

УДК. 666.973.6:691.311

**ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ СКЛАДУ ПІНОГІПСУ НА ЙОГО
ВЛАСТИВОСТІ**

**ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА ПЕНОГИПСА НА ЕГО
СВОЙСТВА**

**COMPOSITION'S FEATURES OF INFLUENCE OF FOAMED GYPSUM
ON ITS PROPERTIES**

**Дворкін Л.Й., д.т.н., професор, Бордюженко О.М., к.т.н., доцент,
(Національний університет водного господарства та природокористування, м.
Рівне)**

**Дворкин Л.И., д.т.н., профессор, Бордюженко О.М., к.т.н., доцент,
(Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г.
Ровно)**

**Dvorkin L.Y., doctor of technical sciences, professor, Bordyuzhenko O.M.,
candidate of tech. sc., associate professor (National University of Water
Management and Nature Resources Use, Rivne)**

**Розроблено склади піногіпсових сумішей з маркою за густиною D1000 і
класом за міцністю B1,5 B2,5, що можуть бути використані для
виготовлення теплоізоляційних виробів. Досліджено вплив виду
піноутворювача та пластифікуючих добавок на основні властивості
піногіпсу.**

**Разработаны составы пеногипсовых смесей с маркой по плотности
D1000 и классом по прочности B1,5-B2,5, которые могут быть
использованы для изготовления теплоизоляционных изделий.
Исследовано влияние вида пенообразователя и пластифицирующих
добавок на основные свойства пеногипса.**

**Composition of foam gypsum mixtures with mark for the density D1000 and
strength class B1,5-B2,5 that can be used for the manufacture of insulation
products have been designed. The influence of the type of foam and
plasticizing additives on the basic properties of foam gypsum has been
investigated.**

**В останні роки у вітчизняній будівельній практиці зростає інтерес до
застосування гіпсових матеріалів в якості елементів архітектурно-**

будівельних конструктивних систем [1, 2], в тому числі і як ефективних утеплювачів. Цьому сприяє негорючість, екологічність, відносна дешевизна матеріалів на основі гіпсових в'язучих, а також можливість використання місцевих мінеральних ресурсів для їх виробництва. Одним з ефективних стінових матеріалів на даний час є піногіпс. Завдяки своїй структурі піногіпсові вироби мають малу середню густину, високі тепло-, звуко- і пароізоляційні властивості, вогнестійкі, довгочасні і виготовляються за додатно простою технологією. Широкі можливості та особливості структури піногіпсових виробів дають можливість при їх використанні в будівництві вирішувати одночасно поряд з економічними комплекс технічних та екологічних задач [3].

В зв'язку з цим виникає потреба в розробці ефективних піногіпсових матеріалів з високими конструктивними показниками.

В роботі досліджувались вплив водогіпсового відношення, витрати гіпсу, вмісту піноутворювача, виду піноутворюючої добавки на властивості піногіпсу. Також визначались характеристики піногіпсу з використанням добавок-пластифікаторів.

В дослідженнях у якості основного компонента використовували – гіпсове в'язуче будівельне Г-5 Н-П ДСТУ Б В.2.7-82:2010, виготовлене на ВАТ «Іванофранківськцемент» з наступними характеристиками: водопотреба 62 %, початок тужавлення не раніше 6 хв., кінець – не пізніше 30 хв. Зерновий склад характеризується залишком на ситі 0,2 мм не більше 14 %.

Для проведення експериментів були вибрані деякі види піноутворювачів: синтетичні ПБ-2000, К-13 та Пеностром, а також білковий піноутворювач Audax.

В якості пластифікуючих добавок використовували полікарбоксилатний гіперпластифікатор Melflux 1461f виготовлений BASF Constraction Polymers (Trostberg, Німеччина), суперпластифікатор СП-1 (С-3) новомосковського підприємства "Поліпласт", а також гіперпластифікатор поліакрилатного типу Dynamon SP3.

Піногіпсову суміш готували методом сухої мінералізації. Попередньо приготовлену піну перемішували протягом 30 с з гіпсовим в'язучим за допомогою змішувального лабораторного міксера. З приготовленої суміші виготовлялись зразки-куби розміром 10×10×10 см. Випробування зразків проводили після висушування їх до постійної маси при температурі не більше 60 °С.

На першому етапі досліджували вплив водогіпсового відношення, витрати гіпсу та піноутворюючої добавки на властивості піногіпсу. Дослідження були виконані із застосуванням математичного планування експерименту. Для цього був реалізований тривірневий трьохфакторний план типу V_3 [4]. Умови планування експерименту наведені в табл.1.

Умови планування експерименту

№	Фактори		Рівні варіювання			Інтервал варіювання
	Натуральні	Кодовані	-1	0	+1	
1	В/Г	X_1	0,55	0,63	0,7	0,075
2	Г, г	X_2	500	650	800	150
3	П, % Г	X_3	0	0,1	0,2	0,1

Після проведення обробки і статистичного аналізу експериментальних даних отримані математичні моделі середньої густини та міцності на стиск стандартних піногіпсових кубів, висушених до постійної маси, у вигляді поліноміальних рівнянь регресії. Результати обробки та статистичного аналізу експериментальних даних наведені в табл. 2. На основі отриманих експериментально-статистичних моделей побудовані графічні залежності (рис. 1).

Таблиця 2

Експериментально-статистичні моделі густини та міцності піногіпсу

Вихідні параметри	Статистичні моделі
Середня густина	$\rho = 1024,86 - 95X_1 + 1,5X_2 - 180X_3 - 31,35X_1^2 + 16,15X_2^2 - 26,35X_3^2 - 2,5X_1X_3 - 33,75X_1X_2; \quad (1)$
Міцність при стиску	$R = 2,32 - 0,16X_1 + 0,02X_2 - 1,11X_3 - 0,06X_1^2 + 0,04X_2^2 + 0,12X_3^2 - 0,03X_1X_3; \quad (2)$

Аналізуючи графічні залежності, представлені на рис. 1, можна відзначити, що на середню густину піногіпсових зразків суттєво впливають водогіпсове відношення та витрата піноутворювача. Витрата гіпсу при цьому суттєво не впливає на значення середньої густини, оскільки рухомість суміші залишається практично не змінною.

Міцність досліджуваних зразків очікувано різко зменшується при збільшенні концентрації піноутворювача до 0,2 % від маси гіпсового в'язучого, а також при зростанні водогіпсового відношення від В/Г=0,55 до В/Г=0,7. При збільшенні витрати гіпсу спостерігається незначне підвищення міцності.

Таким чином, для отримання зразків з визначеною густиною та одночасно прийнятними міцнісними характеристиками необхідно намагатися по можливості зменшувати водогіпсове відношення (від 0,63 до 0,55) при оптимальній витраті піноутворювача (0,1...0,2 % від маси гіпсу).

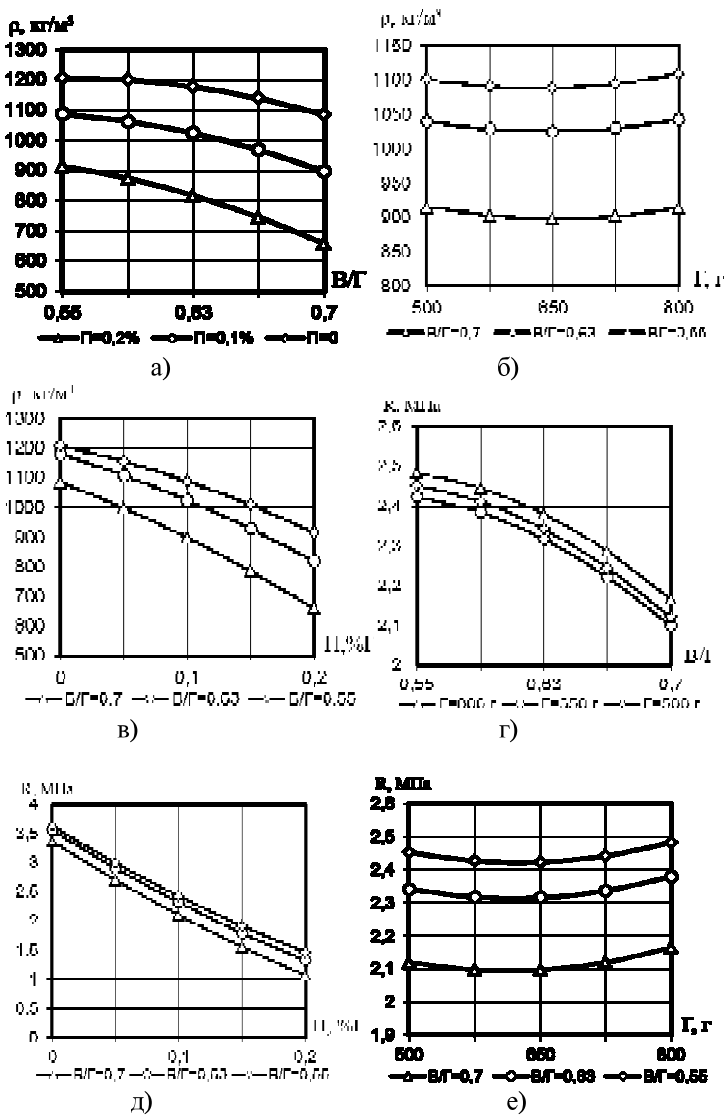


Рис. 1. Вплив технологічних факторів на середню густину (а, б, в) та міцність (г, д, е) піногіпсових зразків

Наступний етап досліджень передбачав вплив виду піноутворювача на середню густину та міцність піногіпсових зразків. Для цього із попередніх

досліджень були вибрані точки із максимальними значеннями коефіцієнта конструктивної якості (ККЯ), склади яких наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Результати експериментальних досліджень впливу виду піноутворювача на властивості піногіпсу

№ точки	Г, г	В/Г	П, %Г	ρ , кг/м ³	R, МПа	ККЯ
К-13						
1	650	0,7	0,1	930	2,0	2,15
2	650	0,63	0,1	1025	2,32	2,26
3	650	0,55	0,1	1050	2,5	2,38
ПБ-2000						
1	650	0,7	0,1	935	1,96	2,10
2	650	0,63	0,1	1029	2,25	2,19
3	650	0,55	0,1	1061	2,48	2,34
Audax						
1	650	0,7	0,1	1025	2,04	1,99
2	650	0,63	0,1	1154	2,37	2,05
3	650	0,55	0,1	1215	3,1	2,55
Пеностром						
1	650	0,7	0,1	938	1,85	1,97
2	650	0,63	0,1	1026	2	1,95
3	650	0,55	0,1	1051	2,4	2,28

Зниження водогіпсового відношення позитивно впливає на міцність, однак разом з тим значно підвищується густина. Зразки, виготовленні з використанням білкового піноутворювача **Audax**, відрізняються вищими значеннями міцності, однак і більшою густиною. Це пояснюється низькою стійкістю піни в розчині при невисокій концентрації даного піноутворювача і меншою пористістю. Враховуючи показник конструктивної якості, кращі результати отримані з використанням синтетичних піноутворювачів.

З метою зменшення водопотреби піногіпсової суміші, що веде до підвищення міцності, на наступному етапі досліджували вплив різних типів добавок-пластифікаторів на властивості піногіпсу (табл.4). Витрата гіпсу, піноутворювача та водогіпсове відношення було прийняте сталим і складало відповідно $G=650$ кг/м³, $P=0,1\%G$, $V/G=0,55$. Пластифікатори вводили у кількості 0,5% від маси гіпсового в'язучого.

Підсумовуючи отримані результати, слід відзначити позитивний вплив пластифікуючих добавок на властивості піногіпсу, що дає можливість знизити водопотребу на 20%, а також підвищити міцність без суттєвого впливу на середню густина. Найвищими показниками ККЯ характеризуються

зразки, виготовлені з використанням пластифікатора нафталін-фрмальдегідного типу С-3.

Таблиця 4

Експериментальні дані впливу пластифікуючих добавок на властивості піногіпсу

Вид піноутворювача	С-3= 0,5 % Г	Dynamon= 0,5% Г	Melflux= 0,5% Г	ρ , кг/м ³	R, МПа	ККЯ
К-13	0,33	-	-	1052	2,9	2,76
	-	0,33	-	1060	2,78	2,62
	-	-	0,33	1060	2,65	2,50
	-	-	-	1050	2,5	2,38
ПБ-2000	0,33	-	-	1070	2,84	2,65
	-	0,33	-	1075	2,76	2,57
	-	-	0,33	1071	2,71	2,53
	-	-	-	1061	2,48	2,34
Audax	0,33	-	-	1195	3,6	3,01
	-	0,33	-	1206	3,51	2,91
	-	-	0,33	1210	3,51	2,90
	-	-	-	1215	3,1	2,55
Пеностром	0,33	-	-	1065	2,8	2,63
	-	0,33	-	1068	2,75	2,57
	-	-	0,33	1062	2,72	2,56
	-	-	-	1051	2,4	2,28

Висновок: Розглянуто вплив водогіпсового відношення, витрати гіпсу та виду піноутворюючої добавки на властивості піногіпсу, а також досліджені шляхи підвищення міцності піногіпсу за рахунок введення пластифікаторів. Більш ефективним виявилось використання синтетичних піноутворювачів для виготовлення піногіпсу. Отримані результати дають змогу продовжити дослідження в напрямку підвищення ефективності виготовлення піногіпсу.

1. Сахаров Г.П. Ячеистые бетоны в посткризисный период/ Г.П. Сахаров // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. Науково-технічний збірник. Випуск 40. Київ: Товариство «Знання» України, 2011. - С.161 – 165. 2. Сажнев Н.П. Ячеистый бетон – современный строительный материал / Н.П. Сажнев, Н.Н. Сажнев // Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве. Сб. науч. тр. – Днепропетровск, 2005. – С. 25–32. 3. Дворкін Л.Й. Дослідження якісних показників піногіпсу та проектування його складу/ Л.Й. Дворкін, О.В. Безусяк, І.В. Ковалик // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. Науково-технічний збірник. Київ: «Знання» України, 2011. – Випуск 39. – С. 153-159. 4. Дворкін Л.Й. Розв'язування будівельно-технологічних задач методами математичного планування експерименту / Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л., Житковський В.В. - Рівне: НУВГП, 2011.