

ДОСЛІДЖЕННЯ ПІНОУТВОРЮВАЧІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПІНОБЕТОНІВ БЕЗАВТОКЛАВНОГО ТВЕРДНЕННЯ

© Ілів В. В., Ілів Х.-Д. В., 2019

Наповненість ринку України різноманітними піноутворювачами вітчизняного та закордонного виробництва потребує дослідження їхніх технічних властивостей та властивостей пін на їх основі. Наведено результати дослідження кратності піноутворення та стійкості піни протягом певного періоду часу. Порівняльна характеристика таких властивостей піноутворювачів дає змогу успішно їх використати у виробництві пінобетонів.

Виробництво пінобетонів потребує сучасних піноутворювачів, що володіють достатнім значенням технічних властивостей отриманої піни: кратності піноутворення, стійкості піни в певному проміжку часу, сумісності піноутворювача з портландцементом, продуктами його гідратації, гідратованим вапном тощо. Недостатні властивості піни можна компенсувати введенням коригувальних додатків.

Хоча за походженням сучасні піноутворювачі не є завжди екологічно чистими продуктами, однак їх незначна концентрація в пінобетонах створює прецедент їх незамінності у виробничому процесі.

Напрямки об'єднання конструктивних і теплотехнічних властивостей в одному стіновому виробі та заміна полімерних теплоізоляційних матеріалів на традиційні мінеральні матеріали забезпечили пінобетонам природного тверднення конкурентоздатність на ринку будівельних матеріалів.

Досліджені піноутворювачі практично не відрізняються за кратністю та стабільністю при їх використанні у 1 % розчині. Найкращі технологічні властивості притаманні піні, отриманій на основі піноутворювачів марок Юнісел та ЛОПІ. Введенням комплексної добавки можна частково підвищити кратність та стабільність вищезгаданого розчину піни. Крім того, випробувана комплексна добавка впливає на тверднення пінобетонів як прискорювач набору міцності, що дає змогу підвищити оборотність металоформ. Цей фактор має особливе практичне значення для процесу серійного виготовлення пінобетонів природного тверднення.

Ключові слова: піна, піноутворювач, пінобетон, конструктивні властивості, теплотехнічні властивості, кратність піноутворення, стабільність піни в часі.

V. V. Iliy, Kh.-D. V. Iliy
Lviv Polytechnic National University,
Department of building production

INVESTIGATION OF SURFACES FOR THE PRODUCTION OF NON-CONTAINERS OF ABSOLUTELY SILVER

© Iliy V. V., Iliy Kh.-D. V., 2019

The full market of Ukraine by various foaming agents of domestic and foreign production requires the study of their technical properties and properties of foam on their basis. The article presents the results of research on the multiplicity of foam formation and

foam stability during a certain period of time. The comparative characteristic of such properties of foaming agents allows them to be used successfully in the production of foam concrete.

The production of foam concrete requires modern foam formers with sufficient value of the technical properties of the resulting foam – the multiplicity of foam formation, the foam stability in a certain period of time, the compatibility of the foam formulation with Portland cement, products of its hydration, hydrated lime, and the like. Inadequate foam properties can be offset by typing correcting applications.

Although the origin of modern foaming agents is not always environmentally friendly products, but their insignificant concentration in foam concrete creates a precedent for their indispensability in the production process.

Directions of combining of constructive and heat-engineering properties in one wall product and replacement of polymeric heat-insulating materials with traditional mineral materials have created for the foam concrete of natural hardening concrete the serious competitiveness on the market of building materials.

Investigated foaming agents practically do not differ in their multiplicity and stability when used in a 1 % solution. The best technological properties of foam are based on foam formers of Uniseel and Lori brands. The introduction of a complex additive can partially increase the multiplicity and stability of the above-mentioned foam solution. In addition, the tested complex additive affects the hardening of foam concrete as a cluster accelerator, which increases the reciprocity of metal shapes. This factor has a special practical significance for the process of serial production of foam concretes of natural hardening.

Key words: foam, foaming agent, foam concrete, structural properties, heat-engineering properties, multiplicity of foam formation, stability of foam in time.

Постановка проблеми. Завдяки дилерській сітці продажу ринок сировинних матеріалів для виробництва пінобетонів в Україні наситився різноманітними спеціалізованими матеріалами і додатками, зокрема піноутворювачами як власного виробництва, так і виробництва країн ближнього і дальнього зарубіжжя. Суттєвому розширенню продажу цих матеріалів сприяє зацікавлення пінобетонами виробників, які представляють в основному малий і середній бізнес України. Тенденція розвитку виробництва пінобетонів в Україні пов'язана з такими закономірними чинниками.

По-перше, керамічна цегла місцевого виробництва не відповідає вимогам теплового балансу у зведених з неї будівлях та спорудах внаслідок великого значення середньої густини і, відповідно, фактичної величини коефіцієнта теплопровідності та низького значення теплового опору, а також низького коефіцієнта конструктивної якості стінового матеріалу.

По-друге, піно- і газонаповнені полімерні утеплювачі, зокрема пінополістирол, не відповідають вимогам екологічної і пожежної безпеки та охорони здоров'я при їх використанні для термомодернізації будівель чи споруд як при зведенні, так і при реконструктивному утепленні.

У виробництві стінових матеріалів пінобетон програє автоклавним піно- чи газобетонам, а особливо газосилікату, що виробляються за різальною технологією.

Однак, пінобетон порівняно з автоклавними піно- чи газобетоном дає змогу різко знизити витрати на утеплення стін і дахів будинків і значно скоротити терміни будівництва. Досягається це завдяки економії електроенергії при виробництві пінобетону, зменшення кількості робітників, дешевизни складових пінобетону та відсутності складної будівельної техніки.

Через комірчасту структуру пінобетон має дуже низьку теплопередачу. Це означає, що використовувати додаткову ізоляцію в підлогах і стінах не треба.

Акустичні властивості пінобетону такі, що звук поглинається не відбиваючись, на відміну від стін з важкого бетону або цегли. Особливо добре пінобетоном поглинаються низькі шумові частоти. Тому його часто використовують як звукоізоляційний шар на плитах конструкційного

бетону, щоб обмежити шумове пропускання перекриттів в багатоповерхових житлових чи адміністративних будинках.

Пінобетон, на відміну від мінеральної вати і пінопластів, які втрачають при експлуатації свої властивості, згодом тільки поліпшує свої теплоізоляційні показники і міцність, що пов'язано з його довгим внутрішнім дозріванням.

Виробництво пінобетонів потребує сучасних піноутворювачів, що володіють достатнім значенням технічних властивостей отриманої піни: кратністю піноутворення, стійкістю піни в певному проміжку часу, сумісністю піноутворювача з портландцементом, продуктами його гідратації, гідратованим вапном тощо. Недостатні властивості піни можна компенсувати введенням коригувальних додатків.

Хоча за походженням сучасні піноутворювачі не є завжди екологічно чистими продуктами, однак їх незначна концентрація в пінобетонах створює прецедент їх незамінності у виробничому процесі.

Напрямки об'єднання конструктивних і теплотехнічних властивостей в одному стіновому виробі та заміна полімерних теплоізоляційних матеріалів на традиційні мінеральні матеріали забезпечили для сотових бетонів природного тверднення серйозну конкурентноздатність на ринку будівельних матеріалів.

Наповненість сучасного ринку новими піноутворювачами, закономірно, спричиняє потребу дослідження технологічних властивостей пін на їх основі та самих пінобетонних сумішей.

Аналіз останніх досліджень. Якість технічних пін характеризується їх основними фізичними властивостями: кратністю і стійкістю. Що більша кратність піни, то меншим є негативний вплив піноутворювача на процес гідратації цементів, оскільки як і кожна поверхнево активна речовина, піноутворювачі сповільнюють процес гідратації цементів і, відповідно, збільшують терміни тужавіння та сповільнюють набір міцності цементів у пінобетонах. Такі показники пін залежать від низки факторів, серед яких найважливішими є вид піноутворювача, спосіб піноутворення та технічні можливості піногенератора [1, 2].

Мета та завдання дослідження. Наповненість ринку України різноманітними піноутворювачами вітчизняного та закордонного виробництва потребує дослідження їхніх технічних властивостей та властивостей пін на їх основі. Особливо важливими для них є кратність піноутворення та стійкість піни протягом певного періоду часу. Порівняльна характеристика таких властивостей піноутворювачів дає змогу успішно їх використати у виробництві пінобетонів [3].

Матеріали дослідження. Матеріалами дослідження є піноутворювачі для виробництва пінобетону. Піноутворювачі характеризуються такими основними параметрами:

- робоча концентрація піноутворювача;
- кратність одержуваної піни;
- стійкість піни в часі;
- пластифікуючий ефект піноутворювача.

У виробництві використовують різні піноутворювачі, доступні споживачеві. Піну готують піногенератором. Якісна піна характеризується здатністю утримуватися в перевернутому догори дном відрі. Піна, отримана в піногенераторі, виходить мікропористою. Мікропориста піна приводить до утворення більшої кількості перегородок між повітряними бульбашками, ніж у випадку із звичайної піною. Зміст повітряних пір у пористому бетоні визначає його об'ємну щільність і міцність. Зменшення кількості піни призводить до вищих об'ємних густин.

Виробник дає такі загальні характеристики піноутворювачів марки "Пінострем" (табл. 1).

Піноутворюючу речовину ПЕАС використовують при виконанні будівельних робіт для приготування різних марок пінобетону, що володіють властивостями, необхідними для вирішення конкретних будівельних завдань. Виходячи зі співвідношення складових, готовий бетон може бути як теплоізоляційним з густиною 400–600 кг/м³ і міцністю 0,5–1 МПа, так і конструкційним з густиною 800–1200 кг/м³ і міцністю 3,5–5 МПа. Такий пінобетон ідеально підходить, якщо

необхідно спорудити міцні самонесучі стіни або при облаштуванні теплоізоляції у всіляких перекриттях у разі малоповерхового будівництва. Ці характеристики можна варіювати, змінюючи потрібні пропорції піни, цементу і наповнювача при приготуванні бетону.

Таблиця 1

Характеристика піноутворювачів марки “Пінострем”

Для виробництва пінобетону густиною 400–1200 кг/м ³
Вид речовини – рідина
Основа ПАР і стабілізатори
Витрата: 0,3–1,5 кг на 1 м ³ пінобетону
властивості:
Створює стабільну міцну піну
Формує повітряний пухирець 0,2–0,5 мм із міцною стінкою
Можливе застосування на будівельних майданчиках
При заливці в опалубку не дає усадки
Застосування не обмежено температурними режимами
Синтетична формула з необмеженим терміном дії
Подається в розчин за допомогою піногенератора
Упаковка: відро 20 кг

Володіючи вкрай низьким рівнем токсичності і горючості і, будучи вибухобезпечним, піноутворювач ПЕАС є максимально нешкідливим для людей та навколишнього середовища, отже, ідеально підходить для житлового будівництва. Ця речовина належить до 4-го класу небезпеки і є біорозкладною концентрованою рідиною. Показник стійкості піни – не менший ніж 240 с, температура застигання дорівнює –3 °С. Витрата піноутворювача коливається від 0,9 до 1,2 л на приготування 1 м³ пінобетону залежно від необхідної для будівництва марки пінобетону.

Властивості піноутворювача “ТЕАС-П” за даними виробника становлять:

Таблиця 2

Піноутворювач для виробництва пінобетону ТЕАС-П

Назва показника	Норма за ТУ 38.50763-2-88
Зовнішній вигляд	Однорідна безбарвна низьков’язка рідина
Запах	Специфічний, притаманний цьому продукту
Щільність при 20 ° С, кг / м ³	1020
Водневий показник (рН) продукту	5,0–8,0
Кратність піни робочого розчину з об’ємною часткою продукту 5 %, не менш	20
Коефіцієнт стійкості в цементному тесті	0,98

Відмінні особливості піноутворювача “ТЕАС-П” за даними виробника такі:

- висока стійкість піни в суміші з цементним тістом (коефіцієнт стійкості 0,98 – 1). Завдяки цьому пінобетон не дає усадки в процесі перемішування, перекачування і після заливки;
- висока кратність піни (не менше 2000 мл за внутрішньою методикою контролю якості на практиці залежить від використовуваного піногенератора). Завдяки цьому піноутворювач відрізняється невеликою витратою в розрахунку на кількість одержуваної піномаси;
- піноутворювач не впливає на час затвердіння пінобетону, що не знижує його міцності;
- одержуваний пінобетон не кришиться, виглядає однорідним, має дрібні пори;
- піноутворювач є однокомпонентним, що спрощує процес приготування робочого розчину;
- має відмінну розчинність у воді, не засмічує трубопроводи і не дає осаду в ємкостях;

- до складу входить сучасний консервант. Завдяки цьому піноутворювач не гниє, практично не має запаху, володіє стабільними характеристиками при зберіганні, а також від партії до партії;
- не чинить негативного впливу на організм людини і навколишнє середовище, не подразнює шкіри.

Витрата 0,8–1,0 кг/м³ у разі дотримання технології, якісного підбору матеріалів і устаткування.

Виробник дає таку характеристику піноутворювача **Юнісел “UNISELL”**:

Піноутворювач Юнісел “UNISELL” – сучасний високоякісний білковий піноутворювач для пінобетону, поставляється в опломбованих бочках із сертифікатами якості.

Піноутворювач Юнісел виготовлено за технологією провідних європейських виробників та є повним аналогом відомого піноутворювача Reniment (Addiment) і ISOCEM S / BP.

Із застосуванням Юнісел можна підвищити міцність пінобетону на 20–30 % порівняно з синтетичними піноутворювачами. Наприклад, міцність пінобетону марки 600 21–25 кгс/см².

Застосування піноутворювача Юнісел дає змогу знизити собівартість пінобетону внаслідок використання цементу марки 400 без втрати міцності виробу.

Із застосуванням піноутворювача витрату цементу можна знизити на 50 кг і більше на 1 м³.

За температури, вищої за 16°C, розпалублення форм є можливим через 15–18 годин без застосування прискорювачів і пластифікаторів.

Піноутворювач володіє пластифікуючим ефектом і дає змогу знизити В/Ц співвідношення, внаслідок чого підвищиться міцність пінобетону.

Піна, отримана на основі піноутворювача Юнісел, не сідає протягом доби.

Піноутворювач Юнісел “UNISELL” має сферу застосування:

- виробництво пінобетону;
- виробництво товарного бетону;
- монолітне будівництво;
- виробництво сухих цементних сумішей;
- виробництво “теплих” штукатурок.

Білковий піноутворювач Юнісел “UNISELL” виготовлено на основі протеїнового гідролізату. Може бути використаний для отримання за допомогою спеціальної апаратури (піногенератора) тонкодисперсної і стійкої піни для виробництва пінобетонних виробів різної середньої густини. Пінобетони на основі піноутворювача Юнісел “UNISELL” можуть тверднути як у нормальних умовах, так і при тепловій обробці (в автоклавах або пропарювальних камерах).

Юнісел володіє пластифікуючим ефектом і не уповільнює швидкості гідратації цементу в розчині, що дає змогу відмовитися від хімічних добавок і збільшити обсяг виробництва. Цей продукт можна використовувати у виробництві товарних бетонів як пластифікуючої і повітровтягуючої добавки. Із застосуванням піноутворювача підвищується рухливість розчинної суміші і міцність розчину. Оптимальне дозування 1,6 % за сухою речовиною до маси цементу.

Крім того, піноутворювач Юнісел у сухому вигляді можна використовувати для виробництва сухих цементних сумішей та штукатурок. У результаті цього підвищуються міцність, легковкладальність, а також інші технологічні параметри, що характеризують пластичну в’язкість, водовідділення, розшаровуваність і водоутримання.

Характеристики пінобетону, виробленого на білковому піноутворювачі Юнісел “UNISELL”, такі: клас бетону за міцністю на стиск – У 1,5 (не менше за 21,1 кгс/см²); фактична міцність становить 27 кгс/см²), морозостійкість – не менше 15 циклів, теплопровідність – 0,12 Вт/(м·К), середня густина в сухому стані – 580 кг/м³. Дані приведено для блочного пінобетону неавтоклавного твердіння марки 600 за витрати цементу (ПЦ400А) 380 кг на 1 м³ пінобетону.

Використання 400-х марок цементу і збільшення міцності пінобетону можливі завдяки пластифікуючому ефекту піноутворювача Юнісел “UNISELL” і хімічній основі білкового піноутворювача.

Фізико-хімічні характеристики піноутворювача Юнісел "UNISELL"

Назва показника	Вимоги
1. Зовнішній вигляд	Рідина темно-коричневого кольору, без сторонніх включень / Сухий порошок
2. Наявність осаду	Можлива присутність
3. Густина при 20 °С, г/см ³ у рідкому стані	1,3 (+/-5 %)
4. Кратність піни	Не менша за 12
5. Стійкість піни, хв	Не менша за 60
6. Водневий показник	6,7–7,2
7. Суха речовина, %	26–28

Виробник дає таку характеристику піноутворювача для пінобетону ЛОПІ "LORI".

Німецький піноутворювач марки ЛОПІ "LORI" являє собою концентровану рідину (концентрація 40 %), що належить до біорозчинних піноутворювачів. Піноутворювач для пінобетону ЛОПІ "LORI" є малотоксичним, відповідає 4-му класу безпеки, пожежобезпечним, важкогорючим, з температурою самозаймання 430 °С.

Піноутворювач для пінобетону ЛОПІ "LORI" призначений для отримання пінобетонів різних марок. Витрата піноутворювача становить 0,25–0,4 кг для виготовлення 1 м³ пінобетону. Залежно від співвідношення складових компонентів пінобетон може бути теплоізоляційним або конструкційним. У першому випадку його об'ємна густина 400–600 кг/м³, а міцність – 0,5–1,0 МПа, в другому випадку – 800–1200 кг/м³ і 3,0–5,0 МПа відповідно.

Порівняно з іншими піноутворювач для пінобетону ЛОПІ "LORI" має переваги:

1. Містить активні речовини, що сприяє швидкому затвердінню навіть за низьких температур.
2. Висока концентрація – маленька витрата – нижча собівартість бетону.
3. Стійкий до низьких температур (-10 °С).
4. Приємний запах.
5. Не містить шкідливих і подразнювальних речовин.

Таблиця 4

Характеристика піноутворювача для пінобетону ЛОПІ "LORI"

№ з/п	Назва показника	Нормативне значення
1	Характер	Аніонний
2	Густина при t+20 °С в межах (г/см ³)	1,03
3	pH 1 % розчину	7,3
4	Кратність піни низька, не більша за	15
5	Температура твердіння	-3
6	Стійкість піни не менша (с)	360
7	Пори однорідні, дрібні, закритої структури	
8	Na ₂ SO ₄ , %	0,7
9	Несульфурованої рідини, %	1,3
10	Активної речовини	38,4

Методика дослідження. Готували технічну піну для дослідження на лабораторному високооборотному змішувачі з частотою обертання понад 2000 об/хв. Для покращення турбулентності при перемішуванні на вал було встановлено чотирилопатеви пропелер, у якому краї лопатей були загнуті під кутом 5–10°. Об'єм піни визначали за геометричними параметрами

об'єму, який вона займала в стандартній посудині у вигляді зрізаного конуса. Змішували піну не менше ніж 30 с до повного стабілізування об'єму.

Випробування властивостей отриманої піни.

Як згадувалося вище, основними технологічними характеристиками отриманої піни для приготування пінобетонів є кратність піноутворення та стійкість піни протягом певного періоду часу. Кратність піноутворення (K_{Π}) оцінюється коефіцієнтом кратності і визначається через відношення об'ємів піни і піноутворювача за формулою:

$$K_{\Pi} = V_{\Pi} / V_{\text{в. п.}},$$

де V_{Π} – об'єм отриманої піни; $V_{\text{в. п.}}$ – вихідний об'єм піноутворювача.

Коефіцієнт стійкості піни за об'ємом характеризує стійкість піни до початку використання для приготування пінобетонної суміші. Для отримання високоякісних пінобетонів необхідна тривалість стійкості піни не менша за 10–15 хв. Стійкість піни оцінюється коефіцієнтом стійкості. Коефіцієнт стійкості піни (K_{Π}^V) визначають за загальним об'ємом як відношення змінного об'єму піни в часі до початкового об'єму піни за формулою:

$$K_{\Pi}^V = V_{\text{к. п.}} / V_{\text{п. п.}},$$

де $V_{\text{к. п.}}$ – об'єм піни, витриманої певний час після приготування; $V_{\text{п. п.}}$ – вихідний об'єм піни зразу після приготування.

Результати дослідження. Результати дослідження кратності та стійкості піни в часі протягом 12 хвилин, отриманих із доступних на ринку піноутворювачів на лабораторній установці механічної дії із швидкістю обертання 2400 об./хв, наведено в табл. 1 і 2. У табл. 1 і 2 наведено результати, отримані на одному із піноутворювачів, коли додатково вводилась добавка комплексної дії, що давала змогу збільшити кратність піни поряд із її стабілізацією та водночас прискорювала тверднення. Серед таких піноутворювачів є піноутворювачі російського виробництва, відомі під торговою маркою “Пенострем”, та піноутворювачі марки ТЕАС і ПЕАС, які використовують пожежники для гасіння пожеж та технічного обслуговування магістральних трубопроводів, а також піноутворювачі, виготовлені за технологією провідних європейських виробників, марок Юнісел “UNISELL” та ЛОПІ “LORI”.

Таблиця 5

Результати дослідження кратності піни

Вид розчину піноутворювача	Значення K_{Π}				
	Свіжа піна	Через 3 хв	Через 6 хв	Через 9 хв	Через 12 хв
1 % розчин піноутворювача “Пенострем” світлого кольору	3,89	3,81	3,76	3,76	3,72
1 % розчин піноутворювача “Пенострем” темного кольору	4,43	4,34	4,30	4,25	4,21
1 % розчин ТЕАС – П	4,06	3,95	3,89	3,79	3,76
1 % розчин ПЕАС	4,60	4,56	4,53	4,49	4,47
1 % розчин ТЕАС – П+ стабілізатор	4,91	4,87	4,82	4,79	4,73
1 % розчин ЛОПІ “LORI”	5,10	4,94	4,91	4,88	4,85
1 % розчин Юнісел “UNISELL”	5,14	4,97	4,92	4,88	4,86

Необхідно зазначити за результатами табл. 5 незначну різницю кратності піноутворення, отриманих із 1 % розчину піноутворювачів. Як видно з табл. 5, найкращі показники піноутворення виявлено для піноутворювача марки “Юнісел” та марки “ЛОПІ”. Найгірші результати проявив піноутворювач марки “Пенострем” світлого кольору. Перевірка зміни кратності піноутворення в часі показало незначне її зменшення, відповідно, через 3, 6, 9 і 12 хвилин.

Введення комплексної добавки, наприклад, для марки ТЕАС-П, дає змогу приблизно на одиницю збільшити кратність піноутворення, що становить близько 21 %. Як таку добавку використано рідке натрієве скло.

Результати дослідження стійкості піни

Вид розчину піноутворювача	Значення $K_{п}^V$				
	Свіжа піна	Через 3 хв	Через 6 хв	Через 9 хв	Через 12 хв
1 % розчин піноутворювача “Пенострем” світлого кольору	1,00	0,979	0,967	0,967	0,956
1 % розчин піноутворювача “Пенострем” темного кольору	1,00	0,980	0,971	0,959	0,950
1 % розчин ТЕАС – П	1,00	0,973	0,958	0,933	0,926
1 % розчин ПЕАС	1,00	0,991	0,985	0,976	0,972
1 % розчин ТЕАС – П + стабілізатор	1,00	0,992	0,982	0,976	0,963
1 % розчин ЛОПІ “LORI”	1,00	0,969	0,963	0,957	0,951
1 % розчин Юнісел“UNISELL”	1,00	0,967	0,957	0,950	0,946

Стабільність отриманих на основі вищезгаданих піноутворювачів пін, як видно із табл. 6, суттєво не змінюється в часі протягом 12 хвилин. Піноутворювачі марок “ЛОПІ” та “Юнісел”, хоч і мають кращі значення кратності піноутворення, однак дещо нижчу стабільність піни в часі.

ПЕАС володіє не тільки однією з найвищою кратністю піноутворення, але й утворює значно стабільнішу в часі піну порівняно з іншими піноутворювачами. Введення комплексної добавки, що видно на прикладі піноутворювача марки ТЕАС, частково стабілізує технічну піну в часі. Коефіцієнт стійкості за об’ємом для ТЕАС – П збільшився після 12 хвилин від 0,926 до 0,963.

Висновки. Отже, досліджені піноутворювачі практично не відрізняються за кратністю та стабільністю при їх використанні у 1 % розчині. Найкращі технологічні властивості притаманні піні, отриманій на основі піноутворювача марки ПЕАС. Введенням комплексної добавки можна частково підвищити кратність та стабільність вищезгаданого розчину піни. Крім того, випробувана комплексна добавка впливає на тверднення пінобетонів як прискорювач набору міцності, що дозволяє підвищити оборотність металоформ. Цей фактор має особливе практичне значення для процесу серійного виготовлення пінобетонів природного тверднення.

1. Боровиков В. О., Слуцька О. М. Про необхідність удосконалення нормативних документів щодо протипожежного захисту об’єктів стаціонарними системами пінного пожежогасіння // Науковий вісник УкрНДІПБ. – К., 2014. – № 2 (30). – С. 93–98. 2. Юрченко С. Л. Сороколат Н. В. Вивчення властивостей розчинів піноутворювачів // Праці ТДТАУ. – Вип. 14. Т 1. – Тернопіль, 2006. – С. 65–72. 3. Ілів В. В., Каганов В. О. Дослідження і корегування властивостей піноутворювачів. Зб. пр. “Теорія і практика виробництва і застосування ячеистого бетону в будівництві”. Вип. 2. – Дніпропетровськ, 2005. – С. 105–107.

References

1. Borovikov V. O., Slutskaia O. M. (2014) On the need to improve the normative documents on fire protection of objects by stationary foam fire extinguishing systems [Pro neobkhdnist udoskonalennya normatyvnykh dokumentiv tshodo protypozhezhnogo zakhystu ob'ektiv stachoinarnymy systemamy pinnogo pozhezhogasinnyya]. Scientific Bulletin of UkrNIDIP, Kyiv, Vol. 2 (30), p. 93–98. 2. Yurchenko SL Sorokolat N. V. (2006) Study of the properties of solutions of foaming agents [Vyvchennya vlastyvostej rozchyniv pinoutvorjувachiv]. Proceedings of the TSTUU, Ternopil. Vol. 14 T 1, p. 65–72. 3. Iliv V. V., Kaganov V. O. (2005) Investigation and correction of the properties of foaming agents [Doslidzhennya i koreguvannya vlastyvostej pinoutvorjувachiv]. Collection of works “Theory and practice of production and application of cellular concrete in construction”, Dnipropetrovsk, Vol. 2, p. 105–107.