

УДК 666.973.6
КП 00294349
№ Держреєстрації 0111U009791
Інв. №

**Міністерство регіонального розвитку, будівництва
та житлово-комунального господарства України**

**Державне підприємство "Український науково-дослідний і проектно-
конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів
"НДІБМВ" (ДП "НДІБМВ")**

04080, м. Київ, вул. Костянтинівська, 68
тел./факс (044) 417-86-13

ЗАТВЕРДЖУЮ
Заст. директора з наукової
роботи ДП "НДІБМВ",
кандидат технічних наук
_____ Ю.М. Червяков
2013.09.03

**ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ
"ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ВОЛОГОСТІ КОНСТРУКЦІЙНО-
ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОГО НІЗДРЮВАТОГО БЕТОНУ
ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ"**

Керівник НДР
Зав. лабораторією силікатних матеріалів

С.В. Страшук

Відповідальний виконавець
Зав. лабораторією БМСП
доктор технічних наук,
старший науковий співробітник

С.Д. Лаповська

2013

Рукопис закінчено 3 вересня 2013р.

СПИСОК АВТОРІВ

Керівник НДР,
Зав. лабораторією силікатних
матеріалів

С.В. Страшук
(розділ 3, висновки)

Відповідальний виконавець
Зав. лабораторією БМСП
доктор технічних наук,
старший науковий співробітник

С.Д. Лаповська
(вступ, розділи 1, 2,
висновки)

Відповідальний виконавець
молодший науковий співробітник

Т.М. Волошина
(вступ, розділи 1,
висновки)

Відповідальний виконавець
Старший науковий співробітник

Т.Ю. Багаєва
(розділ 2, висновки)

Відповідальний виконавець
молодший науковий співробітник

Т.М. Вудвуд
(розділ 2, 3)

Інженер

І.А. Ногина
(розділ 2,3)

Інженер

Т.А. Щепашенко
(розділ 2, 3)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 115 стор., 13 табл., 40 рис., 53 джерела.

Об'єкт дослідження: дрібні стінові блоки з ніздрюватого бетону автоклавного тверднення (газобетону) марок за середньою густиною D300, D400, D500 та D600 і фрагменти мурування товщиною 30 см з цих блоків.

Мета роботи: дослідити кінетику вологопереносу в одношарових огорожувальних конструкціях з ніздрюватого бетону; визначити швидкість зниження вологості стіни від початкової (40 % за масою) до рівноважної.

Основні задачі:

- виконати фрагменти одношарових огорожувальних конструкцій з дрібних блоків з ніздрюватого бетону автоклавного тверднення марок за середньою густиною D300, D400, D500 та D600;

- дослідити зміну вологості бетону при експлуатації огорожувальних конструкцій;

Представлено матеріали досліджень вологісного стану одношарових огорожувальних конструкцій, виконаних з дрібних блоків з ніздрюватого бетону автоклавного тверднення марок за середньою густиною D300, D400, D500 та D600. Мурування фрагментів виконано на клею.

Встановлено, що вологість зовнішньої стіни з ніздрюватого бетону марок за середньою густиною D300, D400, D500 та D600 через 21 місяць експлуатації становить 4,91 %, 4,86 %, 4,78 %, 4,76 % відповідно.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження:

За значенням рівноважної вологості буде сформульовано рекомендації щодо показника відпускної вологості конструкційно-теплоізоляційного ніздрюватого бетону стінових блоків.

ВОЛОГІСТЬ, МАСОПЕРЕНОС, НІЗДРЮВАТИЙ БЕТОН,
ТЕМПЕРАТУРА, ОГОРОДЖУВАЛЬНА КОНСТРУКЦІЯ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ

ЗМІСТ

	Стор.
Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів.....	7
Вступ	8
1 Виготовлення фрагменту зовнішньої стіни товщиною 30 см з дрібних блоків з ніздрюватого бетону густиною 300, 400, 500, 600 кг/м ³ і вологістю 40 % за масою.....	13
1.1 Залежність теплофізичних властивостей ніздрюватого бетону від вологості. Теоретичні основи масопереносу в капілярно-пористих системах.....	13
1.2 Схема випробувань та виготовлення фрагментів зовнішніх стін товщиною 30 см з дрібних блоків з ніздрюватого бетону марок за густиною D 300, D 400, D 500, D 600.....	32
2 Визначення вологості бетону по товщі стіни через визначений проміжок часу.....	39
2.1 Розрахунок вологості ніздрюватого бетону в товщі стіни після її зведення.....	43
2.2 Розрахунок вологості ніздрюватого бетону в товщі стіни через один місяць після її зведення.....	45
2.3 Розрахунок вологості ніздрюватого бетону в товщі стіни через два місяці після її зведення.....	47
2.4 Розрахунок вологості ніздрюватого бетону в товщі стіни через три місяці після її зведення.....	49
2.5 Розрахунок вологості ніздрюватого бетону в товщі стіни через 6 місяців після її зведення.....	51
2.6 Розрахунок вологості ніздрюватого бетону в товщі стіни через 9 місяців після її зведення.....	53
2.7 Розрахунок вологості ніздрюватого бетону в товщі стіни через 12 місяців після її зведення.....	55
2.8 Розрахунок вологості ніздрюватого бетону в товщі стіни через 15 місяців після її зведення.....	57
2.9 Розрахунок вологості ніздрюватого бетону в товщі стіни через 18 місяців після її зведення.....	59
2.10 Розрахунок вологості ніздрюватого бетону в товщі стіни через 21 місяць після її зведення.....	61
3 Дослідження динаміки зміни вологості бетону.....	63

Висновки.....	73
Додаток 1	
Акт відбору блоків для дослідження.....	75
Додаток 2	
Паспорти якості продукції.....	77
Додаток 3	
Дані щодо метеорологічного стану.....	85
Додаток 4	
Температура та вологість повітря у приміщенні.....	99

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

t	температура, °C
φ	відносна вологість повітря, %
λ_o	теплопровідність у сухому стані, Вт/(м·К)
ρ_o	густина у сухому стані, кг/м ³
c_o	питома теплоємність у сухому стані, кДж/(кг·К)
w	розрахунковий вміст води за масою в умовах експлуатації, %
λ_p	теплопровідність (розрахункова), Вт/(м·К)
s	коефіцієнт теплотасвоєння (розрахунковий), Вт/(м ² ·К)
μ	коефіцієнт паропроникності (розрахунковий), мг/(м·год·Па)
R	опір теплопередачі, м ² ·К/Вт
γ	середня густина, кг/м ³
F_m	перевідний коефіцієнт вологості
λ_{moist}	теплопровідність у зволоженому стані, Вт/(м·К)
$\lambda_{10,dry}$	теплопровідність у сухих умовах, Вт/(м·К)
m	маса вологого зразка
m_0	маса зразка, висушеного до постійної маси
$w_{m.0-5}$	вологість шару бетону на глибині 0 – 5 см
$w_{m.5-10}$	вологість шару бетону на глибині 5 – 10 см
$w_{m.10-15}$	вологість шару бетону на глибині 10 – 15 см
$w_{m.15-20}$	вологість шару бетону на глибині 15 – 20 см
$w_{m.20-25}$	вологість шару бетону на глибині 20 – 25 см

ВСТУП

На сьогодні в Україні та у світі накопичено значний досвід вивчення стану мікроклімату в житлових будинках, збудованих з застосуванням ніздрюватого бетону для огорожувальних конструкцій. Рядом дослідників виконано порівняння показників мікроклімату у панельних будинках та будинках зі стінами з ніздрюватого бетону. За результатами цих спостережень визначено, що через певний проміжок часу (коли будівельні конструкції вийшли на свої експлуатаційні показники вологості і меншою мірою впливають на мікроклімат приміщень) в будинках, збудованих з використанням ніздрюватих бетонів, параметри мікроклімату відповідають оптимальним значенням і складають: $t=20-22^{\circ}\text{C}$, $\varphi=55-40\%$.

Згідно з результатами спостережень, виконаних в житлових будинках різних конструктивних схем, параметри мікроклімату будинків, що збудовані з застосуванням ніздрюватих бетонів є більш сприятливими, порівняно з панельними.

В Україні основні фізико-технічні та експлуатаційні вимоги до ніздрюватих бетонів регламентують такі нормативні документи:

- ДСТУ Б В.2.7-45:2010 "Будівельні матеріали. Бетони ніздрюваті. Загальні технічні умови";

- ДСТУ Б В.2.7-137:2008 "Блоки з ніздрюватого бетону стінові дрібні. Технічні умови";

- ДСТУ Б В.2.7-164:2008 "Будівельні матеріали. "Вироби з ніздрюватих бетонів теплоізоляційні. Технічні умови".

Всі ці стандарти містять вимоги щодо обмеження відпускної вологості ніздрюватих бетонів та виробів з них (у % за масою, не більше):

- згідно з ДСТУ Б В.2.7-45:2010:
 - 35 – для бетонів марок від D300 до D400;
 - 30 – для бетону марки D500, виготовленому на піску;
 - 25 – для бетонів марок D600-D1100, виготовлених на піску;

- 35 – для бетонів марок D500-D1100, виготовлених на інших кремнеземистих компонентах;
- згідно з ДСТУ Б В.2.7-137:2008:
 - 25 – для бетонів марок від D500, виготовлених із використанням піску;
 - 35 – для бетонів марок від D300 до D400 включно;
 - 35 – для бетонів марок від D500, виготовлених із використанням зол та інших вторинних продуктів промисловості;
- згідно з ДСТУ Б В.2.7-164:2008:
 - 35 – для всіх видів теплоізоляційних бетонів.

Спільними для всіх видів ніздрюватих бетонів нормованими характеристиками є:

- 1) клас за міцністю при стиску;
- 2) марка за середньою густиною;
- 3) марка за морозостійкістю (крім теплоізоляційних бетонів);
- 4) усадка при висиханні(крім теплоізоляційних бетонів);
- 5) теплопровідність бетону у сухому стані;
- 6) точність геометричних розмірів;
- 7) зовнішній вигляд;
- 8) паро проникність;
- 9) сорбційна вологість;
- 10) відпускна вологість.

При цьому характеристики 1-9 визначають споживчі властивості продукції, що відвантажується виробником, а остання (відпускна вологість) напряму впливає лише на транспортну масу виробів.

До середини 80-х р.р. ХХ ст. в СРСР на значній кількості підприємств, що випускали вироби з ніздрюватого бетону автоклавного тверднення, було впроваджено технологію ударного формування, що дозволяло працювати на досить густих сумішах з водотвердим відношенням, яке не перевищувало 0,5. Використання сумішей з нижчим В/Т (порівняно з литьовою технологією)

дозволило знизити вологість ніздрюватого бетону на виході з автоклаву. Можливо саме з метою стимулювання загального переходу підприємств на ударну технологію у стандарти на ніздрюваті бетони, що діяли на той час в СРСР, було включено обмеження вологості, що принципово досягне при низькому початковому В/Т суміші.

З середини 90-х р.р. ХХ ст. в Росії та Білорусії було збудовано декілька заводів з виробництва автоклавного ніздрюватого бетону, оснащених обладнанням німецьких фірм Hebel та Ytong. Ці заводи були розраховані на застосування литтвової технології, для якої характерне використання рідких сумішей з В/Т 0,62–0,64. Таке високе значення водотвердого відношення призводить до зростання вологості на виході з автоклаву до 35-40%. В Україні за литтвовою технологією працювали заводи в містах Білгород-Дністровському, Славуті, Чернігові, Миколаєві.

В наш час в Україні більше половини всіх автоклавних ніздрюватих бетонів виробляється за литтвовою технологією, що автоматично означає їхню невідповідність діючим вітчизняним стандартам щодо обмеження за відпускною вологістю і обумовлює необхідність витримування виробів до досягнення бетоном відпускної вологості.

При цьому вимоги такого обмеження не мають обґрунтованої мотивації: можливо обмежувати відпускну масу блоків, призначених для мурування вручну; можливо обмежувати усадку бетону при висиханні від відпускної вологості до експлуатаційної; або регламентувати фактичну відпускну міцність з урахуванням розм'якшення бетону при зволоженні, або фактичну теплопровідність.

Аргумент щодо зростання тріщиноутворення при збільшенні відпускної вологості теж можливо піддати сумніву, оскільки це явище більш характерне для ніздрюватого бетону неавтоклавного тверднення. Ніздрюваті бетони автоклавного тверднення, що виготовлені на кварцовому піску, мають усадку при висиханні на рівні 0,15-0,4 мм/м.

Слід також зазначити, що в європейському стандарті на стінові вироби з автоклавного ніздрюватого бетону EN 771-4:2003 взагалі відсутні вимоги щодо нормування відпускної вологості.

Питання впливу підвищеної відпускної вологості ніздрюватого бетону на основні теплотехнічні та експлуатаційні показники є актуальним та дискусійним. Значна частка науковців доводить негативний вплив високого вологовмісту, інша – заперечує негативні наслідки.

Слід зазначити, що по автоклавному ніздрюватому бетону XII комісія Міжнародного комітету по бетону створила спеціальну робочу групу, яка узагальнила накопичений світовий досвід з питань рецептур, технологій виробництва, експлуатаційних характеристик, техніко-економічних показників. Показник експлуатаційної вологості ніздрюватого бетону, визначений шляхом узагальнення результатів досліджень в натурних умовах різноманітних конструктивних ніздрюватобетонних елементів, складає 4-6 % за масою. Дана величина досягається через 1—2 роки експлуатації.

В Україні не виконувались порівняльні дослідження ніздрюватих бетонів автоклавного тверднення, виготовлених за ударною та литвювою технологією, щодо швидкості зниження відпускної вологості до рівня рівноважної експлуатаційної. Величина розрахункового вмісту води за масою в умовах експлуатації згідно з ДБН В.2.6-31:2006 для ніздрюватих бетонів становить 4-6 %. Дані значення включено в норми на підставі результатів зарубіжних досліджень.

Визначення швидкості виходу на експлуатаційні показники огорожувальних конструкцій, виконаних з ніздрюватого бетону, є актуальною та необхідною задачею, оскільки:

- 1) вітчизняними нормативними документами (ДСТУ Б В.2.7-45:2010; ДСТУ Б В.2.7-137:2008) допускається відпускна вологість автоклавного газобетону марок від D500, виготовленого на піску, до 25 % за масою (в основному, характерно для виробів, що виготовлено за віброударною технологією);

2) для виробів з ніздрюватого бетону автоклавного тверднення, що виробляються за литтвовою технологією значення післяавтоклавної вологості досягає 35-45 % за масою і більше.

3) на усіх вітчизняних підприємствах склади готової продукції не опалюються, тобто в осінньо-зимовий період відсутні умови для досушування виробів перед відправкою споживачеві;

4) на усіх сучасних технологічних лініях майже відразу після вивантаження з автоклаву вироби направляються на пакування у термоусадкову плівку, що перешкоджає виходу надлишкової вологи з матеріалу.

В останні роки у ряді європейських країн були поставлені питання щодо впливу високого вмісту вологи на погіршення теплотехнічних показників будівельних матеріалів і, зокрема, ніздрюватих бетонів. Існуючі стандарти та наукові публікації не дають чіткого уявлення стосовно суті впливу високої номінальної вологості, оскільки вони дійсні для області рівноважної вологості. Беручи існуючі методики обчислення згідно з європейськими стандартами (EN ISO 10456, DIN EN 1745) як базові, типова післяавтоклавна вологість ніздрюватого бетону може спричинити значне зростання теплопровідності λ , що, в свою чергу, викличе зниження опору теплопередачі та збільшення витрат на опалення. Крім того, збільшується ризик пошкоджень та деформацій виробів. Результати експериментів, проведених провідними європейськими дослідниками, свідчать, що фактичний приріст теплопровідності λ на рівнях виробництва набагато нижче величин, заявлених у стандартах. На додаток до цього, недавні дослідження показали, що при типовому використанні автоклавного ніздрюватого бетону перевідний коефіцієнт вологості F_m не перевищує 5 %.

1 ВИГОТОВЛЕННЯ ФРАГМЕНТУ ЗОВНІШНЬОЇ СТІНИ ТОВЩИНОЮ 30 СМ З ДРІБНИХ БЛОКІВ З НІЗДРЮВАТОГО БЕТОНУ ГУСТИНОЮ 300, 400, 500, 600 КГ/М³ І ВОЛОГІСТЮ 40 % ЗА МАСОЮ

1.1 Залежність теплофізичних властивостей ніздрюватого бетону від вологості. Теоретичні основи масопереносу в капілярно-пористих системах

Теплові і технічні властивості пористих будівельних матеріалів залежать від вмісту води у їхній структурі. Пориста система більшості будівельних матеріалів відкрита (повністю або частково) і дозволяє переміщення води та її можливе накопичення. Збільшення вологості у багатьох будівельних матеріалах викликає зростання теплопровідності та зниження теплоізоляційних властивостей. Теплопровідність будівельних матеріалів залежить від властивостей пористої структури (форма, розподіл пор, наявність відкритих пор, повна пористість), густини в сухому стані, хімічного та мінералогічного складу. В області гігроскопічної вологості поступова сорбція води в стінки пор триває до заповнення пористої системи будівельного матеріалу спочатку в мономолекулярному, а потім і у мультимолекулярних шарах. Поглинена вода спричиняє зміну об'єму матеріалу, викликану зміною капілярного тиску залежно від насиченості капілярної системи водою. Після досягнення максимальної гігроскопічної вологості відбувається повне заповнення водою капілярної системи [1, 2].

Високий вміст води може викликати цілий ряд негативних наслідків для будівельних матеріалів в результаті дії фізичних (почергове заморожування-відтавання, набухання при зволоженні і усадки при висиханні), хімічних (насичення вуглекислотою, корозія, кристалізація солей) або мікробіологічних (утворення плісняви) процесів.

На відміну від морозного руйнування, що відбувається виключно при від'ємних температурах, хімічні та біологічні процеси протікають постійно за будь-якої температури. Фактична кількість вологи, що спричиняє пошкодження, залежить від типу будівельного матеріалу. Наприклад, для деревини біологічне руйнування відбувається при вмісті вологи понад 20 % за масою. Крім того, необхідно враховувати поряд з температурою та вологістю також і властивості основи. Будівельні матеріали, що не містять компонентів, здатних до біологічного руйнування, як правило не зазнають утворення плісняви при поверхневій волозі в середовищі відносної вологості повітря нижче 80%.

Внаслідок особливостей будови ніздрюваті бетони можуть бути потенційно більш активними відносно взаємодії з середовищем.

В першу чергу це стосується проблеми впливу вологісного стану ніздрюватих бетонів на виявлення та зміну їхніх механічних та теплофізичних властивостей. Особливе місце і актуальність саме цієї проблеми обумовлено тим, що у складі всіх фізико-кліматичних впливів середовища вологісні є постійно діючими, і від вологісного стану бетону залежать практично всі основні його властивості – міцність, деформативність, теплопровідність, морозостійкість. Тобто вологість матеріалу визначає напружено-деформований стан конструкції, який трансформується у часі відповідно до зміни вологовмісту. Коливання вологісного стану матеріалу як структурованої системи супроводжується зміною балансу сил зв'язку твердої фази і порового простору з водою на відповідних масштабних рівнях структури, невідворотно справляючи вплив на виявлення властивостей матеріалу.

В зв'язку з цим актуальною проблемою є розвиток знань, розкриття механізмів і закономірностей зміни властивостей ніздрюватих бетонів залежно від їхнього вологісного стану, розробка технічних та технологічних рішень щодо керування якістю бетонів з урахуванням наслідків експлуатаційних вологісних впливів.

Виявлення властивостей ніздрюватих бетонів під час експлуатації визначається формуючим балансом сил в їхній структурі при зміні вмісту вологи. Величина цих сил обумовлюється енергією зв'язку різних видів води зі структурою матеріалу та кінетикою вмісту її видів у матеріалі при експлуатації.

Формування структури є засобом керування складовими балансу сил її зв'язку з водою, а також засобом впливу на реалізацію фізико-технічних та теплотехнічних властивостей матеріалів, їхню довговічність при вологісних експлуатаційних впливах на конструкції.

На рис. 1.1 наведено короткий огляд можливих наслідків високої відпускнуої вологості автоклавного ніздрюватого бетону.

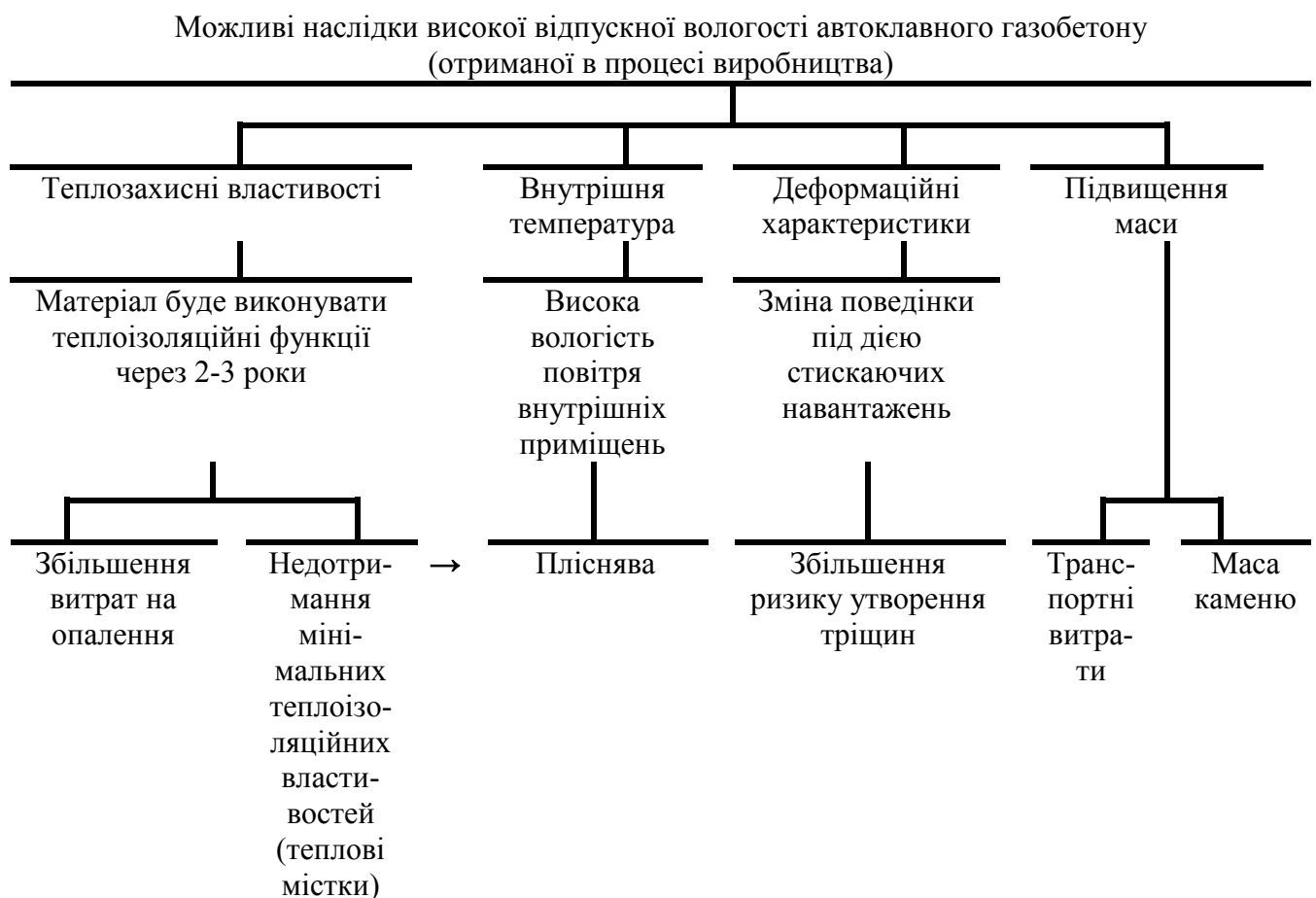


Рисунок 1.1 – Наслідки високої номінальної вологості, що викликані процесом виробництва автоклавного ніздрюватого бетону та порушенням правил експлуатації

Переміщення вологи в будинках супроводжується перенесенням теплової енергії і, як наслідок, головним чином впливає на ізоляційні властивості будівельних матеріалів.

Ніздрюватий бетон є капілярно-пористою системою, що відрізняється достатньо високою здатністю віддавати вологу в навколишнє середовище, незважаючи на те, що абсолютна більшість пор цієї системи є замкнутими.

До основних теплофізичних властивостей ніздрюватого бетону згідно з вимогами ДБН В.2.6-31:2006 відносяться: питома теплоємність c_o , теплопровідність λ_o у сухому стані, розрахунковий вміст вологи за масою в умовах експлуатації w , коефіцієнт теплосвоєння s та коефіцієнт паропроникності μ . Теплофізичні властивості обумовлюють тепловологісний режим огорожувальних конструкцій та приміщень.

Як відомо, вологісний стан матеріалів огорожувальної конструкції визначає її довговічність, придатність конструкції до експлуатації та рівень теплових втрат в опалювальний період року. Існують наступні види вологи, що знаходиться в огорожувальній конструкції:

- будівельна (технологічна) волога;
- ґрунтова або осмотична волога;
- атмосферна або метеорологічна волога;
- експлуатаційна волога.

Впливу ґрунтової та метеорологічної вологи на погіршення експлуатаційного вологісного режиму стінових огорожувальних конструкцій можливо уникнути за рахунок конструктивних рішень.

Експлуатаційна волога є функцією теплофізичних параметрів матеріалів огорожувальних конструкцій, а також початкової (будівельної) вологості шарів матеріалів.

Будівельна волога – це волога, що перебуває в матеріалі внаслідок технологічних факторів його виробництва і знаходиться під дією хімічного зв'язку, фізико-хімічного й фізико-механічного зв'язку зі скелетом матеріалу.

Вплив вологості на основні теплофізичні параметри ніздрюватого бетону вивчали ряд зарубіжних та вітчизняних вчених [3-14].

Систематизацію і розвиток уявлень щодо природи взаємозв'язку властивостей бетонів з вологісним станом можливо прослідкувати за фундаментальними роботами в області фізико-хімічної механіки, колоїдної хімії, фізичної хімії поверхні авторів Р.К.Айлера, А.В.Думанського, Б.В.Дерягіна, Ю.В.Горяйнова, П.А.Ребіндера, Б.Д.Сумма, В.Ю.Траскіна, Д.А.Фрідріхсберга, Н.В.Чураєва, Є.Д.Щукіна та ін. Стосовно будівельних матеріалів теоретичні та прикладні проблеми зміни фізико-механічних та теплофізичних властивостей при температурно-вологісних впливах розкриті у роботах С.В.Александровського, А.С.Аведікова, А.С.Беркмана, Ю.М.Баженова, А.А.Гвоздьова, Г.І.Горчакова, Г.Д.Діброва, К.Г.Красильникова, Б.А.Крилова, П.Г.Комохова, В.М.Москвіна, Н.А.Мощанського, Л.В.Нікітіної, В.А.Невського, М.С.Острикова, І.Є.Прокоповича, А.У.Франчука, З.Н.Цилосані, Є.М.Чернишова, А.Е.Шейкіна та ін. Незважаючи на великий об'єм накопичених даних, наукова та прикладна інформація відрізняються певною фрагментарністю. В основному всі дослідження направлені на з'ясування того, яким чином високий рівень вологості впливає на теплопровідність автоклавного ніздрюватого бетону, підвищення витрат на опалення приміщень, ймовірність появи плісняви через утворення теплових містків.

Тому очевидна необхідність систематизації існуючих уявлень та розробка загальних теоретичних підходів до питання керування властивостями ніздрюватих бетонів при зміні їхньої вологості з позиції сучасного структурного матеріалознавства.

Аналіз і систематизація з позицій структурного матеріалознавства уявлень щодо процесів вологообміну бетонів з середовищем, вологопереносу в їхній структурі ґрунтуються на теоріях адсорбції та поверхневих явищ, капілярності, фільтрації. Центральне місце в них займають рівняння Ленгмюра, Брунауера, Емметта і Теллера, Гіббса, Лапласа, Кельвіна,

Жюрена, Дарсі. В результаті прикладної реалізації фундаментальних уявлень були розроблені фізико-математичні моделі вологопереносу і основані на них методики розрахунку вологісного режиму конструкцій. Для ряду будівельних матеріалів отримано експериментальні ізотерми сорбції, кінетичні криві капілярного насичення з відповідним математичним описанням (роботи А.Адамсона, В.Н.Богословського, Р.Є.Бріллінга, В.Г.Гагаріна, М.М.Дубініна, К.Г.Красильникова, І.Я.Кисельова, А.В.Ликова, А.Г.Перехоженцева, К.Пірса, А.І.Русанова, С.П.Рудобашти, Н.Н.Скоблінської, Д.П.Тимофєєва, А.У.Франчука, К.Ф.Фокіна, С.В.Федосова, Р.Фельдмана, М.Р.Харріса, А.С.Епштейна та ін.).

Накопичені фундаментальні і прикладні знання дозволили обґрунтувати і розкрити уявлення щодо впливу складу і структурних характеристик бетонів на розвиток основних процесів їхньої взаємодії з водяною парою та водою. Показано, що параметри будови визначають міру зміни запасу внутрішньої енергії матеріалу, і, тим самим, його реакцію на вплив вологи. При цьому у взаємодії з середовищем об'єм твердої фази проявляє свою роль в комплексі з величиною площі поверхні та її енергетичним станом; поровий простір діє своїми параметрами об'єму, розподілом об'єму за розмірами пор і енергетичним полем об'єму пор (згідно з теорією Полянї).

В границях гігроскопічного діапазону молекули води адсорбовані на внутрішню поверхню автоклавного ніздрюватого бетону. Кількість такої фізично зв'язаної (рівноважної) вологи значною мірою залежить від внутрішньої поверхні автоклавного ніздрюватого бетону, представленої певною кількістю кристалів гідратів силікату кальцію та нано- і мікропорами. У тому випадку, коли вологовміст перевищує абсорбційну здатність внутрішньої поверхні, вода додатково зв'язана в макропорах капілярними силами. Цей процес відбувається впродовж тривалого часу при розповсюдженні водяної пари, але може відбутися значно швидше коли матеріал буде в контактї з вільною водою.

В таких пористих матеріалах як автоклавний ніздрюватий бетон волога переміщується головним чином розповсюдженням пари, поверхневим розповсюдженням рідини та капілярним підсосом (вплив конвекції визнано несуттєвим, оскільки процес перенесення внаслідок незначних градієнтів тиску повітря між внутрішньою частиною та за межами будівлі не відбувається). Згідно з [15] волога переміщується переважно у вигляді руху водяної пари в гігроскопічному діапазоні. В цьому випадку перенесення теплоти внаслідок водного розповсюдження пари є значно більшим. У випадку високого вмісту вологи (вище гігроскопічного діапазону) необхідно враховувати зростаючу роль переміщення та розповсюдження рідини по поверхнях [16].

Згідно з діючими європейськими стандартами, вплив вологості обчислюється за формулою:

$$\lambda_{moist} = \lambda_{10,dry} \times F_m, \quad (1.1)$$

де λ_{moist} – теплопровідність у вологому стані, Вт/(м·К)

$\lambda_{10,dry}$ – теплопровідність у сухих умовах, Вт/(м·К)

F_m – перевідний коефіцієнт вологості (згідно з EN ISO 10456).

Перевідний коефіцієнт вологості F_m обчислюється за формулою

$$F_m = e^{f_u \cdot (u_2 - u_1)}, \quad (1.2)$$

де f_u – поправочний коефіцієнт, що враховує вологість за масою (згідно з DIN EN 1745, табл. А.10, величина f_u для автоклавного ніздрюватого бетону становить 4 кг/кг);

u_1 – вміст вологи за масою для граничних умов першого пункту;

u_2 – вміст вологи за масою для граничних умов другого пункту.

Через експоненціальний характер функції, при обчисленні за формулою (2) отримують завищені величини λ коли застосовують її для високих рівнів вологості (див. рис. 1.2). З результатів досліджень, проведених компанією Ytong, відомо, що навіть вологість 35-45 % за масою, характерна для ніздрюватих бетонів на виході з автоклаву, у більшості випадків

призводить до подвоєння значення λ , замість шестикратного збільшення, що обчислюється згідно з європейськими стандартами.

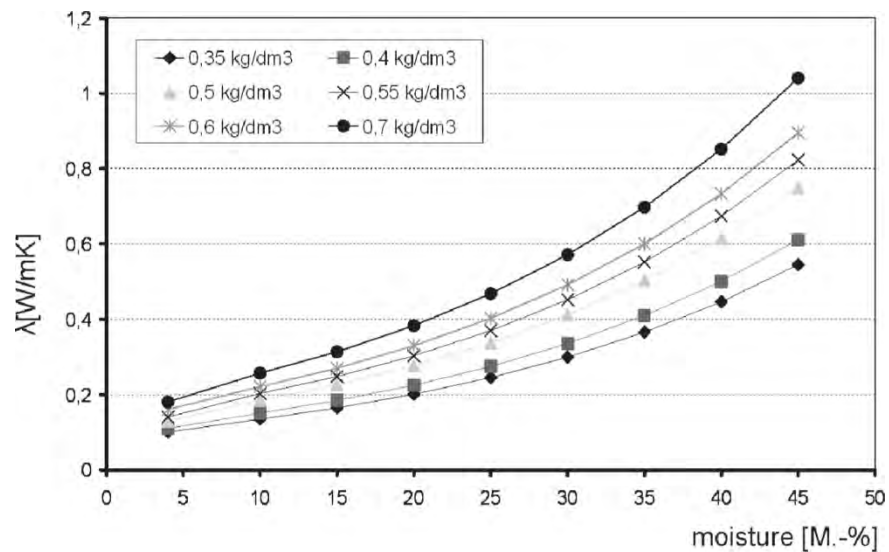


Рисунок 1.2 – Величина λ_{moist} , що розрахована для різних густин у сухому стані та вологості від 4 % до 45 % за масою згідно з EN ISO 10456 з застосуванням фіксованого поправочного коефіцієнту $f_u = 4$ (згідно з DIN EN 1745)

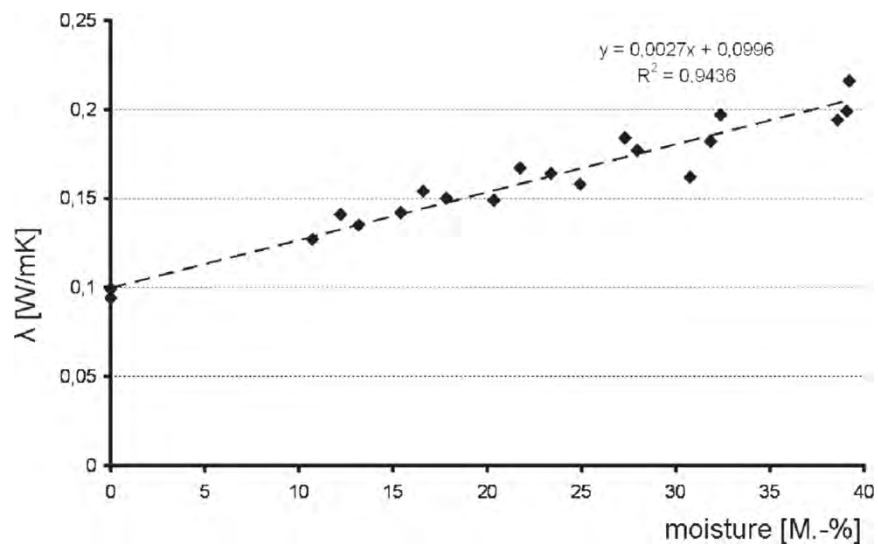


Рисунок 1.3 - Залежність величини λ від вмісту вологості, визначена для класу автоклавного газобетону P2 0.35 (завод Xella Schrobenthausen, Німеччина).

Для обчислення λ_{moist} використана формула $\lambda_{moist} = \lambda_R / 1,05 + 0,0076 * u * \rho$ (в кг/дм³).

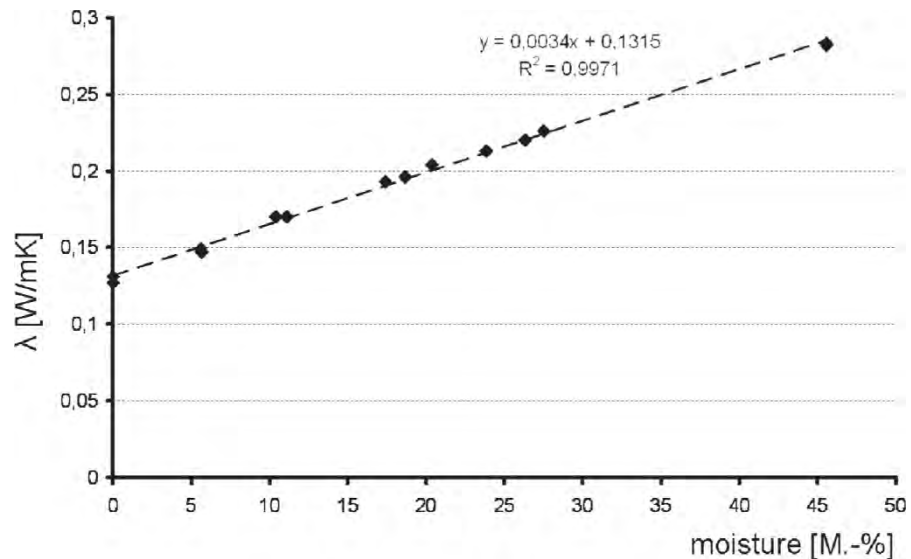


Рисунок 1.4 - Залежність величини λ від вмісту вологості, визначена для класу автоклавного газобетону P4 0.6 (завод Xella Alzenau, Німеччина).

Для обчислення λ_{moist} використана формула $\lambda_{moist} = \lambda_R / 1,05 + 0,0064 * u * \rho$ (в кг/дм³).

Один зі шляхів подолання цієї проблеми наведено в німецькому стандарті DIN V 4108-4 (додаток В), як можливість визначити перевідний коефіцієнт вологості на експериментальній основі. Цей підхід дає можливість використати наступну формулу для обчислення λ_{moist} :

$$\lambda_{moist} = \lambda_{10,dry} \times F_m,$$

$$\text{де } F_m = 1,05.$$

Слід відмітити, що у випадку, коли величина F_m застосовується для вологості, що перевищує рівноважну, вона призводить до недооцінювання результатів обчислення λ_{moist} . Тому компаніями Hebel та YTONG разом з Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. (FIW, Munich, Germany) було проведено детальні дослідження, спрямовані на визначення кореляції між високим вологовмістом та теплопровідністю [17].

Вимірювання були виконані на трьох блоках класу P2 0,35 від Schrobhausen (один зразок кожний) та двох блоках класу P4 0,60 від Alzenau (два зразки кожний). Величини λ було визначено, починаючи з післяавтоклавної вологості (40 і 45 % за масою відповідно), з поступовим зменшенням до сухого стану. Блоки для випробувань були відібрані відразу

після розвантаження автоклаву та загорнуті у фольгу для перешкоджання втраті вологи. В лабораторії з блоків були випиляні дослідні зразки розміром 220x220x40 мм, грані яких були зашліфовані до паралельного стану. Зразки були упаковані у фольгу та витримані при 10°C, після чого була виміряна теплопровідність (кожне вимірювання тривало 1,5 години). Потім зразки були висушені до вологості 5-10 % за масою при 60°C, витримані при 10°C та знову виконали вимірювання теплопровідності. Цю процедуру повторювали до завершення процесу висихання при 105°C. Результати для P2 0.35 зразків (середня густина 350 кг/м³), що відібрані від трьох блоків, наведено на рис. 1.3. Для блоку P2 R² рівне 0.9436, P4 - 0.9971. На рис.1.4 показано дані вимірювань двох зразків, відібраних від одного блоку P4 0.60 (середня густина 525 кг/м³). Невелика дисперсія отриманих даних свідчить, що граничні умови експерименту були витримані належним чином. У випадку систематичної помилки вимірювання мала б місце збільшена дисперсія зі збільшенням вмісту вологи. Деякі з попередніх досліджень, виконаних в області рівноважної вологості (23°C, 80 %-а відносна вологість), показали, що за період вимірювань тривалістю 3 год. фактично неможливо спостерігати переміщення вологи.

Обидва графіки (рис. 1.3 і 1.4) показали подібні формули перетворень для λ_{moist} (див. легенди графіків), і, таким чином, підтвердили результати попередніх досліджень Ytong:

$$\lambda_{moist} = \lambda_R / F_m + F_z * u * \rho, \quad (1.3)$$

де λ_{moist} – питома теплопровідність, Вт/(м·К);

λ_R – розрахункова величина коефіцієнту теплопровідності, Вт/(м·К);

F_m – коефіцієнт перерахунку вологості, рівний 1,05 (DIN V 4108-4);

F_z – додатковий коефіцієнт для перерахунку вологості, рівний 0,0070;

u – вміст вологи, у % за масою;

ρ – густина у сухому стані, кг/м³.

На рис.1.5 наведено результати вимірювань, проведених спеціалістами Xella з обчисленнями, виконаними згідно з європейськими стандартами (середня густина у сухому стані = 400 кг/м^3 ; $\lambda_R=0,1 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$). Вимірні значення показують значно нижчу сукупну похибку і відсутність експоненціального збільшення залежності вологості, ніж були обчислені.

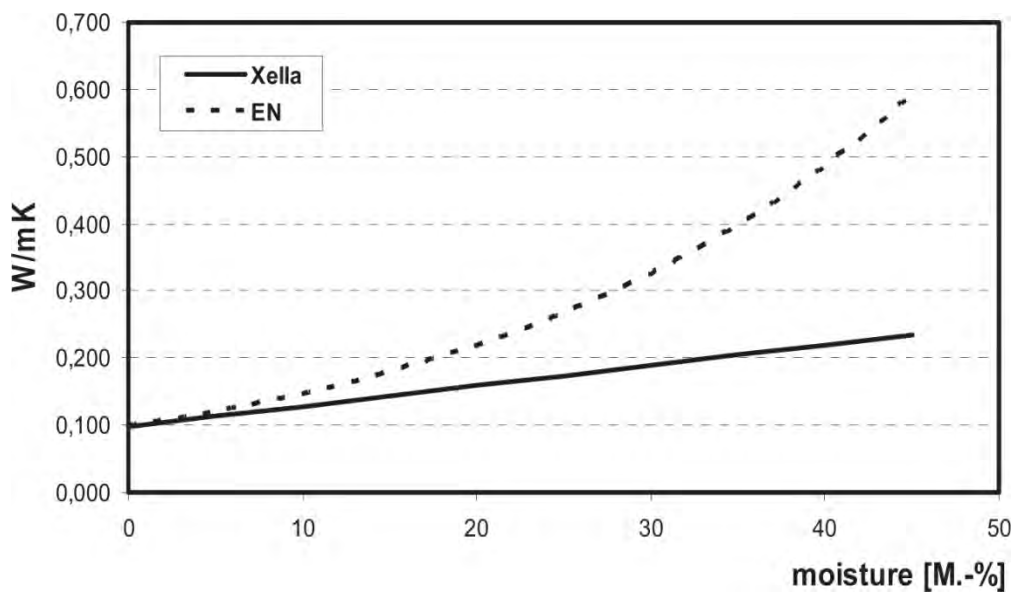


Рисунок 1.5 – Залежність величини λ від вологості. Результати вимірювань (Xella, суцільна лінія) у порівнянні з даними, обчисленими згідно з Європейськими нормами (EN ISO 10456, DIN EN 1745, пунктирна лінія)

У таблиці 1.1 приведено сумарні результати вимірювань для автоклавного газобетону класів за середньою густиною 350 та 450 кг/м^3 , виконаних в лабораторії Університету Padova (Італія).

Таблиця 1.1 - Результати лабораторних вимірювань

Середнє значення густини у сухому стані, кг/м ³	Середнє значення теплопровідності $\lambda_{10,dry}$, Вт/(м·К)	Теоретична густина ρ_{moist} , кг/м ³	Теплопровідність, $\lambda_{10,moist}$ Вт/(м·К)	Уявна густина ρ_{dry} , кг/м ³
335	0,0943	350,66	0,0993	338,0
456	0,1314	470,60	0,1397	455,3

Під час досліджень, проведених у Чехії [8] щодо визначення впливу вологості на теплоізоляційні властивості ніздрюватого бетону, було вивчено чотири види автоклавного газобетону, виготовленого на основі піску, та два види автоклавного газобетону, виготовленого на основі золи. Всі дослідні зразки були отримані зі стінових блоків, що виготовляються заводами автоклавного ніздрюватого бетону в Чехії. В ході експерименту досліджували зразки середньою густиною 300, 350, 400, 500 та 600 кг/м³. Діапазон вологості: 0 %, 3 %, 6 %, 10 %, 20 %, 40 %. Перші чотири значення вологості близькі до значень сорбційної вологості пористого бетону. Вологість 20 % і 40 % відповідає відпускній та післяавтоклавній вологості ніздрюватого бетону. Діапазон температур: -10°C, 0°C, 10°C, 20°C, 30°C, 40°C. Температури було обрано відносно виконання фактичних умов експлуатації ніздрюватих бетонів. На відібраних зразках автоклавного ніздрюватого бетону було виконано дослідження гігроскопічних особливостей сорбції ніздрюватих бетонів; визначення залежності теплопровідності ніздрюватих бетонів від вологості; та від температури. Результати досліджень наведено у таблиці 1.2 та на рис. 1.6-1.7.

Таблиця 1.2 – Величина рівноважної адсорбції за температури +23°C

Зразок /тип		Відносна вологість [%]				
		0	33	55	75	98
P1,8-300	Адсорбція	0,00	1,57	1,96	2,36	7,49
	Десорбція	0,00	2,07	2,55	3,35	7,50
P2-350	Адсорбція	0,00	1,69	1,99	2,30	7,21
	Десорбція	0,00	2,26	2,69	2,99	7,20
P2-400	Адсорбція	0,00	1,68	2,07	2,46	6,35
	Десорбція	0,00	1,95	2,21	2,74	6,38
P2-500	Адсорбція	0,00	1,44	1,65	2,06	6,08
	Десорбція	0,00	1,51	1,75	2,21	6,18
P2-420	Адсорбція	0,00	2,25	2,48	3,26	9,67
	Десорбція	0,00	2,69	3,18	4,39	9,84
P4-580	Адсорбція	0,00	3,48	4,15	6,10	14,59
	Десорбція	0,00	3,60	5,30	7,64	14,75

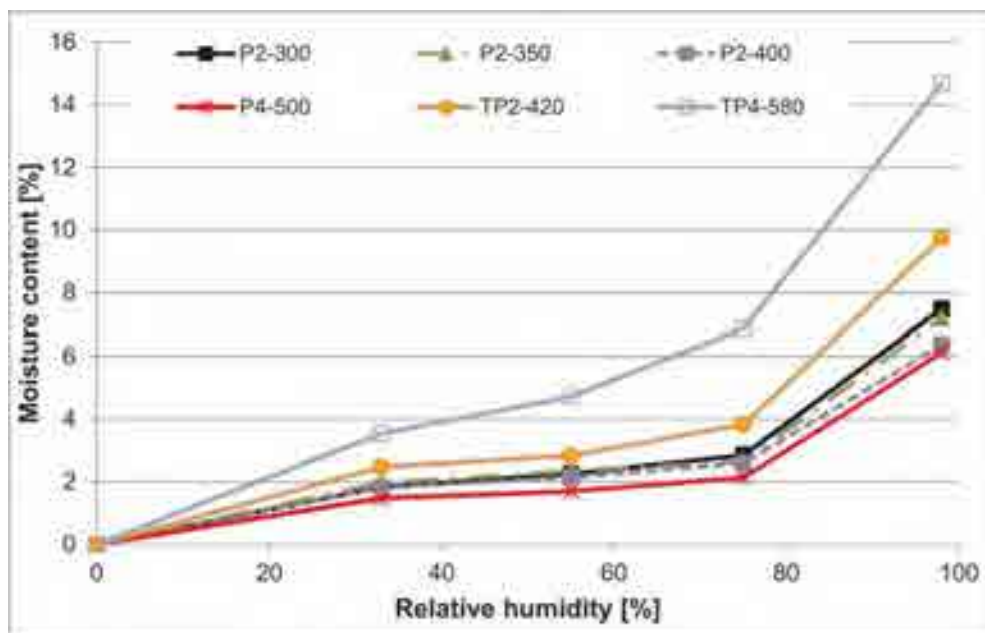
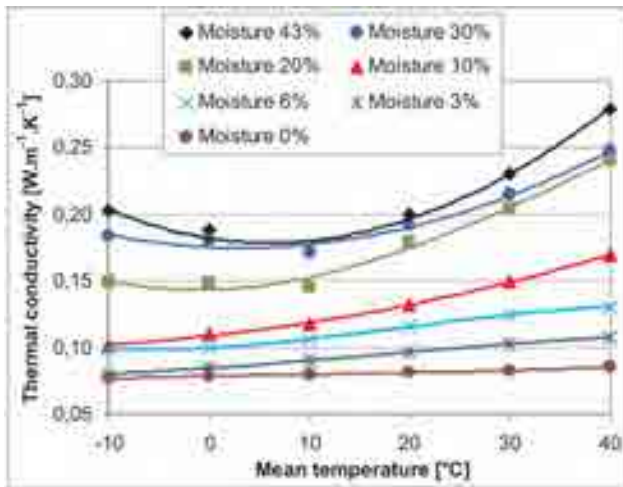
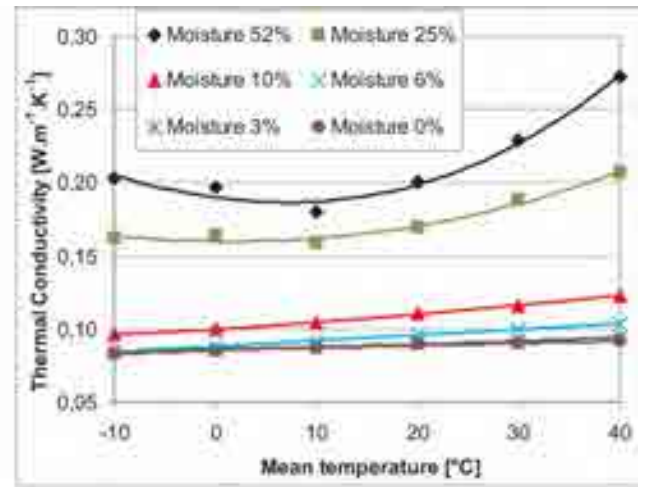


Рисунок 1.6 – Криві величин рівноважної адсорбційної вологості

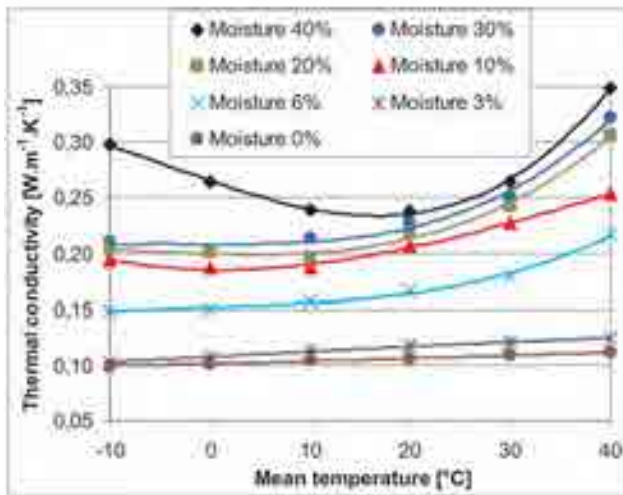
зразків автоклавного ніздрюватого бетону
за температури +23°C



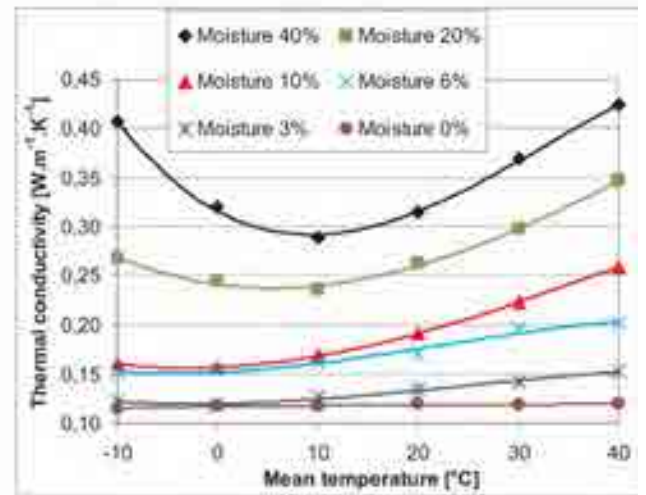
Sample P1,8-300 (sand based AAC)



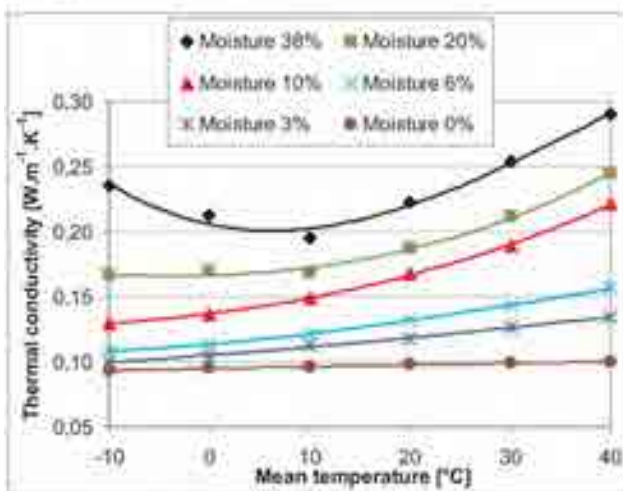
Sample P2-350 (sand based AAC)



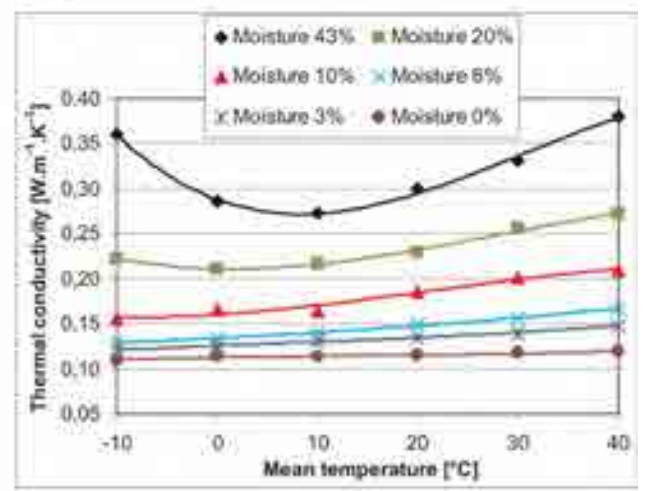
Sample P2-400 (sand based AAC)



Sample P2-500 (sand based AAC)



Sample P2-420 (fly ash based AAC)



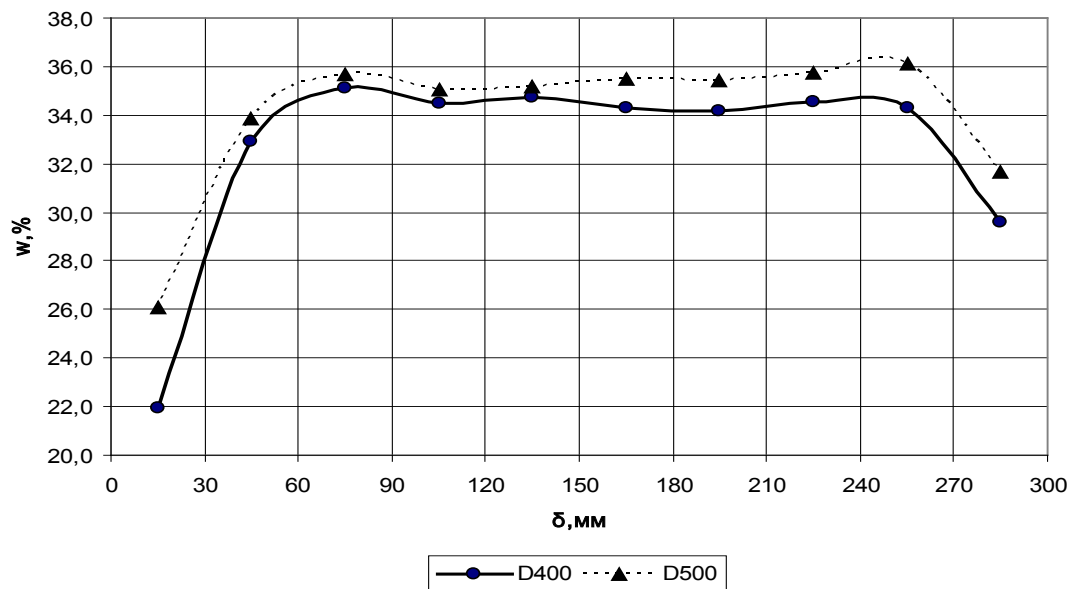
Sample P4-580 (fly ash based AAC)

Рисунок 1.7 – Залежність теплопровідності від температури зразків ніздрюватого бетону при різних значеннях вологості та температурному градієнті 10 К

Експериментальні дані свідчать, що незалежно від заводу-виробника початкова (будівельна) вологість матеріалу конструкцій навіть після деякого витримання блоків є досить значною. Відповідно теплотехнічні показники огорожувальних конструкцій в початковий період експлуатації є досить незначними – для дослідних конструкцій з наведеними на рис.1.8 параметрами приведений опір теплопередачі складає $(1,28 \div 1,87) \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ [3] (дані дослідження проводились НДІБК на експериментальній установці, що описана в роботі [15]).

Отримані дані збігаються з результатами досліджень теплопровідності газобетону в залежності від вологості та температури. На рис.1.9 наведені залежність теплопровідності газобетону від вологості при різних значеннях температури матеріалу, а на рис.1.10 – теплопровідності матеріалу від температури при різних значеннях вологості.

a)



б)

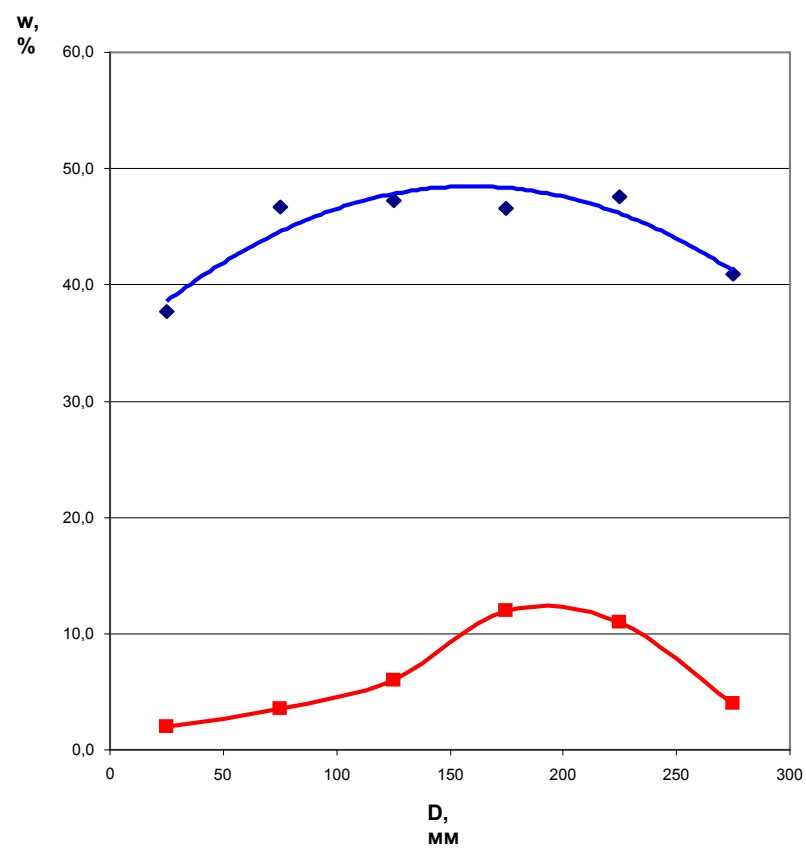


Рисунок 1.8 – Розподіл вологості по товщині дослідних конструкцій товщиною 300 мм з густиною 400 кг/м³ (а, б) і 500 кг/м³ (а) під час проведення теплотехнічних випробувань

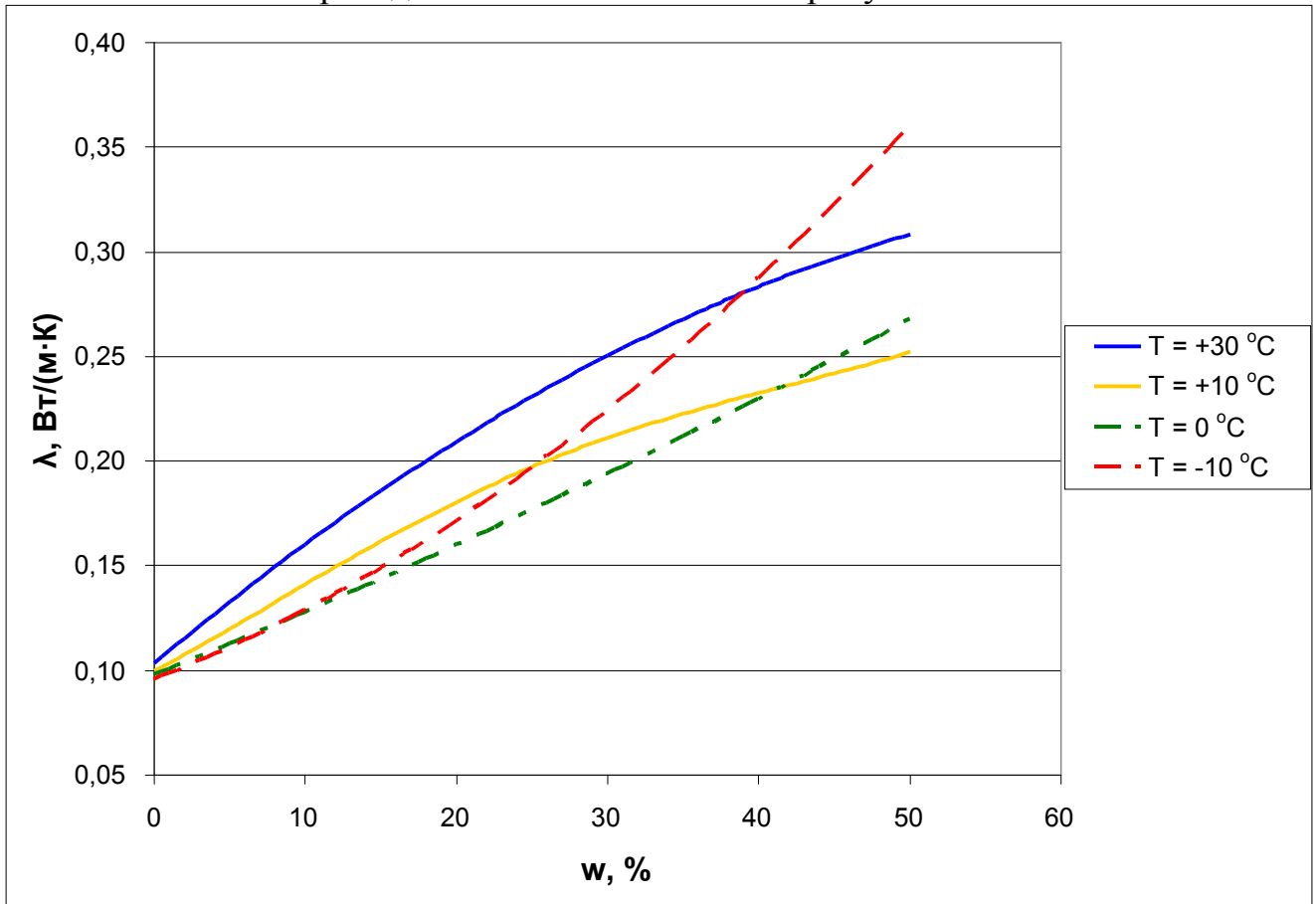


Рисунок 1.9 - Залежність теплопровідності від вологості, $\lambda(w)$ при різній середній температурі матеріалу

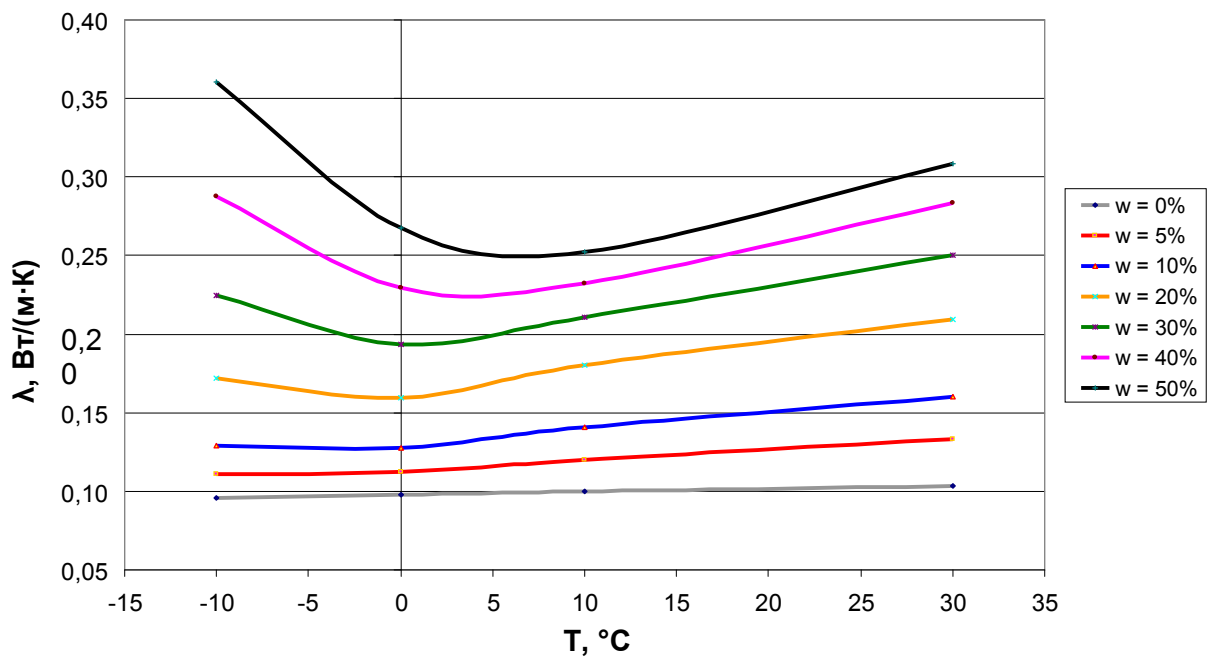


Рисунок 1.10 - Залежність теплопровідності від температури, $\lambda(t)$ при різній вологості матеріалу

На рис. 1.11 наведено залежність теплопровідності від густини та вологості згідно з даними УП "НИИСМ" (м. Мінськ) [16].

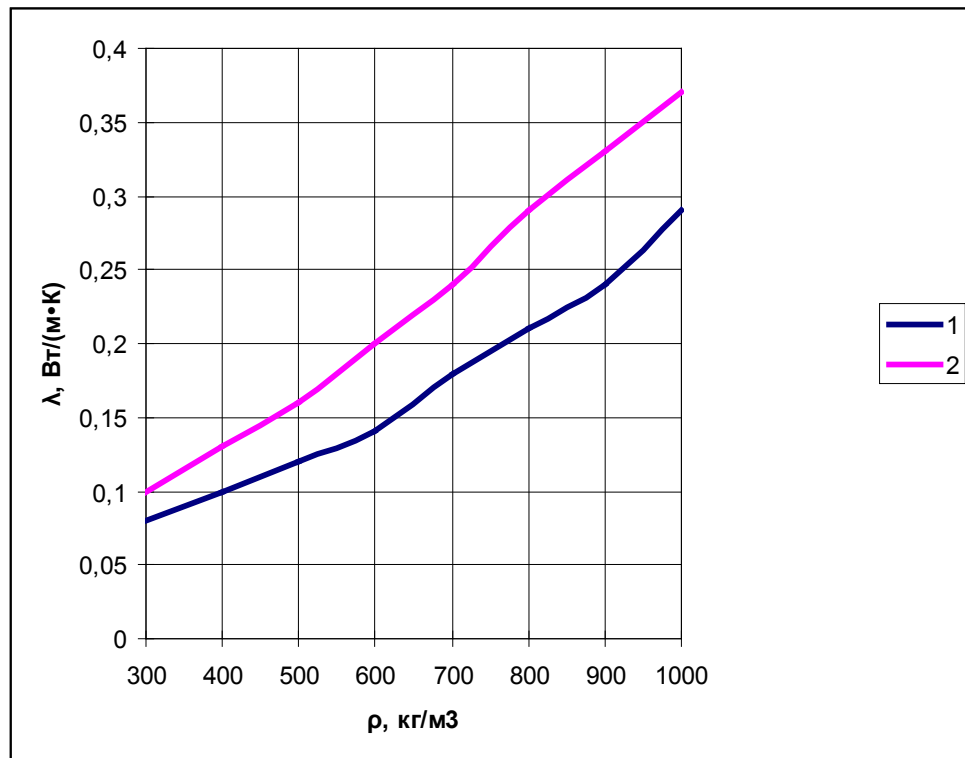


Рисунок 1.11 - Залежність теплопровідності ніздрюватого бетону від густини та вологості: 1 — залежність теплопровідності від густини; 2 — теплопровідність при експлуатаційній вологості

Коефіцієнт теплопровідності при експлуатаційній вологості є однією з основних характеристик, що визначає товщину огорожувальних конструкцій.

Характер зміни теплопровідності від вологості має ступеневий характер, при цьому при додатних температурах показник ступеня менше одиниці, що характеризується незначним збільшенням теплопровідності матеріалу при значному підвищенні вологості, а при від'ємних температурах показник ступеня більше одиниці – незначне збільшення вологості призводить до значного збільшення теплопровідності. Це обумовлює необхідність аналізу впливу на теплотехнічні показники огорожувальних

конструкцій не тільки значень середньої вологості матеріалу, але і характеру її розподілу по товщині конструкцій. За даними ДБН В.2.6-31:2006 розрахункова вологість газобетону дорівнює 6% за масою. Вказане рівнозначне значення вологості зовнішньої стіни досягається через 2-3 роки експлуатації [18, 19]. При цьому, відповідно, розподіл вологості по товщині стінових огорожувальних конструкцій має вигляд нижніх кривих, що наведені на рис. 3б. При цих значеннях та характеру розподілу вологості за даними рис. 1.4-1.5 опір теплопередачі стінових конструкцій на основі газобетону марки D400 складає $2,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ при товщині стіни 300 мм.

Згідно з даними [17] у зразків ніздрюватого бетону середньою густиною $600-800 \text{ кг}/\text{м}^3$, зволжених до максимального водопоглинання 53-49%, через 150 діб в середовищі з відносною вологістю повітря 50-55% встановився рівноважний вологовміст, що склав приблизно 5%.

Для забезпечення цього значення вологості потрібно не тільки виконання умови не накопичення вологи в товщі конструкції, що є обов'язковою згідно з ДБН В.2.6-31:2006, але і умови щодо не утворення конденсації в холодний період року. За результатами досліджень встановлено, що конденсації вологи в товщі стін з газобетону марки D400 не відбувається за умови, якщо опір паропроникненню зовнішнього штукатурного шару товщиною до 20 мм становить не більше $0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}/\text{мг}$ [22].

1.2 Схема випробувань та виготовлення фрагментів зовнішніх стін товщиною 30 см з дрібних блоків з ніздрюватого бетону марок за густиною D300, D400, D500, D600

Дослідження експлуатаційної вологості будівельних матеріалів являє собою складну задачу, а більшість існуючих методів прогнозування розрахункової експлуатаційної вологості основані на даних лабораторних досліджень та носять орієнтовний характер.

Згідно з результатами досліджень [36] зразки з ніздрюватого бетону з післяавтоклавною вологістю 30-35 % після витримання впродовж 7 місяців у кліматичній камері з постійною температурою ($t = 20 \pm 2$) °C та відносною вологістю повітря ($\phi = 45 \pm 5$) % мають значно нижчу вологість (рис. 1.12).

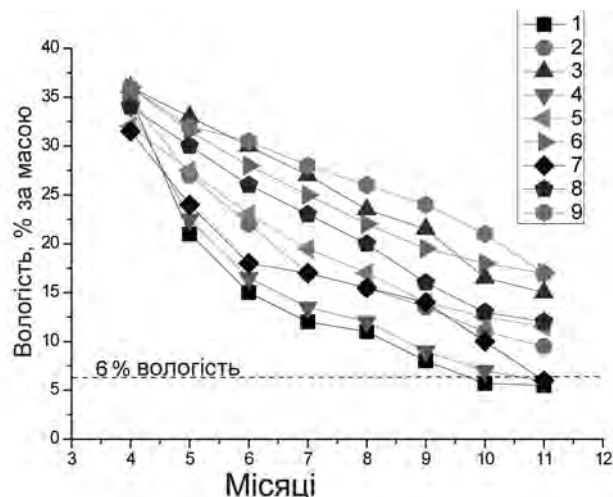


Рисунок 1.12 - Кінетика висихання зразків автоклавного ніздрюватого бетону ($t = 20 \pm 2$ °C; $\phi = 45 \pm 5\%$) при середній густині:

1, 2, 3 – 400 кг/м³ ; 4, 5, 6 – 500 кг/м³; 7, 8, 9 – 600 кг/м³;
та товщині: 1, 4, 7 – 10 см; 2, 5, 8 – 15 см; 3, 6, 9 – 20 см

З даних рис. 1.12 видно, що за сім місяців випробувань у кліматичній камері величину сорбційної вологості 6 % мають зразки товщиною 10 см, у зразків більшої товщини вологість складає від 12 % до 18 %.

Дослідження [37] швидкості виходу вологості ніздрюватого бетону ($\rho=500 \text{ кг/м}^3$ товщина $\delta=500 \text{ мм}$) на квазістаціонарний режим для стін з системою вентиляваного фасаду підтверджують зміну характеру розподілу вологи по товщі стіни залежно від пори року. Вологість за масою ніздрюватого бетону змінюється як за величиною, так і за характером розподілу по перерізу окремих шарів, що викликано їхніми фізичними особливостями та умовами підведення та відведення теплоти і маси на внутрішній поверхні стіни та поверхні вентиляваного прошарку. В початковий період сушки масова вологість ніздрюватого бетону різко знижується і за літо першого року експлуатації досягає $\approx 14 \%$. В зимовий період року зниження вологості не таке значне. Після досягнення квазістаціонарного режиму (через 4 роки експлуатації) вологість ніздрюватого бетону в центральній зоні стіни не перевищує 4% , а біля зовнішньої поверхні – не більше 6% за масою.

В ініціативному порядку інститутом НДІБМВ у вересні 2011 року було розпочато експеримент щодо визначення експлуатаційної вологості ніздрюватого бетону марок за середньою густиною D300, D400, D500 та D600.

Для проведення довготривалих натурних досліджень вологісного стану автоклавного ніздрюватого бетону на першому поверсі інституту в лабораторному приміщенні у віконних прорізах північно-західної стіни виконано фрагменти стінових конструкцій з дрібних блоків.

Блоки для досліджень марок за середньою густиною D300, D400, D500 та D600 та розмірами $600 \times 200 \times 300$ надано ТОВ "АЕРОК". Акти відбору блоків наведено у додатку 1. Паспорти якості продукції наведено у додатку 2.

Блоки мають фізико-механічні характеристики, наведені у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Фізико-механічні показники блоків з автоклавного ніздрюватого бетону виробництва ТОВ "АЕРОК"

Марка виробів	Клас бетону за міцністю на стиск	Марка бетону за середньою густиною	Марка за морозостійкістю	Теплопровідність у сухому стані, Вт/(м·°К)	Післяавтоклавної вологості, % за масою
АЕРОК EcoTerm Super Plus 300	B1,5	D300	F35	0,08	42,1
Аегос EcoTerm 300x200x600	B-2.0	D400	F100	0,1	40,8
Аегос Classic 300x200x600	B-2.0	D500	F100	0,12	35,0
Аегос Econom 200x288x600	B-2.0	D600	F100	0,13	34,5

З метою моделювання найбільш несприятливих умов перед влаштуванням фрагментів стінових огорожень блоки марок за середньою густиною D500 та D 600 були додатково зволожені до вологості 40% за масою.

Мурування фрагментів стінових огорожень виконували на спеціальному клею для блоків АЕРОС. Товщина швів 3...5 мм. В процесі виконання фрагменти були ретельно ізольовані від конструкції віконних прорізів та один від одного.

Фрагменти стінових огорожень мають вигляд, наведений на рис. 1.13-1.15. Для виготовлення кожного фрагменту було використано по 10 блоків кожної марки за середньою густиною.

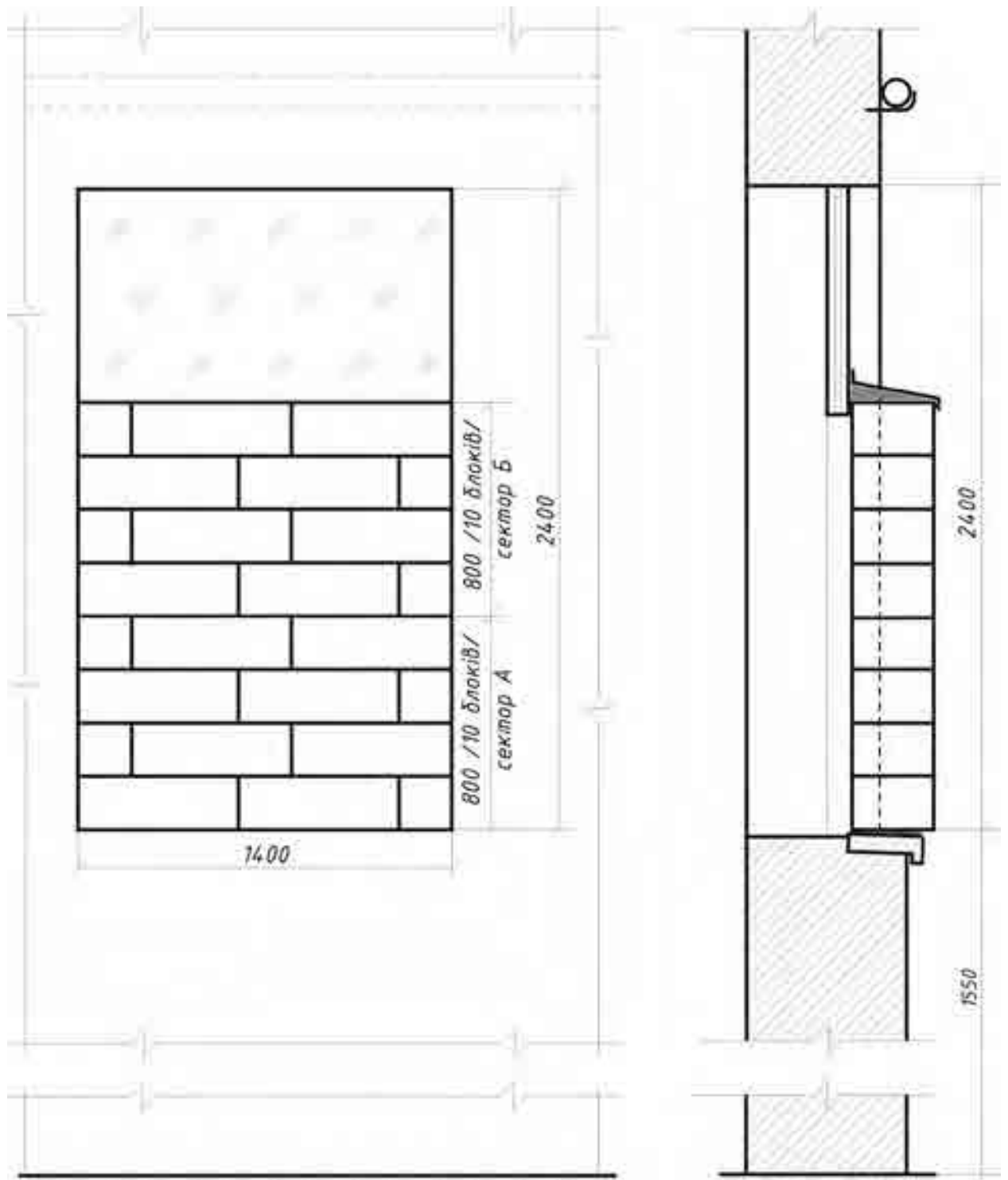


Рисунок 1.13– Схема дослідних фрагментів стінових огорожень з ніздрюватого бетону

а)



б)



Рисунок 1.14 – Дослідні фрагменти огорожувальних конструкцій з автоклавного ніздрюватого бетону відразу після укладання блоків (а) та після влаштування штукатурного шару (б)



Рисунок 1.15 – Зовнішній вигляд фрагментів огорожувальних конструкцій з автоклавного бетону зі сторони лабораторного приміщення

Додатково на досліджуваних фрагментах стінових огорожень відразу після мурування було виконано штукатурні шари з застосуванням суміші сухої будівельної "Штукатурка фасадна для газобетону AEROC", що застосовують для вирівнювання та захисту ніздрюватого бетону від атмосферних впливів. Товщина шару штукатурки з середини приміщення 3 мм, з зовні – 5 мм. Штукатурка гідрофобна, має покращену паропроникність, підвищену тріщиностійкість та морозостійкість.

Згідно з календарним планом виконання роботи для визначення вологісного стану матеріалів стінових огорожень передбачається через чітко зазначені проміжки часу (1, 2, 3, 6, 9, 12, 15, 18 та 21 місяць) відбирати з товщі конструкції зразки ніздрюватого бетону (керни) кожної марки за середньою густиною (D300, D400, D500, D600). Отвір, що залишається після відбору зразка, закладається заздалегідь приготованим керном з газобетону.

Кожен відібраний зразок розрізається на зразки завтовшки по 50 мм, що маркуються залежно від глибини залягання. Крайні зразки очищаються від штукатурного шару.

Вологість підготовлених зразків визначають згідно з ДСТУ Б В.2.7-170:2008. Впродовж всього терміну випробувань фіксуються значення температури і вологості всередині лабораторного приміщення (вимірювання), а також температури і вологості зовнішнього повітря (згідно з даними інтернет-ресурсу www.meteoprog.ua).

Схему виготовлення дослідних зразків наведено на рис. 1.16.

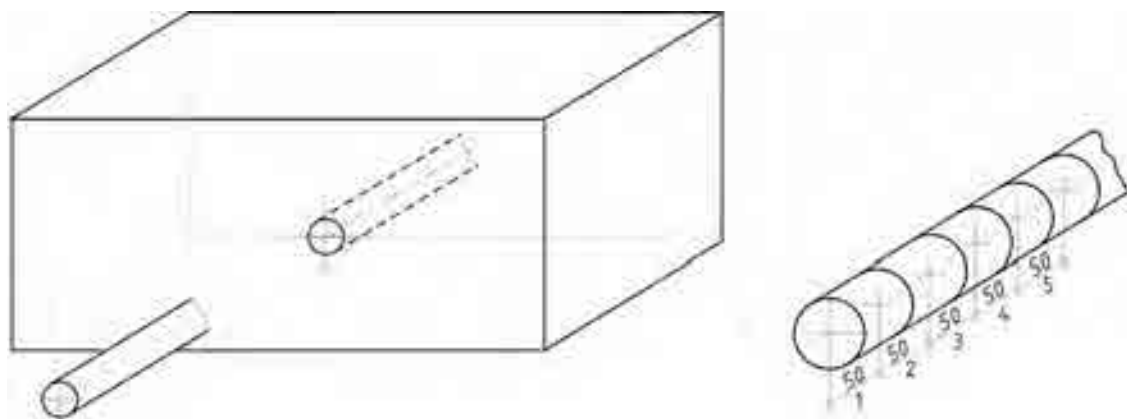


Рисунок 1.16– Схема відбору кернів для випробування

Лабораторне приміщення, призначене для проведення тривалих натурних досліджень, являє собою робочу кімнату, температура та відносна вологість внутрішнього повітря якої відповідає середньостатистичним умовам (температура в осінній період до початку опалювального сезону 10-15 °С, відносна вологість 50-75 %). Висота віконних прорізів складає 2400 мм, ширина – 1400 мм.

Конструктивні особливості прорізів дозволяють відносно легко виконувати монтаж досліджуваних фрагментів, забезпечують можливість порівняння теплозахисних властивостей та вологісного стану різних фрагментів, що досліджуються одночасно в однакових умовах до настання стаціонарного стану, що забезпечує величину експлуатаційної рівноважної вологості.

2 ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ БЕТОНУ ПО ТОВЩІ СТІНИ ЧЕРЕЗ ВИЗНАЧЕНИЙ ПРОМІЖОК ЧАСУ

Згідно з розробленим календарним планом виконання науково-дослідної роботи ДП "НДІБМВ" проводиться дослідження вологісного стану фрагментів огорожувальних конструкцій з ніздрюватого бетону автоклавного тверднення, виконаних у віконних прорізах лабораторного приміщення ДП "НДІБМВ".

В установлені терміни (1, 2, 3, 6, 9, 12, 15, 18 та 21 місяць) виконано відбір зразків ніздрюватого бетону марок за середньою густиною D300, D400, D500 та D600 (рис. 2.1, 2.2).



Рисунок 2.1 – Висвердлювання керна



Рисунок 2.2 – Відбір зразка газобетону з фрагменту огорожувальної конструкції

Відібрані зразки були розпиляні на циліндри висотою 50 мм (рис. 2.3) та промарковані залежно від глибини залягання (рис. 2.4). Крайні зразки було очищено від штукатурного шару.



Рисунок 2.3 – Керн з газобетону, розпиляний на окремі зразки



Рисунок 2.4 – Маркування зразків

Отвір, що залишається після відбору зразка, було закладено заздалегідь приготованим керном з газобетону відповідної густини (рис.2.5).



Рисунок 2.5 – Отвір, що утворився після відбору зразка, закладено керном з газобетону

Зразки було зважено з точністю до 0,001 г та висушено до постійної маси у вентиляльованій сушильній шафі за температури 105 °С (рис. 2.6).



Рисунок 2.6 – Висушування зразків у сушильній шафі

На основі отриманих даних згідно з ДСТУ Б В.2.7-170:2008 розраховується вміст вологи w_m у окремих шарах огорожувальної конструкції з ніздрюватого бетону за формулою (у % за масою):

$$w_m = \frac{m - m_0}{m_0} \cdot 100\%, \quad (2.1)$$

де m – маса вологого зразка,

m_0 – маса зразка, висушеного до постійної маси.

Дані щодо метеорологічної обстановки у період випробувань наведено у додатку 3. Дані щодо температури та вологості у приміщенні наведено у додатку 4.

2.1 Розрахунок вологості ніздрюватого бетону в товщі стіни після її зведення

Результати вимірювань вологості занесені до таблиці 2.1 та відображено на графіку (рисунок 2.7)

Таблиця 2.1 - Результати випробувань зразків ніздрюватого бетону, відібраних з фрагментів огорожувальних конструкцій після її зведення

Період проведення випробування	Фрагмент стіни	Глибина залягання, см	Маса зразка, г		Вологість, % за масою	
			вологого	Сухого		
після зведення стіни	№ 1 D300	0 - 5	105,394	82,857	27,2	
		5 - 10	111,917	83,398	34,2	
		10 - 15	112,239	81,098	38,4	
		15 - 20	104,454	79,236	39,4	
		20 - 25	71,014	53,274	33,3	
						сер.34,5
	№ 2 D 400	0 - 5	119,950	91,356	31,3	
		5 - 10	125,228	92,012	36,1	
		10 - 15	125,882	93,454	34,7	
		15 - 20	129,558	95,686	35,4	
		20 - 25	113,910	85,454	33,3	
						сер.34,1
	№ 3 D 500	0 - 5	136,345	104,414	32,1	
		5 - 10	155,141	114,243	35,8	
		10 - 15	141,540	101,390	39,6	
		15 - 20	137,759	101,443	35,8	
		20 - 25	127,503	95,152	34	
						сер.35,46
	№ 4 D 600	0 - 5	148,723	114,341	30,07	
		5 - 10	156,339	115,125	35,8	
10 - 15		152,113	112,610	35,08		
15 - 20		161,450	119,152	35,5		
20 - 25		148,421	110,762	34		
					сер.34,2	

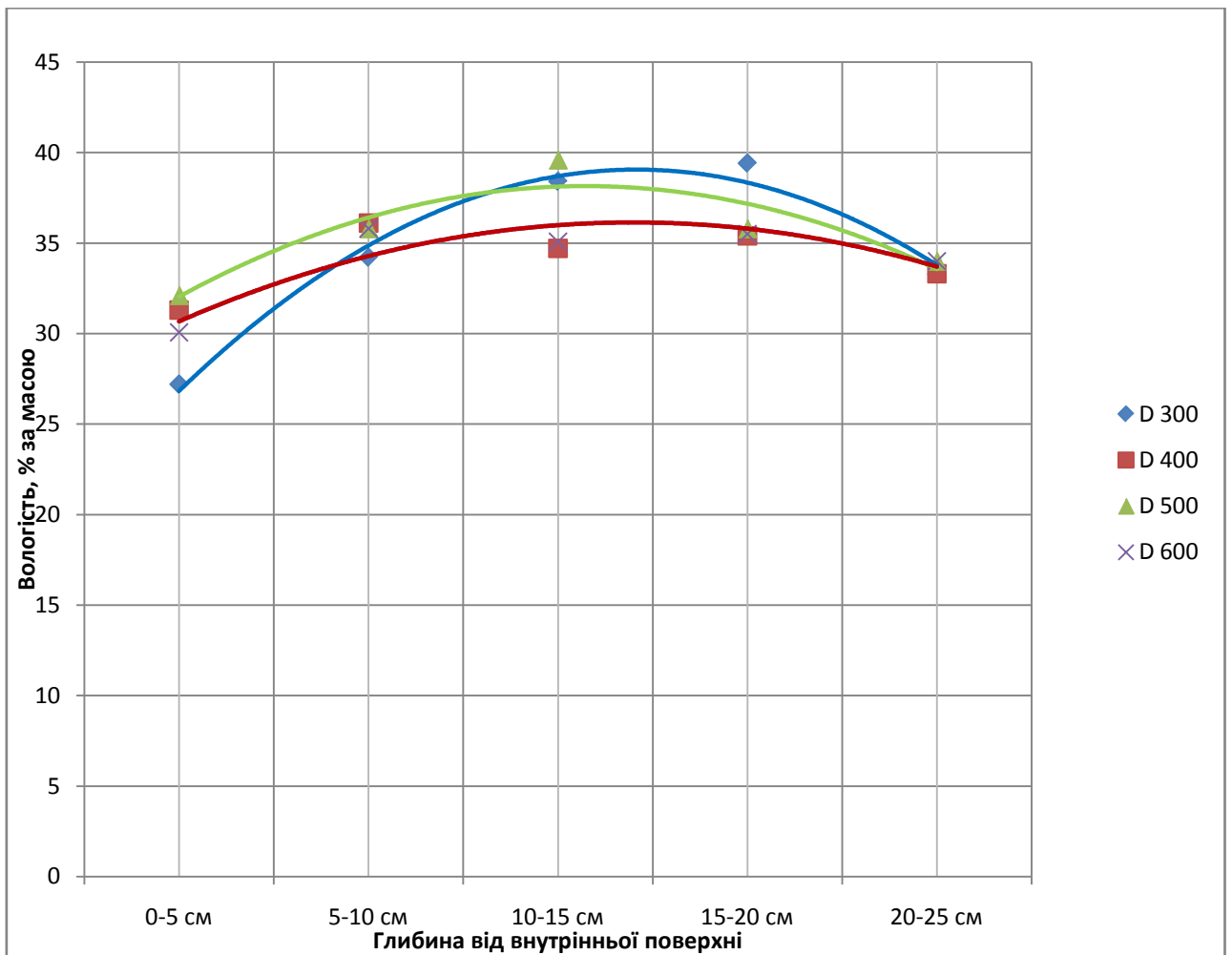


Рисунок 2.7 Розподіл вологості бетону по товщі стіни після її зведення

Вологість бетону в товщі стіни в початковий період розподілена по перерізу ніздрюватого бетону достатньо рівномірно з деяким зниженням від середини до зовнішньої (20-25 см) та внутрішньої (0-5 см) поверхні стіни.

Отримані результати вологості бетону по товщі стіни приймаються за початкові дані і відносно них в подальшому проводиться дослідження інтенсивності зниження вологості стінової конструкції.

2.2 Розрахунок вологості ніздрюватого бетону в товщі стіни через один місяць після її зведення

Результати вимірювань вологості занесені до таблиці 2.2 та відображено на графіку (рисунок 2.8)

Таблиця 2.2 - Результати випробувань зразків ніздрюватого бетону, відібраних з фрагментів огороджувальних конструкцій через один місяць після її зведення

Період проведення випробування	Фрагмент стіни	Глибина залягання, см	Маса зразка, г		Вологість, % за масою	
			вологого	сухого		
через 1 місяць після зведення стіни	№ 1 D 300	0 – 5	91,639	82,857	10,6	
		5 - 10	111,169	83,398	33,3	
		10 - 15	111,915	81,098	38	
		15 - 20	106,968	79,236	35	
		20 - 25	71,387	53,274	34	
						сер.30,22
	№ 2 D 400	0 - 5	105,333	91,356	15,3	
		5 - 10	122,651	92,012	33,3	
		10 - 15	127,938	93,454	36,9	
		15 - 20	131,759	95,686	37,7	
		20 - 25	113,910	85,454	33,3	
						сер.31,3
	№ 3 D 500	0 - 5	122,686	104,414	17,5	
		5 - 10	152,857	114,243	33,8	
		10 - 15	139,957	101,390	35,08	
		15 - 20	140,803	101,443	38,8	
		20 - 25	131,975	95,152	38,7	
						сер.32,8
	№ 4 D 600	0 - 5	131,835	114,341	15,3	
		5 - 10	155,418	115,125	35	
10 - 15		151,347	112,610	34,4		
15 - 20		159,425	119,152	33,8		
20 – 25		149,085	110,762	34,6		
					сер.30,62	

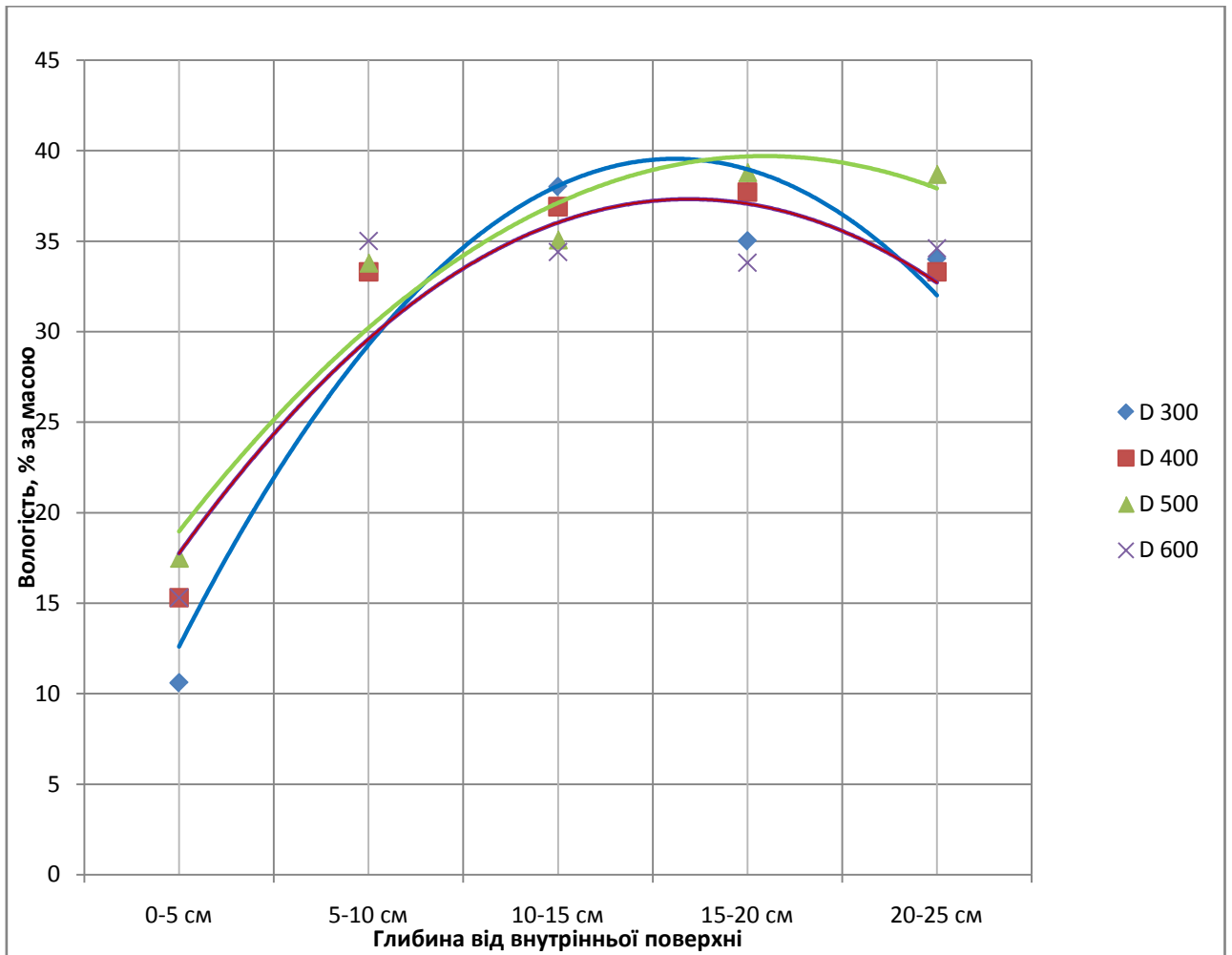


Рисунок 2.8 - Розподіл вологості бетону по товщі стіни через один місяць після її зведення

Вологість бетону в товщі стіни за перший місяць значно знизилась зі сторони приміщення на глибині 0-5 см, вологість бетону середнього та зовнішнього шарів конструкції залишилась практично без змін.

2.3 Розрахунок вологості ніздрюватого бетону в товщі стіни через два місяці після її зведення

Результати вимірювань вологості занесені до таблиці 2.3 та відображено на графіку (рисунок 2.9)

Таблиця 2.3 - Результати випробувань зразків ніздрюватого бетону, відібраних з фрагментів огороджувальних конструкцій через два місяці після її зведення

Період проведення випробування	Фрагмент стіни	Глибина залягання, см	Маса зразка, г		Вологість, % за масою	
			вологого	сухого		
через 2 місяці після зведення стіни	№ 1 D 300	0 – 5	95,89	88,952	7,8	
		5 - 10	98,834	78,254	26,3	
		10 - 15	103,619	74,014	40	
		15 - 20	107,651	76,620	40,5	
		20 - 25	89,309	64,952	37,5	
						сеп.30,4
	№ 2 D 400	0 - 5	111,745	98,541	13,4	
		5 - 10	127,055	94,325	34,7	
		10 - 15	132,839	94,251	37,7	
		15 - 20	128,104	94,125	36,1	
		20 - 25	117,564	86,254	36,3	
						сеп.31,64
	№ 3 D 500	0 - 5	127,664	110,532	15,5	
		5 - 10	140,954	104,256	35,2	
		10 - 15	103,041	102,241	35,7	
		15 - 20	142,603	108,526	31,4	
		20 - 25	147,858	108,321	36,5	
						сеп.30,86
	№ 4 D 600	0 - 5	130,456	114,235	14,2	
		5 - 10	157,017	118,325	32,7	
10 - 15		167,859	124,065	35,3		
15 - 20		166,435	122,921	35,4		
20 – 25		150,417	108,214	39		
					сеп.31,32	

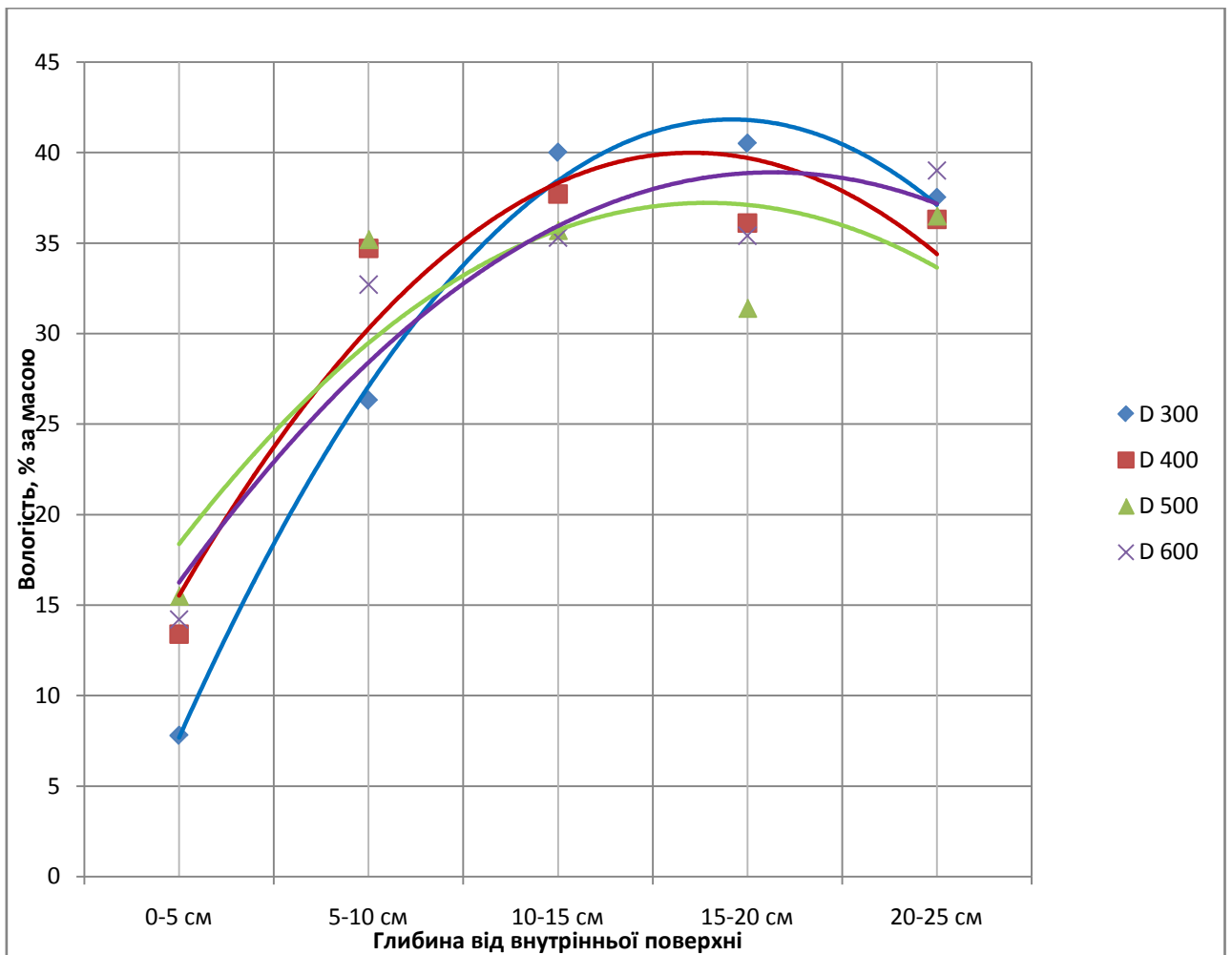


Рисунок 2.9 - Розподіл вологості бетону по товщі стіни через два місяці після її зведення

Вологість бетону в товщі стіни за два місяці її експлуатації залишається без значних змін, продовжується зниження вологості на поверхні бетону (0-5 см). На глибині 10 см збільшується вологопереніс в стіновій конструкції, виконаній з бетону D 300.

2.4 Розрахунок вологості ніздрюватого бетону в товщі стіни через три місяці після її зведення

Результати вимірювань вологості занесені до таблиці 2.4 та відображено на графіку (рисунок 2.10)

Таблиця 2.4 - Результати випробувань зразків ніздрюватого бетону, відібраних з фрагментів огорожувальних конструкцій через три місяці після її зведення

Період проведення випробування	Фрагмент стіни	Глибина залягання, см	Маса зразка, г		Вологість, % за масою	
			вологого	сухого		
через 3 місяці після зведення стіни	№ 1 D 300	0 – 5	98,102	94,521	4,2	
		5 - 10	98,366	80,230	22,6	
		10 - 15	108,324	80,245	34,9	
		15 - 20	106,255	76,012	39,7	
		20 - 25	72,023	52,365	37,5	
						сер.27,9
	№ 2 D 400	0 - 5	118,235	108,555	8,9	
		5 - 10	112,023	84,415	32,7	
		10 - 15	126,398	92,254	37	
		15 - 20	126,184	90,446	39,5	
		20 - 25	88,230	62,854	40,3	
						сер.31,6
	№ 3 D 500	0 - 5	134,541	122,014	10,2	
		5 - 10	144,546	110,253	31,1	
		10 - 15	148,012	110,450	34	
		15 - 20	150,951	110,543	36,5	
		20 - 25	104,213	74,152	40,5	
						сер.30,4
	№ 4 D 600	0 - 5	144,125	132,451	8,8	
		5 - 10	146,652	112,025	30,9	
10 - 15		162,326	122,410	32,6		
15 - 20		156,253	116,352	34,2		
20 – 25		116,125	86,562	34,1		
					сер.28,1	

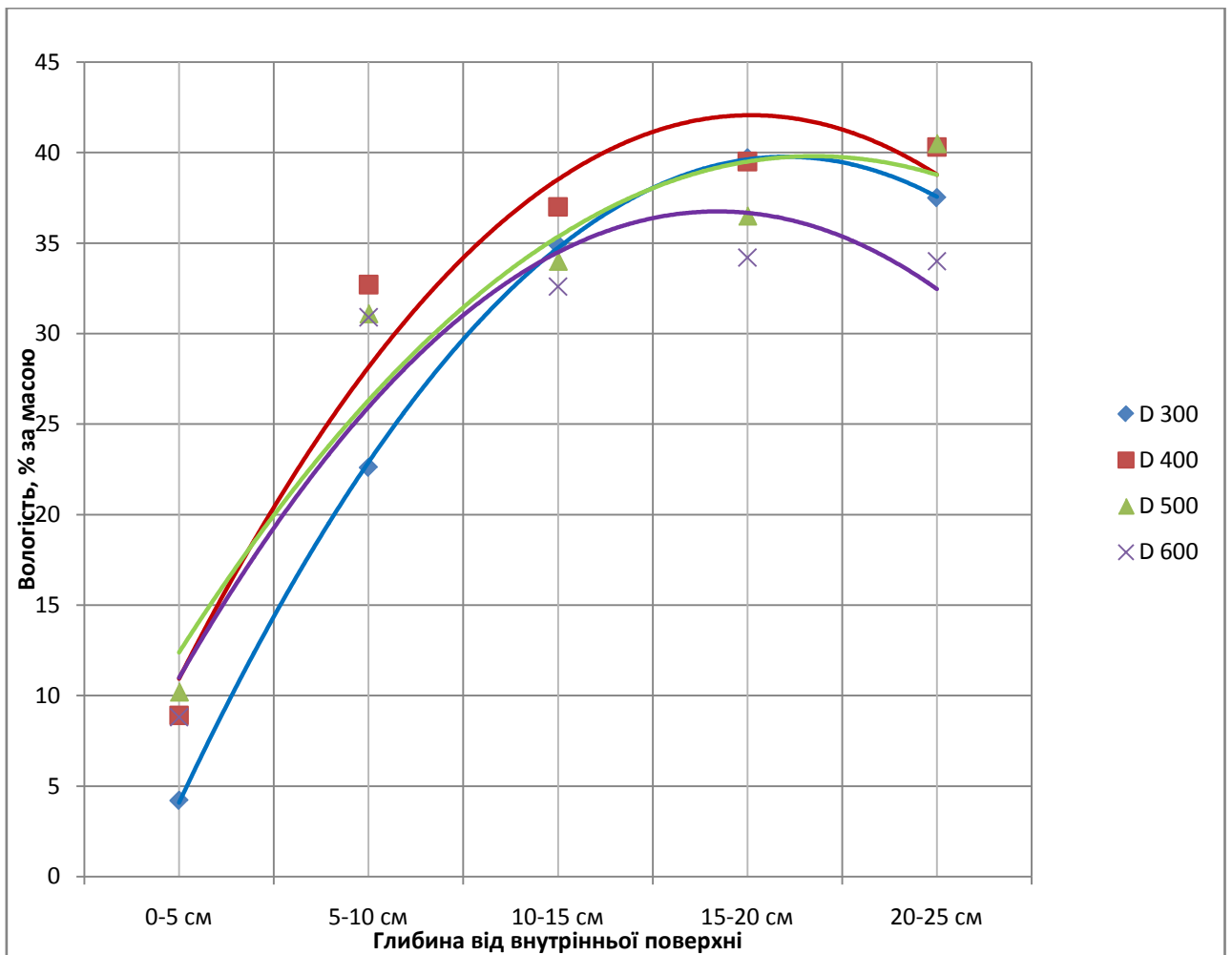


Рисунок 2.10 - Розподіл вологості бетону по товщі стіни через три місяці після її зведення

Вологість бетону в товщі стіни за три місяці її експлуатації залишається практично без значних змін, продовжується зниження вологи на поверхні бетону (0-5 см). На глибині 10 см збільшується вологопереніс в стіновій конструкції виконаної з бетону густиною 300 кг/м³.

2.5 Розрахунок вологості ніздрюватого бетону в товщі стіни через 6 місяців після її зведення

Результати вимірювань вологості занесені до таблиці 2.5 та відображено на графіку (рисунок 2.11)

Таблиця 2.5 - Результати випробувань зразків ніздрюватого бетону, відібраних з фрагментів огорожувальних конструкцій через шість місяців після її зведення

Період проведення випробування	Фрагмент стіни	Глибина залягання, см	Маса зразка, г		Вологість, % за масою	
			вологого	сухого		
через 6 місяців після зведення стіни	№ 1 D 300	0 – 5	94,365	88,952	6	
		5 - 10	90,514	78,254	15,6	
		10 - 15	92,325	74,014	24,7	
		15 - 20	98,852	76,620	29	
		20 - 25	80,023	64,952	23,2	
						сеп.19,7
	№ 2 D 400	0 - 5	104,254	98,541	5,7	
		5 - 10	116,432	94,325	23,4	
		10 - 15	122,365	94,251	29,8	
		15 - 20	124,214	94,125	31,9	
		20 - 25	110,021	86,254	27,5	
						сеп.23,6
	№ 3 D 500	0 - 5	118,523	110,532	7,2	
		5 - 10	128,326	104,256	23	
		10 - 15	134,214	102,241	31,2	
		15 - 20	136,325	108,526	25,6	
		20 - 25	134,062	108,321	23,7	
						сеп.22,1
	№ 4 D 600	0 - 5	120,254	114,235	5,2	
		5 - 10	146,235	118,325	23,7	
10 - 15		156,325	124,065	26		
15 - 20		150,025	122,921	22		
20 – 25		134,254	108,214	24		
					сеп.20,1	

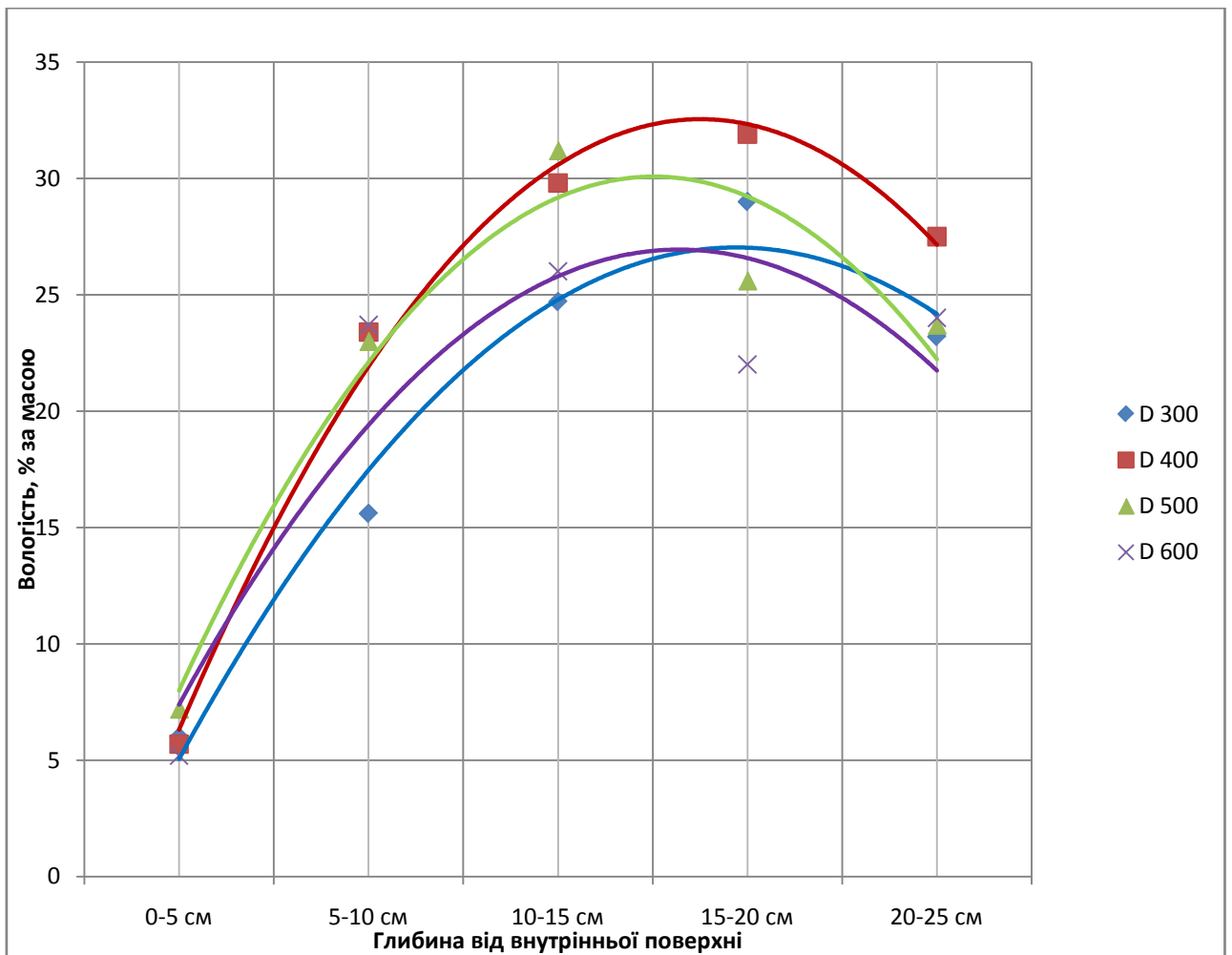


Рисунок 2.11 - Розподіл вологості бетону по товщі стіни через шість місяців після її зведення

Вологість бетону стіни за шість місяці її експлуатації на внутрішній поверхні (0-5 см) знизилась до 5- 7 %. Збільшується вологообмін зовнішньої частини стіни 15-25 см. Розподіл вологи по товщі стіни починає приймати характерний вид квадратної параболи.

2.6 Розрахунок вологості ніздрюватого бетону в товщі стіни через 9 місяців після її зведення

Результати вимірювань вологості занесені до таблиці 2.6 та відображено на графіку (рисунок 2.12)

Таблиця 2.6 - Результати випробувань зразків ніздрюватого бетону, відібраних з фрагментів огорожувальних конструкцій через дев'ять місяців після її зведення

Період проведення випробування	Фрагмент стіни	Глибина залягання, см	Маса зразка, г		Вологість, % за масою	
			вологого	сухого		
Через 9 місяців після зведення стіни	№ 1 D 300	0 – 5	86,602	84,478	2,38	
		5 - 10	90,457	80,297	12,5	
		10 - 15	98,098	84,476	16,6	
		15 - 20	86,745	72,452	19,4	
		20 - 25	54,737	48,478	12,5	
						сеп.12,6
	№ 2 D 400	0 - 5	104,345	98,433	6,1	
		5 - 10	106,023	90,515	17,7	
		10 - 15	118,398	94,254	25,5	
		15 - 20	122,234	98,986	24,4	
		20 - 25	94,530	80,454	17,5	
						сеп.17,9
	№ 3 D 500	0 - 5	112,341	105,414	9,2	
		5 - 10	136,986	114,243	19,2	
		10 - 15	126,412	100,390	26	
		15 - 20	130,243	104,443	25	
		20 - 25	108,234	90,152	20	
						сеп.15,8
	№ 4 D 600	0 - 5	122,325	116,341	5,1	
		5 - 10	140,342	116,125	20,6	
10 - 15		148,226	118,610	25,4		
15 - 20		148,123	120,152	23,3		
20 – 25		128,325	108,762	18,5		
					сеп.18,3	

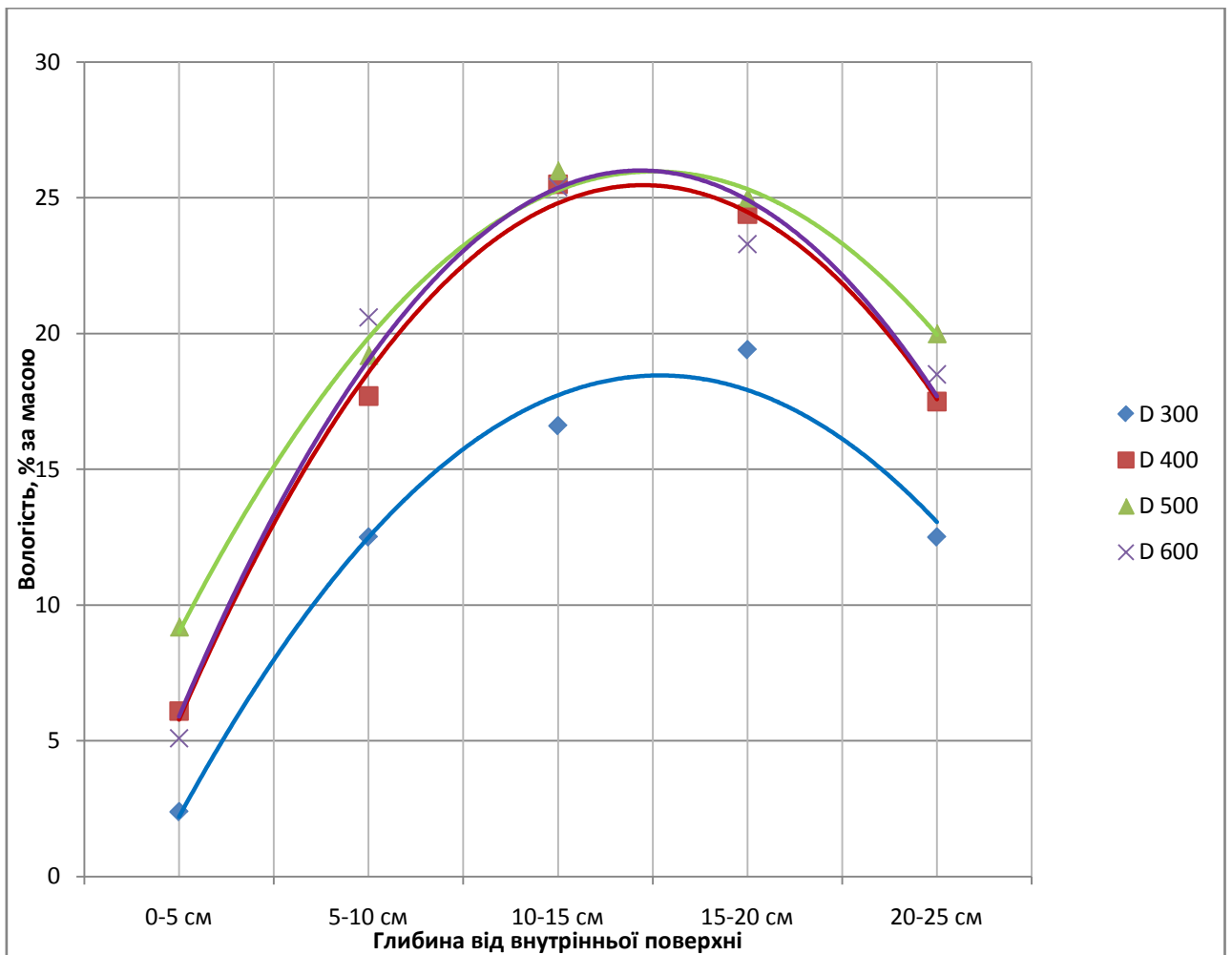


Рисунок 2.12 - Розподіл вологості бетону по товщі стіни через 9 місяців після її зведення

Через 9 місяців експлуатації вологість бетону в товщі стіни знижується за параболічним характером. Значно інтенсивніше вологообмін відбувається по перерізу стіни, виконаної з ніздрюватобетонних блоків низької густини (D 300).

2.7 Розрахунок вологості ніздрюватого бетону в товщі стіни через 12 місяців після її зведення

Результати вимірювань вологості занесені до таблиці 2.7 та відображено на графіку (рисунок 2.13)

Таблиця 2.7 - Результати випробувань зразків ніздрюватого бетону, відібраних з фрагментів огорожувальних конструкцій через 12 місяців після її зведення

Період проведення випробування	Фрагмент стіни	Глибина залягання, см	Маса зразка, г		Вологість, % за масою	
			вологого	сухого		
через 12 місяців після зведення стіни	№ 1 D 300	0 – 5	102,632	98,345	4,3	
		5 - 10	90,142	82,345	9,4	
		10 - 15	88,432	80,271	10,1	
		15 - 20	90,345	80,378	12,4	
		20 - 25	66,543	58,287	14,1	
						сеп.10,6
	№ 2 D 400	0 - 5	110,358	106,492	3,6	
		5 - 10	96,364	84,345	14,2	
		10 - 15	112,312	94,752	18,5	
		15 - 20	104,591	86,345	21,3	
		20 - 25	88,741	76,434	16,1	
						сеп.14,7
	№ 3 D 500	0 - 5	122,534	114,654	6,8	
		5 - 10	128,534	110,174	16,6	
		10 - 15	128,643	104,398	23,2	
		15 - 20	128,653	106,732	20,5	
		20 - 25	94,564	80,456	17,5	
						сеп.16,9
	№ 4 D 600	0 - 5	136,876	128,032	6,9	
		5 - 10	134,545	116,209	15,7	
10 - 15		134,323	112,38	19,5		
15 - 20		140,654	118,259	18,9		
20 – 25		100,321	86,034	16,6		
					сеп.15,5	

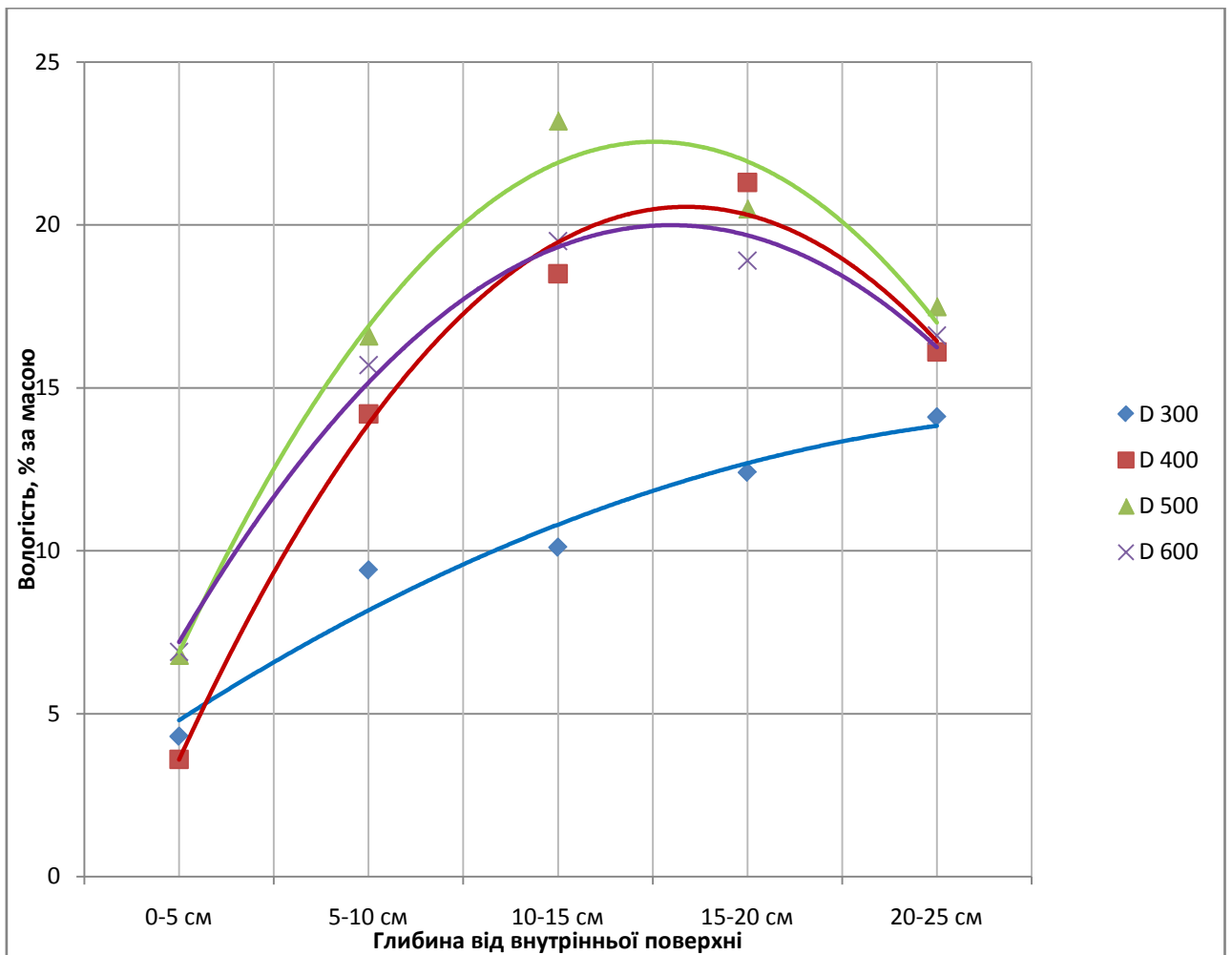


Рисунок 2.13 - Розподіл вологості бетону по товщі стіни через 12 місяців після її зведення.

Після 12 місяців експлуатації вологість бетону в товщі стіни виконаної з блоків марки D300 починає розподілятися за лінійним характером зі збільшенням до зовнішньої частини стіни.

2.8 Розрахунок вологості ніздрюватого бетону в товщі стіни через 15 місяців після її зведення.

Результати вимірювань вологості занесені до таблиці 2.8 та відображено на графіку (рисунок 2.14)

Таблиця 2.8 - Результати випробувань зразків ніздрюватого бетону, відібраних з фрагментів огорожувальних конструкцій через 15 місяців після її зведення

Період проведення випробування	Фрагмент стіни	Глибина залягання, см	Маса зразка, г		Вологість, % за масою	
			вологого	сухого		
через 15 місяців після зведення стіни	№ 1 D 300	0 – 5	86,916	82,857	4,9	
		5 - 10	89,901	83,398	7,8	
		10 - 15	87,748	81,098	8,2	
		15 - 20	88,189	79,236	11,3	
		20 - 25	60,465	53,274	13,5	
						сеп.9,14
	№ 2 D 400	0 - 5	95,192	91,356	4,2	
		5 - 10	103,881	92,012	12,9	
		10 - 15	110,182	93,454	17,9	
		15 - 20	115,110	95,686	20,3	
		20 - 25	98,955	85,454	15,8	
						сеп.14,22
	№ 3 D 500	0 - 5	110,470	104,414	5,8	
		5 - 10	129,894	114,243	13,7	
		10 - 15	122,580	101,390	20,9	
		15 - 20	121,823	101,443	20,1	
		20 - 25	112,184	95,152	17,9	
						сеп.15,68
	№ 4 D 600	0 - 5	120,286	114,341	5,2	
		5 - 10	129,745	115,125	12,7	
10 - 15		132,767	112,610	17,9		
15 - 20		141,195	119,152	18,5		
20 – 25		129,813	110,762	17,2		
					сеп.14,3	

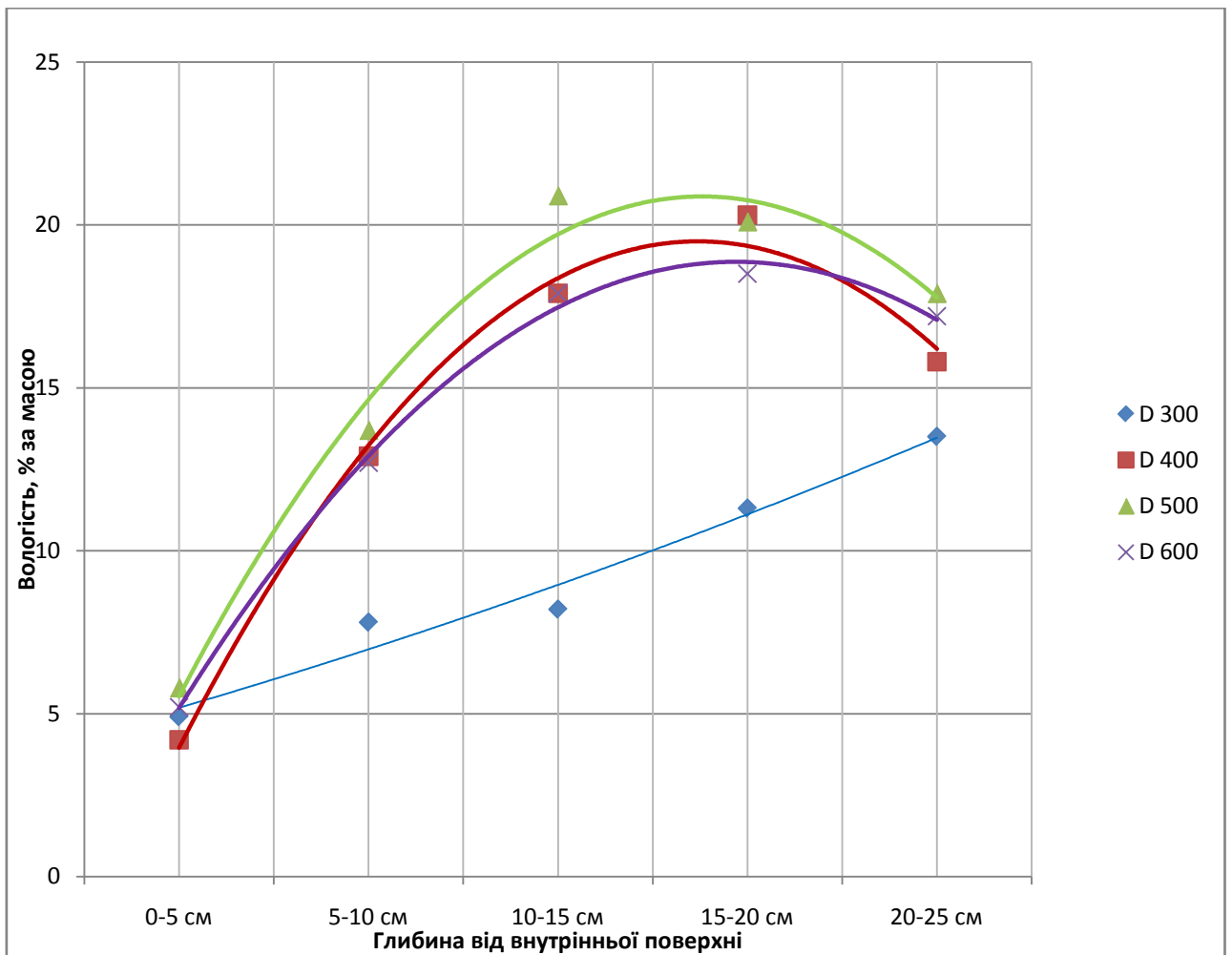


Рисунок 2.14 - Розподіл вологості бетону по товщі стіни через 15 місяців після її зведення.

Через 15 місяців експлуатації середня вологість ніздрюватого бетону стіни склала:

- фрагмент № 1 D300 - 9,4 %;
- фрагмент № 2 D400 - 14,2 %;
- фрагмент № 3 D500 - 15,6 %;
- фрагмент № 4 D600 - 14,3 %.

2.9 Розрахунок вологості ніздрюватого бетону в товщі стіни через 18 місяців після її зведення

Результати вимірювань вологості занесені до таблиці 2.9 та відображено на графіку (рисунок 2.15)

Таблиця 2.9 - Результати випробувань зразків ніздрюватого бетону, відібраних з фрагментів огорожувальних конструкцій через 18 місяців після її зведення

Період проведення випробування	Фрагмент стіни	Глибина залягання, см	Маса зразка, г		Вологість, % за масою	
			вологого	сухого		
через 18 місяців після зведення стіни	№ 1 D300	0 - 5	101,433	97,345	4,2	
		5 - 10	90,748	86,345	5,1	
		10 - 15	88,433	83,271	6,2	
		15 - 20	89,050	82,378	8,1	
		20 - 25	66,677	60,287	10,6	
						сер.6,8
	№ 2 D400	0 - 5	104,638	101,492	3,1	
		5 - 10	91,745	85,345	7,5	
		10 - 15	107,242	95,752	12,0	
		15 - 20	99,741	88,345	12,9	
		20 - 25	90,166	80,434	12,1	
						сер.9,5
	№ 3 D500	0 - 5	110,091	105,654	4,2	
		5 - 10	118,775	108,174	9,8	
		10 - 15	120,229	106,398	13,0	
		15 - 20	121,354	106,732	13,7	
		20 - 25	109,832	97,456	12,7	
						сер.10,8
	№ 4 D600	0 - 5	126,962	121,032	4,9	
		5 - 10	127,171	117,209	8,5	
10 - 15		131,974	116,38	13,4		
15 - 20		135,051	118,259	14,2		
20 - 25		107,010	94,034	13,8		
					сер.11,0	

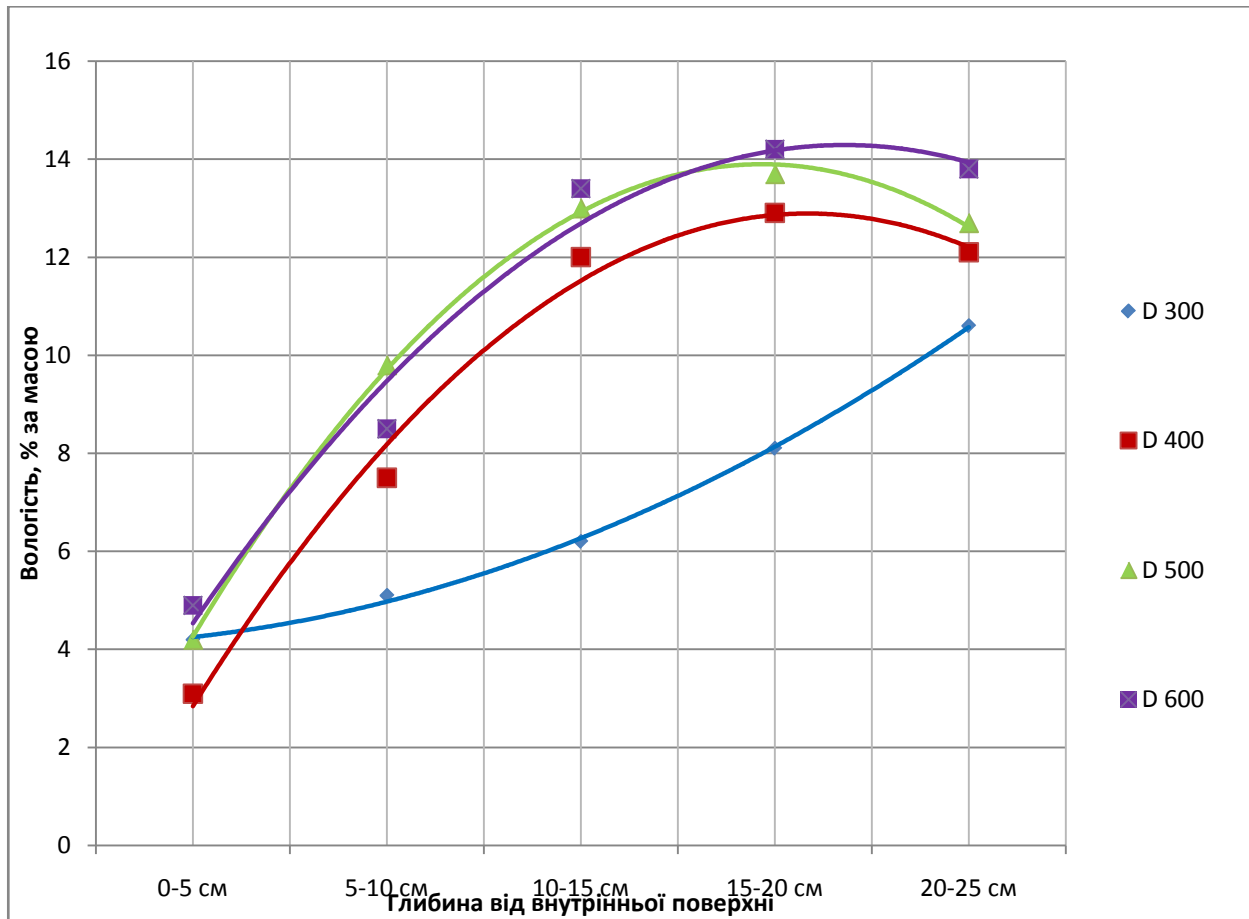


Рисунок 2.15 - Розподіл вологості бетону по товщі стіни через 18 місяців після її зведення.

Через 18 місяців експлуатації середня вологість ніздрюватого бетону стіни склала:

- фрагмент № 1 D300 - 6,8 %;
- фрагмент № 2 D400 - 9,5 %;
- фрагмент № 3 D500 - 10,8 %;
- фрагмент № 4 D600 - 11,0 %.

2.10 Розрахунок вологості ніздрюватого бетону в товщі стіни через 21 місяць після її зведення

Результати вимірювань вологості занесені до таблиці 2.10 та відображено на графіку (рисунок 2.16)

Таблиця 2.9 - Результати випробувань зразків ніздрюватого бетону, відібраних з фрагментів огорожувальних конструкцій через 21 місяць після її зведення

Період проведення випробування	Фрагмент стіни	Глибина залягання, см	Маса зразка, г		Вологість, % за масою	
			вологого	сухого		
Через 21 місяць після зведення стіни	№ 1 D300	0 – 5	78,927	76,582	3,5	
		5 - 10	84,376	80,359	5,0	
		10 - 15	79,476	75,548	5,2	
		15 - 20	88,184	83,587	5,5	
		20 - 25	93,731	88,845	5,5	
						сер.4,91
	№ 2 D400	0 - 5	98,685	95,256	3,6	
		5 - 10	100,188	95,874	4,5	
		10 - 15	104,946	99,854	5,1	
		15 - 20	105,132	99,652	5,5	
		20 - 25	105,584	99,985	5,6	
						сер.4,86
	№ 3 D500	0 - 5	106,869	103,256	3,5	
		5 - 10	115,217	110,256	4,5	
		10 - 15	110,488	105,428	4,8	
		15 - 20	121,351	115,025	5,5	
		20 - 25	125,932	119,254	5,6	
						сер.4,78
	№ 4 D600	0 - 5	124,759	120,541	3,5	
		5 - 10	130,099	124,378	4,6	
10 - 15		137,183	131,025	4,7		
15 - 20		133,807	126,952	5,4		
20 – 25		150,220	142,254	5,6		
					сер.4,76	

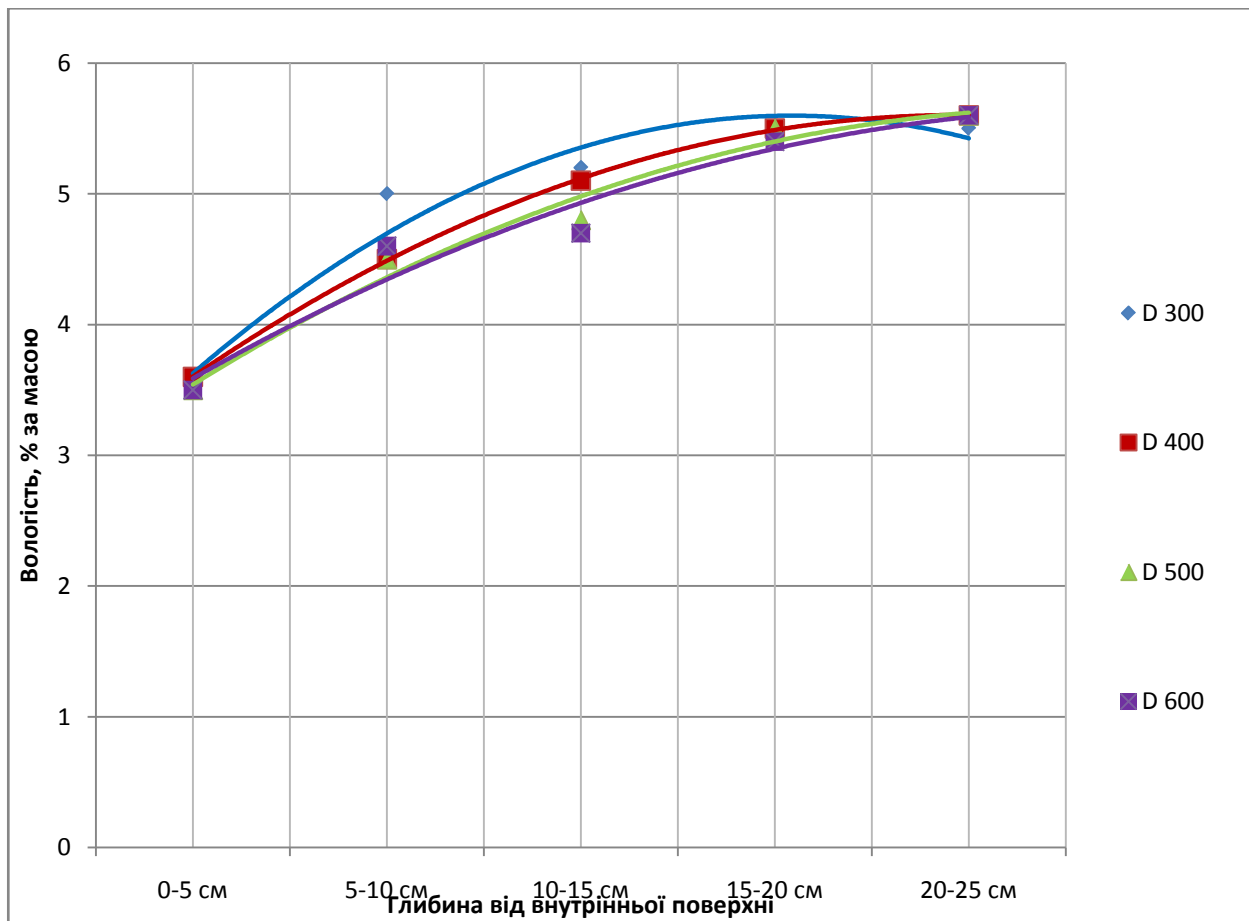


Рисунок 2.16 - Розподіл вологості бетону по товщі стіни через 21 місяць після її зведення.

Через 21 місяць експлуатації середня вологість ніздрюватого бетону стіни склала:

- фрагмент № 1 D300 - 4,91 %;
- фрагмент № 2 D400 - 4,86 %;
- фрагмент № 3 D500 - 4,78 %;
- фрагмент № 4 D600 - 4,76 %.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЗМІНИ ВОЛОГОСТІ БЕТОНУ

При проведенні натурального дослідження зовнішніх огорожувальних конструкцій з ніздрюватого бетону визначено значення фактичної вологості газобетону у початковий період експлуатації та її зміна в часі.

Закономірності кінетики вологісного стану ніздрюватих бетонів при взаємодії з навколишнім середовищем є функцією параметрів будови матеріалу і параметрів середовища. В результаті проведених натурних досліджень отримано криві розподілу вологи по товщі стіни залежно від марки за густиною ніздрюватого бетону (рисунок 3.1, 3.2, 3.3, 3.4), згідно календарного плану робіт період дослідження склав 21 місяць.

Аналіз дослідження вологості фрагментів стіни показав, що вологість за масою ніздрюватого бетону змінюється як за величиною так і за характером розподілу по перерізу стіни. В початковий зимовий період експлуатації (1, 2 та 3 місяці) вологообмін, незалежно від густини бетону, відбувався в 10-15 см прошарку стіни зі сторони опалювального приміщення. Зовнішня ж частина стіни навпаки дещо накопичувала вологу. З 6-го місяця експлуатації, при підвищенні температури навколишнього середовища, вологообмін в зовнішніх прошарках огорожувальної конструкції прискорюється і подальше вологоперенесення відбувається інтенсивно в обидва боки від центру стіни до її зовнішніх поверхонь.

На кривих зміни величини вологості ніздрюватого бетону різної густини (рисунок 3.5, 3.6, 3.7, 3.8) видно, що інтенсивна втрата вологи починається в поверхневих прошарках на глибині до 5 см і досягає рівня рівноважної для бетону марки за густиною D300 впродовж перших трьох місяців експлуатації. Бетон в середині стіни на глибині 10-25 см починає інтенсивно втрачати вологу на третій місяць з початку зведення стіни.

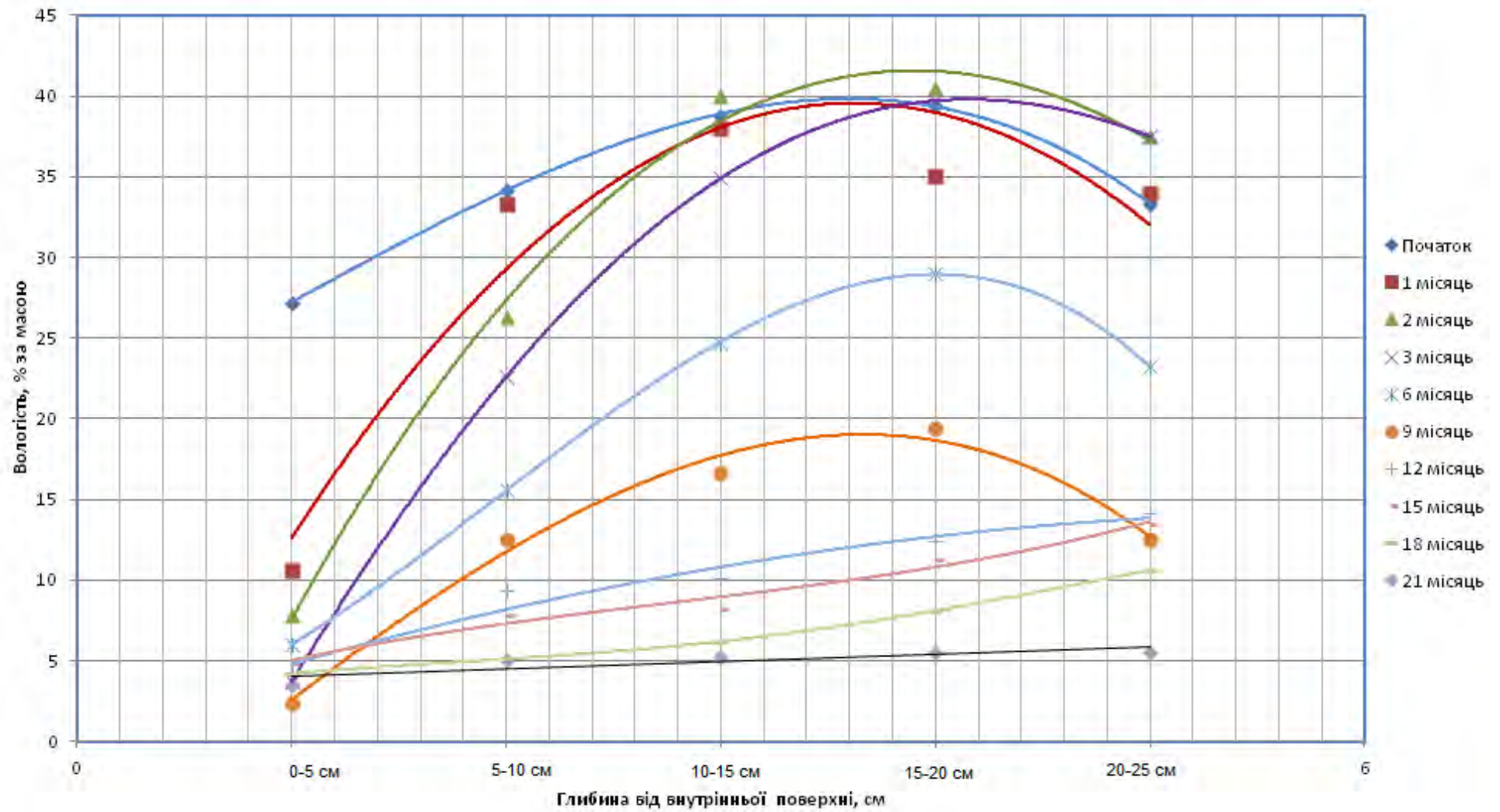


Рисунок 3.1 - Характер розподілу вологи по товщині стіни з ніздрюватого бетону D 300

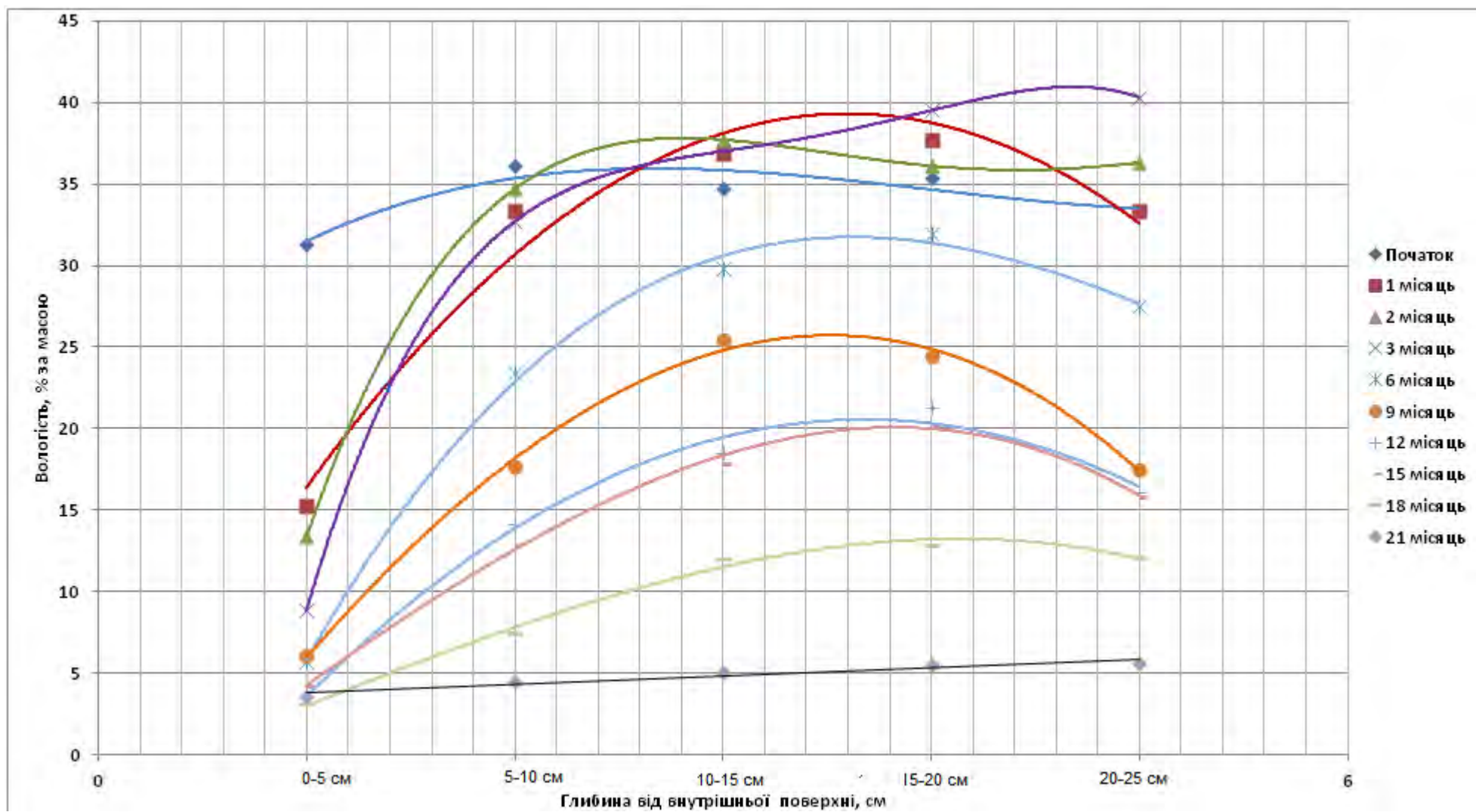


Рисунок 3.2 - Характер розподілу вологи по товщині стіни з ніздрюватого бетону D 400

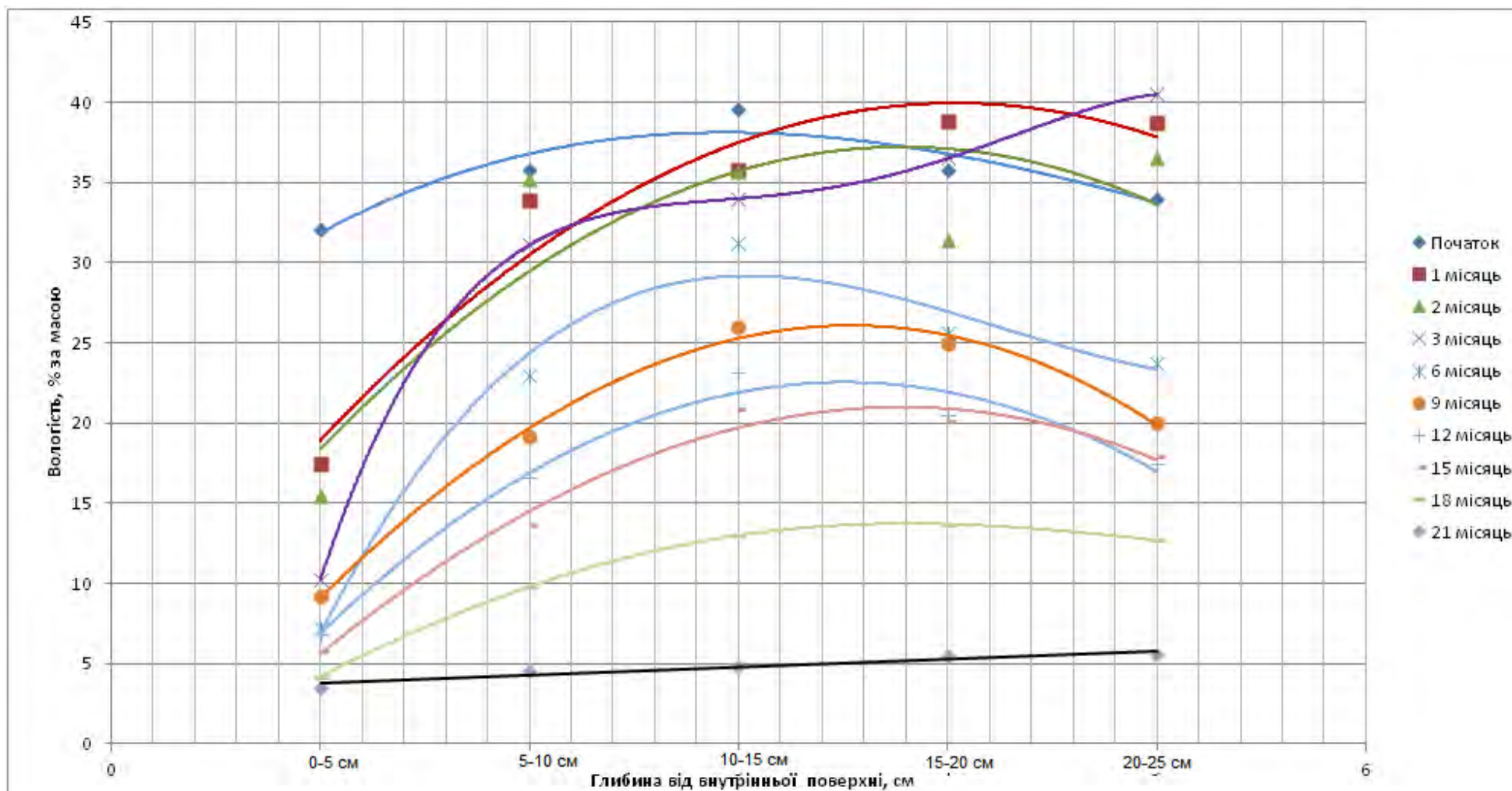


Рисунок 3.3 - Характер розподілу вологи по товщині стіни з ніздрюватого бетону D 500

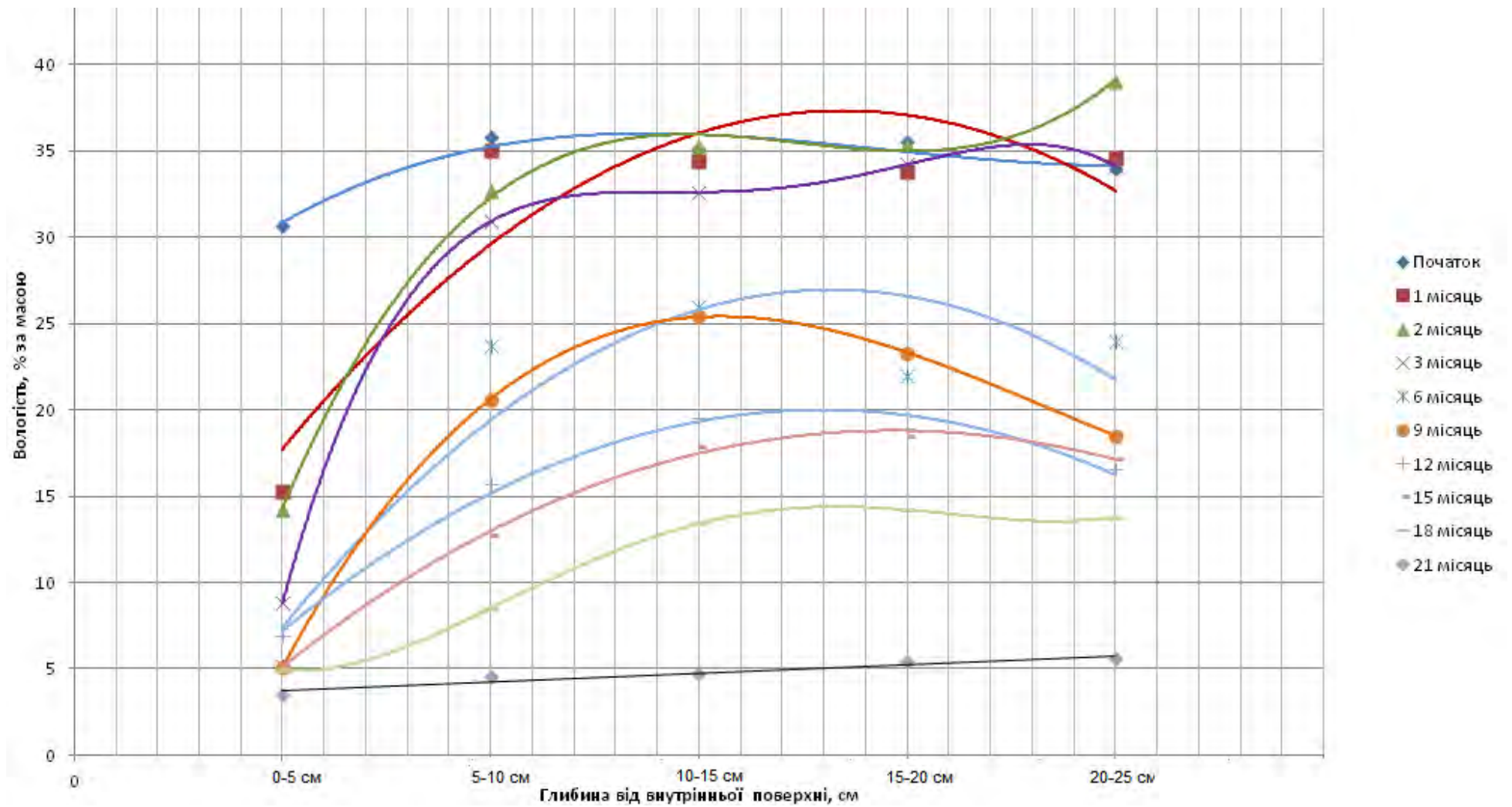


Рисунок 3.4 - Характер розподілу вологи по товщині стіни з ніздрюватого бетону D 600

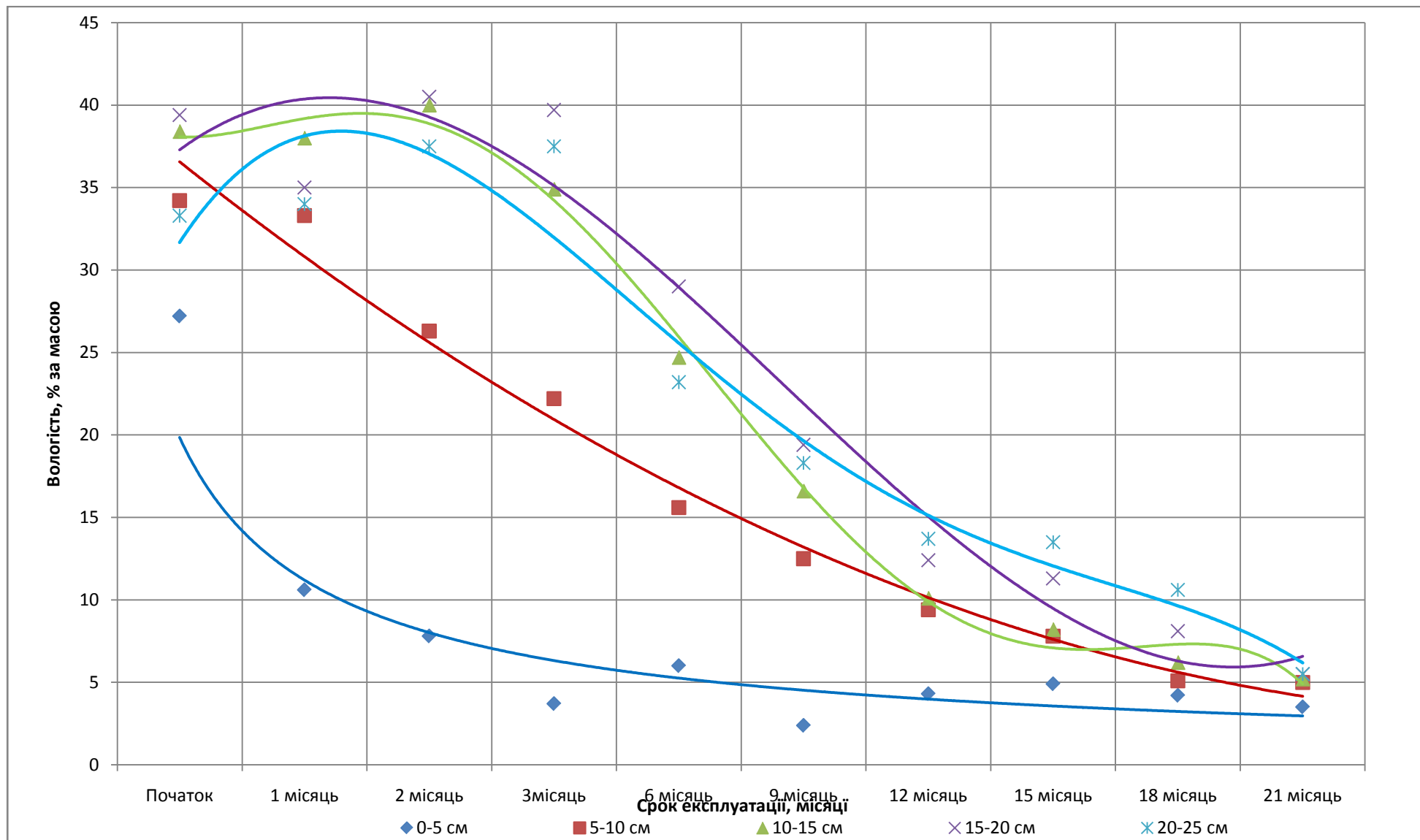


Рисунок 3.5 - Зміна вологості ніздрюватого бетону D 300 за випробувальний період

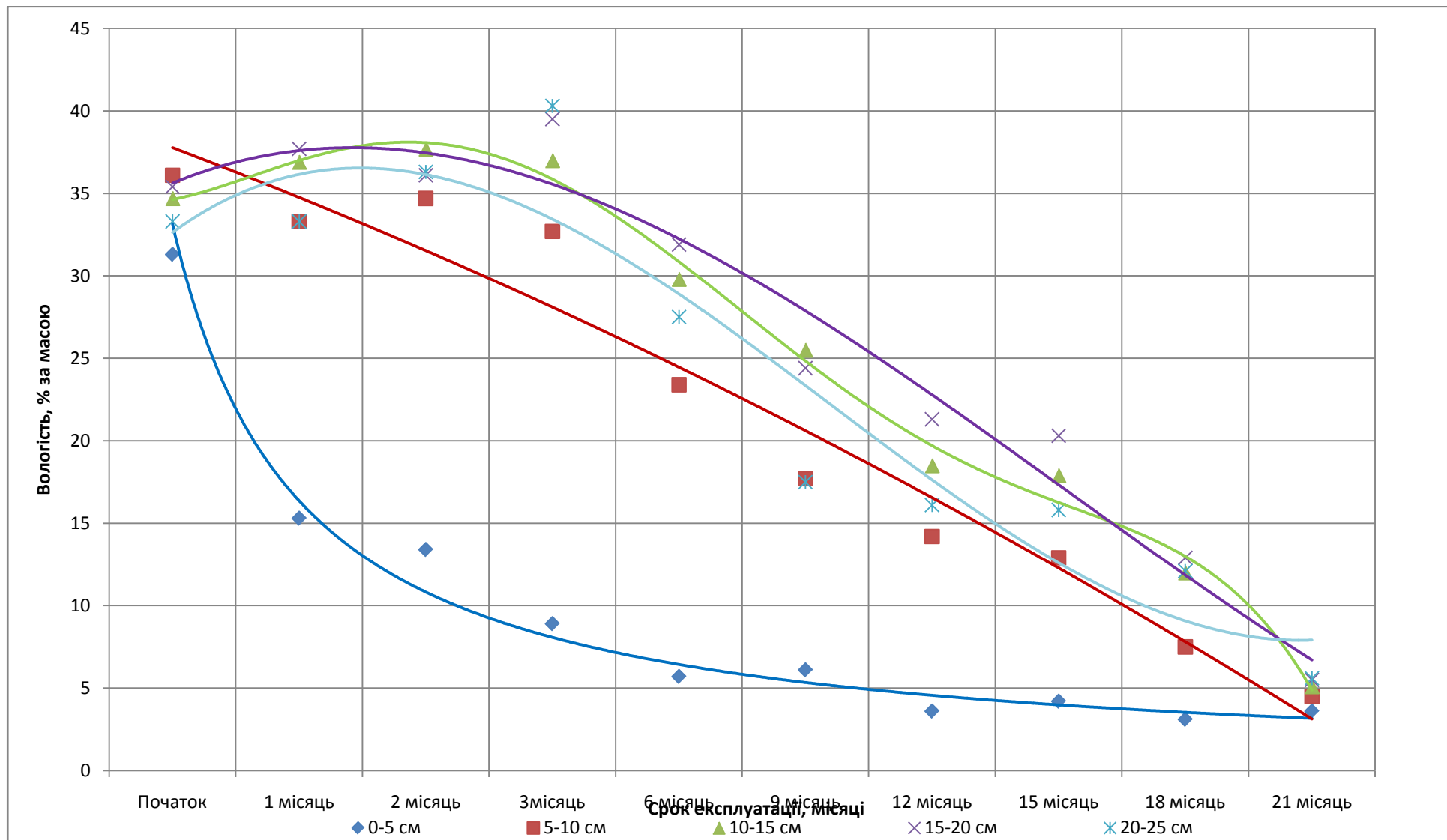


Рисунок 3.6 - Зміна вологості ніздрюватого бетону D 400 за випробувальний період

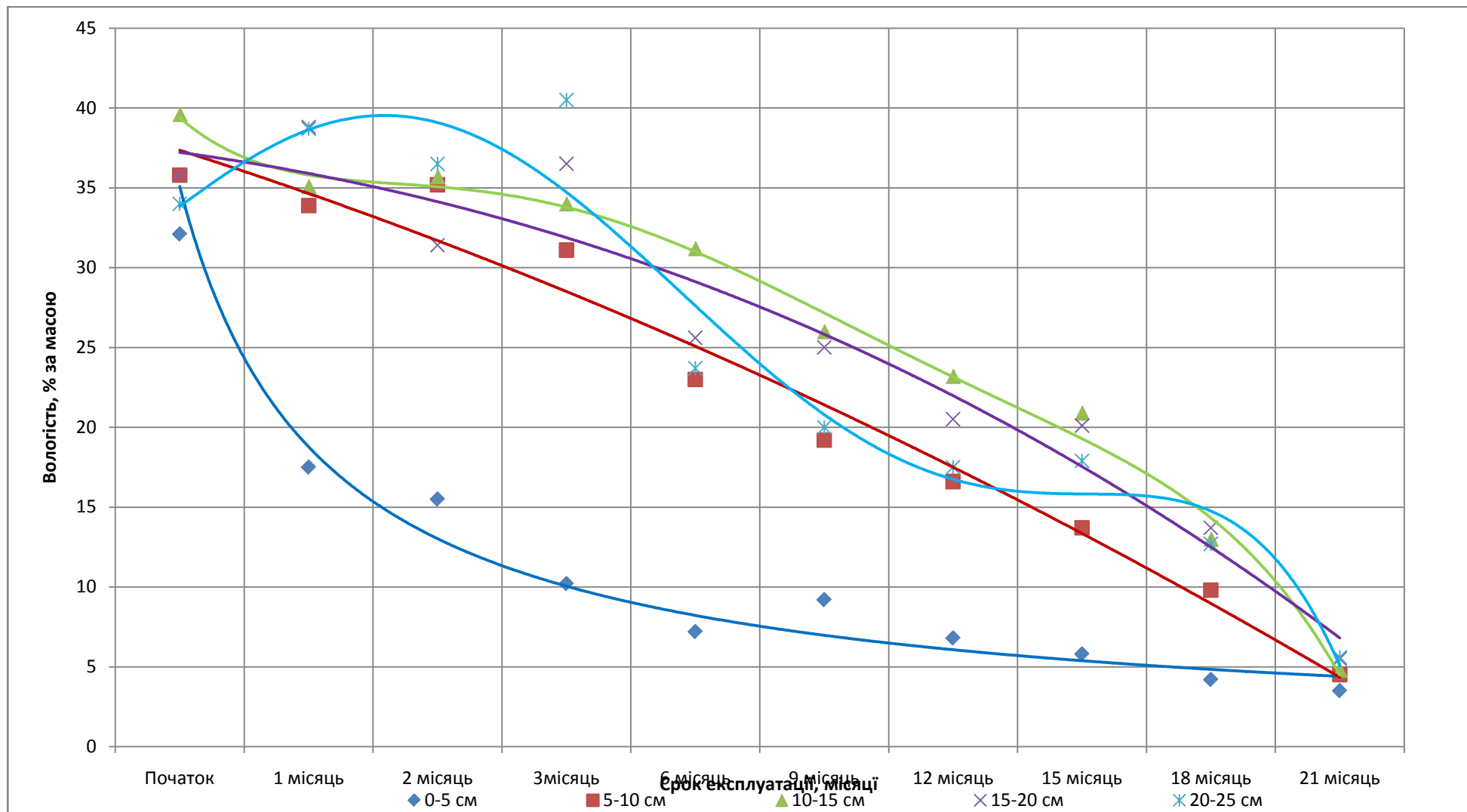


Рисунок 3.7 - Зміна вологості ніздрюватого бетону D 500 за випробувальний період

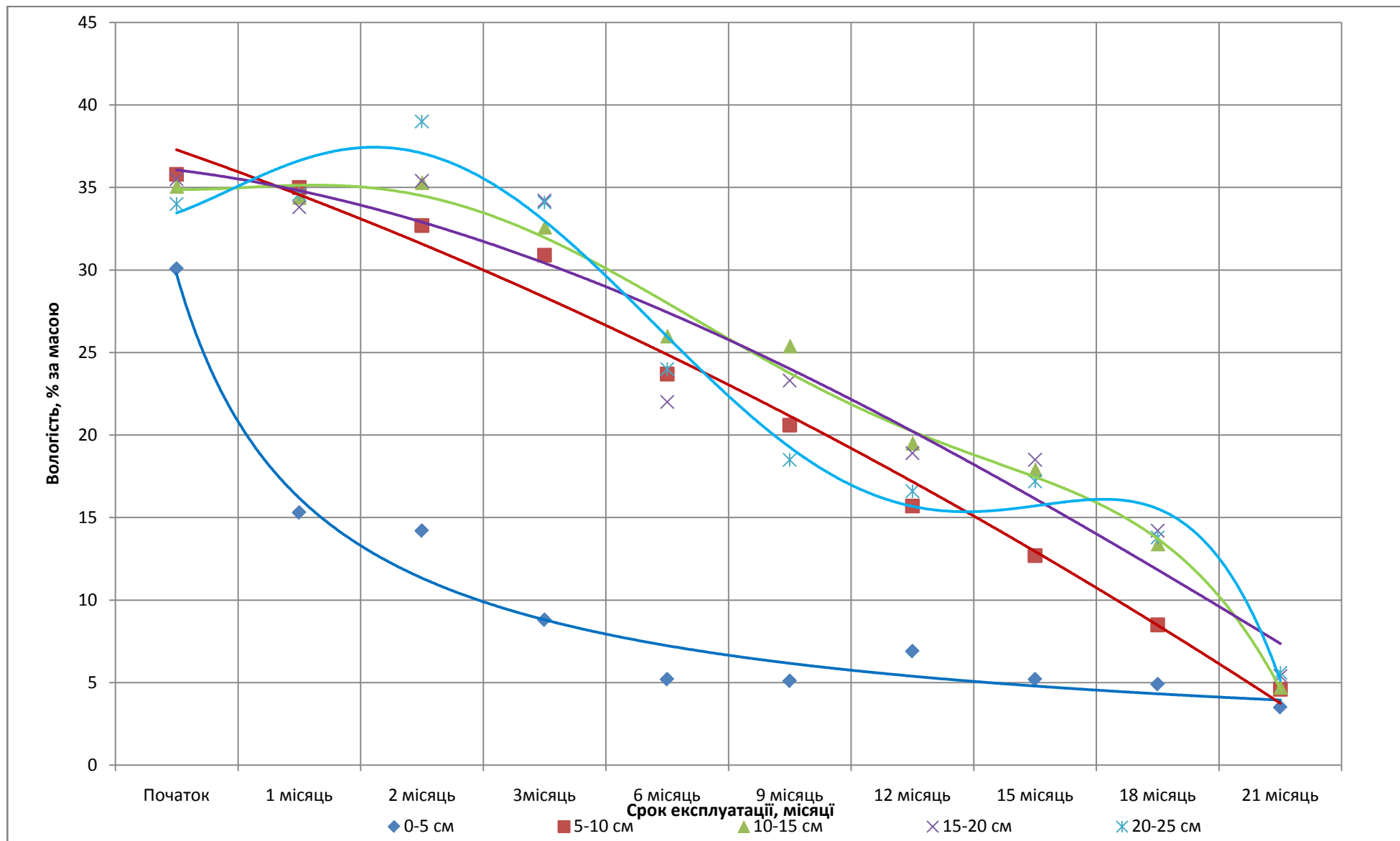


Рисунок 3.8 - Зміна вологості ніздрюватого бетону D 600 за випробувальний період

Отримані в результаті виконаних досліджень дані щодо інтенсивності процесів вологообміну ніздрюватих бетонів з навколишнім середовищем є підґрунтям для створення інформаційної бази для обґрунтування:

- вимог до складів і параметрів технології ніздрюватих бетонів з комплексом заданих властивостей та характеристик;
- рекомендацій щодо визначення розрахункових характеристик ніздрюватих бетонів при проектуванні конструкцій з них;
- вимог до раціональних умов застосування ніздрюватих бетонів в конструкціях;
- пропозицій щодо уточнення теплофізичних показників стін з ніздрюватих бетонів, зокрема при визначенні конструкції зовнішніх стін за умовами забезпечення нормованого термічного опору в реальному діапазоні річної динаміки експлуатаційного вологовмісту матеріалу.
- рекомендації щодо значення показника відпускної вологості

ВИСНОВКИ

В результаті проведених досліджень виконані фрагменти мурування товщиною 30 см з дрібних стінових блоків з ніздрюватого бетону автоклавного тверднення (газобетону) марок за середньою густиною D300, D400, D500, D600 визначена кінетика вологопереносу в стінові огорожувальні конструкції. Визначена швидкість зниження вологості ніздрюватого бетону стіни від початкової (40 % за масою) до рівноважної. Досліджена зміна вологості бетону при експлуатації огорожувальних конструкцій виконаних з одного шару ніздрюватого бетону з улаштуванням на внутрішній і зовнішній поверхні паропроникненого штукатурного шару.

За перші три місяці експлуатації (грудень, січень, лютий) стінової конструкції відбувається інтенсивний вологопереніс на внутрішній поверхні стіни на глибині до 5 см. При марці бетону D300 глибина збільшується до 10 см при цьому знижується вологість шару бетону на 59 %.

Швидкість зниження вологості ніздрюватого бетону стіни значно збільшується і відбувається по всій товщині стіни в весняний, літній та осінній період експлуатації (з 3 по 12 місяць). Внутрішні шари бетону втрачають в цей проміжок часу вологу на рівні 30-60 %. А бетон марки D300 до 70 %.

В зимові місяці (з 12 по 15 місяць) спостерігається значне зниження волого переносу. Шари бетону з внутрішньої частини стіни (на глибині 0-15 см) втрачають вологість лише на 2-4 %, а з зовнішньої навіть дещо збільшують вологість.

За наступні шість місяців весняно-літнього періоду (з 15 по 21 місяць) вологість бетону одношарової огорожувальної конструкції виконаної з дрібних блоків з ніздрюватого бетону знизилась до рівноважного рівня і склала: для марки D300 - 4,91%; D400 - 4,86 %; D500 – 4,78 %; D600 – 4,76 %

Динаміка висихання стінової конструкції, виконаної з ніздрюватого бетону марки за середньою густиною D300 суттєво відрізняється від бетону марок D400, D500, D600. Для виходу на рівень вологості 12,6%, що досягається газобетоном марки за середньою густиною D300 за 12 місяців, газобетону марок D400, D500, D600 необхідно не менше 18 місяців. Відмінність у динаміці вологообміну пов'язана, в першу чергу, з різними значеннями коефіцієнтів паропроникності ніздрюватих бетонів вказаних марок за середньою густиною: для D300 $\mu=0,26$ мг/(м·год·Па), для марок D400, D500, D600 коефіцієнт паропроникності становить 0,23 мг/(м·год·Па), 0,20 мг/(м·год·Па) та 0,17 мг/(м·год·Па) відповідно.

Додаток 1 АКТ ВІДБОРУ БЛОКІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ



АКТ ВІДБОРУ ПРОДУКЦІЇ

Нами, комісією в складі: Голова комісії Тетяна Дмитрівна Приходько, головний технолог ТОВ "АЕРОК", члени комісії Тетяна Миколаївна Волощина, молодший науковий співробітник ДП "ІНДІБМВ", Тарас Миколайович Вудзуд, молодший науковий співробітник ДП "ІНДІБМВ", у період з 28.08.2011 по 13.09.2011 було відібрано зразки продукції ТОВ "АЕРОК":

Марка продукції	Клас за щільністю на стиск	Марка за середньою густиною	Кількість, шт.
АЕРОК EcoTerm Super Plus 300	B1,5	D300	20
Aeroc EcoTerm 300x200x600	B-2.0	D400	20
Aeroc Classic 300x200x600	B-2.0	D500	20
Aeroc Ecopost 200x288x600	B-2.0	D600	20

для проведення досліджень згідно з договором між ДП "ІНДІБМВ" та Міністерством раїти № Н-14/176-11 від 30.11.11 "Дослідження зміни вологості конструкційно-ізоляційного підроздатого бетону при експлуатації огорожувальних конструкцій".

Відбір зразків продукції здійснено відразу після розвантаження автокрана. Блоки горілого у два шари фольги та стреч-плівку.

Відібрана продукція повинна бути доставлена в ДП "ІНДІБМВ" за адресою м. Київ, п. Косятинівська, 68.

Голова комісії:
Головний технолог ТОВ "АЕРОК"

Т.Д. Приходько

Члени комісії:
молодший науковий співробітник
ДП "ІНДІБМВ"

Т.М. Волощина

молодший науковий співробітник
ДП "ІНДІБМВ"

Т.М. Вудзуд

згідно з оригіналом

С.В. Іванюк



ЗАТВЕРДЖУЮ:
В.о. Директора ДП "НДІБМВ"
Ю.М. Червяков
"___" _____ 2011 р.

АКТ ВІДБОРУ ПРОДУКЦІЇ

Ними, комісією в складі Голова комісії Тетяна Дмитрівна Приходько, головний технолог ТОВ "АЕРОК", члени комісії Тетяна Миколаївна Волошина, молодший науковий співробітник ДП "НДІБМВ", Тарас Миколайович Вудвуд, молодший науковий співробітник ДП "НДІБМВ", у період з 30.03.2011 по 14.04.2011 було відібрано зразки продукції ТОВ "АЕРОК":

Марка продукції	Клас за міцністю на стиск	Марка за середньою густиною	Кількість, шт.
AEROK EcoTerm Super Plus 300	B1,5	D300	20
Aeroc EcoTerm 300x200x600	B-2.0	D400	20
Aeroc Classic 300x200x600	B-2.0	D500	20
Aeroc Econom 200x288x600	B-2.0	D600	20

для проведення натурних досліджень щодо зміни вологості конструкційно-теплоізоляційного підарюватого бетону при експлуатації огорожувальних конструкцій.


Відбір зразків продукції здійснено відразу після розвантаження автоклавів. Блоки загорнуто у два шари фольги та стреч-пліваку.

Відібрана продукція повинна бути доставлена в ДП "НДІБМВ" за адресою м. Київ, вул. Костянтинівська, 68.


Голова комісії:
Головний технолог ТОВ "АЕРОК"

 Т.Д. Приходько

Члени комісії:
молодший науковий співробітник
ДП "НДІБМВ"

 Т.М. Волошина

молодший науковий співробітник
ДП "НДІБМВ"

 Т.М. Вудвуд

**Додаток 2
ПАСПОРТИ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ**

ТОВ "АЕРОК"

Технічний паспорт № 19536

Виданий 13.09.2011

Отримувач НДІБМВ Накл. №

Блок з газобетону	№ партії	Число упаковок, шт.	Об'єм упаковок, м ³	Дата виставлення	Фактична міцність, МПа	Коеф. варіації	Клас бетону за щільністю	Марка бетону за середньою густиною	Марка бетону за морозостійкістю	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·°С)	Усадка при висиханні, мм/м	Ефективна пористість при радіації до 10 АФ, Бк/г	Група горючості	Вага однієї упаковки, кг	Вага відвантаженої продукції, кг
АЕРОК EcoTerm Super Plus 300	166	-		28.08.2011	2,18	7,0	B1,5	D300	F35	0,08	50,5	5370	HГ	826	



Начальник СКЯ

ТУ У В.2.7-26.6-34840150:2009

Юридична адреса: ТОВ "АЕРОК", Україна, 08700, Київська обл., м. Обухів, вул. Промислова, 6

Фактична адреса: ТОВ "АЕРОК", Україна, 07541, Київська обл., м. Березань, вул. Войтова, 44а

Код ЄГРПОУ 34840150

РІР №262007143756600 в АКИБ "УкрСиббанк" відділення 512, МФО 351005

Свідоцтво № 100003594

ТОВАРИСТВО ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «Аерок»

Технічний паспорт № 1237

Дата видачі 13.09.2011Назва та адреса покупця НДІБМВНайменування виробів «Аерос ЕсоТерм 300x200x600 »Номер партії, дата виготовлення 393 12.09.2011Кількість виробів, м³ 20 шт., 0,72м³Клас бетону за міцністю на стиск B-2.0Марка бетону за середньою густиною 400Марка за морозостійкістю, циклів F100Коефіцієнт теплопровідності в сухому стані, Вт/(м·°К) 0,1Група горіння Н.Г.

Провідний інженер служби якості

Контролер служби якості

ТУ У В.2.7-26.6-34840150:2009

Сертифікат відповідності №UA1.090.0021253-11

Термін дії з 24 лютого 2011 р. до 17 березня 2012 р.

(протокол № 28-10 від 11.03.2010 р.)

I клас використання - для всіх видів

будівництва без обмежень.

(ПРОТОКОЛ №5/10 від 15.01.2010 р.)

ТОВ «Аерок»

Київська обл., м. Обухів, вул. Промислова, 6

тел. (04572)7-17-55; (044) 931-31-94

Аерос-Обухів
АЕРОС-Обухів
СКЯ-6
Володимир С. А.

ТОВАРИСТВО ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «Аерок»

Технічний паспорт № 1238

Дата видачі 13.09.2011

Назва та адреса покупця НДІБМВ

Найменування виробів «Аерос Classic 300x200x600 »

Номер партії, дата виготовлення 387 06.09.2011

Кількість виробів, м³ 20 шт, 0,72м³

Клас бетону за міцністю на стиск B-2.0

Марка бетону за середньою густиною 500

Марка за морозостійкістю, циклів F100

Коефіцієнт теплопровідності в сухому стані, Вт/(м·°К) 0,12

Група горіння Н.Г.

Провідний інженер служби якості

Контролер служби якості

ТУ У В.2.7-26.6-34840150:2009

Сертифікат відповідності №UA1.090.0068925-10

Термін дії з 20.07.2010 р. до 18.07.2012 р.

I клас використання - для всіх видів

будівництва без обмежень

(ПРОТОКОЛ №5/10 від 15.01.2010 р.)

ТОВ «Аерок»

Київська обл., м. Обухів, вул. Промислова, 6

тел. (04572)7-17-55; (044) 931-31-94

Генеральний директор

АЕРОС-Обухів

СКЯ-6

Контролер служби якості

ТОВАРИСТВО ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «Аерок»

Технічний паспорт № 1236

Дата видачі 13.09.2011

Назва та адреса покупця НДІБМВ

Найменування виробів «Аерос Есопот 200x288x600 »

Номер партії, дата виготовлення 388 07.09.2011

Кількість виробів, м³ 20 шт, 0,6912м³

Клас бетону за міцністю на стиск B-2.0

Марка бетону за середньою щільністю 600

Марка за морозостійкістю, циклів F100

Коефіцієнт теплопровідності в сухому стані, Вт/(м·°К) 0,13

Група горіння Н.Г.

Провідний інженер служби якості

Контролер служби якості

ДСТУ Б В.2.7-137:2008

I клас використання - для всіх видів

будівництва без обмежень

ТОВ «Аерок»

Київська обл., м. Обухів, вул. Промислова, 6

тел. (04572)7-17-55; (044) 931-31-94

О.В. Демченко
АЕРОС-ОБУХІВ
СКЯ-6
Демченко О.В.



ТОВ "АЕРОК"

Технічний паспорт № 19124

Виданий 12.04.2011

Накл. №

Отримувач НДІБМВ

Власник і зареєстрований №	Метро. приміщення №	ОСЧ № приміщення	Дата встановлення	Категорія вантажопідйомності МТ	Модель вантажопідйомної машини	Умов. Баланс та акційні записи в балансі	Місце встановлення (адреса)	Масштаб та тип вимірювання	Кордони та географічні координати	Наша ліцензійна угода	Експлуатаційні акти, акти розробки, акти прийому-здачі	Група об'єкта	Висота надземної частини
АЕРОК Експерт-Супер-Різа-300 / 148			28.06.2011	2-1Б	7-Г	1119 / 1000	4-Б	3-Б	50.4	50/9	11	20	



Накладний СКР

Т/У 8.2.7-26 8.34840180 2009

Юридична адреса: ТОВ "АЕРОК", вул. № 08700, Львівська обл., м. Обухів, вул. Промислова, 6
 Фізична адреса: ТОВ "АЕРОК", вул. № 08700, Львівська обл., м. Вересинь, вул. Волинська, 48а
 Код ЄДРПОУ: 30444550

ІП: 600301141; РРР: 66 в АНГМ; "УкрСамбо" - відправник БІЛ МРСО 351009

Свідоцтво № 100093504

ІПН: 3434010295540

ТОВАРИСТВО ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «Анх-он»
Технічний паспорт № 1508

Дата видачі 08.04.2011
Назва та адреса локації НЦПБМЗ
Найменування виробів «Аерос ЕсоТерм 300x200x600»
Номери партій, дата виготовлення 201 30.03.2011
Кількість виробів, м³ 30 шт. в 72м³
Клас бетону за міцністю на стиск B-2.0
Марка бетону за середньою міцністю 400
Марка за морозостійкістю, циклів F100
Коефіцієнт теплопровідності в сухому стані, Вт/м·°К 0.1
Група горючості НГ

Пробірна інженер-служба мист
В.А.Б.Танюк
Львівський обл.

Контролер-служба мист

Тру у в.27.48 8-3444100-2022

Свідоцтво про внесення фізичної особи-підприємця до ЄДР

Серія ДР 3/24 від 04.04.2011 р. № 17 Львівська обл. 2012-04 (свідоцтво № 20-15 від 03.02.08 р.)

За державний збір за видачу свідоцтва про внесення фізичної особи-підприємця до ЄДР № 23.01.2011 р. 1

ТОВ «Анх-он»

Київська обл., м. Обухів, вул. Промислова, 6

тел. (04572) 71-50; (044) 931-31-94

ТОВАРИСТВО ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «Аерона»

Товарний паспорт № 0007

Дата складу _____ 08.04.2011 _____
 Назва та адреса покупця _____ НДПБМВ _____
 Найменування виробу: м **АЕРОС Classic 300x200x600** ж _____
 Номер партії, дата виготовлення _____ 301 05.04.2011 _____
 Кількість виробів, м³ _____ 20 м³, 0,72м³ _____
 Клас бетону за класифікацією на стис _____ **B-2.0** _____
 Марка бетону за середньою щільністю _____ **500** _____
 Марка за морозостійкістю, циклами _____ **F100** _____
 Коefіцієнт теплопровідності в сухому стані, Вт/м·К _____ **0,12** _____
 Терта горіння _____ **НГ** _____

Провідний покупця _____
 Контрагент _____ *Товариство «Аерона»*
 ТП № ВЛ 706-8 (401010) 2008 _____ *Аерона ДП*

Супровідний паспорт № ВЛ 706-8 (401010) 2008

Термін дії з 08.04.2011 по 05.04.2012

Вид виробу: бетонні блоки

Виробник: ТОВ «Аерона»

Посвідчення № 19 від 18.05.2011

ТОВ «Аерона»

Київська обл., м. Обухів, вул. Північна, 8

тел.: (04572) 17-65; (0441) 511-35-84

ТОВАРИСТВО ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «Аерон»

Телевізійний екран № 4008

Дата видачі 08.04.2011

Назва та адреса покупця НДПДМВ

Найменування виробів «Аерос Економ 200x288x600»

Номер партії, дата виготовлення 308 07.04.2011

Кількість виробів, м³ 20 шт, 0,5912м³

Клас бетону за міцністю на стиск B-2.0

Марка бетону за середньою щільністю 600

Марка за морозостійкістю, тривалістю F100

Коефіцієнт теплопровідності в сухому стані, Вт/м·°С 0,13

Група сортирів НГ

Проглядний інспектор служби якості Світлана Савицька С.О.
Контролер служби якості Світлана Савицька С.О.
ДСТУ Б 27170:2008

Група підприємств - для всіх видів
виробництва бетону
ТОВ «Аерон»
Вінницька обл., м. Дубуллі, вул. Промислова, 6
тел. (0432) 217-55; (0441) 531-31-34

Додаток 3
ДАНІ ЩОДО МЕТЕОРОЛОГІЧНОГО СТАНУ

Період випробування		Опади	Напрямок вітру	Швидкість вітру, м/с	Температура повітря, °С	Вологість, %	Атмосферний тиск, мм.рт.ст.
місяць	день						
1	3	4	5	6	7	8	9
Перший місяць (листопад)	1	без опадів	ПнС	3	2	93	764
	2	без опадів	З	5	2	93	763
	3	без опадів	З	6	1	81	764
	4	невеликий сніг	З	4	-1	100	766
	5	без опадів	З	4	-1	100	767
	6	без опадів	Пн	0	-5	86	770
	7	без опадів	ПнЗ	3	-1	80	770
	8	без опадів	Пн	4	0	87	767
	9	без опадів	Пн	0	-2	80	766
	10	без опадів	Пн	1	2	87	764
	11	без опадів	З	4	-2	80	767
	12	без опадів	ПдЗ	4	0	75	767
	13	без опадів	З	5	-2	80	769
	14	без опадів	ПдЗ	2	-6	86	770
	15	без опадів	Пн	0	-5	86	770
	16	без опадів	З	4	-1	86	767
	17	без опадів	ПнЗ	4	-1	100	766
	18	без опадів	ПдЗ	3	0	87	766
	19	без опадів	З	2	-5	100	766
	20	без опадів	З	2	-2	80	767
	21	без опадів	З	6	-1	86	765
	22	без опадів	ПдЗ	5	-1	80	765
	23	без опадів	З	6	-2	93	766
	24	без опадів	З	5	-1	93	766
	25	без опадів	З	4	-1	93	767
	26	без опадів	Пн	1	3	93	769
	27	без опадів	З	2	2	100	767
	28	без опадів	З	3	2	93	767
	29	без опадів	З	3	0	100	765
	30	без опадів	Пн	1	3	93	769

1	3	4	5	6	7	8	9
Другий місяць (грудень)	1	без опадів	ПдС	4	4	100	760
	2	без істот. опадів	ПдС	3	3	100	762
	3	без опадів	Пд	3	4	100	763
	4	без опадів	Пд	4	5	100	762
	5	без опадів	Пд	3	6	100	763
	6	без опадів	ПдС	2	6	100	749
	7	невеликий дощ	Пд	4	7	100	751
	8	без опадів	Пд	4	8	100	752
	9	без опадів	ПдС	3	7	100	755
	10	без опадів	ПдС	3	4	100	759
	11	невеликий дощ	ПдС	5	8	93	743
	12	невеликий дощ	ПдС	7	6	100	746
	13	без опадів	ПдС	8	7	81	747
	14	без опадів	ПдС	5	6	100	748
	15	без опадів	Пд	2	6	100	750
	16	без опадів	ПдЗ	3	1	87	762
	17	без опадів	ПдЗ	4	3	75	758
	18	без опадів	ПдЗ	5	4	81	752
	19	без опадів	ПдЗ	5	3	87	747
	20	невеликий дощ	Пд	5	8	100	743
	21	без опадів	ПдС	2	6	100	749
	22	невеликий дощ	Пд	4	7	100	751
	23	без опадів	Пд	4	8	100	752
	24	без опадів	ПдС	3	7	100	755
	25	без опадів	ПдС	3	4	100	759
	26	без опадів	З	4	1	75	767
	27	без опадів	З	5	1	81	765
	28	без опадів	ПдЗ	6	2	87	762
	29	без істот. опадів	З	3	1	100	760
	30	без опадів	Пн	1	3	93	760
	31	невеликий сніг	ПнЗ	7	-2	93	757
Змісяць (січень)	1	невеликий сніг	ПнЗ	6	-1	93	755
	2	невеликий сніг	ПнЗ	4	0	100	755
	3	без опадів	ПнЗ	3	0	100	755
	4	без опадів	З	3	0	100	754
	5	без опадів	ПнЗ	4	-2	86	765
	6	без опадів	ПнЗ	5	-2	86	764
	7	без опадів	ПнЗ	7	-1	80	763
	8	без опадів	ПнЗ	7	-1	80	760
	9	без опадів	ПнЗ	6	-2	93	757

продовження додатка 3

1	3	4	5	6	7	8	9	
	10	без опадів	ПдЗ	5	2	87	756	
	11	без опадів	ПдЗ	2	-3	74	764	
	12	без опадів	ПнЗ	4	0	55	764	
	13	без опадів	ПнЗ	7	1	75	761	
	14	без опадів	З	4	0	93	760	
	15	без опадів	ПдЗ	4	0	100	759	
	16	без опадів	Пн	3	-3	93	755	
	17	без опадів	Пн	1	-3	93	754	
	18	без опадів	ПдЗ	3	-3	93	752	
	19	без опадів	З	4	-3	93	750	
	20	без опадів	ПдС	2	-4	100	760	
	21	невеликий сніг	ПдС	3	-4	93	758	
	22	без опадів	ПдЗ	2	-4	86	756	
	23	без опадів	ПнС	1	-6	93	753	
	24	без опадів	С	5	-5	93	753	
	25	без опадів	С	7	-15	78	775	
	26	без опадів	ПнС	6	-15	78	775	
	27	без опадів	С	6	-14	72	774	
	28	без опадів	С	5	-15	78	773	
	29	без опадів	ПнС	5	-13	79	771	
	30	без опадів	С	5	-15	78	779	
	31	без опадів	ПнС	4	-14	79	779	
	4 місяць (лютий)	1	без опадів	ПнС	5	-14	72	779
		2	без опадів	С	6	-16	85	776
		3	без опадів	С	6	-15	78	776
		4	без опадів	Пн	4	-13	67	779
		5	без опадів	ПнС	4	-13	79	779
		6	без опадів	ПнС	3	-13	67	779
		7	без опадів	ПнС	2	-19	78	779
		8	без опадів	Пн	0	8	87	765
		9	без опадів	ПнС	5	-13	73	779
10		без опадів	Пн	5	-12	79	778	
11		без опадів	ПнС	4	-12	67	777	
12		без опадів	ПнС	4	-15	72	778	
13		без опадів	ПнС	3	-14	72	779	
14		без опадів	ПнС	3	-14	67	779	
15		без опадів	ПнС	6	-12	73	779	
16		без опадів	ПнС	5	-13	73	780	
17		без опадів	ПнС	5	-15	78	779	
18		без опадів	ПнС	5	-14	79	779	

1	3	4	5	6	7	8	9
	19	без опадів	ПдС	4	-11	85	774
	20	без опадів	С	4	-13	85	776
	21	невеликий сніг	С	6	-15	78	776
	22	сніг	С	6	-15	85	778
	23	невеликий сніг	С	5	-16	78	780
	24	без опадів	С	3	-10	86	773
	25	без опадів	ПдС	4	-10	86	773
	26	невеликий сніг	С	4	-9	79	773
	27	без опадів	ПдС	3	-9	86	773
	28	невеликий сніг	ПдС	3	-10	86	774
5 місяць (березень)	1	без опадів	Пд	4	-4	87	762
	2	без опадів	Пд	3	0	81	764
	3	без опадів	ПдЗ	4	-1	93	764
	4	без опадів	ПнЗ	4	1	93	762
	5	без опадів	ПдЗ	2	2	100	760
	6	без опадів	ПдЗ	1	2	93	760
	7	невеликий дощ	ПдЗ	2	1	100	760
	8	без опадів	ПдЗ	4	1	81	759
	9	без опадів	Пд	3	2	93	761
	10	без опадів	Пд	3	1	93	762
	11	без опадів	З	4	2	75	767
	12	без опадів	З	5	2	81	765
	13	без опадів	ПдЗ	6	2	87	762
	14	без істот. опадів	З	3	1	100	760
	15	без опадів	Пн	1	3	93	760
	16	без опадів	Пд	5	1	81	766
	17	без опадів	ПдС	3	1	81	767
	18	без опадів	ПдЗ	4	3	70	769
	19	без опадів	ПдЗ	2	0	80	768
	20	без опадів	Пн	0	6	87	769
	21	без опадів	ПдС	4	3	100	763
	22	без опадів	ПдС	3	3	100	764
	23	без опадів	Пд	4	3	100	764
	24	без опадів	Пд	2	3	100	764
	25	без опадів	ПдС	4	2	81	766
	26	без опадів	Пд	2	6	100	764
	27	без опадів	ПдС	2	6	100	764
	28	без опадів	ПдЗ	2	6	100	763
	29	без опадів	ПдС	3	4	100	763
	30	без опадів	Пд	3	4	93	763

продовження додатка 3

1	3	4	5	6	7	8	9
	31	без опадів	ПдС	4	4	100	760
бмісяць (квітень)	1	без істот. опадів	ПдС	3	3	100	762
	2	без опадів	Пд	3	4	100	763
	3	без опадів	Пд	4	5	100	762
	4	без опадів	Пд	3	6	100	763
	5	без опадів	ПдС	2	6	100	749
	6	невеликий дощ	Пд	4	7	100	751
	7	без опадів	Пд	4	8	100	752
	8	без опадів	ПдС	3	7	100	755
	9	без опадів	ПдС	3	9	100	759
	10	невеликий дощ	ПдС	5	8	93	743
	11	невеликий дощ	ПдС	7	10	100	746
	12	без опадів	ПдС	8	9	81	747
	13	без опадів	ПдС	5	9	100	748
	14	без опадів	Пд	2	12	100	750
	15	без опадів	ПдЗ	3	11	87	762
	16	без опадів	ПдЗ	4	16	75	758
	17	без опадів	ПдЗ	5	15	81	752
	18	без опадів	ПдЗ	5	11	87	747
	19	невеликий дощ	Пд	5	9	100	743
	20	без опадів	ПдС	2	9	100	749
	21	невеликий дощ	Пд	4	16	100	751
	22	без опадів	Пд	4	15	100	752
	23	без опадів	ПдС	3	15	100	755
	24	без опадів	ПдС	3	13	100	759
	25	без опадів	З	4	15	75	767
	26	без опадів	З	5	15	81	765
	27	без опадів	ПдЗ	6	17	87	762
	28	без істот. опадів	З	3	13	100	760
	29	без опадів	Пн	1	17	93	760
	30	дощ	ПнЗ	7	16	93	757
7 місяць (травень)	1	дощ	ПнЗ	6	17	93	755
	2	дощ	ПнЗ	4	19	100	755
	3	без опадів	ПнЗ	3	23	100	755
	4	без опадів	З	3	24	100	754
	5	без опадів	ПнЗ	4	26	86	765
	6	без опадів	ПнЗ	5	24	86	764
	7	без опадів	ПнЗ	7	25	80	763
	8	без опадів	ПнЗ	7	27	80	760
	9	без опадів	ПнЗ	6	28	93	757

1	3	4	5	6	7	8	9	
	10	без опадів	С	4	25	93	741	
	11	дощ	С	2	19	87	743	
	12	без опадів	Пн	3	16	93	750	
	13	без опадів	ПнС	3	23	93	749	
	14	без опадів	С	3	27	80	749	
	15	без опадів	ПдС	3	27	87	747	
	16	без опадів	С	4	25	93	741	
	17	дощ	С	2	19	87	743	
	18	без опадів	Пн	3	16	93	750	
	19	без опадів	ПнС	3	23	93	749	
	20	без опадів	С	3	27	80	749	
	21	без опадів	ПдС	3	27	87	747	
	22	без опадів	С	4	27	87	744	
	23	без опадів	С	3	27	93	744	
	24	без опадів	З	6	19	100	748	
	25	без опадів	ПнС	5	18	69	748	
	26	без опадів	Пн	4	19	86	748	
	27	без опадів	ПнЗ	2	21	64	747	
	28	без опадів	Пд	3	22	74	743	
	29	без опадів	ПдС	3	25	80	742	
	30	без опадів	ПдЗ	4	26	87	744	
	31	без опадів	ПнЗ	3	17	87	747	
	8 місяць (червень)	1	без опадів	ПдЗ	5	22	65	743
		2	без опадів	З	4	17	80	743
		3	до	ПдЗ	4	16	69	746
		4	дощ	З	3	27	93	741
		5	гроза	Пд	1	17	87	742
		6	без опадів	ПдЗ	2	26	81	738
		7	без опадів	ПнЗ	5	18	87	740
		8	без опадів		5	22	87	744
		9	без опадів	ПдЗ	3	27	65	746
10		без опадів	Пд	3	22	81	745	
11		без опадів	Пд	5	28	81	740	
12		без опадів	ПдЗ	4	26	93	740	
13		без опадів	ПдЗ	5	27	87	740	
14		без опадів	ПдЗ	2	24	65	746	
15		без опадів	З	3	20	70	747	
16		без опадів	Пн	4	20	57	750	
17		без опадів	ПнС	3	28	66	752	
18		без опадів	Пд	2	27	65	752	

продовження додатка 3

1	3	4	5	6	7	8	9
	18	без опадів	ПнС	3	28	93	743
	19	без опадів	Пд	2	27	75	743
	20	дощ	Пд	1	29	76	746
	21	без опадів	З	3	23	81	741
	22	без опадів	Пн	4	24	65	742
	23	без опадів	Пд	4	27	93	738
	24	без опадів	ПнЗ	3	20	93	740
	25	без опадів	З	4	18	100	744
	26	дощ	Пд	1	16	93	746
	27	без опадів	Пн	2	21	93	745
	28	без опадів	Пн	2	25	87	740
	29	без опадів	ПнС	3	28	93	740
	30	без опадів	Пд	2	27	76	740
9 місяць (липень)	1	без опадів	ПдС	3	27	89	751
	2	без опадів	ПдС	2	29	86	752
	3	без опадів	Пн	5	30	75	748
	4	без опадів	Пн	4	29	81	746
	5	без опадів	ПдС	2	30	65	747
	6	без опадів	С	4	32	93	746
	7	без опадів	С	2	34	81	744
	8	без опадів	ПнС	2	34	87	744
	9	без опадів	ПдС	3	35	81	743
	10	гроза	ПдЗ	2	23	79	744
	11	без опадів	Пн	3	27	86	745
	12	без опадів	Пд	3	30	86	742
	13	без опадів	З	4	26	85	745
	14	без опадів	ПдЗ	6	29	85	743
	15	дощ	ПнЗ	3	24	78	743
	16	без опадів	ПнС	3	21	85	745
	17	без опадів	З	4	22	78	747
	18	без опадів	ПнЗ	5	22	79	744
	19	без опадів	ПдЗ	5	26	73	744
	20	без опадів	З	5	26	73	744
	21	без опадів	ПнС	3	22	85	748
	22	без опадів	Пн	3	20	85	751
	23	без опадів	Пн	4	24	85	754
	24	без опадів	С	4	26	79	755
	25	без опадів	С	2	29	74	752
	26	без опадів	Пд	3	33	85	747
	27	без опадів	ПнС	3	33	86	746

продовження додатка 3

1	3	4	5	6	7	8	9
	28	без опадів	ПдС	3	27	85	747
	29	без опадів	ПдС	2	29	85	748
	30	без опадів	Пн	5	30	78	747
	31	без опадів	Пн	4	29	85	746
10 місяць (серпень)	1	без опадів	ПнС	3	30	78	747
	2	без опадів	ПнС	4	31	86	747
	3	без опадів	С	2	31	86	744
	4	гроза	ПдЗ	4	27	79	749
	5	без опадів	ПнС	4	31	86	749
	6	без опадів	ПнС	2	34	86	748
	7	без опадів	ПдЗ	4	37	87	747
	8	без опадів	ПнЗ	2	26	81	746
	9	без опадів	ПнЗ	4	25	93	734
	10	без опадів	Пн	4	19	93	737
	11	без опадів	ПнЗ	2	23	100	741
	12	без опадів	С	3	25	93	742
	13	дощ	ПнС	1	18	100	746
	14	без опадів	Пд	6	14	81	748
	15	дощ	ПдЗ	4	17	93	750
	16	дощ	Пн	2	18	93	746
	17	дощ	ПнЗ	2	21	75	749
	18	без опадів	ПнЗ	4	24	81	748
	19	без опадів	Пн	3	23	87	746
	20	дощ	З	3	23	100	746
	21	без опадів	Пн	5	17	93	743
	22	без опадів	ПдЗ	4	24	81	744
	23	без опадів	ПнЗ	3	25	81	741
	24	без опадів	Пд	3	27	70	745
	25	без опадів	З	3	30	80	746
	26	без опадів	ПнС	2	27	87	749
	27	без опадів	З	3	24	93	751
	28	без опадів	Пн	5	15	86	747
	29	без опадів	Пн	5	15	87	748
	30	без опадів	Пн	3	18	81	747
	31	без опадів	ПнС	3	21	81	746

продовження додатка 3

1	3	4	5	6	7	8	9
11 місяць (вересень)	1	без опадів	ПнС	3	22	78	747
	2	без опадів	ПнС	4	25	86	747
	3	без опадів	С	2	25	86	744
	4	гроза	ПдЗ	4	27	79	749
	5	без опадів	ПнС	4	25	86	749
	6	без опадів	ПнС	2	24	86	748
	7	без опадів	ПдЗ	4	24	87	747
	8	без опадів	ПнЗ	2	26	81	746
	9	без опадів	ПнЗ	4	25	93	734
	10	без опадів	Пн	4	19	93	737
	11	без опадів	ПнЗ	2	23	100	741
	12	без опадів	С	3	25	93	742
	13	дощ	ПнС	1	18	100	746
	14	без опадів	Пд	6	14	81	748
	15	дощ	ПдЗ	4	17	93	750
	16	дощ	Пн	2	18	93	746
	17	дощ	ПнЗ	2	21	75	749
	18	без опадів	ПнЗ	4	24	81	748
	19	без опадів	Пн	3	23	87	746
	20	дощ	З	3	23	100	746
	21	без опадів	Пн	5	17	93	743
	22	без опадів	ПдЗ	4	24	81	744
	23	без опадів	ПнЗ	3	25	81	741
	24	без опадів	Пд	3	27	70	745
	25	без опадів	З	3	26	80	746
	26	без опадів	ПнС	2	23	87	749
	27	без опадів	З	3	24	93	751
	28	без опадів	Пн	5	15	86	747
	29	без опадів	Пн	5	15	87	748
	30	без опадів	Пн	3	18	81	747
	31	без опадів	ПнС	3	21	81	746
12 місяць (жовтень)	1	без опадів	Пд	3	18	86	754
	2	без опадів	Пн	2	19	87	751
	3	дощ	З	1	20	81	749
	4	без опадів	Пд	3	23	93	749
	5	без опадів	Пд	3	18	93	754

продовження додатка 3

1	3	4	5	6	7	8	9
	7	без опадів	ПнЗ	4	18	85	755
	8	без опадів	ПнЗ	3	17	85	752
	9	без опадів	ПнЗ	5	18	78	747
	10	без опадів	ПнЗ	2	19	85	745
	11	без опадів	Пд	3	23	78	745
	12	без опадів	Пд	5	23	86	741
	13	без опадів	Пд	4	24	86	749
	14	без опадів	Пд	1	25	79	751
	15	без опадів	ПдЗ	4	23	86	750
	16	без опадів	ПнЗ	3	19	86	747
	17	без опадів	С	1	18	87	745
	18	без опадів	ПдС	2	20	81	747
	19	без опадів	ПдС	3	24	93	745
	20	без опадів	ПдС	2	25	93	746
	21	без опадів	Пн	4	15	100	744
	22	без опадів	ПнЗ	2	15	93	742
	23	без опадів	З	5	16	100	746
	24	без опадів	З	4	12	81	749
	25	без опадів	С	2	12	93	747
	26	без опадів	Пн	2	6	93	753
	27	без опадів	ПдС	2	10	75	749
	28	без опадів	З	4	14	81	755
	29	без опадів	Пн	1	15	87	752
	30	дощ	З	4	8	100	747
	31	без опадів	ПнЗ	2	4	93	745
13 місяць (листопад)	1	без опадів	З	4	9	75	767
	2	без опадів	З	5	6	81	765
	3	без опадів	ПдЗ	6	7	87	762
	4	без істот. опадів	З	3	8	100	760
	5	без опадів	Пн	1	12	93	760
	6	дощ	ПнЗ	7	11	93	757
	7	дощ	ПнЗ	6	10	93	755
	8	дощ	ПнЗ	4	12	100	755
	9	без опадів	ПдЗ	2	9	100	749
	10	невеликий дощ	З	4	8	100	751
	11	без опадів	Пн	4	8	100	752
	12	без опадів	ПнЗ	3	7	100	755
	13	без опадів	ПнЗ	3	3	100	759
	14	без опадів	ПнЗ	4	3	75	767
	15	без опадів	ПдЗ	5	0	81	765
	16	без опадів	З	5	1	81	765
	17	без опадів	ПдЗ	6	-1	87	762
	18	без істот. опадів	З	3	4	100	760
	19	без опадів	З	5	3	81	765
	20	без опадів	ПдЗ	6	5	87	762
	21	без істот. опадів	З	3	6	100	760
	22	дощ	ПнЗ	6	7	93	755

1	3	4	5	6	7	8	9
	23	невеликий дощ	Пд	4	7	100	751
	24	без опадів	Пд	4	8	100	752
	25	без опадів	ПдС	3	7	100	755
	26	без опадів	ПдС	3	9	100	759
	27	невеликий дощ	ПдС	5	8	93	743
	28	невеликий дощ	ПдС	7	10	100	746
14 місяць (грудень)	1	без істот. опадів	ПдС	3	9	100	762
	2	без опадів	Пд	3	4	100	763
	3	без опадів	Пд	4	5	100	762
	4	без опадів	Пд	3	5	100	763
	5	без опадів	ПдС	2	3	100	749
	6	невеликий дощ	Пд	4	-1	100	751
	7	без опадів	Пд	4	1	100	752
	8	без опадів	ПдС	3	0	100	755
	9	без опадів	ПдС	3	0	100	759
	10	невеликий дощ	ПдС	5	1	93	743
	11	невеликий дощ	ПдС	7	3	100	746
	12	без опадів	ПдС	8	0	81	747
	13	без опадів	ПдС	5	-3	100	748
	14	без опадів	Пд	2	-7	100	750
	15	без опадів	ПдЗ	3	-4	87	762
	16	без опадів	ПдЗ	4	3	75	758
	17	без опадів	ПдЗ	5	2	81	752
	18	без опадів	ПдЗ	5	6	87	747
	19	невеликий дощ	Пд	5	7	100	743
	20	без опадів	ПдС	2	3	100	749
	21	невеликий дощ	Пд	4	-2	100	751
	22	без опадів	Пд	4	-7	100	752
	23	без опадів	ПдС	3	-11	100	755
	24	без опадів	ПдС	3	4	100	759
	25	без опадів	З	4	5	75	767
	26	без опадів	З	5	1	81	765
	27	без опадів	ПдЗ	6	2	87	762
	28	без істот. опадів	З	3	5	100	760
	29	без опадів	Пн	1	3	93	760
	30	дощ	ПнЗ	7	-2	93	757
	31	без істот. опадів	ПдС	3	-3	100	762
15 місяць (січень)	1	дощ	ПнЗ	6	2	93	755
	2	дощ	ПнЗ	4	1	100	755
	3	без опадів	ПнЗ	3	0	100	755
	4	без опадів	З	3	0	100	754
	5	без опадів	ПнЗ	4	3	86	765
	6	без опадів	ПнЗ	5	2	86	764
	7	без опадів	ПнЗ	7	2	80	763
	8	без опадів	ПнЗ	7	1	80	760
	9	без опадів	ПнЗ	6	-3	93	757

1	3	4	5	6	7	8	9	
	10	без опадів	С	4	0	93	741	
	11	сніг	С	2	-2	87	743	
	12	без опадів	Пн	3	0	93	750	
	13	без опадів	ПнС	3	-4	93	749	
	14	без опадів	С	3	-7	80	749	
	15	без опадів	ПдС	3	-5	87	747	
	16	без опадів	С	4	-2	93	741	
	17	сніг	С	2	0	87	743	
	18	без опадів	Пн	3	0	93	750	
	19	без опадів	ПнС	3	1	93	749	
	20	без опадів	С	3	-3	80	749	
	21	без опадів	ПдС	3	-4	87	747	
	22	без опадів	С	4	-3	87	744	
	23	без опадів	С	3	-11	93	744	
	24	без опадів	З	6	0	100	748	
	25	без опадів	ПнС	5	-4	69	748	
	26	без опадів	Пн	4	-7	86	748	
	27	без опадів	ПнЗ	2	-5	64	747	
	28	без опадів	Пд	3	-2	74	743	
	29	без опадів	ПдС	3	0	80	742	
	30	без опадів	ПдЗ	4	0	87	744	
	31	без опадів	ПнЗ	3	-3	87	747	
	16 місяць (лютий)	1	без опадів	ПдЗ	5	1	65	743
		2	без опадів	З	4	2	80	743
		3	дощ	ПдЗ	4	5	69	746
		4	дощ	З	3	3	93	741
		5	сніг	Пд	1	-2	87	742
		6	без опадів	ПдЗ	2	-3	81	738
		7	без опадів	ПнЗ	5	2	87	740
		8	без опадів		5	1	87	744
		9	без опадів	ПдЗ	3	0	65	746
10		без опадів	Пд	3	0	81	745	
11		без опадів	Пд	5	1	81	740	
12		без опадів	ПдЗ	4	2	93	740	
13		без опадів	ПдЗ	5	1	87	740	
14		без опадів	ПдЗ	2	2	65	746	
15		без опадів	З	3	5	70	747	
16		без опадів	Пн	4	3	57	750	
17		без опадів	ПнС	3	-2	66	752	
18		без опадів	Пд	2	-3	65	752	

продовження додатка 3

1	3	4	5	6	7	8	9
	19	без опадів	ПнС	3	1	93	743
	20	без опадів	Пд	2	2	75	743
	21	дощ	Пд	1	5	76	746
	22	без опадів	З	3	3	81	741
	23	без опадів	Пн	4	-2	65	742
	24	без опадів	Пд	4	-3	93	738
	25	без опадів	ПнЗ	3	2	93	740
	26	без опадів	З	4	1	100	744
	27	дощ	Пд	1	6	93	746
	28	без опадів	Пн	2	5	93	745
17місяць (березень)	1	без опадів	Пн	2	1	87	740
	2	без опадів	ПнС	3	2	93	740
	3	без опадів	Пд	2	-3	76	740
	4	без опадів	ПдС	3	0	89	751
	5	без опадів	ПдС	2	2	86	752
	6	без опадів	Пн	5	4	75	748
	7	без опадів	Пн	4	6	81	746
	8	сніг	ПдС	2	-3	65	747
	9	без опадів	С	4	2	93	746
	10	без опадів	С	2	0	81	744
	11	без опадів	ПнС	2	1	87	744
	12	без опадів	ПдС	3	4	81	743
	13	гроза	ПдЗ	2	6	79	744
	14	без опадів	Пн	3	7	86	745
	15	без опадів	Пд	3	4	86	742
	16	без опадів	З	4	6	85	745
	17	без опадів	ПдЗ	6	-3	85	743
	18	дощ	ПнЗ	3	2	78	743
	19	без опадів	ПнС	3	0	85	745
	20	без опадів	З	4	-3	78	747
	21	без опадів	ПнЗ	5	2	79	744
	22	без опадів	ПдЗ	5	0	73	744
	23	без опадів	З	5	1	73	744
	24	без опадів	ПнС	3	4	85	748
	25	без опадів	Пн	3	6	85	751
	26	без опадів	Пн	4	7	85	754
	27	без опадів	С	4	2	79	755
	28	без опадів	С	2	5	74	752
	29	без опадів	Пд	3	6	85	747
	30	без опадів	ПнС	3	7	86	746

продовження додатка 3

1	3	4	5	6	7	8	9
	31	без опадів	ПдС	4	8	100	760
18 місяць (квітень)	1	без істот. опадів	ПдС	3	18	100	762
	2	без опадів	Пд	3	7	81	763
	3	без опадів	Пд	4	0	93	762
	4	без опадів	Пд	3	4	93	763
	5	без опадів	ПдС	2	10	100	749
	6	невеликий дощ	Пд	4	17	100	751
	7	без опадів	Пд	4	18	100	752
	8	без опадів	ПдС	3	17	100	755
	9	без опадів	ПдС	3	18	100	759
	10	невеликий дощ	ПдС	5	19	93	743
	11	невеликий дощ	ПдС	7	23	100	746
	12	без опадів	ПдС	3	18	100	747
	13	без опадів	Пд	3	19	100	748
	14	без опадів	Пд	4	19	100	750
	15	без опадів	Пд	3	20	100	762
	16	без опадів	ПдС	2	19	100	758
	17	без опадів	Пд	4	18	100	752
	18	без опадів	Пд	4	20	100	747
	19	невеликий дощ	ПдС	3	24	81	743
	20	без опадів	ПдС	3	25	93	749
	21	невеликий дощ	ПдС	3	15	93	751
	22	без опадів	Пд	3	15	100	752
	23	без опадів	Пд	4	16	93	755
	24	без опадів	Пд	3	17	100	759
	25	без опадів	ПдС	2	22	81	767
	26	без опадів	Пд	4	20	93	765
	27	без опадів	Пд	4	21	100	762
	28	без істот. опадів	ПдС	3	24	100	760
	29	без опадів	Пн	1	20	93	760
	30	дощ	ПнЗ	7	16	93	757
19 місяць (травень)	1	без опадів	З	4	+20	75	767
	2	без опадів	З	5	+25	81	765
	3	без опадів	ПдЗ	6	+28	87	762
	4	без опадів	З	3	+21	100	760
	5	без опадів	Пн	1	+22	93	760
	6	без опадів	ПнЗ	7	+23	93	757
	7	без опадів	ПнЗ	6	+25	93	755
	8	без опадів	ПнЗ	4	+27	100	755
	9	без опадів	ПдЗ	2	+27	100	749

продовження додатка 3

1	3	4	5	6	7	8	9	
	10	без опадів	3	4	+27	93	749	
	11	без опадів	Пн	4	+29	93	745	
	12	без опадів	ПнЗ	3	+27	93	741	
	13	без опадів	ПнЗ	3	+21	93	740	
	14	гроза	ПнЗ	4	+26	100	739	
	15	без опадів	ПдЗ	5	+25	93	741	
	16	без опадів	ПдС	2	+25	86	744	
	17	без опадів	Пд	4	+26	93	745	
	18	без опадів	Пд	4	+26	93	746	
	19	дощ	ПдС	3	+26	78	746	
	20	без опадів	ПдС	3	+28	78	745	
	21	без опадів	ПдС	3	+25	72	743	
	22	дощ	Пд	3	+15	78	744	
	23	дощ	Пд	4	+17	79	740	
	24	без опадів	Пд	3	+18	78	735	
	25	без опадів	ПдС	2	+19	79	740	
	26	без опадів	Пд	4	+23	72	742	
	27	гроза	Пд	4	+14	85	741	
	28	без опадів	ПдС	3	+21	78	744	
	29	без опадів	Пн	1	+21	67	745	
	30	без опадів	ПнЗ	7	+25	79	743	
	31	без опадів	3	4	+28	67	738	
	20 місяць (червень)	1	без опадів	3	4	+22	78	739
		2	дощ	3	5	+16	87	741
		3	без опадів	ПдЗ	6	+23	73	741
		4	без опадів	3	3	+24	79	743
		5	без опадів	Пн	1	+26	67	745
		6	без опадів	ПнЗ	7	+26	72	746
		7	без опадів	ПнЗ	6	+24	72	747
		8	гроза	ПнЗ	4	+19	67	746
		9	без опадів	ПдЗ	2	+26	73	745

1	3	4	5	6	7	8	9
	10	без опадів	ПдС	4	21	93	739
	11	без опадів	ПдС	3	23	93	741
	12	без опадів	Пд	3	27	93	741
	13	без опадів	Пд	4	26	93	743
	14	без опадів	Пд	3	20	100	745
	15	без опадів	ПдС	2	23	93	746
	16	без опадів	Пд	4	17	93	747
	17	без опадів	Пд	4	18	93	746
	18	без опадів	ПдС	3	17	93	745
	19	без опадів	ПдС	3	18	93	743
	20	без опадів	ПдС	5	19	100	742
	21	без опадів	ПдС	7	23	93	746
	22	гроза	ПдС	3	23	86	748
	23	без опадів	Пд	3	24	93	747
	24	без опадів	Пд	4	26	93	745
	25	без опадів	Пд	3	26	78	745
	26	без опадів	ПдС	2	19	78	746
	27	без опадів	Пд	4	18	72	748
	28	без опадів	Пд	4	20	78	750
	29	без опадів	ПдС	3	24	79	750
30	без опадів	ПдС	3	25	78	747	
21 місяць (липень)	1	без опадів	ПдС	3	+24	79	762
	2	без опадів	Пд	3	+23	72	763
	3	дощ	Пд	4	+20	85	762
	4	без опадів	Пд	3	+29	78	763
	5	без опадів	ПдС	2	+30	67	749
	6	без опадів	Пд	4	+30	79	751
	7	гроза	Пд	4	+23	67	752
	8	без опадів	ПдС	3	+24	78	755
	9	без опадів	ПдС	3	+26	87	759
	10	без опадів	ПдС	5	+26	73	743
	11	без опадів	ПдС	7	+28	79	746
	12	без опадів	ПдС	3	+24	67	747
	13	без опадів	Пд	3	+26	72	748
	14	без опадів	Пд	4	+23	72	750
	15	без опадів	Пд	3	+23	67	762
	16	дощ	ПдС	2	+22	73	758
	17	без опадів	Пд	4	+21	73	752
	18	дощ	Пд	4	+24	78	747
	19	без опадів	ПдС	3	+27	79	743

продовження додатка 3

1	3	4	5	6	7	8	9
	20	без опадів	ПдС	5	+21	93	743
	21	дощ	ПдС	7	+18	93	746
	22	без опадів	ПдС	3	+20	93	747
	23	дощ	Пд	3	+17	93	748
	24	без опадів	Пд	4	+23	100	750
	25	без опадів	Пд	3	+23	93	762
	26	без опадів	ПдС	2	+22	86	758
	27	дощ	Пд	4	+20	93	752
	28	без опадів	Пд	4	+26	93	747
	29	без опадів	ПдС	3	+27	78	743
	30	без опадів	ПдС	3	+27	78	749
	31	без опадів	ПдС	5	+28	72	743
22місяць (серпень)	1	без опадів	ПдС	3	+26	78	744
	2	без опадів	Пд	3	+25	79	745
	3	без опадів	Пд	4	+19	78	745
	4	без опадів	Пд	3	+26	79	748
	5	без опадів	ПдС	2	+27	72	748
	6	без опадів	Пд	4	+27	85	749
	7	без опадів	Пд	4	+29	78	749
	8	без опадів	ПдС	3	+30	67	750
	9	без опадів	ПдС	3	+31	79	749
	10	без опадів	ПдС	5	+31	67	747
	11	без опадів	ПдС	7	+30	78	745
	12	без опадів	ПдС	3	+26	87	748
	13	без опадів	Пд	3	+29	73	746
	14	без опадів	Пд	4	+26	79	748
	15	без опадів	Пд	3	+20	67	752

Додаток 4
ТЕМПЕРАТУРА ТА ВОЛОГІСТЬ ПОВІТРЯ У ПРИМІЩЕННІ

Період випробування		Температура повітря, °C	Вологість, %
місяць	день		
1	2	3	4
1 місяць	1	15	63
	2	17	61
	3	16	61
	4	17	57
	5	16	59
	6	16	59
	7	16	61
	8	16	65
	9	15	65
	10	16	64
	11	15	62
	12	16	64
	13	16	64
	14	17	65
	15	16	62
	16	17	61
	17	17	63
	18	17	65
	19	16	66
	20	17	66
	21	17	64
	22	16	62
	23	16	62
	24	16	63
	25	17	62
	26	16	57
	27	16	57
	28	16	56
	29	16	57
	30	16	64
2 місяць	1	15	64
	2	17	65
	3	16	65
	4	16	64
	5	16	64
	6	16	65

1	2	3	4
	6	16	62
	7	15	63
	8	17	61
	9	16	61
	10	17	57
	11	16	59
	12	16	59
	13	16	61
	14	16	65
	15	15	65
	16	16	64
	17	15	62
	18	16	64
	19	16	64
	20	17	65
	21	16	62
	22	17	61
	23	17	63
	24	17	65
	25	16	66
	26	17	66
	27	17	64
	28	16	62
	29	16	62
	30	16	63
	31	17	62
3 місяць	1	16	57
	2	16	57
	3	16	56
	4	16	57
	5	16	64
	6	15	64
	7	17	65
	8	16	65
	9	16	64
	10	16	64
	11	16	65
	12	16	62
	13	16	63
	14	17	62
	15	16	57

1	2	3	4
	16	16	56
	17	16	57
	18	16	64
	19	15	64
	20	17	65
	21	16	65
	22	16	64
	23	16	64
	24	16	65
	25	15	65
	26	16	62
	27	15	63
	28	17	61
	29	16	61
	30	17	57
	31	16	59
4 місяць	1	16	59
	2	16	61
	3	16	65
	4	15	65
	5	16	64
	6	15	62
	7	16	64
	8	16	64
	9	17	65
	10	16	62
	11	17	61
	12	17	63
	13	17	65
	14	16	66
	15	17	66
	16	17	64
	17	16	62
	18	16	62
	19	16	63
	20	17	62
	21	16	57
	22	16	57
	23	16	56
	24	16	57
	25	16	64

1	2	3	4
	26	15	64
	27	17	65
	28	16	65
5 місяць	1	16	64
	2	16	64
	3	16	65
	4	15	64
	5	16	62
	6	15	63
	7	17	61
	8	16	61
	9	17	57
	10	16	59
	11	16	59
	12	16	61
	13	16	65
	14	15	65
	15	16	64
	16	15	62
	17	16	64
	18	16	64
	19	17	65
	20	16	62
	21	17	61
	22	17	63
	23	17	65
	24	16	66
	25	17	66
	26	17	64
	27	16	62
	28	15	63
	29	16	65
	30	15	64
	31	16	62
6 місяць	1	15	63
	2	17	61
	3	16	61
	4	17	57
	5	16	59
	6	16	65
	7	15	64

1	2	3	4
	8	17	62
	9	17	62
	10	17	58
	11	16	57
	12	17	55
	13	17	53
	14	17	53
	15	17	54
	16	17	52
	17	17	51
	18	17	52
	19	17	52
	20	17	53
	21	17	52
	22	17	56
	23	17	53
	24	17	54
	25	17	54
	26	17	52
	27	17	53
	28	17	55
	29	17	55
	30	17	54
7місяць	1	18	63
	2	18	61
	3	19	61
	4	19	57
	5	19	59
	6	19	59
	7	19	61
	8	18	65
	9	18	65
	10	19	64
	11	18	62
	12	19	64
	13	19	64
	14	19	65
	15	20	62
	16	19	61
	17	20	63
	18	20	65

1	2	3	4
	19	19	57
	20	19	59
	21	20	64
	22	20	65
	23	21	65
	24	22	64
	25	21	64
	26	22	65
	27	21	64
	28	22	62
	29	21	63
	30	22	61
	31	22	61
8 місяць	1	24	57
	2	21	59
	3	22	59
	4	21	61
	5	22	65
	6	21	65
	7	22	64
	8	21	62
	9	22	64
	10	22	64
	11	23	65
	12	21	62
	13	22	61
	14	21	63
	15	22	65
	16	21	66
	17	22	66
	18	21	64
	19	22	62
	20	22	63
	21	23	65
	22	24	64
	23	24	62
	24	25	63
	25	23	61
	26	22	64
	27	23	65
	28	21	65

1	2	3	4
	29	22	63
	30	23	65
9 місяць	1	22	64
	2	21	64
	3	22	65
	4	21	64
	5	22	62
	6	21	63
	7	22	61
	8	22	61
	9	24	57
	10	21	59
	11	22	59
	12	21	61
	13	22	65
	14	21	65
	15	22	64
	16	21	62
	17	22	64
	18	22	64
	19	23	65
	20	21	62
	21	22	61
	22	21	63
	23	22	65
	24	21	66
	25	22	66
	26	21	64
	27	22	62
	28	22	63
	29	23	65
	30	24	64
	31	24	62
10 місяць	1	25	63
	2	23	61
	3	24	61
	4	22	57
	5	23	59
	6	21	65
	7	22	64
	8	22	64

1	2	3	4
	9	23	65
	10	21	65
	11	22	64
	12	21	64
	13	22	65
	14	21	64
	15	22	62
	16	21	63
	17	22	61
	18	22	61
	19	24	57
	20	21	59
	21	22	59
	22	21	61
	23	22	65
	24	21	65
	25	22	64
	26	21	62
	27	22	64
	28	22	64
	29	23	65
	30	21	62
	31	23	65
11 місяць	1	22	61
	2	21	63
	3	22	65
	4	21	66
	5	22	66
	6	21	64
	7	22	62
	8	22	63
	9	23	65
	10	24	64
	11	24	62
	12	25	63
	13	23	61
	14	24	61
	15	22	57
	16	23	59
	17	21	65
	18	22	64

продовження додатку 4

1	2	3	4
	16	18	63
	17	18	61
	18	19	61
	19	19	57
	20	19	59
	21	19	59
	22	19	61
	23	18	65
	24	18	65
	25	19	64
	26	18	62
	27	19	64
	28	19	64
	29	19	65
	30	20	62
31	19	61	
Заміри для першого елемента			
12 місяць	1	20	63
	2	20	65
	3	18	63
	4	18	61
	5	19	61
	6	19	57
	7	19	59
	8	19	59
	9	19	61
	10	18	65
	11	18	65
	12	19	64
	13	18	62
	14	19	64
	15	17	66
	16	19	59
	17	19	61
	18	18	65
	19	18	65
	20	19	64
	21	18	62
	22	19	64
	23	19	64
	24	19	65
	25	20	62
	26	19	61
	27	19	59
	28	19	61
	29	18	65
13 місяць	1	16	64
	2	16	64

продовження додатку 4

1	2	3	4
	3	16	65
	4	15	64
	5	16	62
	6	15	63
	7	17	61
	8	16	61
	9	17	57
	10	16	59
	11	16	59
	12	16	61
	13	16	65
	14	15	65
	15	16	64
	16	15	62
	17	16	64
	18	16	64
	19	17	65
	20	16	62
	21	17	61
	22	17	63
	23	17	65
	24	16	66
	25	17	66
	26	17	64
	27	16	62
	28	15	63
	29	16	65
	30	15	64
	31	16	62
14 місяць	1	15	63
	2	17	61
	3	16	61
	4	17	57
	5	16	59
	6	16	65
	7	15	64
	8	17	62
	9	17	62
	10	17	58
	11	16	57
	12	17	55
	13	17	53
	14	17	53
	15	17	54
	16	17	52
	17	17	51
	18	17	52
	19	17	52

1	2	3	4
	8	17	62
	9	17	62
	10	17	58
	11	16	57
	12	17	55
	13	17	53
	14	17	53
	15	17	54
	16	17	52
	17	17	51
	18	17	52
	19	17	52
	20	17	53
	21	17	52
	22	17	56
	23	17	53
	24	17	54
	25	17	54
	26	17	52
	27	17	53
	28	17	55
	29	17	55
	30	17	54
15 місяць	1	16	52
	2	17	57
	3	17	55
	4	17	51
	5	16	53
	6	17	53
	7	17	53
	8	17	54
	9	16	53
	10	16	54
	11	17	54
	12	16	50
	13	16	51
	14	17	52
	15	16	52
	16	17	53
	17	17	53
	18	16	64

1	2	3	4
	19	15	64
	20	17	65
	21	16	65
	22	16	64
	23	16	64
	24	16	65
	25	15	65
	26	16	62
	27	15	63
	28	17	61
	29	16	61
	30	17	57
	31	16	59
16 місяць	1	16	59
	2	16	61
	3	16	65
	4	15	65
	5	16	64
	6	15	62
	7	16	64
	8	16	64
	9	17	65
	10	16	62
	11	17	61
	12	17	63
	13	17	65
	14	16	66
	15	17	66
	16	17	64
	17	16	62
	18	16	62
	19	16	63
	20	17	62
	21	16	57
	22	16	57
	23	16	56
	24	16	57
	25	16	64
	26	15	64
	27	17	65
	28	16	65

1	2	3	4
17 місяць	1	16	64
	2	16	64
	3	16	65
	4	15	64
	5	16	62
	6	15	63
	7	17	61
	8	16	61
	9	17	57
	10	16	59
	11	16	59
	12	16	61
	13	16	65
	14	15	65
	15	16	64
	16	15	62
	17	16	64
	18	16	64
	19	17	65
	20	16	62
	21	17	61
	22	17	63
	23	17	65
	24	16	66
	25	17	66
	26	17	64
	27	16	62
	28	15	63
	29	16	65
	30	15	64
	31	16	62
18 місяць	1	16	64
	2	16	64
	3	16	65
	4	15	64
	5	16	62
	6	15	63
	7	15	64
	8	17	65
	9	20	65
	10	21	64

1	2	3	4	
	11	23	64	
	12	21	65	
	13	22	64	
	14	21	62	
	15	22	63	
	16	21	61	
	17	22	61	
	18	21	57	
	19	22	59	
	20	22	59	
	21	24	61	
	22	21	65	
	23	22	65	
	24	21	64	
	25	22	62	
	26	21	64	
	27	22	64	
	28	21	65	
	29	22	62	
	30	22	61	
	31	23	64	
	19 місяць	1	21	64
		2	23	64
		3	22	65
		4	21	64
		5	22	62
		6	21	63
		7	22	61
		8	21	61
		9	22	57
		10	22	59
11		23	59	
12		24	61	
13		24	65	
14		25	65	
15		23	64	
16		24	62	
17		22	64	
18		23	64	
19		21	65	
20		22	62	

1	2	3	4
	21	23	61
	22	21	65
	23	22	65
	24	21	64
	25	22	62
	26	21	64
	27	22	64
	28	21	65
	29	23	62
	30	21	61
20місяць	1	22	64
	2	21	64
	3	22	65
	4	21	64
	5	22	62
	6	21	63
	7	22	61
	8	22	61
	9	24	57
	10	21	59
	11	22	59
	12	21	61
	13	22	65
	14	21	65
	15	22	64
	16	21	62
	17	22	64
	18	22	64
	19	23	65
	20	21	62
	21	23	61
	22	22	65
	23	21	65
	24	22	64
	25	21	62
	26	22	64
	27	21	64
	28	22	65
	29	22	62
	30	23	61
	31	24	61

продовження додатку 4

1	2	3	4
21 місяць	1	23	64
	2	21	64
	3	22	65
	4	21	64
	5	22	62
	6	21	63
	7	22	61
	8	21	61
	9	22	57
	10	22	59
	11	24	59
	12	21	61
	13	22	65
	14	21	65
	15	22	64

