 1,18 - 1,2.

У конструкції газобетон володіє деякою часткою вологості, яка, природно, відбивається на його об'ємній вазі. Величина цієї вологості, згідно з низкою практичних даних зазвичай не перевищує 6 - 8%, в середньому, 7% за об'ємом. Додавком цієї вологості до об'ємною вагою сухого газобетону і визначається його Середня густина в так званому «розрахунковому» стані[3].

Рис. 1.3 ілюструє взаємозв'язок між витратою цементу і густинами газобетону в сухому і розрахунковому станах. За цим графіком можна встановити, що найбільш часто вживаний газобетон, з витратою цементу 550 кг/м<sup>3</sup>, має розрахунковий Середня густина 480 - 490 кг/м<sup>3</sup>.

Середня густина газобетону, в середньому, становить 2,75. Рис. 1.3 ілюструє взаємозв'язок між об'ємною вагою і обчисленої, виходячи з вищевказаного питомої ваги, пористості газобетону[3].

### 1.1.3. Структура

Структура газобетону представляється у вигляді осередків, розділених між собою перегородками з отверділого цементного м'яса. Осередки мають кулясту форму. Стінки між осередками частинами мають отвори, так що осередки певною мірою «зливаються» між собою.

Розмір осередків може піддаватися значних коливань в залежності від різних факторів: діаметр осередків коливається від 0,25 - 0,5 мм до 2 - 3 мм. Практично зручніше характеризувати розмір осередків кількістю відкритих пор на 1 см<sup>2</sup> поверхні розрізу газобетону.

Газобетон розрізняється дрібнозернисті (200-300 ком/см<sup>2</sup>), середньозернисті (100 - 150 ком/см<sup>2</sup>) та крупнозернисті (25 - 50 ком/см<sup>2</sup>). На практиці, за умов виготовлення, докладний опис нише, зазвичай проводиться газобетон з 200 ком/см<sup>2</sup>, що є найбільш розповсюджений в будівництві[3].

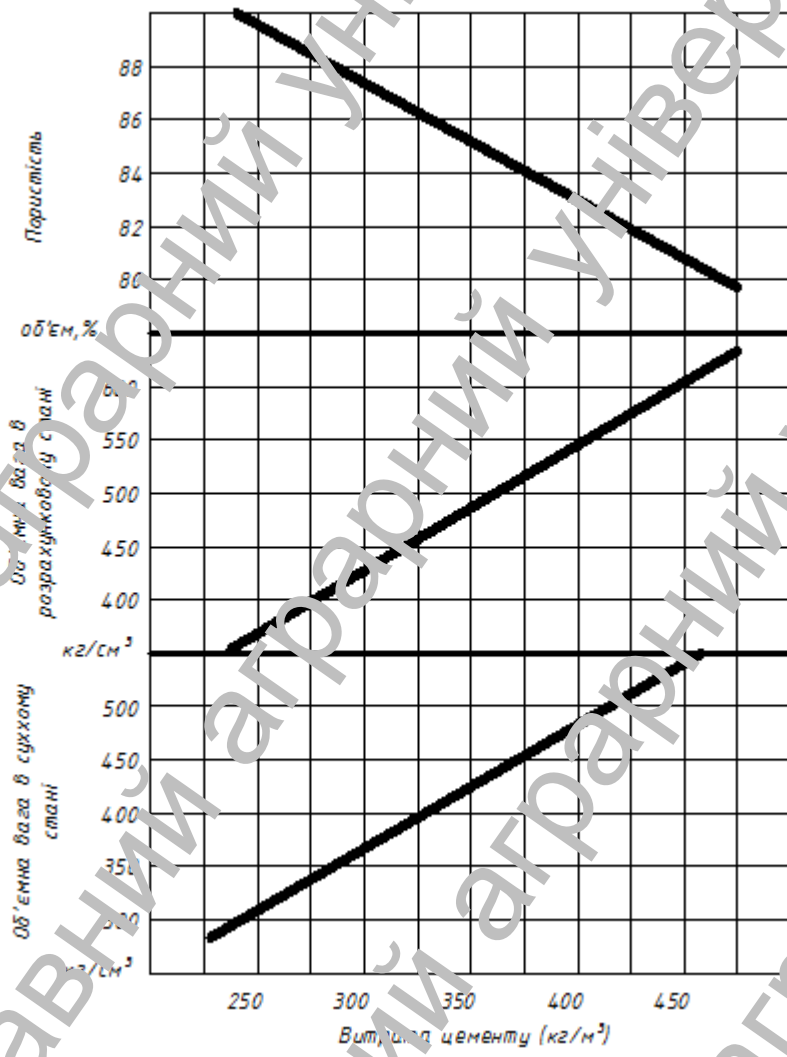


Рис. 1.3 Середня густина і пористість газобетону в залежності від витрат цементу

Газобетон, правильно виготовлений, володіє рівномірною структурою - всі осередки мають незначні відхилення один від одного за розмірами (рис.1.4). У разі неправильного технологічного процесу газобетон володіє нерівномірною структурою - осередки мають неправильну (не круглу) форму, стінки між осередками розірвані, а розмір осередків вельми нерівномірний (рис. 1.5). Це має, зазвичай, місце при недостатній кількості води при замішуванні цементного тіста [3].

Якщо ж води дано ще менше, то виходять окремі грудки цементного тіста в газобетоні. Такий матеріал є же браком, і в будівництві застосовувати його не слід.

Як буде показано нижче, структура газобетону відображається на його теплопровідності і водопоглинанні.



Рис 1.4. Структура: а) дрібнозернистий, б) середньозернистий, в) крупнозернистий ніздрюватий бетон

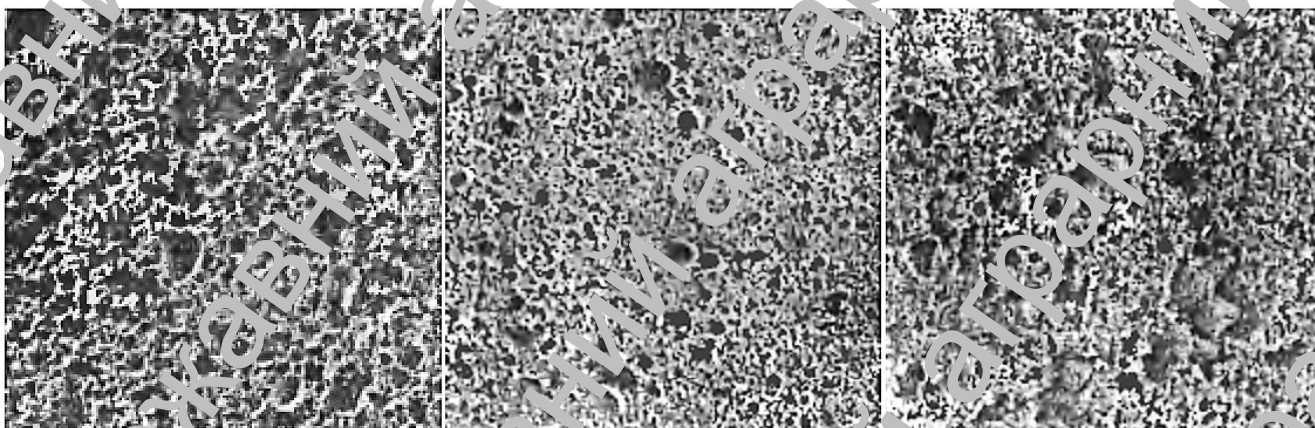


Рис 1.5. Зразки газобетону нерівномірної структури

#### 1.1.4. Водопоглинання та гігроскопічність

Величини водопоглинання і гігроскопічності газобетону залежать від витрати цементу і розміру пор газобетону. На рисунках 1.6 – 1.7 наведені дані про водопоглинання газобетону після 5-добового перебування у воді і гігроскопічності його після 5-добового перебування на вологому (100%) повітрі, залежні від структури та витрати цементу[3].

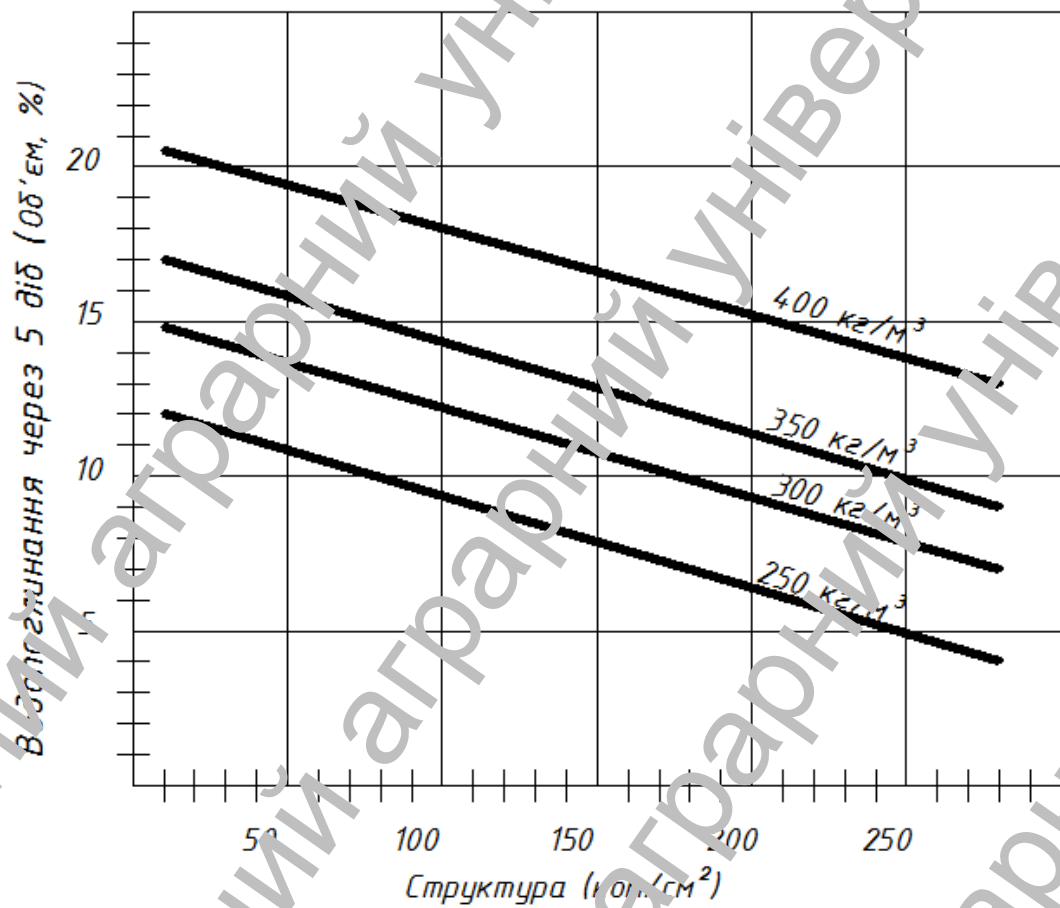


Рис 1.6. Водопоглинання газобетону через 5 діб, в залежності від структури і витрати цементу

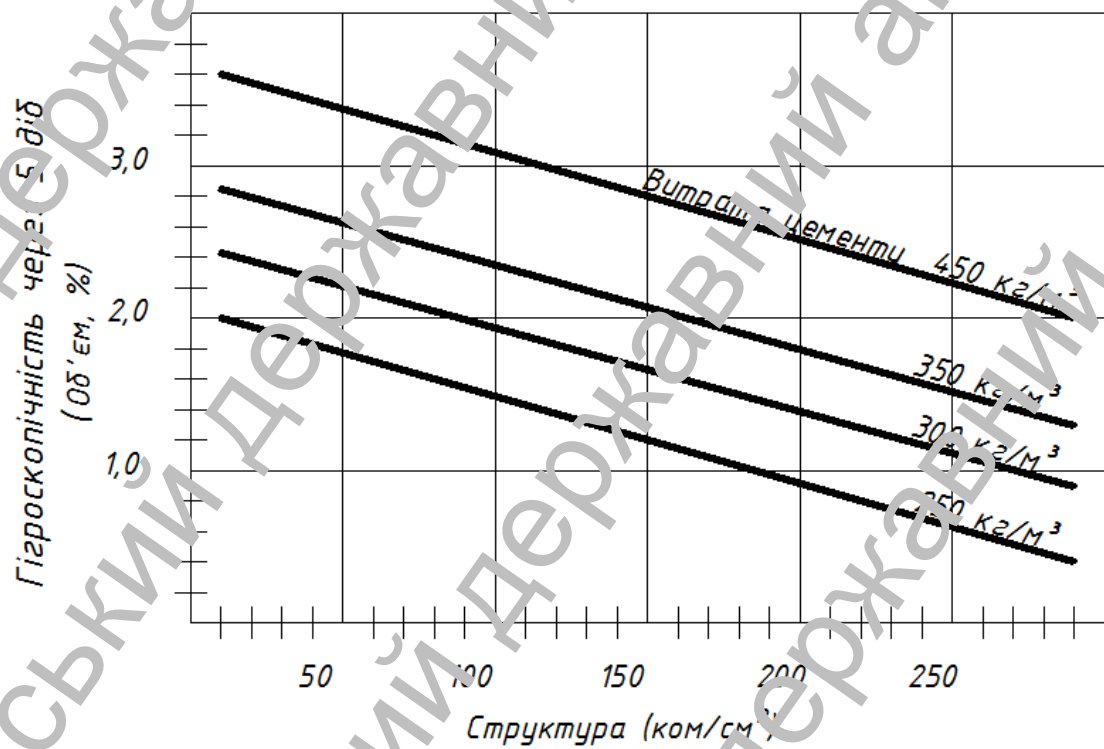


Рис 1.7. Гігроскопічність газобетону через 5 діб, в залежності від структури і витрати цементу

Рисунки 1.8 – 1.9 ілюструють водопоглинання і гігроскопічність газобетону з найбільш часто вживаною витратою цементу-350 кг/м<sup>3</sup>, залежно від тривалості перебування у воді або на вологому повітрі. З цих даних можна встановити, що водопоглинання і гігроскопічність газобетону досить невеликі (маючи на увазі малу його середню густину) порівняно із зазвичай більшою у інших термоізоляційних матеріалів. Його, зокрема, підтверджується даними табл. 1 в якій приводиться порівняння стабілізованого розміру гігроскопічності газобетону і термоізоляційних матеріалів органічного походження.

Визначена обставина має дуже важливе значення, так як гігроскопічність зумовлює значною мірою фактичний вміст вологи в матеріалі в робочому стані (в конструкції), що в свою чергу, досить істотно відбивається на його теплотехнічних властивостях, які для матеріалів термоізоляційного призначення відіграють вирішальну роль [3].

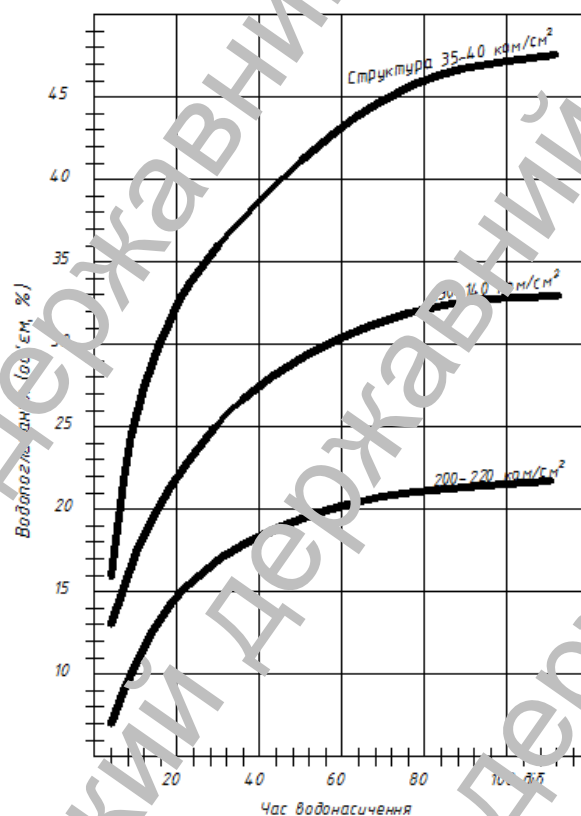


Рис. 1.8. Водопоглинання газобетону з витратою цементу  $350 \text{ кг/м}^3$  в залежності від часу водо насичення і структури

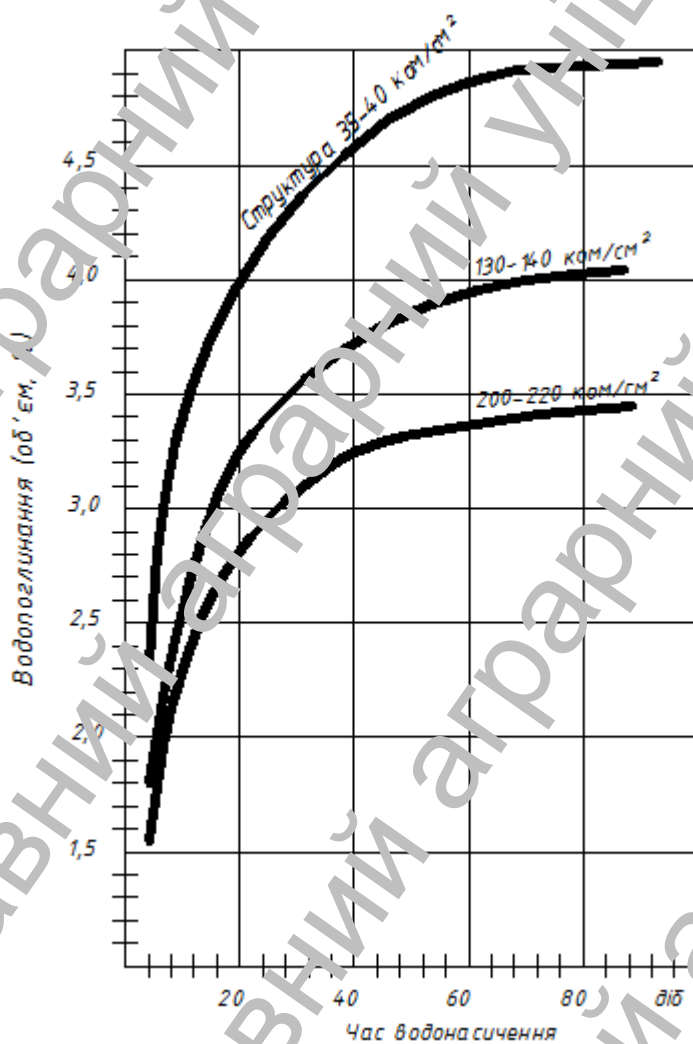


Рис. 1.9. Гігроскопічність газобетону з витратою цементу  $350 \text{ кг/м}^3$  в залежності від часу водо насичення і структури

Таблиця 1.1 Порівняльна характеристика гігроскопічності різних теплоізоляційних матеріалів

№	Назва матеріалу	Середня густина сухого мат.	Гігроскопічність % по об'єму	
			Через 5 діб	Через 60 діб
1	Арболіт	154	2,5	4,4
2	Фіброліт магnez.	274	3,8	7,4
3	Пробка	205	3,1	4,6
4	Газобетон дрібнозернистий	428	2,9	3,7

### 1.1.5. Теплопровідність

Теплопровідність газобетону залежить від його об'ємної ваги (витрати цементу), розміру пор і ступеня вологості.

Графік 10 ілюструє зміну коефіцієнта теплопровідності залежно від витрати цементу при найбільш часто зустрічаємих розмірах пор -  $200 \text{ ком./см}^2$ , причому на цьому графіку показана залежність як для сухого газобетону, так і для газобетону в стані розрахункової вологості. Для газобетону з витратою цементу  $350 \text{ кг/м}^3$  наведені графіки на рис. 1.11 і 1.12, в яких показано вплив розміру пор і ступеня вологості на коефіцієнт теплопровідності. Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності найбільш поширеного газобетону (з витратою цементу  $350 \text{ кг/м}^3$  і структурою  $200 \text{ ком./см}^2$ ) зазвичай приймається рівним  $X = 0,12-0,13$  [3].

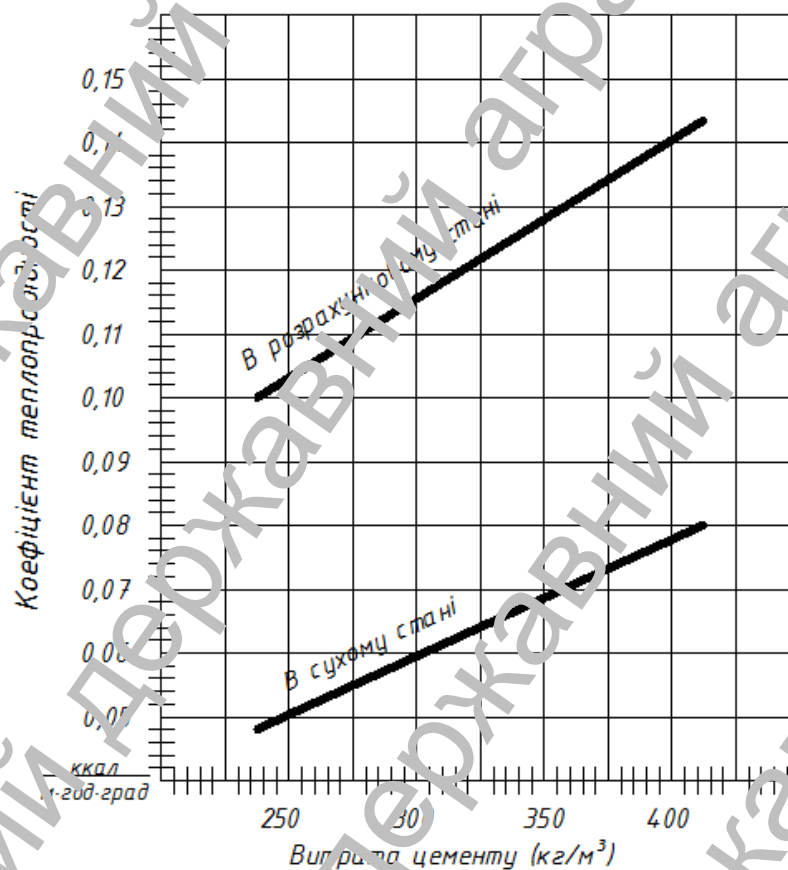


Рис. 1. 0. Теплопровідність газобетону з дрібнопористою структурою в залежності від витрати цементу.

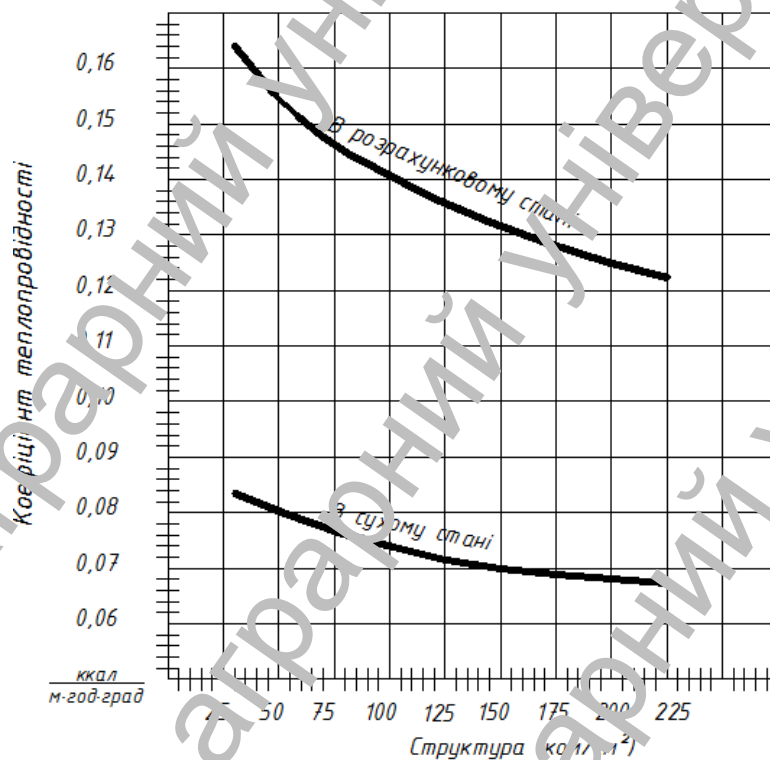


Рис 1.1. Теплопровідність газобетону з витратою цементу  $350 \text{ кг/м}^3$  в залежності від структури.

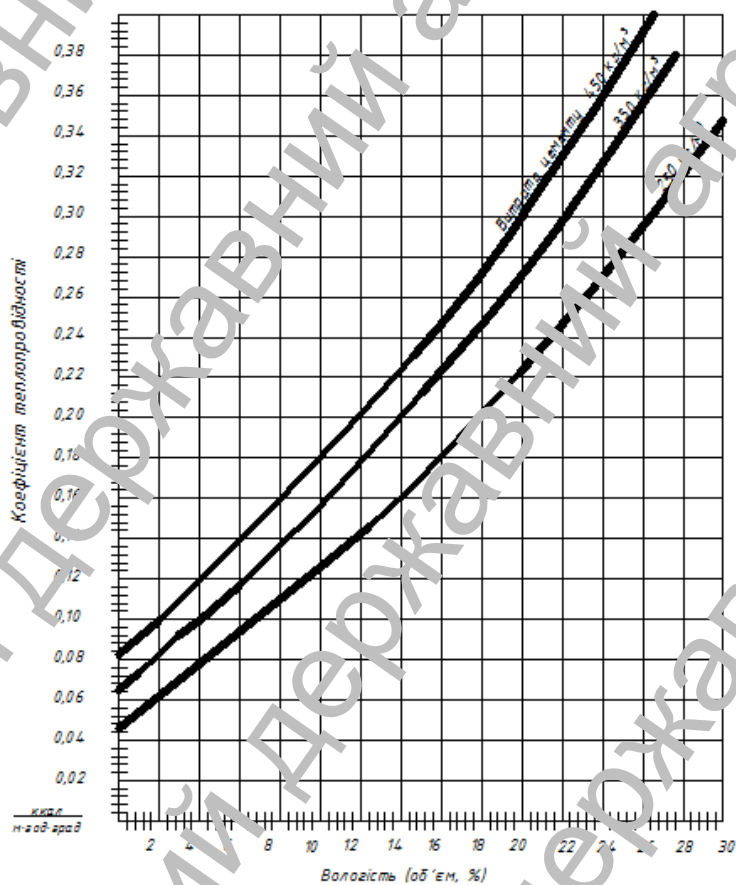


Рис 11. Теплопровідність газобетону з дрібнозернистої структури в залежності від ступеня вологості і витрати цементу.

### 1.1.6. Вогнестійкість

Газобетон, будучи підданий нагріванню, втрачає відому частку своєї міцності. Табл. 2 ілюструє зміну міцності газобетону під впливом тривалого нагрівання при високих температурах і подальшого швидкого охолодження водою; тут же наведена аналогічна залежність для зразків з цементного розчину.

З цієї таблиці можна встановити, що нагрівання до температури 100°C не зменшує міцності газобетону. Подальше нагрівання веде до досить інтенсивному падіння міцності. Однак і для зразків з цементного розчину це падіння має місце, причому також у досить значній мірі; таким чином, слід вважати, що хоча газобетон і не є матеріалом цілком вогнестійким, ця обставина не може послужити перешкодою до застосування його в звичайних умовах промислово-цивільного будівництва для цілей термоізоляції [3].

Таблиця 1.2 Вплив нагрівання при високих температурах на міцність газобетону і цементного розчину

Назва матеріалу	Міцність на стиск до нагріву, %	Міцність на стиск (в %) після нагріву до температури			
		100°C	250°C	750°C	1000°C
Газобетон дрібнозернистий	100	104	64	55	45
Цементний розчин 1:0	100	100	89	71	61

### 1.1.7. Морозостійкість

Рисунок 1.12 ілюструє вплив витрати цементу та розміру пор на морозостійкість газобетону – кількість повторних заморожувань перед початком руйнування. Ці дані відносяться до газобетону, виготовленому на цементі невисокої активності (марка «250»); при більш активному цементі морозостійкість газобетону підвищується [3].

Як видно з цих даних, газобетон з витратою цементу від 300 кг/м<sup>3</sup> і вище є цілком морозостійким матеріалом і застосовується його в зовнішніх шарах

огорожень (за умови, однак, захисту штукатуркою від зайвого зволоження) не повинна викликати сумніви.

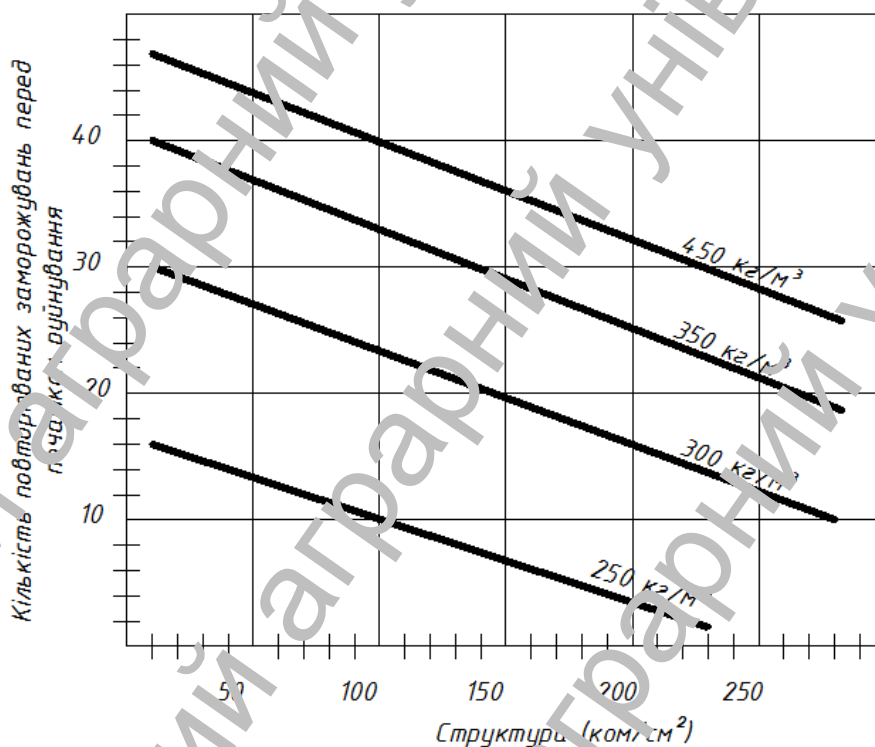


Рис. 1.12. Морозостійкість газобетону в залежності від структури і зиграти цементу

### 1.3 Види і властивості газоутворювачів і піноутворювачів

*Види піноутворювачів:*

- органічні (клей каніфольний, на основі тваринних білків, сапоніновий піноутворювачі);
- мінеральні (алюмосульфонафтовий, клей цезієвий піноутворювачі).

*Властивості:*

- кратність – відношення початкового об'єму піни до об'єму розчину піноутворювача, зазначеного на його отримання;
- стабільність – час розпаду одиниці об'єму піни за одиницю часу;
- дисперсність – величина, яка характеризує середній розмір бульбашок та їх розподіл в об'ємі піни;
- густина – відношення рідкої і повітряної фаз;
- структурно механічні властивості – здатність певний час зберігати первісну форму;

- несуча здатність – здатність бульбашок піни без руйнування витримувати на своїй поверхні певну кількість твердих частинок;
- вплив на зміну пластичної в'язкості ніздрювато-бетонної композиції;
- гідрофобізація чи гідрофолізація внутрішнього ніздрюватого простору газобетону;
- вплив компонентів газоутворювача на гідратацію цементу;
- сумісність піни з другими компонентами, що використовуються для виготовлення газобетону.

Виходячи з цього підбираючи газоутворювач для газобетону потрібно враховувати цілу низку факторів, наприклад, твердість води, взаємодію з іншими компонентами системи, фізичні властивості готової піни.

#### 1.2. Технологія виготовлення газобетону

*Метод сухої мінералізації.* Цей метод запропонував А.П. Меркін. За цим методом вся вода вводиться в систему в якості піни. Завдяки цьому методу стало можливо вводити суху суміш в'язкого та наповнювачів в низькократну піну.

За цим методом такі переваги як: спрощується такий складний та капризний технологічний процес, як газогенерація та забезпечення постійності заданої густини газобетону.

*Традиційна технологія.* За цим методом виготовляють шляхом змішування окремо приготованого цементного тіста і окремо приготованої піни. Це пояснюється тим що в даній технології використовується піна з кратністю 15 та вище (суха піна). В ній набагато менше води що надає змоги для гідратації цементу та утворення цементного каменю.

*Баротехнологія.* За цим методом газобетон утворюється за надлишкового тиску суміші всіх сировинних компонентів. В барозмішувач спочатку подається вода з газоутворювачем, потім подаються всі компоненти. Після цього в барозмішувач нагнітається повітря, утворюючи тиск в середині. Газобетонна суміш, отримана в газобаробетонозмішувачі, під тиском

транспортується зі змішувача до місця укладання в форми чи монолітну конструкцію.

Для даного методу використовується синтетичний газоутворювач та спеціальні газо-установки.

Існує три способи отримання блоків:

1. Заливка газобетону в касетні металеві форми. Залитий газобетон застигає після чого форма розбирається і з неї дістаються готові блоки. При цьому відхилення форми не повинно перевищувати значення 1 мм. Плюси: порівняно невеликі вкладення і простота виробництва. Мінуси: важко виробляти великі об'єми; прив'язаність до типорозмірів.

2. Різка газобетонних масивів на різальних установках. Спочатку газобетон заливається у форми без перегородок, де виходить великий масив об'ємом 2-3 м<sup>3</sup>. Після набуття газобетоном заданої міцності, його подають на різку, де з нього викилюються блоки потрібного розміру (цей процес автоматизований). Даний метод відрізняється високою продуктивністю і технологічністю. Причому при різанні газобетону можна отримувати блоки будь-яких типорозмірів. Мінуси: висока вартість і відхід 0,5% у вигляді крихти від пиляння.

3. Заливка газобетону в спеціальні форми і їх подальша автоматична розпалубка. Спочатку газобетон заливається в спеціальні форми з перегородками, де при застиганні виходять готові блоки. Потім форми подаються в установку автоматичної розпалубки, де блоки видавлюються на євро піддон, а форми при цьому змагнетяться. Даний метод простий і продуктивний. Основний недолік: прив'язаність до одного типорозміру випускаємих блоків. Установку автоматичної розпалубки неможливо переналаштувати на виробництво блоків других типорозмірів.

### 1.3. Магнезіальні в'язучі

Магнезіальні в'язучі речовини (Каустичний магнезит і каустичний доломіт) - повітряні в'язучі, отримані з природних магнезиту MgCO<sub>3</sub> і доломіту CaCO<sub>3</sub> шляхом їх випалу з наступним подрібненням. Технологія їх

виробництва зводиться до трьох основних операцій: дробленню сировини, його випалу і помолу продукту випалу.

Дроблення магнезиту і доломіту здійснюють у шоккових або молоткових дробарках. Обпалюють каустичний магнезит в шахтних або обертових печах. При випалюванні магнезит декарбонізується і перетворюється на оксид магнію по ендотермічній реакції:

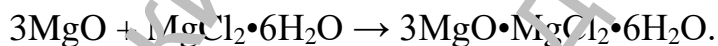


Розкладання  $\text{MgCO}_3$  помітною швидкістю сягає лише при  $600 \div 650^\circ\text{C}$ . Занадто висока температура небажана, оскільки у міру її підвищення щільність продукту випалу збільшується, а його в'язучі властивості погіршуються. При температурі  $1500 \div 1600^\circ\text{C}$  виходить практично повністю спечений магнезит. У заводських умовах випал магнезиту ведуть при  $800 \div 1000^\circ\text{C}$ , а доломіту - при  $750 \div 850^\circ\text{C}$ , домагаючись по можливості повного розкладання  $\text{MgCO}_3$  і не допускаючи розкладання  $\text{CaCO}_3$ . Після випалу каустичний доломіт і каустичний магнезит розмелюють в шарових млинах. Характерною особливістю каустичної магнезиту являється те, що при взаємодії  $\text{MgO}$  з водою його в'язучі властивості не виявляються.

На відміну від інших в'язучих магнезіальні затворюють не водою, а розчинами хлористих і сірчаноокислих солей ( $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{NaHSO}_4$ ,  $\text{FeCl}_2$ ,  $\text{ZnCl}_2$  та ін). Кращий і найбільш поширений затворювач - розчин хлориду магнію ( $\text{MgCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ).

***Чим нижче сустична затворювача, тим повільніше протікає тужавлення і твердіння і тим вище кінцева міцність.***

Замішування оксиду магнію розчином хлориду магнію підвищує розчинність  $\text{MgO}$  і прискорює виділення з розчину  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , яка в подальшому перекристалізується одночасно з затвердінням всієї системи. Одночасно можливе протікання реакції взаємодії між каустичним магнетитом і розчином хлориду магнію:



Каустичний магнезит твердне порівняно швидко. Схоплювання його повинно наступати не раніше 20 днів, а кінець - не пізніше 6 год з моменту замішування. При випробуванні в зразках з пластичного тіста Каустичний магнезит, затвореним  $MgCl_2$ , через добу має міцність на розтяг не менше 1,5 МПа, а через 28 діб. -  $3,5 \div 4,5$  МПа. У зразках з песком через 28 діб міцність на стиск  $40 \div 60$  МПа.

Каустичний доломіт – в'язуча речовина більш низької якості. Зразки з розчину складу 1:5 на цьому в'язучому мають міцність при стисненні  $10 \div 30$  МПа. Термін схоплювання каустичного доломіту розтягнуті. Зазвичай початок схоплювання настає через  $5 \div 10$  год, а кінець – через  $8 \div 20$  год.

### *1.3.1. Властивості магнезиту*

Магнезіальні в'язучі мають дуже високу адгезію не тільки до мінеральних, але й до органічних заповнювачів. Вони утворюють якісні розчини із стружками, тирсою та іншими відходами деревообробної промисловості. У зв'язку з відносно низьким рН магнезіального цементу, що твердне, та його високою щільністю органічні заповнювачі в ньому не гниють.

І каустичний магнезит, і каустичний доломіт є повітряними в'язучими. У воді й у вологій атмосфері їх міцність різко знижується.

Магнезіальний цемент застосовують найчастіше з органічними заповнювачами. Такі вироби відрізняються підвищеною ударною в'язкістю, добре обробляються, жароміцні, мають звукоізоляційні властивості.

Вироби з магнезіальних в'язучих, заповнювачем у яких є тирса, дістали назву ксилолітових (ксилоліт – по-грецькому дерево-камінь). У практику будівництва ксилоліт ввів С. Копфелд у 1882 р. Із ксилоліту виготовляють плитки, сходи, плити для підвіконня тощо. Виготовляють з нього також і теплі безщільні підлоги, що мають низький коефіцієнт стираності, малу теплопровідність і високу гігроскопічність.

## Розділ 2

### 2. Мета та завдання досліджень

*Мета роботи:* підбір складів газобетону з середньою густиною 200, 300, 400 кг/м<sup>3</sup>

*Завдання досліджень:*

- підібрати склади бетону на чистих неізальних в'яжучих середньою густиною 200, 300, 400 кг/м<sup>3</sup>;
- оптимізувати витрати газотворювача, в'яжучого та наповнювача для отримання заданої густини;
- визначити залежність теплопровідності від густини газобетону;
- дослідити вплив кількості бішофіту на набір міцності бетону;
- визначити набір міцності газобетону на протязі 14 діб твердіння.

*Об'єкт досліджень:* компоненти газобетону.

*Предмет досліджень:* визначення властивостей газобетону.

## РОЗДІЛ 3

### МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1 Планування дослідів з використанням математико-статистичних методів

Планування експериментів та вибір складу газобетону з використанням математико-статистичних методів рекомендується проводити при використанні кіпчиків складів газобетону; при побудові залежностей, необхідних для корегування складу газобетону у процесі його виготовлення при організації виробництва виробів по новій технології, а також у випадку використання автоматичних систем керування технологічним процесом.

Планування дослідів та вибір складу газобетону з використанням математико-статистичних методів заключається у виборі математичної залежності між заданими властивостями газобетону, витратою використовуваних матеріалів. Отримана математична залежність використовується для пошуку та призначення оптимальних складів.

Побудова математичних залежностей проводиться на основі спеціальних лабораторних дослідів з послідовним їх уточненням у виробничих умовах.

Проведенню лабораторних дослідів повинні містити наступні етапи:

- уточнення в залежності від конкретної задачі оптимізуємих параметрів (міцності газобетону, заданих параметрів, спеціальних вимог і т.д.);
- вибір факторів, визначаючих змінність оптимізуємих параметрів;
- розрахунок експериментального складу газобетону
- вибір меж варіювання факторів;

У якості факторів в залежності від умов конкретної задачі можуть призначатися вплив піноутворювача на міцність; витрата піноутворювача; і т.д.

Значення фактору у головному вихідному складі називається головним (середнім або нульовим рівнем).

При проведенні дослідів у залежності від умов задачі усі фактори варіюються або на трьох рівнях – середньому (головному), нижньому та

верхньому, які відрізняються від головного на однакову величину, яка має назву інтервал варіювання, або на двох рівнях – верхньому та нижньому.

Для спрощення запису і послідовних розрахунків верхній рівень факторів буде позначатися (+1), середній – (0), а нижній – (-1), що рівносильно переводу факторів в новий кодовий (нормалізований) масштаб:

$$X_i = (X_i - X_{i0}) / \Delta X_i,$$

де,  $X_i$  - значення і-го фактора в новому кодовому масштабі;

$X_i$  - значення і-го фактора в натуральному масштабі;

$X_{i0}$  - основний рівень і-го фактора;

$\Delta X_i$  - інтервал зміни і-го фактора.

Часто при записі плану проведення експерименту цифру 1 упускають і кодовий запис рівнів факторів має вид відповідно: "+", "0", "-".

Досліди (дослідні записи) у залежності від кількості факторів та умов розв'язуваної задачі проводяться по плану (матриці), яка наведена в таблиці 3.1.

Примітка. При проведенні дослідних замісів згідно з вибраним планом досліди в нульовій точці (всі фактори на основному рівні) були рівномірно розподілені між всіма іншими, дублюючи їх через кожні 3-5 замісів.

Результати дослідів обробляються з використанням методів математичної статистики за допомогою ПЕЕМ. Отримане алгебраїчне рівняння, відображає зв'язок між досліджуваними властивостями матеріалів і вихідними факторами.

Рівняння має вид:

$$Y_i = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2 + b_{12} x_1 x_2$$

Далі проводиться перевірка рівняння на адекватність за критерієм Фішера

$$F_p < F_T.$$

Матриця проведення експериментів

№ досліду	Матриця планування (x <sub>1</sub> )		Матриця планування	
	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>
1	+	+	14	5
2	+	-	14	3
3	-	+	10	5
4	-	-	10	3
5	+	0	14	4
6	-	0	10	4
7	0	+	12	5
8	0	-	12	3
9	0	0	12	4
10	0	0	12	4
11	0	0	12	4

Для двохфакторного експерименту – рівняння має вид:

$$Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2 + b_{12} x_1 x_2$$

Для спрощення записів та послідовних розрахунків верхній рівень факторів позначається символом (+ 1), середній (0), а нижній (- 1). В нашому випадку основний вплив на властивості газобетону здійснюють кількість піноутворювача (x<sub>1</sub>) та час збивання піни (x<sub>2</sub>).

### 3.2 *Визначення міцності при стиску зразків газобетону*

Міцність на стиск – за [24]

### 3.3 *Визначення середньої густини.*

Середню густину визначають – за [24]

### 3.4 *Визначення відпускної вологості.*

Визначають відпускну вологість – за [24].

### 3.5 *Визначення усадки при висиханні.*

Усадку при висиханні визначають - по [25].

### 3.6 *Підбір складу газобетону*

1. Співвідношення кремнеземистого компоненту до в'язучої речовини за масою С - 0,75; 1; 1,25; 1,5.

Необхідно вибрати одне із значень. Дослідним шляхом встановлюється оптимальне значення  $C$ .

2. Визначаємо витрати матеріалів на заміс:

а) Маса сухих компонентів:

$$P_{\text{сух}} = \frac{\rho_c}{K_c} V; \quad (\text{кг})$$

де,  $\rho_c$  - середня густина газобетону в сухому стані, кг/л;

$K_c$  - коефіцієнт збільшення маси в результаті твердіння за рахунок зв'язаної води (1;1,1;25);

$V$  - заданий об'єм замісу газомagneзитної суміші, л.

б) Маса в'язучого (магнезиту):

$$P_{\text{в'яз}} = \frac{P_{\text{сух}}}{1+C}; \quad (\text{кг})$$

в) Маса кремнеземистого компоненту (піску):

$$P_{\text{к}} = P_{\text{сух}} - P_{\text{в'яз}} \quad (\text{кг});$$

3. Дослідним шляхом встановлюємо величину  $B/T$ , яке відповідає текучості по Суттарду для газобетону та густину розчину.

4. Визначаємо питомий об'єм сухої суміші:

$$W = \frac{1+B/T}{\rho_{\text{ф}}} - B/T, \quad (\text{л/кг})$$

де,  $\rho_{\text{ф}}$  - фактична густина розчинової суміші, кг/л

5. Потрібна кількість бішофіту:

$$P_{\text{Б}} = \rho_{\text{сух}} \cdot B/T; \quad (\text{л});$$

6. Визначаємо величину пористості, яка буде утворена піноутворювачем для отримання газобетону заданої середньої густини з урахуванням наступних визначених величин:  $K_c$ ,  $W$ ,  $B/T$ .

$$P_{\text{Г}} = 1 - \rho_c (W + B/T) / K_c;$$

де,  $\rho_c$  - середня густина газобетону в сухому стані, кг/м<sup>3</sup>;

W - середня густина сухої суміші, л/кг;

$K_c$  - коефіцієнт збільшення маси в результаті твердіння за рахунок зв'язаної води;

V/T - водотверде відношення.

7. Витрата газотворювача:

Витрату газотворювача на заміс газобетону знаходимо за формулою:

$$P_{\text{г}} = \frac{\rho_{\text{г}}}{\alpha \cdot K} V; \quad (л)$$

де,  $\rho_{\text{г}}$  - необхідна пористість;

$\alpha$  - коефіцієнт використання газотворювача;

K - вихід пор;

V - заданий об'єм замісу суміші, л.

### 3.7 Випробування магнезиту.

3.7.1 Визначення насипної густини сухого магнезиту у пухкому стані.

3.7.2 Визначення істинної густини магнезиту пікнометричним методом

### 3.8 Випробування золи виносу

3.8.1 Визначення насипної густини сухої золи виносу у пухкому стані.

3.8.2 Визначення істинної густини золи виносу пікнометричним методом

3.8.3 Визначення зернового складу та модуля крупності.

## РОЗДІЛ 4

### ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНИХ МАТЕРІАЛІВ

#### 4.1 Розчин магнієвої солі

Густина розчину визначалась ареометром:

$$\rho = 1.294 \text{ г/см}^3$$

#### 4.2 Зола виносу

##### 4.2.1 Істинна густина

$$\rho = 2.033 \text{ г/см}^3$$

##### 4.2.2 Насипна густина

$$\rho = 0.5203 \text{ г/см}^3$$

Зерновий склад

Таблиця 4.1 Часткові та повні залишки від просіювання золи виносу

Найменування залишку	Залишки, % за масою, на ситах					Промід і різь сито з ситом №005, % за масою
	1.25	0.63				
Частковий	0.02	0.022				
Повний	0.02	0.042				

рис 4.1. Крива просіювання

### 4.3 Магnezит

#### 4.3.1 Істина густина

$$\rho = 2.545 \text{ г/см}^3$$

#### 4.3.2 Насипна густина

$$\rho = 0.925 \text{ г/см}^3$$

### 4.4 Газоутворювач

Таблиця 4.2 Характеристики газоутворювача

Час осідання піни, хв	Відношення газоутворювач – вода			
	1:2	1:3	1:4	1:5
3				Почалась відділятися вода
7				-
10				50 мл води, початок розширення
17	-	-	Утворилися великі бульбашки	Осіла на 30%
20	-	Осіла на 30%	Осіла на 30%	-
27	Повністю розслоїлася	-	-	-
Крайність піни при 1 хв зовивання	25	28	24	20

### 4.5 Вода

Вода повинна відповідати вимогам [27]

Вода використовується водопровідна. Озерна, річкова та вода із штучних водоток також придатна, якщо вона не забруднена в неприпустимих межах стінними викидами, мастинами, солями і т.д. У морській воді у великій кількості містяться розчинні солі, хлор-іони та сульфат-іони.

Можна застосовувати воду, яка показує слабо кислу чи слабо лужну реакцію, що визначається значенням водневого показника рН у межах 4,0 –

12,5 і відповідає технічним умовам. На застосування стічних вод, крім того потрібно одержати дозвіл санепідемстанції.

Органічні речовини у воді, особливо такі, що містять цукор та феноли сповільнюють процес гідратації цементу й знижують міцність бетону.

Вміст кожного з них не повинен перевищувати 10 мг/л води.

Домішки нафтопродуктів, мастил, жирів, осідаючи на поверхні цементних зерен, сповільнюють їх гідратацію, а вкриваючи заповнювачі, перешкоджають їхньому зчепленню з цементним кам'ям і знижують міцність бетону. Тому на поверхні води замішування не повинно бути плівок цих домішок.

**Висновок:**

Виробувані сировинні компоненти для приготування газобетону відповідають вимогам даним ДСТУ.

## РОЗДІЛ 5

### АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Таблиця 5.1 Матриця проведення експериментів та розрахунок на 1л газобетону

№	Матриця проведення експериментів			Витрат на 1л				
	в/п	з.в.	з.в.	п-ач	вода	бфт	магн	з.в.
1	1/5							
2	1/5							
3	1/5							
4	1/3							
5	1/5							
6	1/3							
7	1/5							
8	1/3							
9	1/5							
10	1/3							
11	1/4							
12	1/4							
13	1/4							
14	1/4							
15	1/4	160	10	8	32	160	130	20

Рис 5.1. Графік залежності густини газобетону через 3 дні від витрати золи виносу та зміни співвідношення газоутворювач – вода

При збільшенні витрат золи виносу до 20% від в'язучого і зменшенні співвідношенні газоутворювач вода – спостерігається збільшення густини, при

зменшенні вмісту золи виносу та збільшенні співвідношення газоутворювач – вода спостерігається зменшення густини зразків.

Рис 5.2. Графік залежності густини газобетону через 3 доби від витрати розчину магнієвої солі та зміни співвідношення газоутворювач – вода

При збільшенні витрати розчину магнієвої солі спостерігається збільшення густини, а при збільшенні співвідношення газоутворювач – вода спостерігається зменшення густини зразків, при цьому витрати магнієвої солі – 160 мл на 1 л газобетону

Рис 5.3. Графік залежності густини газобетону через 3 доби від витрати розчину магнієвої солі та витрати золи виносу

При збільшенні витрати золи виносу спостерігається збільшення густини максимальної густини досягається в точці найбільших витрат золи виносу та магнієвої солі, найменшу густину можна досягти при відсутній золі виносу, та при середній витраті розчину магнієвої солі.

Рис 5.4. Графік залежно сті густини газобетону у через 7 діб від витрати розчину магнієвої солі та зміну відношення газоутворювач – вода

При збільшенні витрати розчину магнієвої солі та при середньому відношенню газоутворювач – вода – спостерігається зростання густини зразків, при максимальних та мінімальних значеннях відношення газоутворювача до води спостерігається спад густини, мінімального значення густини досягається при максимальному значенні відношенні газоутворювач – вода.

Рис 5.5. Графік залежності густини газобетону через 7 діб від витрати золи виносу та зміну відношення газоутворювач – вода

Максимальної густини, в даному випадку, зразки досягають при максимальній витраті золи виносу, та середньому відношенню газоутворювач – вода, мінімального значення досягає за умови, що використовується максимальне відношення газоутворювач – вода, а також при середній витраті золи виносу.

Рис 5.6. Графік залежності густини газобетону через 7 діб від витрати золи виносу та розчину магнієвої солі

В даному випадку зміна розчину магнієвої солі майже не впливає на густину зразків. При максимальній витраті золи виносу – густина максимальна, при витраті золи виносу в 10% за масою від магнезитового порошку – густина найменша.

Рис 5.7. Графік залежності густини газобетону через 14 днів від витрати золи виносу та розчину магнієвої солі

Максимальна густина досягається шляхом збільшення вмісту магнієвої солі до максимального значення та зменшення відношення газоутворювач – вода до мінімального значення, мінімальна густина з'являється при середній

витраті розчину хлориду магнію та при максимальному співвідношенню газоутворювач – вода.

Рис 5.8. Графік залежності густини газобетону через 14 діб від витрати золи виносу та зміну відношення газоутворювач – вода

Максимальна густина при максимальній витраті золи виносу та при мінімальному співвідношенні газоутворювач – вода, мінімальне значення густини, за графіком при максимальному відношенню газоутворювача до води та при мінімальному значенні витрати золи виносу.

Рис 5.9. Графік залежності густини газобетону через 14 діб від витрати золи виносу та витрату розчину магнієвої солі

Згідно з графіком максимальне значення густини знаходиться при максимальній витраті золи виносу та розчину хлориду магнію, мінімальна густина знаходиться при мінімальній витраті золи виносу та при середній витраті магнієвої солі.

Рис. 5.10. Графік залежності міцності газобетону через 3 доби від витрати розчину магневої солі та зміни відношення газотворювач – вода

За графіком можна сказати, що найбільшу міцність показали зразки з найбільшим вмістом розчину хлориду магнію та найменшим співвідношенням газотворювач вода, а найменшу міцність – зразки з середнім вмістом хлориду магнію та найменшим і найбільшим співвідношенням газотворювач – вода.

Рис. 5.11. Графік залежності міцності газобетону через 3 доби від витрати золи виносу та зміни відношення газотворювач – вода

Максимальної міцності, в даному випадку, зразки досягають при максимальній витраті золи виносу та відношенню газотворювач – вода, мінімального значення досягає за умови, що використовується мінімальне відношення газотворювач – вода, а також при найменшій витраті золи виносу.

Рис. 5.12. Графік залежності міцності газобетону через 3 доби від витрати золи виносу та розчину магнієвої солі

Максимальне значення опору при стиску майже не змінюється при зміні витрати золи виносу, проте змінюється при витраті розчину хлориду магнію, і максимального значення досягає при мінімальному значення витрат. Мінімум значення опору при стиску становить при максимальних значеннях витрат золи виносу та розчину магнієвої солі.

Рис. 5.13. Графік залежності міцності газобетону через 7 діб від витрати розчину магнієвої солі та зміни відношення газотворювач – вода.

На графіку зображено збільшення міцності з збільшенням витрати розчину хлориду магнію. Зменшення міцності відбувається у випадку збільшення відношення газотворювач – вода при середній витраті розчину магнієвої солі.

Рис. 5.14. Графік залежності міцності газобетону через 7 діб від витрати золи виносу та зміни відношення газотворювач – вода

На рис. 5.14 бачимо залежність набору міцності в 7 днів від витрати золи виносу та зміни витрати розчину магнієвої солі. При збільшенні витрат першого та другого чинників маємо максимальне значення міцності. При середній витраті золи виносу та розчину магнієвої солі – маємо мінімальне значення набору міцності.

Рис. 5.15. Графік залежності міцності газобетону через 7 днів від витрати золи виносу та розчину магнієвої солі

З даного графіка видно, що найвищу міцність отримуємо при найвищій витраті золи виносу та при середньому відношенні газоутворювач – вода. Мінімальну міцність отримуємо при найвищому відношенні газоутворювач – вода та при відсутності золи виносу як наповнювача.

Рис. 5.16. Графік залежності міцності газобетону через 14 днів від витрати розчину магнієвої солі та зміни відношення газоутворювач – вода

З графіка, що зображений на рис. 5.16, можна зробити висновок, що при збільшенні витрати розчину магнієвої солі та зменшенні відношення газоутворювач – вода міцність зростає. При зменшенні витрати розчину хлориду магнію і при збільшенні відношення газоутворювач – вода до максимального значення – міцність спадає.

Рис. 5.17. Графік залежності міцності газобетону через 14 діб від витрати золи виносу та зміни відношення газоутворювач – вода.

За графіком (рис. 5.17) маємо, що при збільшенні витрат золи виносу маємо збільшення міцності. Максимальне значення міцності отримуємо при максимальній витраті золи виносу та при найменшому відношенню газоутворювач – вода. Мінімальне значення отримуємо при середній витраті золи виносу та при середньому відношенню газоутворювач – вода.

Рис. 5.18. Графік залежності міцності газобетону через 14 діб від витрати золи виносу та розчину магнієвої солі

Отже на графіку що зображений на рис. 5.18 чітко видно що набір міцності ведеться із збільшенням вмісту золи виносу у зразках та при збільшенні витрати розчину хлориду магнію. Найвища міцність на цьому графіку спостерігається при витраті золи виносу в 20% від маси магнезиту, та при вмісті розчину магневої солі 180 мл на 1 л газобетону. Найнижчу міцність показує графік при витраті золи виносу 10% та при витраті розчину хлориду магнію 140мл на 1 л газобетону.

Рис. 5.19. Графік теплопровідності газобетону від відношення газоутворювач – вода та розчину магневої солі

За графіком на рис 5.19 маємо, що при збільшенні розчину хлориду магнію теплопровідність зростає і найвищого значення досягає при витраті 180мл на 1 л газобетону що є не бажаним. Найнижча теплопровідність – при витраті розчину магневої солі 160 мл на 1 л газобетону, та при відношенні газоутворювач – вода рівній  $\frac{1}{4}$ .

Рис. 5.20. Графік теплопровідності газобетону від відношення газоутворювач – вода та витрати золи виносу

В даній залежності, теплопровідність від вмісту золи виносу та відношення газоутворювач – вода, що зображено на графіку 5.20 – маємо, що при збільшені вмісту золи підвищується теплопровідність газобетону. Максимальне значення отримуємо при витраті золи 20% від маси магнезиту, та при відношенні газоутворювач – вода рівний 1/5. Мінімальне значення за графіком – при витраті золи виносу 10% від маси магнезиту та при відношенні газоутворювач – вода 1/4.

Рис. 5.21. Графік теплопровідності газобетону від витрати золи виносу та розчину магнезитої соли

Згідно з графіком 5.21 максимальна теплопровідність досягається при максимальній витраті золи виносу та розчину магнезитої соли. Мінімальне значення теплопровідності за графіком – при витраті золи виносу 10% від маси магнезиту, та при витраті магнезитої соли 160 мл на 1 л газобетону.

Рис. 5.22. Графік усадки газобетону від зміни відношення газоутворювач – вода та розчину магнезитої соли

За даними графіку, що зображений на рис. 5.22, маємо що при збільшенні відношення газоутворювач – вода усадку газобетону збільшується, а також, що витрата магнієвої солі на усадку майже не впливає. Максимальне значення усадки спостерігається при витраті хлориду магнію – 140 мг/л, та при відношенні газоутворювач – вода – 1/5. Мінімальна усадка при витраті 150 мг/л хлориду магнію, та при відношенні газоутворювач – вода 1/3.

Рис. 5.23. Графік усадки газобетону від зміни відношення газоутворювач – вода та витрати золи виносу

За графіком маємо що найбільша усадка спостерігається при витраті 20% золи виносу від маси магнезиту, та при відношенні газоутворювач – вода – 1/5. Мінімальна усадка спостерігається при відношенні газоутворювач – вода – 1/3 та при відсутній золі виносу.

Рис. 5.24. Графік усадки газобетону від зміни відношення газоутворювач – вода та витрати золи виносу

На даному графіку зображена зміна усадки від впливу золи виносу та речовину магнієвої солі. Максимальні значення усадки спостерігаються при

найвищому вмісті золи виносу. Як і в попередньому випадку вплив розчину хлориду магнію майже не впливає на усадку. Точка максимуму знаходиться на графіку при витраті золи виносу 20% від маси магнетиту та при витраті магнієвої солі 140мл/л. мінімальні значення при 10% витрати золи виносу, та при 160 мл/л витрати хлориду магнію.

## РОЗДІЛ 6

# ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

### 6.1 Загальні вимоги щодо безпечних умов праці

#### 6.1.1 Забезпечення санітарно-гігієнічних умов праці

Вентиляція і опалення робочих приміщень повинні забезпечувати на робочих місцях нормативні показники температури і відносної вологості згідно з ДБН В.2.5-07:2013.

Для опалення виробничих приміщень повинні бути передбачені системи, прилади і теплоносії, які не мають додаткового шкідливого впливу. Нагрівальні прилади повинні мати поверхню, що дозволяє легке очищення від пилу.

Бікна, дахові ліхтарі, скляні стіни повинні мати пристосування для захисту їх від надмірного сонячного випромінювання.

При виконанні робіт на будівельному майданчику працівники мають бути забезпечені питною водою, санітарно-побутовим і медичним обслуговуванням, зокрема гардеробними, сушарками для одягу і взуття, душовими, приміщеннями для харчування, відпочитку, обігрівання, туалетами, кімнатами гігієни жінок згідно з діючими нормативами.

Якщо робота може супроводжуватись виділенням пилу або шкідливих речовин, у гардеробних приміщеннях необхідно передбачати респіратори на списочну чисельність працівників.

#### 6.1.2 Забезпечення безпеки пересування людей

Шляхи пересування, включаючи сходові марші, стаціонарні переходи, рами для важко-розвантажувальних робіт мають бути так розташовані і мати такі розміри, щоб прохід або проїзд був безпечним, не створювалась загроза для робітників, що працюють поблизу.

Підлоги в робочих приміщеннях повинні не мати нерівностей, отворів або небезпечних ухилів. Вони повинні бути міцними, шерухомими і неслизькими,

стійкими до можливих у процесі виробництва механічних, теплових або хімічних впливів.

У безпосередній близькості до воріт, призначених для проїзду транспорту, повинні бути постійно доступні і ясно позначені двері для проходу працівників.

## *6.2 Організація виробничих територій, ділянок робіт і робочих місць*

### *6.2.1 Загальні вимоги*

Виробничі території (площадки будівельних і промислових підприємств з об'єктами будівництва, що перебувають на них, виробничими і санітарно-побутовими будинками і спорудами), ділянки робіт і робочі місця повинні бути підготовлені для забезпечення безпечного виконання робіт.

Будівельне устаткування, пристрої, інструменти повинні забезпечувати безпеку праці.

### *6.2.2 Вимоги безпеки до облаштуваності і утримання виробничих територій, ділянок робіт і робочих місць*

Улаштування виробничих територій повинне відповідати вимогам будівельних норм і правил, національних стандартів, безпеки праці, санітарних, протипожежних, екологічних та інших нормативних документів.

Виробничі території і ділянки робіт у населених пунктах чи на території діючих підприємств для уникнення доступу сторонніх осіб повинні бути огорожені.

Біля в'їзду на виробничу територію необхідно встановлювати схему внутрішньо-майданчикових доріг і проїздів із зазначенням їх розмірів, а також місць складування матеріалів і виробів, місць розвороту транспортних засобів, об'єктів пожежного водопостачання тощо.

Експлуатація санітарно-побутових будівель і споруд повинна здійснюватися відповідно до інструкцій заводів-виготовлювачів.

Ділянки робіт і робочі місця, проїзди і підходи до них у темний час доби, а також закриті приміщення повинні бути освітлені відповідно до вимог діючих норм і правил, державних стандартів (ДБН В.2.5-28, ГОСТ 12.1.046).

Освітленість повинна бути нормативною, без сліпучої дії освітлювальних пристосувань на працюючих. Виконання робіт у неосвітлених місцях не допускається.

Для працюючих на відкритому повітрі повинні бути передбачені навіси для укриття від атмосферних опадів.

У темний час доби зазначені огороження повинні мати сигнальне електричне освітлення напругою не вище 12 В.

Робочі місця з застосуванням устаткування, пуск якого здійснюється ззовні, повинні мати сигналізацію, що попереджає про пуск, а в необхідних випадках — зв'язок з оператором, блокувальний пристрій пульта керування.

*6.2.3 Вимоги безпеки при складуванні блокувальних матеріалів і конструкцій*

Матеріали, вироби, конструкції, устаткування при складуванні повинні складатися у такий спосіб:

- газоблоки в пакетах на піддонах — не більше ніж у два яруси, у контейнерах — в один ярус, без контейнерів — висотою не більше 1,7 м;
- стінові панелі — у касети чи піраміди (панелі перетворенок — у касети вертикально);
- стінові блоки — у штабелі у два яруси на піддонах і з прокладками.

Методи і способи складування нестандартних матеріалів і конструкцій повинні бути визначені в ПВР.

Між штабелями (сезлажами) на складах повинні бути передбачені проходи шириною не менше 1,0 м і проїзди, ширина яких залежить від габаритів транспортних засобів і вантажно-розвантажувальних механізмів, що обслуговують склад. Рішення по цих питаннях повинно бути прийнято в ПВР.

#### *6.2.4 Вимоги електробезпеки*

Улаштування і експлуатація електроустановок повинні здійснюватися відповідно до вимог Правил улаштування електроустановок (ПУЕ), міжгалузевих правил з охорони праці при експлуатації електроустановок,

правил експлуатації електроустановок споживачів. Електробезпека забезпечується відповідно до вимог ДСТУ Б А.3.2-13:2011.

Улаштування і технічне обслуговування тимчасових і постійних електричних мереж на виробничій території слід здійснювати силами персоналу, що має відповідну кваліфікаційну групу з електробезпеки.

При висоті підвішування менше 2,5 м необхідно застосовувати світильники спеціальної конструкції або використовувати напругу не вище 42 В. Живлення світильників напругою до 42 В повинно здійснюватися від понижуючих трансформаторів, машинних перетворювачів, акумуляторних батарей.

Усі електропускові пристрої повинні бути розміщені так, щоб виключалася можливість пуску машин, механізмів у статкуванні сторонніми особами. Забороняється включення декількох струмоприймачів одним пусковим пристроєм. Розподільчі щити і рубильники повинні мати замикаючі пристрої.

Металеві будівельні риштування, металеві огороження місць робіт, полки і лотки для прокладання кабелів і проводів, рейкові шляхи вантажопідіймальних кранів і транспортних засобів з електричним приводом, корпуси устаткування, машин і механізмів з електроприводом повинні бути заземлені (занулені) відповідно до Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів відразу після їх встановлення на місце до початку виконання будь-яких робіт.

Струмоведучі частини електроустановок повинні бути ізольовані, огорожені чи розміщені в місцях, недоступних для випадкового дотику до них.

Захист електричних мереж і електроустановок на виробничій території слід забезпечити за допомогою запобіжників з каліброваними плавкими вставками або автоматичних вимикачів відповідно до ПУЕ.

Допуск персоналу будівельно-монтажних організацій до робіт у діючих установках і охоронній лінії електропередачі повинний здійснюватися

відповідно до міжгалузевих правил з охорони праці при експлуатації електроустановок.

Підготовка робочого місця і допуск до роботи відрядженого персоналу здійснюються у всіх випадках персоналом організації, що експлуатує електротехнічне устаткування.

#### 6.2.5 Забезпечення пожежної безпеки

Пожежна безпека забезпечується відповідно до вимог Закону України «Про пожежну безпеку», НАПБ А.01.001, НАПБ Б.07.005 ДБН В.1.1-7 та інших нормативних документів.

На кожному об'єкті мають бути загальнооб'єктові інструкції про заходи пожежної безпеки та інструкції для всіх або вибухонебезпечних та пожежонебезпечних приміщень (дільниць, цехів, складів тощо). Для всіх технологічних матеріалів і речовин (рідин, розчинів, порошків, гранул тощо), що застосовуються на будівельному майданчику, мають бути встановлені показники пожежної безпеки відповідно до ГОСТ 12.1.044.

Працівники можуть бути допущені до роботи тільки після проходження протипожежного інструктажу (згідно з НАПБ Б.02.005), а при зміні специфіки роботи — після проходження відповідного навчання.

Залежно від особливостей виробництва, будівельного майданчика, розмірів і умов експлуатації приміщень, наявного обладнання і кількості робочих місць, а також максимально можливої чисельності присутніх людей необхідно передбачити належну кількість переносних засобів пожегасіння.

На будівельному генеральному плані повинна бути визначена схема транспортних шляхів, місце знаходження вододжерел, засобів пожегасіння та зв'язку.

До всіх будівель і споруд будівельного майданчика, у тому числі — об'єктів прилеглої забудови, майданчиків складування матеріалів тощо має бути вільний доступ, а протипожежні розриви між ними повинні відповідати вимогам будівельних норм.

Для умов щільної забудови допускається прийняття екстремних рішень з пожежної безпеки, що відповідають умовам конкретного будівництва, які зобов'язані бути погоджені з органами державного пожежного нагляду згідно НАПБ Б.02.014.

Дозвіл на роботи у пожеженебезпечних та вибухонебезпечних зонах оформлюється нарядом-допуском, у якому передбачається укомплектованість засобами пожегосиння і засобами контролю та оперативного оповіщення про загрозливу ситуацію.

При ширині будівель більше 18,0 м проїзди повинні бути забезпечені з двох поперевжних сторін, а при ширині більше 100 м - з усіх сторін будівлі.

Максимальна відстань від краю дороги до стін будівель і споруд повинна бути не більше 25,0 м.

В місцях, де розміщені горючі чи легкозаймисті матеріали, паління заборонено, а користування відкритим вогнем допускається тільки на відстані понад 50 м від зазначених матеріалів.

Для забезпечення безпечної евакуації людей мають бути передбачені заходи, спрямовані на:

- створення умов для своєчасної та безпосередньої евакуації людей у разі виникнення пожежі або інших небезпек;
- захист людей на шляхах евакуації від дії небезпечних факторів.

Кількість, розташування, розміри шляхів евакуації і виходів визначаються залежно від характеру робіт, облаштування і розмірів будівельного майданчика і приміщень, а також від максимальної можливої кількості наявних там осіб.

Евакуаційні виходи, шляхи евакуації повинні мати позначення з використанням знаків пожежної безпеки за ДСТУ ISO 6302.

Шляхи евакуації, в яких необхідне освітлення, повинні бути оснащені автоматичним аварійними джерелами світла на випадок аварії в системі освітлення.

### *6.3 Експлуатація засобів будівельного виробництва*

### *6.3.1 Загальні вимоги*

Під час експлуатації будівельних машин, засобів механізації, пристроїв, оснащення, ручних машин, інструменту (далі - будівельних машин) необхідно передбачати заходи і засоби щодо попередження впливу на працюючих небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Будівельні машини повинні бути укомплектовані експлуатаційною документацією, відповідати вимогам нормативних документів, мати сертифікат відповідності вимогам безпеки праці.

До управління і обслуговування будівельних машин допускаються особи, що отримали відповідну професійно-технічну підготовку, пройшли навчання і перевірку знань з безпеки праці.

Роботодавець, який експлуатує вантажодіймальні крани, та технологічну оснастку до них, повинен забезпечувати їхнє утримання у справному стані та безпечну експлуатацію згідно з нормативним документами або укласти договір зі спеціалізованою організацією на виконання цих робіт.

Будівельні машини повинні використовуватись відповідно до призначення і застосовуватись в умовах, що встановлені заводом-виготовлячем.

Забороняється залишати без нагляду будівельні машини і інші засоби механізації з ввімкненим двигуном.

При використанні будівельних машин рівень шуму, вібрації, загазованості, запиленості на робочих місцях машиністів не повинен перевищувати норми, а освітленості - відповідати нормам, що визначені для конкретних видів робіт.

## *6.4 Під'їмально-транспортні, вантажно-розвантажувальні роботи*

### *6.4.1 Загальні вимоги*

В технологічних картах у складі ПВР на виконання транспортних і вантажно-розвантажувальних робіт необхідно передбачати організаційні заходи та технічні засоби по запобіганню дії на робітників наступних небезпечних та шкідливих виробничих факторів:

- переміщення транспортних засобів та їх рухомих частин;
- переміщення вантажів вантажно-підймальними механізмами над зонами виконання робіт;
- ненадійне складування і падіння окремих конструкцій; порушення вимог транспортування і складування пожежевибухонебезпечних речовин і матеріалів;
- недотримання нормативних вимог складування конструкцій, недостатнє штучне освітлення площадок складування матеріалів і конструкцій; несприятливі метеорологічні умови середовища;

При виконанні транспортних і вантажно-розвантажувальних робіт необхідно дотримуватися вимог ДБН А.3.1-5, НПАОП 0.00-1.03, НАПБ А.01.001, ДБН В.1.1-7, НПАОП 60.2-1.28, НПАОП 61.2-1.093, НПАОП 63.11-7.01.

Роботодавець- власник транспортних засобів зобов'язаний забезпечити їхнє своєчасне технічне і ремонтне обслуговування згідно з нормативними вимогами і інструкцією заводу-виробника.

Рух автомобілів на виробничих територіях, вантажно-розвантажувальних площадках і під'їзних колах до них повинен регулюватися загальноприйнятими дорожніми знаками і показниками.

Транспортні засоби й устаткування, що застосовуються для вантажно-розвантажувальних робіт, повинні відповідати параметрам та характеру вантажу.

Перевезення вибухових, радіоактивних, отруйних і легкозаймистих речовин і матеріалів необхідно виконувати транспортними засобами, які обладнані відповідно до вимог правил та інструкцій для даної категорії вантажу, затверджених у встановленому порядку (НПАОП 60.24-1.19).

Транспортні та вантажно-розвантажувальні роботи повинні виконуватися механізованим способом. Беззначення порядку і способу транспортування, навантаження і розвантаження вантажів та відповідних вимог безпеки і складається на керівника робіт.

Площини для навантажувальних і розвантажувальних робіт повинні мати ухил не більш 5°, а їхні розміри і покриття – відповідати проекту виконання робіт, їх розміщення повинне бути узгоджене з небезпечними зонами на будівельному майданчику та зонами роботи вантажно-підйомних кранів.

На площинках для навантаження і розвантаження тарних вантажів (тюків, бочок, рулонів та ін.), що зберігаються на складах і в пакгаузах, повинні улаштовані платформи: естакади, рампи висотою, рівної висоті підлоги кузова автомобіля або залізничної платформи чи вагону.

В процесі вантажно-розвантажувальних робіт слід дотримуватися вимог законодавства та нормативів про граничні норми перенесення вантажу і допуску працівників до виконання таких робіт. Дозволяється переносити вантажі на ношах по горизонтальному шляху до 55 кг тільки у виняткових випадках і на відстані не більше 50 м.

#### *6.4.2 Транспортні роботи*

При організації робіт автомобільним, залізничним і водним транспортом необхідно дотримуватися нормативних актів з охорони праці, безпеки дорожнього руху, пожежної безпеки.

До керування вантажними автомобілями, на яких здійснюється перевезення людей, допускаються водії, які мають відповідний дозвіл.

Під час перевезення людей повинні бути призначені працівники, відповідальні за безпеку перевезення. У місцях посадки в транспортні засоби і висадження необхідно обладнати спеціальні площинки, або застосовувати інші пристрої, що забезпечують безпеку людей.

Перед початком руху транспортного засобу водій зобов'язаний переконатися у виконанні, визначених вимог безпеки людей.

При необхідності переміщення транспортних засобів по льоду річок і водосіймцях допускається рухатися тільки за спеціально позначеними маршрутами, які повинні мати показники про максимально можливу вантажопідйомність льодової переправи.

Рух необхідно здійснювати при відкритій кабіні водія.

З метою безпечної організації руху автомобільного чи залізничного транспорту на виробничій території або будівельному майданчику необхідно розробити і встановити на видних місцях схеми руху транспортних засобів, і основні маршрути переміщення для робітників.

Подавання автомобілю заднім ходом у зоні, де виконуються роботи, повинна виконуватись водієм тільки за сигналом одного з працівників, зайнятих на цих роботах.

За необхідності перевезення великогабаритних і великовагових конструкцій автомобільним транспортом по дорогах, відкритих для загального користування, необхідно дотримуватись вимог інструкції з перевезення таких вантажів і узгоджувати з органами дорожнього руху у встановленому порядку.

При навалному чи штучному завантаженні автомобіля необхідно забезпечити рівномірне розміщення вантажу по всій площі кузова автомобіля, надійне закріплення вантажу, що піднімається над бортами кузова, закріплення інших вантажів.

У разі перевезення небезпечних вантажів автотранспортом на руках у водія чи особи, що супроводжує вантажі, повинне бути посвідчення про допуск транспортного засобу до перевезення небезпечного вантажу конкретного класу і найменування, видане органами дорожнього руху.

При перевезенні балонів зі стиснутим газом, автомобілі повинні бути обладнані спеціальними стелажми з ячейками по діаметру балонів, оббитими повстю.

Балони повинні мати запобіжні ковпаки, при температурі повітря вище 25оС балони необхідно вкривати брезентом без жирних (малячих) плям.

При перевезенні вибухових, радіоактивних, отруйних, легкозаймистих і інших небезпечних вантажів, а також не знешкодженої тари від них необхідно дотримуватись відповідних інструкцій, погоджених у встановленому порядку з органами державного нагляду (НПАОП 60.24-1.19).

Спеціальну тару з кислотами, лугами і рідкими негорючими хімікатами під час перевезення необхідно встановлювати в кузові автомобіля вертикально і міцно укріплювати.

При транспортуванні вантажів залізничним транспортом необхідно дотримуватися вимог безпеки, викладених у ЦРБ 0004.

#### *6.4.3 Вантажно-розвантажувальні роботи*

Вантажно-розвантажувальні роботи та складування вантажів із застосуванням вантажопідіймальних кранів і машин на стаціонарних складах, будівельних майданчиках, базах мають виконуватися за технологічними картами розробленими і затвердженими підприємством (організацією), що проводить зазначені роботи відповідно до вимог чинних нормативних документів.

Вантажно-розвантажувальні роботи стосовно вантажів масою більше 30 кг, а також при підйманні вантажів на висоту більше 2 м повинні виконуватися виключно механізованим способом.

У разі виконання робіт з навантаженням (розвантаженням) небезпечних і особливо небезпечних вантажів, працівники, допущені за результатами медичного огляду до цих робіт, повинні проходити спеціальне навчання з безпеки праці з наступною атестацією, а також знати і вміти застосовувати прийоми надання першої долікарняної допомоги.

Вантажно-розвантажувальні роботи з небезпечними вантажами повинні виконуватися по наряді допуску. Переміщення небезпечних вантажів слід виконувати в спеціально відведених місцях відповідно до класу небезпеки згідно з чинними нормативними документами і вказівками відправника вантажу щодо дотримання заходів безпеки.

За невідповідності тари нормативно-технічній документації, затвердженій у встановленому порядку, несправності тари, а також за відсутності маркування і попереджувальних написів на ній, виконання вантажно-розвантажувальних робіт з небезпечними вантажами забороняється.

В ПВР повинні бути представлені способи (схеми) правильного стропування і зачеплення вантажів, а також перелік основних переміщуваних вантажів із зазначенням їхньої маси. Наведена інформація повинна бути видана на руки стропальникам і машиністам крана (під розпис) і вивілена у місцях виконання робіт.

При виконанні вантажно-розвантажувальних робіт вантажно-підймальними кранами власник або організація, що виконує роботу, зобов'язані:

- не допускається перебування сторонніх осіб у зоні виконання робіт;
- не допускати опускання або піднімання вантажу на транспортний засіб,

в якому перебувають люди;

- у місцях постійного навантаження і розвантаження транспортних засобів улаштувати стаціонарні естакади чи навісні площадки для стропальників.

Забороняється стропування вантажу, що знаходиться у не стійкому стані, а також проводити виправлення положення елементів стропувальних пристроїв на піднятому вантажі, відлякнення вантажу при кросому розмотуванні вантажних канатів.

Вантажно-розвантажувальні роботи у піввагонах крюковими кранами повинні здійснюватися за технологією затвердженою власником крана, з якою повинні бути визначені місця перебування стропальників при переміщенні вантажів, а також можливість їх безпечного виходу на естакади і навісні площадки.

Піднімання і переміщення дрібноштучних та сипких вантажів має здійснюватися в спеціально призначеній для цього тарі і має виключатися можливість дисипання або випадіння окремих вантажів. Піднімання цегли на піддонах без огорожі дозволяється здійснювати під час навантаження та розвантаження (на землю) автомашин, а також за умови видалення людей із зони переміщення вантажу.

Під час піднімання, переміщення та опускання вантажу, встановленого поблизу стіни, колони штабеля, залізничного вагона тощо, не повинні перебувати люди (у тому числі і працівники, що проводять зачіплювання вантажу) між вантажем, що підіймається і вказаними частинами будівлі.

Вантаж, що переміщується горизонтально, має бути попередньо піднятий на 0,5 м вище предметів, що зустрічаються на шляху переміщення та мінімум на 1,0 м від конструкцій будівлі у горизонтальному напрямку.

Дозволяється опускати вантаж лише на призначене для нього місце, де виключається можливість його падіння, або перевертання. На місце встановлення вантажу необхідно попередньо покласти підкладки для зручного звільнення стропів або ланцюгів. Укладати вантаж у напіввагони, на платформи, в автомашині необхідно таким чином, щоб забезпечувати можливість зручного і безпечного стропування під час розвантаження.

Після закінчення або під час перерви в роботі вантаж не повинен залишатися у підвішеному стані, ввідний пристрій в кабіні або на порталі баштового крана має бути вимкнений і замкнений.

Вантажно-розвантажувальні роботи з пилоподібними матеріалами (цемент, вапно, гіпс та ін.) необхідно виконувати механізованим способом.

## *6.5 Бетонні роботи*

### *6.5.1 Загальні вимоги*

Під час приготування, подавання, укладання і догляду за бетоном, заготовленні, встановлені арматури, а також установленні і розбиранні опалубки (далі - під час виконання бетонних робіт) необхідно передбачати заходи ДБН щодо попередження впливу на працівників небезпечних і шкідливих виробничих факторів, пов'язаних з характером роботи, а саме:

- розташування робочих місць поблизу перепаду висоти до 1,3 м і більше;
- машини, що рухаються, та предмети, що ними переміщуються;
- обвалення елементів будівельних конструкцій і опалубки;

- висока температура арматури (при виконанні робіт з попереднього термонапруження арматури);
- шум і вібрація, недостатнє освітлення, відхилення від допустимих параметрів метрологічного режиму;
- підвищена напруга в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини.

За наявності небезпечних і шкідливих виробничих факторів, безпека виконання бетонних робіт повинна бути забезпечена на основі рішень, що містяться в організаційно-технологічній документації (ПРБ, ПВР і ін.). При цьому повинні бути визначені:

- небезпечні зони та засоби їх позначення (огороження);
- безпечні засоби механізації для приготування, транспортування, подавання та укладання бетону;
- несуча здатність, міцність та стійкість опалубки, послідовність її встановлення та розбирання;
- послідовність встановлення арматури;
- заходи та засоби забезпечення безпеки робочих місць на висоті;
- заходи та засоби безпеки праці при проведенні догляду за станом бетону у теплу та холодну пору року.

Під час монтажу опалубки, встановленні арматурних каркасів керуватися вимогами розділу 15 цих норм.

Цемент для виконання бетонних робіт необхідно зберігати в мешках, бункерах, ларях інших закритих ємностях, вживаючи заходи проти розпилення в процесі завантаження і злив завантаження. Завантажувальні отвори повинні бути закриті захисними ґратами, люки в захисних ґратах закриті на замок.

При використанні пари для прогрівання заповнювачів, що знаходяться в бункерах або інших ємностях, слід застосовувати заходи, для запобігання прориву пари в робочі приміщення.

Спускання робітників у камери, що обігріваються паром, допускається після відключення подачі пари, охолодження камери і розташованих в ній матеріалів та виробів до 40 °С.

#### *6.5.2 Організація робочих місць*

Організацію робочих місць слід виконувати з дотриманням вимог розділу 7 цих норм.

Опалубка перекриттів має бути огорожена по всьому периметру. Всі отвори в робочій щільності опалубки мають бути закриті щитами. За необхідності залишення отворів відкритими їх слід закривати ґратами.

Місце розташування опор стійок опалубки перекриттів має бути огорожено та забезпечено пояснювальними знаками безпеки. Вхід (прохід) під час виконання бетонних робіт в (через) цю зону заборонено.

При улаштуванні зовнішньої опалубки стін, ригелів, зводів і колон необхідно передбачати улаштування робочих настилів завширшки не менше ніж 0,8 м з установами захисних або суцільних огорожень.

Після зняття частини ковзної опалубки і підвісних риштувань торцеві сторони опалубки мають бути огорожені.

Для захисту працівників, що виконують роботи на підвісних риштуваннях від предметів, що падають зверху, по зовнішньому периметру ковзної опалубки слід встановлювати козирки щільною не менше шириною риштувань.

Виконання вантажно-розвантажувальних робіт, вантажозахватні пристрої і тарни призначені для подавання бетонної суміші вантажопідіймальними кранами, мають відповідати вимогам ДПАОП 0.00-1.01 та ПВР.

При застосуванні бетонних сумішей з хімічними добавками слід використовувати захисні рукавички й окуляри.

Робітники, що укладають бетонну суміш на поверхні, що має схил більше 20° повинні використовувати запобіжні пояси.

#### *6.5.3 Порядок виконання робіт*

Подання бетонної суміші за допомогою бетононасосу за відсутності надійної сигналізації між оператором і робітниками, які укладають бетон, забороняється.

Перед включенням бетононасосу необхідно перевірити надійність роботи замкових з'єднань і ввімкнути сигналізацію.

При подаванні бетону за допомогою бетононасосу необхідно:

- віддаляти всіх працюючих від бетоноводу на час продування на відстань не менше 10 м;

Видалення пробки з бетоноводу стисненим повітрям допускається за умов:

- наявності захисного щита вихідного отвору у бетоноводу;
- перебування працюючих на відстані не менше ніж 10 м від вихідного отвору бетоноводу;
- здійснення подавання повітря до бетоноводу рівномірно, не перевищуючи притисненого тиску.

За неможливості видалення пробки слід зняти тиск у бетоноводі, простукуванню знайти місце перебування пробки в бетоноводі, роз'єднати бетоновод і видалити пробку чи замінити засмічену ланку.

Здійснювати роботи з ремонту, монтажу, демонтажу, перевірки надійності швидкознімальних з'єднань ланок бетоноводів або їхній заміни під час роботи бетононасосу, заборонено. Ці роботи допускається виконувати тільки після зменшення тиску до атмосферного.

При улаштуванні елементів опалубки у кілька ярусів кожний наступний ярус слід установлювати після закріплення попереднього ярусу.

Розбирання опалубки має виконуватись після досягнення бетоном заданої міцності з дозволу керівника робіт.

Мінімальна міцність бетону при розпалубованні завантажених конструкцій, у тому числі від власного навантаження, визначається проектною організацією.

При електропрогріванні бетону, монтажі і приєднанні електрообладнання до живильної мережі роботу мають виконувати тільки електромонтери, що мають кваліфікаційну групу з електробезпеки не нижче III.

Місце електропрогрівання бетону повинно бути огорожено захисним огородженням згідно з вимогами, на якому встановлюються попереджувальні написи та сигнальні лампи червоного кольору (при їх перегорянні повинно відбуватися автоматичне відключення напруги на прогрівальній ланці).

У зоні електропрогрівання необхідно застосовувати ізольовані гнучкі кабелі чи дроти у захисних оболонках. Заборонено прокладати дроти безпосередньо по ґрунту чи по шпери тирси, а також використовувати дроти із порушеною ізоляцією.

Зона електропрогрівання бетону повинна перебувати під цілодобовим постійним наглядом і наглядом електромонтерів, що виконують монтаж електромережі.

Перебування працівників і виконання робіт на цих ділянках не допускається за винятком робіт, виконуваних за нарядом-допуском, що оформлений згідно з НПАОП 40.1-1-1.21.

Вимірювання температури прогрівання бетону дозволяється лише при повному знятті напруги або при нарузі не більше ніж 42 В.

#### *6.6 Охорона навколишнього середовища*

Виробнича діяльність пов'язана з можливістю впливу на природне середовище, і виробничі об'єкти підлягають державному обліку (Закон України від 24.10.2002 № 198-02).

Оцінку впливу на навколишнє середовище матеріалів, споруд виконують згідно з ДБН А.9.2-1.

Складування відходів, їх утилізацію необхідно виконувати згідно із Законом України від 14.12.99 р. №1288-99.

Екологічну безпеку транспортних та інших пересувних засобів і установок слід забезпечувати згідно з вимогами Закону України від 24.10.02 №198-02.

Порушення законодавства України про охорону навколишнього природного середовища тягне за собою дисциплінарну, адміністративну, цивільну і кримінальну відповідальність.

Під час проектування, будівництва, введення в дію нових і реконструкції діючих підприємств заходи з охорони навколишнього природного середовища необхідно здійснювати відповідно до Закону України «Про охорону навколишнього середовища», доповнень до Закону від 26.06.91 № 1268-12, від 27.04. 2007 р. № 997-16 та екологічного законодавства щодо конкретних питань.

Основою для виконання природоохоронних робіт є ДН А.2.2-1 «Состав и содержание материалов ОВСС при проектировании и строительстве предприятий, зданий и сооружений», що визначає екологічні вимоги до розробки матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВСС) у складі проектно-конструкторської документації на нове будівництво; розширення та технічне переоснащення підприємств.

Виконання в процесі будівництва вимог законодавства про охорону навколишнього середовища та населення забезпечується рішеннями, що повинні бути наведені в організаційно-технологічній та проектно-кошторисній документації. До їх числа відносяться:

- здійснення будівельно-монтажних робіт на територіях з обмеженим режимом господарської діяльності (заповідні зони, охоронні об'єкти тощо) дозволяється лише за умови виконання умов державних екологічної та санітарно-гігієнічної експертиз;
- прокладання тимчасових автомобільних шляхів та інших під'їзних шляхів повинні виконуватись з урахуванням вимог щодо попередження ушкодження сільськогосподарських угідь та деревинно-кущової рослинності;
- дотримання вимог щодо виїмки та складування родючого шару ґрунту та заходів до його подальшого використання;

- дотримання вимог щодо попередження пилоутворення і забруднення атмосферного повітря (забороняється застосування технічних матеріалів без дотримання санітарно-гігієнічних заходів);

- проведення бурових робіт при досягненні водоносних горизонтів з урахуванням заходів щодо неорганізованого виливу підземних вод;

- виконання будівельних робіт по глибокому закріпленню слабких ґрунтів та реалізації заходів з попередження забруднення підземних вод нижчих горизонтів;

- передбачення комплексу заходів з утилізації і знешкодження твердих і рідких відходів;

- роботи з меліорації, створення ставків і водосховищ, знищення ярів, балок, боліт, відпрацьованих кар'єрів виконуються разом із будівництвом лише за умови наявності документації, погодженої у відповідних органах.

Керівник робіт повинен забезпечити безпеку навколишнього середовища, а саме:

- роботи в охоронних, заповідних, санітарних зонах виконувати згідно із спеціальними правилами;

- не допускати несанкціоноване знесення деревинно-кущової рослинності;

- не допускати випуск води з будівельного майданчика при виконанні заходів по захисту від розмиву поверхні землі;

- забезпечити прибирання будівельного майданчика та прилеглої до нього п'ятиметрової зони;

- при виконанні бурових робіт виконувати заходи з попередження виливу підземних вод;

- виконувати знезараження промислових та побутових стоків згідно з «Правилами приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України»;

- виконувати роботи з меліорації та зміни існуючого рельєфу тільки згідно з погодженою з органами держнагляду та затвердженою проектною документацією.

При виконанні будівельно-монтажних робіт забороняється:

- випуск стічних вод, а також неочищених господарчо-побутових або виробничих стоків, що утворюються на будівельному майданчику або поряд з ним;

- знищення на будівельному майданчику деревинно-кущової рослинності якщо це не передбачено проектною документацією (знищені дерева та кущі повинні бути компенсовані за рахунок висадження подібної рослинності після закінчення будівництва);

- застосування речовин, що призводять до погіршення мікроклімату;

- скидання відходів та сміття у зонах житлової забудови без застосування спеціальних пристроїв.

У випадку виявлення в процесі виконання робіт об'єктів, що мають історичну, культурну або іншу цінність, виконавець робіт повинен призупинити роботи та сповістити про виявлені об'єкти установи та органи, передбачені законодавством.

## РОЗДІЛ 7

### ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ

1. Всі складові газобетону відповідають вимогам держаних стандартів.
2. Підібраний оптимальний склад газобетону середньою густиною 217 кг/м<sup>3</sup>: витрати магнезит – 200 г, золи виносу – 0 г, газоутворювач – 8 мл, бішофіт – 160 мл, вода – 32 мл.
3. На збільшення границі міцності на стиск впливає збільшення витрат розчину хлориду магнію, золи виносу та зменшення відношення газоутворювач-вода.
4. На збільшення густини впливає збільшення витрат розчину хлориду магнію, золи виносу та зменшення відношення піноутворювач-вода.
5. Збільшення витрат золи виносу та витрат розчину бішофіту збільшують теплопровідність, при зменшенні відношення газоутворювач-вода також збільшується теплопровідність.
6. Зміна витрат розчину хлориду магнію на усадку майже не впливає, але збільшення витрат золи виносу та газоутворювача призводить до збільшення усадки.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кривенко П.В., Ковальчук Г.Ю. Лужне алюмосилікатне зв'язуюче на основі золи-виносу // Зб. наук. пр. Дніпропетр. держ. техн. ун-ту залізничного трансп. - Серія "Будівництво". - 1999. - Вип. 7. - С. 212-219.
2. Кривенко П.В., Ковальчук Г.Ю. Фізико-хімічні передумови отримання лужного алюмосилікатного зв'язуючого на основі золи-виносу Композиційні матеріали для будівництва: Зб. наук. пр. - Макіївка: ДонДАБА. - Вип. 2000-2 (22). - С. 111-116.
3. Кривенко П.В., Мохорт М.А., Ковальчук Г.Ю. Підбір складу жаростійкого лужного алюмосилікатного газобетону на основі золи-виносу Вісн. Вінниц. політехнічного ін-ту. - 2000. - № 4. - С. 15-19.
4. Спекунов В. В. Пористі композиційні матеріали та їх використання у будівництві /В. В. Спекунов. – К.: Академія будівництва України, 2006. – 85 с.
5. Гончаров В. М., Іванов В. А. Технологія легких бетонів: навчальний посібник – Київ: Ліра-К, 2018. – 320 с.
6. Козлов Є. А. Вплив вторинних матеріалів на властивості газобетонів Будівельні матеріали. – 2020. – № 2. – С. 35–42.
7. Вернадський В. І. Про закономірності утворення мікроструктури в ніздрюватих бетонах. Вісник Київського університету. – 2019. – № 4. – С. 58–64.
8. Алабужев В. І., Петров М. А. Використання золи-виносу у виробництві газобетонів Будівництво України. – 2021. – № 3. – С. 25–31.
9. ASTM C332-17. Standard Specification for Lightweight Aggregates for Insulating Concrete. – West Conshohocken, PA: ASTM International, 2017. – 7 p.
10. Юрченко А. П., Лященко А. І. Особливості проектування складу газобетонів на основі вторинної сировини Будівельні матеріали і виробн. – 2020. – № 5. – С. 14–20.

11. Попов Є. П., Зайцев В. В. Методи математичного планування в технології будівельних матеріалів. – Київ: Наукова думка, 2017. – 212 с.
12. ДСТУ ISO 3696:2003 Вода для застосування в лабораторіях. Вимоги та методи перевіряння (ISO 3696:1987, IDT).
13. Рейтер М., Гремаль Ю. Аналіз мікроструктури та механічних властивостей напруженого бетону Наукові дослідження будівельної галузі. – 2022. – Т. 18, № 2. – С. 22–23
14. Thomas, J., & Rao, B. S. (2019). Sustainable Development of Aerated Concrete Using Industrial Waste. *Journal of Cleaner Production*, 231, 1021–1030.
15. Yang, H., Lee, S. Properties of Aerated Concrete Containing Industrial Waste Products *Construction and Building Materials*. – 2019. – Vol. 220. – P. 253–261.
16. ДСТУ Б В.2.7-232:2010 Пісок для будівельних робіт. Методи випробування.
17. ДСТУ Б В.2.7-112-2002 Пісок щільний природний для будівельних робіт. Технічні умови.
18. ДСТУ Б В.2.7-187:2009. Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення міцності на згин та стиск.
19. ДСТУ Б В.2.7-128:2006. Добавки активні мінеральні та добавки наповнювачі до цементу. Технічні умови
20. ГОСТ 5494-95 «Пудра алюмінієва. Технічні умови».
21. ДСТУ Б В.2.7-46-2010 Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови
22. ДСТУ Б В.2.7-185:2009. Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення нормальної густоти, строків тужавлення та рівномірності зміни об'єму.
23. ДСТУ Б В.2.7-188:2009. Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення тонкості помелу.
24. ДСТУ Б В.2.7-214:2009. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками.

25. Рашков А. С. Використання відходів виробництва у легких бетонах: монографія. – Харків: Основа, 2021. – 238 с.
26. Хом'як М. П., Коваленко Т. С. Перспективи застосування фосфогіпсу у виробництві газобетонів Вісник будівельних технологій. – 2021. – № 1. – С. 19–24.