ISSN 2413-9890

БМВ • БУДІВЕЛЬНІ • МАТЕРІАЛИ • ТА ВИРОБИ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

№3-4 (90) 2015

всеукраинский научно-технический и производственный журнал издается с 1959 года

ЄВРОТОН

З Новим Роком!

ЄВРОТОН

телефон гарячої лінії
0-800-504-20-20
43026, м. Луцьк
вул. Єршова 11, офіс 7
www.euroton.com.ua

Шановні українці!

Минає 2015 рік, який став роком реформ і складних випробувань. Команда Мінрегіону розпочала важливий процес децентралізації, і сьогодні всі разом ми будуємо нову, сучасну, спроможну країну.

Ми створили перші 159 нових європейських громад, які обрали своїх лідерів. За ними вже йдуть наступні – ті, хто знає як зробити комфортним та безпечним життя своїх громад і готові брати на себе відповідальність.

За рік що минає ми зробили важливий крок до енергетичної незалежності держави – розпочали реформу енергоефективності та запровадили програму «теплих» кредитів. І українці її підтримали, отримуючи 950 кредитів щодня. Завдяки цьому ми зменшуємо споживання газу й інших енергоресурсів.

Я переконаний, що у 2016 році результати розпочатих реформ відчує кожен українець. Ми працюємо саме на результат. Ухвалення змін до Конституції щодо децентралізації остаточно закріпить нові повноваження та можливості за громадами. Реформа енергоефективності дасть нові можливості для розвитку економіки України.

Хочу привітати вас з Новим роком і Різдвом!
Бажаю Вам і вашим родинам миру, злагоди та добробуту, а також сил для втілення нових амбітних планів!
Нехай наша спільна робота і трошки святкового дива наблизять мету про нову сучасну європейську Україну!

Щиро ваш,
Віце-прем'єр-міністр –
Міністр регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України
Геннадій Зубко

БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

№3-4 (90) 2015

всеукраинский научно-технический и производственный журнал издается с 1959 года

Учредители:
Министерство регионального развития, строительства и ЖКХ Украины
Украинский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт строительных материалов и изделий ГП «НИИСМИ»
Акционерное общество «Киевгорстройматериалы»

Редакционный совет:
БАРЗИЛОВИЧ Д.В.
КУЛИКОВ П.М.
ЛАПОВСКАЯ С.Д.
МХИТАРЯН Н.М.
НЕСТЕРОВ В.Г.
РУНОВА Р.Ф.
РЫЩЕНКО М.И.
САНИЦКИЙ М.А.
СВИДЕРСКИЙ В.А.
СЕРДЮК В.Р.
СУЧКОВА Е.А. – научный секретарь
ФЕДОРКИН С.И.
ФІШЕР Х.-Ф.
ХАЛБИНЯК Я.
ЧЕРВЯКОВ Ю.Н.
ЧЕРНЯК Л.П.

Материалы рассмотрены на заседании Ученого совета НИИСМИ, одобрены и рекомендованы к опубликованию, протокол № 8 от 04.11.2015 г.
Журнал зарегистрирован Государственным комитетом информационной политики, телевидения и радиовещания Украины КВ № 4528 от 01.09.2000 г.
Постановлением Президиума ВАК Украины от 26.01.2011 г. № 1-05/1 журнал включен в перечень научных изданий Украины, в которых могут быть опубликованы результаты работ на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук

Редакция не несет ответственности за содержание рекламы и объявлений
Авторы опубликованных материалов несут ответственность за достоверность приведенных сведений, точность данных по цитируемой литературе и отсутствие в статьях данных, не подлежащих открытой публикации.
Редакция может опубликовать статьи в порядке обсуждения, не разделяя точку зрения авторов.

Адрес редакции:
04080, Украина, Киев-80,
ул. Константиновская, 68, оф. 316,
тел./факс.: +38 (044) 425-72-36;
тел.: +38 (044) 425-56-32
Подписано к печати 21.12.2015 г.
Тираж: 5000 экземпляров.
Напечатано в типографии:
ООО «ЗАДРУГА»
04080, г. Киев, ул. Кирилловская, 86
Редактор:
Сучкова Е.А.
Дизайн и верстка:
Чумакова О.С.

ЗМІСТ
СОДЕРЖАНИЕ

Привітання з Новим роком

В`яжучі, бетони та добавки
Вяжущие, бетоны и добавки
Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л.,
ЦЕМЕНТНО-ЗОЛЬНІ БЕТОНИ З САМОУЩІЛЬНЮВАЛЬНИХ СУМІШЕЙ.....8

Круць Т. М., Гев`юк І. М., Саницький М. А., Кропивницька Т. П.,
ПРИНЦИПИ СТРАТЕГІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В ЦЕМЕНТНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ 16

Рунова Р.Ф., Бабіч М.В.,
ДЕЯКІ КОМЕНТАРІ ДО ВВЕДЕННЯ НОРМИ НА ЦЕМЕНТ* EN 197-1:2011 20

Галинский А. М.,
ПОДБОР СОСТАВА ТВЕРДЕЮЩЕГО РАСТВОРА ДЛЯ УСТРОЙСТВА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННОГО ЭКРАНА 24

Чудновський С. М., Погореляк О. А., Жовнір П. В., Орловський В. В.,
РЕЦЕПТУРНО–МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНКИ ЕФЕКТУ ДІЇ ПРОТИМОРОЗНИХ ДОБАВОК ДО БЕТОНІВ ТА РОЗЧИНІВ 30

Троян В. В., Сирак А. Ю.,
ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНЫЕ БЕТОНЫ ПОВЫШЕННОЙ СУЛЬФАТОСТОЙКОСТИ 33

Марущак У. Д., Русин Б. Г., Мазурак Т. А., Олевич Ю. В.,
ШВИДКОТВЕРДНУЧІ БЕТОНИ НА ОСНОВІ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТІВ, МОДИФІКОВАНИХ УЛЬТРАДИСПЕРСНИМИ ДОБАВКАМИ 36

Легкі та ніздрюваті бетони
Легкие и ячеистые бетоны
АЭРОК НА ОСЕННИХ ВЫСТАВКАХ 42

Захарченко П. В., Півень Н. М., Коваль С. М.,
ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ВИСИХАННЯ ЗРАЗКІВ ГАЗОБЕТОНУ РІЗНОЇ ГУСТИНИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД СКЛАДУ ВИКОРИСТАНИХ ПОЛІМЕРЦЕМЕНТНИХ ШТУКАТУРОК 6

Филатов А. Н., Вудвуд Т. Н.,
ЯЕИСТЫЙ БЕТОН – ТЕХНОЛОГИЯ, ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ, ПРОИЗВОДСТВО 50

Парута В. А., Мартынов Е. И., Брынзин Е. В.,
БАЗОВЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШТУКАТУРНЫХ РАСТВОРОВ.....52

Дорожні покриття
Дорожные покрытия
Хайнц Ешліман,
МОСТИ, ЯК МИСТЕЦТВО УКЛАДАННЯ ГУСАСФАЛЬТА 64

Полімерні, покрівельні та теплоізоляційні матеріали
Полимерные, кровельныеи теплоизоляционные материалы
Ходаковский О. Н.,
ООО «ЗАВОД «ТЕХНО» – КРУПНЕЙШЕЕ СОВРЕМЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ ПО ПРОИЗВОДСТВУ НЕГОРЮЧЕЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ УКРАИНЫ 66

З Новим Роком та Різдвом Христовим!

Шановні колеги та партнери!
Вітаю Вас з наступаючим новим роком!
Маючи спільні цілі, ми крокуємо з вами плече до плеча в Новий 2016 рік.
Бажаю, щоб цей рік став для вас справжнім проривом, який подарує нові можливості, вигідні перспективи та оригінальні ідеї.

Тепла, затишку вашим родинам, успіху, удачі і процвітання кожному!

Дюжилова Н. О.,
кандидат технічних наук,
в.о. директора ДП «Український науково-дослідний та проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів»

Дудник Л.С.,Грицай С.И. ,
ПОЛИМЕРНАЯ КОМПОЗИЦИЯ «КОУТЕКС» – ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ....68

Юнис Башир.Н, Муна Абдалхкем,
ПОСЛЕДСТВИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР
И ГОРЕНИЯ СКЛЕЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫМИ КЛЕЯМИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИИ 70

КОМПАНИЯ ВАЛЬКИРИЯ ПРЕДЛАГАЕТ СТРОИТЬ ЗИМОЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМОДОМ....72

Дмитрієва Т.В., Грищенко В.К., Мишак В.Д., Бойко В.П., Козяков П.В., Лебедєв Є.В. Кримовська С.К., Невмержицька Г.Ф., Клюєв Е.О.,
МОДИФІКОВАНІ НАЛИВНІ ПОЛІУРЕТАНОВІ ПОКРИТТЯ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА 74

Алексеева Л.В.,
ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ТЕРМООБРАБОТКИ ПЕРЛИТА 76

Кераміка та її властивості
Керамика и ее свойства
КЕРАМЕЙЯ – НАЙБІЛЬШИЙ УКРАЇНСЬКИЙ ВИРОБНИК БУДІВЕЛЬНОЇ КЕРАМІКИ 82

Рыщенко М. И., Федоренко Е. Ю., Лисюткина М. Ю., Горбунова А. А.,
ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТИАЛИТОВОЙ КЕРАМИКИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ХИМИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ 86

Енергозберігаючі технології
Энергосберегающие технологии
Гасанов А. Б., Юнис Башир Н., Онищенко Н. Г.,
ТЕРМОСТОЙКОСТИ НАГРУЖЕННЫХ В ПОСТОЯННОМ РЕЖИМЕ ДВП И ДСП И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИХ ДОЛГОВЕЧНОСТИ 92

Гоц В.І., Азутов В.П., Болькін О.Г., Шмід Юрг,
КОНСТРУКТИВНІ ВАРІАНТИ ТЕПЛОЕФЕКТИВНИХ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ
З ВИКОРИСТАННЯМ КЛЕЄНОГО ДЕРЕВ'ЯНОГО БРУСУ....94

З НОВИМ РОКОМ!

Шановні Учасники Спілки!
Шановні будівельники України!
Народе України!
Україна воює, утверджує себе, будується.

Очевидно, головні кадрові рішення та ефективні реформи поки що лише на телешоу.
Тобто, 2016 рік – рік усвідомлення і чергових випробувань.

Нехай 2016 рік стане роком хоча б двох відсоткового успіху народу, держави, влади, бізнесу і громадськості. Наше завдання: бути активними, дієвими і патріотичними.

Ми будемо і надалі в позитиві пояснювати та самоорганізовувати:

1. Падіння обсягів будівництва за 2013 рік – на 14,5%, за 2014 рік – на 21,7%, за 11 місяців 2015 року – на 18,8% – це безпорадність і помилковість у пріоритетах Уряду.
2. 99,8% збудованого житла за рахунок населення – це відсутність соціальної місії держави, злочинна зупинка відомих і позитивних програм, таких як «Доступне житло».
3. Орендне житло – як європейський, а для нас новий тренд державно-приватного партнерства в будівництві – Уряд і місцеві органи влади не опанували, бо бізнес і громадськість тут пасивні.
4. Термомодернізація житла – відсутні масштаб та заохочення.
5. Підвищення за останні 10 років тарифів на залізничні перевезення в 5 разів, як і на газ та оренду земельних ділянок – зупиняє реальну економіку, збіднює бюджети усіх рівнів.
6. Скасування 13000 ГОСТів при відсутності ЕН – ура патріотизм!
7. Зупинка будівництва інфраструктурних об'єктів транспорту (метро, мости, розв'язки, дороги) та соціальних об'єктів – разюча безпорадність англомовних і вже три дні «українських громадян» в Уряді.
   Будівництво інфраструктури – європейський тренд в умовах кризи будівництва.
8. Ми усвідомимо і прозріємо, чому історичний похід в Європу і МВФ веде до зубожіння, а не до добробуту та довголіття, як обіцяли.
9. Ми будемо діяти на позитив, виявляти характер і позицію, не боятися.

2015 рік – слава Богу, а не правлячій еліті – прожили, вижили якось.

2016 рік – для будівельників України, кожної територіальної громади, кожного міста і села – нехай стане роком будівельного БУМУ!

З Новим Роком! Будуймося!

З повагою,
Президент Всеукраїнської спілки виробників будматеріалів,
Віце-президент Конфедерації будівельників України,
Віце-президент Будівельної палати України
І.М. Салій

З Новим Роком та Різдвом Христовим!

Від щирого серця прийміть найтепліші і найширіші вітання!

Нехай ці свята, як вісники оновлення життя, нових мрій та сподівань, дадуть Вам і Вашій родині добро, мир і злагоду. Бажаю Вам, щоб у новому році Ви зробили все те, про що мріяли у попередньому. Вірю, що у новому році Ви відчуєте турботу з боку колег, тепло друзів та любов близьких. Щастя Вам, міцного здоров'я і здійснення всіх найзаповітніших мрій.

Шилюк П.С.,
Президент будівельної палати України, Герой України, Заслужений будівельник України, Президент корпорації «ДБК-ЖИТЛОБУД» – Голова наглядової ради ПАТ «ДБК-4»

Шановні колеги!

Вітаємо Вас з Новим 2016 роком та Різдвом Христовим!

Нехай наступний рік принесе Вам благополуччя і успіх, подарує нові блискучі ідеї і допоможе втілити їх у життя.

Нехай у кожній сім'ї панують мир і взаєморозуміння, а любов близьких людей незмінним гарячим полум'ям зігріває в будь-яку хвилину.

Побажаємо один одному професійного зростання, оптимізму і віри в себе!

Щастя, миру, добра Вам у Новому році!

Парцхаладзе Л. Р.,
Президент КБУ

Пилипенко О.С.,
Президент Асоціації Промислово-будівельна група «Ковальська»

Шановні колеги!
Прийміть щирі та сердечні вітання з Новим роком та Різдвом Христовим!

Нехай Новий рік принесе кожному з вас добрі новини, зміни на краще, здійснення мрій та задумів.

Бажаємо, щоб у кожній родині панувало тепло та затишок, світла і радісна атмосфера доброго настрою та радісного спілкування із близькими людьми.

Міцного вам здоров'я, творчих успіхів, натхнення, нових звершень та вдалих починань. Нехай доля буде прихильною до кожного з нас, даруючи щодня радість і приємні сюрпризи.

Веселих і щасливих свят!

Шановні друзі,колеги!
Щиро вітаю з Новим 2016 роком та Різдвом Христовим!

Нехай ці прекрасні зимові свята, як вісники мрій, сподівань і оновлення, принесуть вашим родинам мир, спокій, злагоду, тепло друзів і близьких та впевненість у майбутньому! Зичу кожному міцного здоров`я, успіхів, родинного щастя,достатку і благополуччя!

Фаренюк Г. Г.,
Директор ДП «НДІБК»,
доктор технічних наук

Шановні колеги!
Вітаємо з наступаючим Новим роком!

Висловлюємо вдячність за плідну співпрацю у році ,що минає та розраховуємо на успішні спільні здобутки у майбутньому.

В новому році щиро зичимо успіхів у всіх справах,нових можливостей для розвитку,здоров`я та впевненості!

Щастя, миру, та добра у новому 2016 році!

Галінський О. М.,
Директор інституту НДІБВ,
кандидат технічних наук

Henkel Excellence is our Passion

Ceresit

Шановні друзі!
Компанія «Хенкель Баутехнік (Україна)» вітає Вас із Новим 2016 роком і Різдвом Христовим!

Ми дякуємо всім нашим партнерам і споживачам за співпрацю та довіру у році, що минає. Він залишається в наших спогадах роком великих змін та закладання фундаменту великих зрушень у країні в найближчому майбутньому.

Фундаментом для впевненого зростання у 2016 є згуртованість партнерів, колективів і громад навколо втілення у життя реальних змін.

Будівництво – провідна галузь економіки, яка об'єднує роботу фахівців сотень професій із метою забезпечити людям гідні умови проживання, роботи та творчості. Це означає, що саме ми з Вами своєю згуртованістю та плідною співпрацею можемо демонструвати приклад для всієї країни: як найсміливіші будівельні задуми втілюються швидко та надійно, долаючи непростий шлях від планування до передання в експлуатацію!

Отже, бажаю, щоб у наступному році порозуміння, взаємна підтримка та професіоналізм принесли всім нам мир, процвітання та злагоду!

Із повагою,
Володимир Соха,
генеральний директор ТОВ з ІІ «Хенкель Баутехнік (Україна)»

Ceresit

Quality for Professionals

УДК 666.97

Дворкін Л. Й.

Дворкін О. Л.

Дворкін Л. Й., доктор техн. наук, професор,
Дворкін О. Л., доктор техн. наук, професор,
Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

ЦЕМЕНТНО-ЗОЛЬНІ БЕТОНИ З САМОУЩІЛЬНЮВАЛЬНИХ СУМІШЕЙ

В статті досліджено можливість використання золи-виносу різної дисперсності при виготовленні бетонів з покращеними будівельно-технічними властивостями з литих самоущільнювальних пластифікованих бетонних сумішей. Отримано комплекс експериментально-статистичних моделей властивостей литих самоущільнювальних пластифікованих бетонних сумішей, бетонів на їх основі і проведено їх відповідний аналіз.

Однією з найбільш ефективних ресурсозберігаючих технологій в будівництві є литтєва технологія з використанням бетонних сумішей здатних до самоущільнення [1-5]. Її широке застосування при виготовленні бетонних та залізобетонних виробів і конструкцій стало можливим в останні десятиліття завдяки інтенсивному розвитку виробництва та масового застосування ефективних хімічних добавок – суперпластифікаторів. Однак застосування литтєвої технології стримується рядом факторів: литі бетони вимагають підвищеної витрати цементу (порівняно із середньопластичними), вони схильні до водовідділення і розшарування. Для усунення даних недоліків ефективне використання тонкодисперсних мінеральних добавок. Однією з найбільш перспективних добавок для застосування в литих бетонах є зола – виносу теплових електростанцій.

Метою виконаних досліджень було обґрунтування оптимальних технологічних параметрів використання золи-виносу різної дисперсності при виготовленні бетонів з покращеними будівельно-технічними властивостями з литих самоущільнювальних пластифікованих бетонних сумішей.

У дослідах застосовували портландцемент Кам'янець-Подільського цементного заводу М400, золу-виносу Ладиженської ТЕС, кварцовий пісок середньої крупності з родовищ Славутського р-ну Хмельницької обл., гранітний щебінь крупністю 5-20 мм Вирівського кар'єру Рівненської області. У цементно-зольне тісто і бетонні суміші вводили добавку суперпластифікатора «Поліпласт СП-1» (С-3).

Умови планування експериментів при моделюванні властивостей цементно-зольних бетонних сумішей наведено в табл. 1.

У результаті експериментально-статистичної обробки отримано ряд наведених в табл. 2 поліноміальних моделей, які характеризують діаметр розпливу стандартного конуса, см (y_1), витрату добавки суперпластифікатора (СП), кг/м^3 (y_2) необхідну для отримання литої суміші, що здатна до самоущільнення, а також параметри, що визначають однорідність і стійкість бетонних сумішей до розшарування: водовідділення, г/л (y_3), і розчиновідділення, % (y_4). Крім цього отримані поліноміальні моделі об'єму втягненого повітря, % (y_5), міцності на стиск у віці 28 діб. нормального твердіння, МПа (y_6) і коефіцієнта ефективності використання цементу (y_7) $K_e = R_{ст}/Ц$ (де $R_{ст}$ –міцність бетону на стиск в 28 діб, МПа, Ц – витрата цементу, кг/м^3)

Відомо, що гранулометричний склад золи-виносу, який дозволяє компенсувати в бетонних сумішах нестачу зерен, що мають проміжну крупність між цементом і піском, а також гладка сферична поверхня частинок золи, обумовлюють підвищення легкоукладальності жорстких і пластичних бетонних сумішей. Отримані результати дозволили підтвердити це положення і для самоущільнювальних золовмісних бетонних сумішей. Причому, збільшення вмісту води при незмінних інших факторах призводить до підвищення оптимальної витрати золи. Разом з тим, як випливає з аналізу моделей, вплив витрати золи на легкоукладальність не може розглядатися без урахування її дисперсності.

Аналіз моделей показує, що вплив дисперсності золи на легкоукладальність литих сумішей не може бути оцінено однозначно. Крім витрати золи (D_3) на вплив її питомої поверхні позначається В/Ц і частка піску в об'ємі заповнювачів (r_n) бетонних сумішей.

Таблиця 1.

Умови планування експериментів

Фактор, вид		Рівень варіювання			Інтервал варіювання
Натуральний	Кодований	-1	0	+1	
Водоцементне відношення, В/Ц	X_1	0,5	0,6	0,7	0,1
Витрата води, В кг/м^3	X_2	180	190	200	10
Доля піску в об'ємі піску і щебеню, r_n	X_3	0,34	0,41	0,48	0,07
Витрата золи D_3, кг/м^3	X_4	50	150	250	100
Питома поверхня, золи S_3, см^2/г	X_5	2900	3900	4900	1000

Таблиця 2.

Експериментально-статистичні моделі для самоущільнюваних бетонів

Показник	Модель	
Розплив конуса, см	$y_1 = 45{,}05+3{,}39X_1+1{,}39X_2-2{,}84X_3-0{,}5X_4+2{,}78X_5-3{,}07X_1^2-3{,}08X_2^2+1{,}9X_3^2-1{,}07X_4^2+0{,}43X_5^2+2{,}25X_1X_4+1{,}13X_2X_5+1{,}12X_3X_4-2{,}25X_3X_5$	(1)
Витрата добавки СП, кг/м³	$y_2 = 3{,}28-0{,}07X_1-0{,}94X_2-1{,}06X_3+0{,}37X_4+0{,}7X_2^2+0{,}25X_3^2+0{,}14X_4^2-0{,}23X_5^2-0{,}24X_1X_2-0{,}25X_1X_4-0{,}32X_1X_5-0{,}17X_3X_5$	(2)
Водовідділення, г/л	$y_3 = 0{,}37-0{,}35X_1+0{,}51X_2+0{,}75X_3-0{,}56X_4-0{,}45X_5-0{,}15X_1^2+0{,}57X_3^2-0{,}15X_4^2+0{,}23X_5^2-0{,}22X_1X_5+0{,}41X_2X_3-0{,}33X_2X_4-0{,}28X_2X_5-0{,}32X_3X_4-0{,}32X_3X_5+0{,}2X_4X_5$	(3)
Розчиновідділення, %	$y_4 = 5{,}65+0{,}94X_1-2{,}48X_3-0{,}63X_4+1{,}28X_5-0{,}43X_1^2-0{,}43X_2^2+1{,}37X_3^2-1{,}23X_4^2-1{,}56X_5^2-0{,}48X_1X_2+0{,}46X_1X_4+0{,}7X_1X_5+0{,}56X_2X_3-0{,}56X_2X_4+0{,}81X_3X-0{,}53X_3X_5$	(4)
Об'єм втягненого повітря, %	$y_5 = 0{,}86-0{,}24X_1-X_2+1{,}03X_3-0{,}6X_4+1{,}4X_5-0{,}2X_1^2+0{,}91X_2^2+0{,}79X_4^2+0{,}05X_5^2+0{,}53X_1X_3-0{,}54X_1X_5-0{,}65X_2X_5-0{,}34X_3X_4+0{,}41X_3X_5-0{,}59X_4X_5$	(5)
Міцність на стиск в віці 28 діб ($R_{ст}$), МПа	$y_6 = 26{,}1-4{,}57X_1-0{,}65X_3+2{,}52X_4-2{,}17X_5+1{,}78X_1^2+3{,}68X_2^2+2{,}43X_3^3-6{,}21X_4^2-4{,}71X_5^2-1{,}74X_1X_3+1{,}28X_2X_5-0{,}63X_3X_5$	(6)
Коефіцієнт ефективності використання цементу K_e	$y_7 = 0{,}82-0{,}003X_2+0{,}008X_4-0{,}007X_5+0{,}012X_2^2+0{,}007X_3^2-0{,}019X_4^2-0{,}015X_5^2-0{,}002X_1^2-0{,}005X_1X_2-0{,}0027X_1X_5+0{,}0046X_2X_5-0{,}002X_3X_5$	(7)

Аналіз математичних моделей дозволяє стверджувати, що збільшення питомої поверхні золи-виносу при її оптимальних витратах і високих значеннях В/Ц сприяє підвищенню легкоукладальності бетонної суміші. Із зменшенням В/Ц позитивний ефект дисперсності золи зменшується. Збільшення дисперсності золи, введеної в оптимальній кількості при максимальній частці піску (в досліджуваних інтервалах), сприяє підвищенню легкоукладальності литих сумішей, при мінімальній частці піску – легкоукладальність погіршується.

До самоущільнювальних бетонних сумішей відносять не всі литі суміші (марки П5), а тільки ті з них розплив конуса яких перевищує 55 см. Як випливає з аналізу моделі (1), досягнення такого значення розпливу конуса при прийнятих вихідних умовах можливе при оптимальному поєднанні технологічних факторів. При цьому поряд зі значеннями вмісту води і водоцементного відношення важливу роль відіграє вибір необхідної витрати і питомої поверхні золи як активного наповнювача бетонної суміші.

Для самоущільнювальних бетонних сумішей найважливішими властивостями, що характеризують їх якість, є водовідділення і розшаровуваність. Аналіз математичної моделі (3) показує, що ефективність добавки золи-виносу на водовідділення зростає з збільшенням її кількості та зі зменшенням В/Ц. При цьому останнє є провідним чинником, що визначає водовідділення (рис. 1). Так, при витраті золи 90кг і В/Ц = 0,5 величина водовідділення становить 0,25 г/л, а зі збільшенням В/Ц до 0,7 водовідділення зростає до 1,45 г/л. При В/Ц = 0,7 збільшення D_3 від 50 до 150 кг/м³ призводить до зменшення водовідділення від 1,85 г/л до

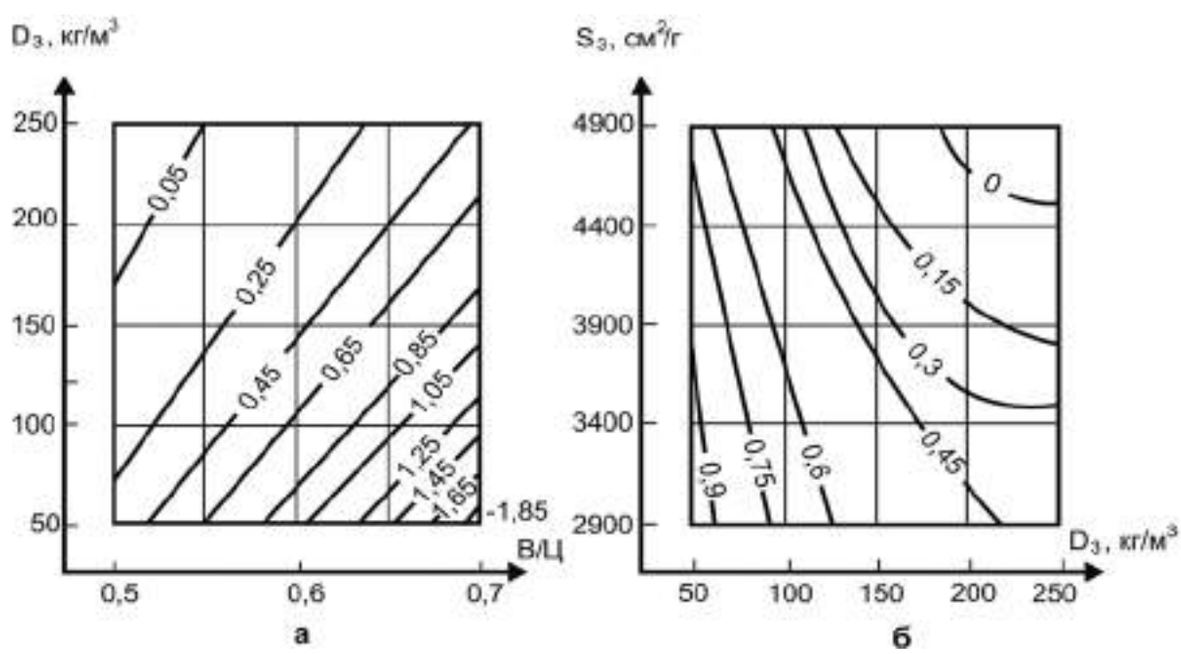


Рис. 1. Ізолінії водовідділення (г/л) самоущільнювальних бетонних сумішей:
а – В = 190 кг/м³; $r_п$ = 0,41; S_3 = 4900 см²/г; б – В/Ц = 0,6; В = 190 кг/м³; $r_п$ = 0,41

1,05 г/л. Подальше збільшення D_3 до 250 кг/м^3 дозволяє зменшити величину водовідділення до 0,45 г/л.

Позитивний вплив на величину водовідділення литих золовмісних бетонів має, поряд із збільшенням витрати золи, і підвищення її дисперсності (рис. 1). Наприклад, при витраті золи 250 кг з питомою поверхнею 2900 см^2/г величина водовідділення становить 0,45 г/л, а при збільшенні питомої поверхні до 3900 см^2/г величина водовідділення знижується до 0,15 г/л. Таким чином, чутливість водовідділення до витрати золи істотно зростає в міру збільшення її питомої поверхні, що обумовлює можливість при підвищеному В/Ц використовувати золу при раціональному дозуванні 150...200 кг/м^3 в якості водоутримуючої добавки в литих бетонних сумішах при її достатньо високій питомій поверхні. З аналізу моделі (3) можна також зробити висновок, що на величину водовідділення позитивний вплив від збільшення витрати золи позначається більшою мірою при одночасному збільшенні частки піску в суміші заповнювачів.

Особливістю всіх литих в т.ч. і самоущільнювальних сумішей є можливість внутрішнього і зовнішнього розшарування. Перше обумовлено дією сили тяжіння і зменшується по мірі збільшення в'язкості розчинової частини та зменшення крупності зерен заповнювача [6]. Друге виникає в результаті недостатнього зчеплення щебеню і розчинової складової, що може бути обумовлено надмірно високою в'язкістю останньої або підвищеним вмістом щебеню. На підставі аналізу математичних моделей можна зробити висновок, що добавка золи-виносу чинить позитивний вплив на зниження величини розшаровуваності литої бетонної суміші. При цьому слід зазначити екстремальний характер цього впливу, який можна пояснити тим, що оптимальній витраті золи відповідає деяка оптимальна гранулометрія суміші.

Оптимальні значення витрати золи і її дисперсності різні для мінімізації водовідділення і розшарування литого самоущільнювального золовмісного бетону. Тому вибір оптимальних параметрів витрати золи і її дисперсності, необхідно здійснювати в деякій компромісній зоні таким чином, щоб вони дозволяли отримати бетонні суміші, що задовольняють всім вимогам.

Повітровтягнення в литих бетонних сумішах є одним з основних факторів, що визначають міцність, однорідність і довговічність бетону. Введення до складу таких сумішей добавок суперпластифікаторів (СП) дозволяє збільшити повітровтягнення до 3%. Однак для цих сумішей характерна швидка втрата втягненого повітря в наслідок їх низької в'язкості. Використання золи-виносу підвищує в'язкість цементних систем [7], що в свою чергу має сприяти утриманню в литих сумішах з СП втягненого повітря. Збільшення витрати золи, як слідує з аналізу моделі (5), в досліджуваних інтервалах призводить до зменшення величини повітровтягнення в литих бетонних сумішах. Збільшення дисперсності золи, навпаки , сприяє збільшенню кількості втягненого повітря.

Наприклад , при В/Ц = 0,5 ; В = 180 кг/м^3; r_n = 0,41 ; S_3 = 3900 см^2/г і витраті золи 50 кг/м^3 об'єм втягненого повітря становить 3,8 % , при витраті золи 150 кг – 2,6 % , а при витраті золи 250 кг – 2,15 % , при тих же значеннях В/Ц і В ,r_n = 0,48 і D_3 = 250 кг/м^3 підвищення S_3 з 2900 до 4900 см^2/г призводить до збільшення об'єму втягненого повітря від 0,9 % до 5,6 %, тобто до такого об'єму, який повинен забезпечувати досить високу морозостійкість бетону. Отже, для досягнення певного повітровтягнення зі збільшенням витрати золи її дисперсність повинна бути відповідно підвищена.

Наприклад, при D_3 = 50 кг/м^3 для забезпечення повітровтягнення 1,05% мінімальна дисперсність золи повинна скласти S_3 = 3500 см^2/г, при D_3 = 150 кг/м^3 – S_3 = 4050 см^2/г, а при D_3 = 250 кг/м^3 мінімальна дисперсність повинна бути 4400 см^2/г.

Вибір витрати золи для забезпечення необхідного повітровтягнення слід здійснювати з урахуванням не тільки S_3, а й r_n. Позитивний вплив на повітровтягнення від підвищення S_3 позначається більшою мірою із збільшенням r_n. Так, підвищення S_3 з 2900 до 4900 см^2/г при r_n = 0,34 дозволяє досягти повітровтягнення 1,77 %, а при r_n = 0,48 повітровтягнення зростає від 0.71 до 4,42 %. Таким чином, забезпечення необхідного повітровтягнення як і інших властивостей литих бетонних сумішей з добавкою суперпластифікатора при введенні золи-виносу може бути досягнуто шляхом регулювання витрати золи та її дисперсності.

Для аналізу моделей міцності були побудовані діаграми ізорівнів (рис.2). Значення ізорівнів міцності золовмісних самоущільнювальних бетонів наведені в табл. 3. У відповідності з цими діаграмами інтервал можливих значень витрати золи (D_3) при підвищенні як міцності бетону, так і його водоцементного відношення при незмінній міцності звужується. Так, для отримання золовмісного бетону з міцністю в 28 – добовому віці 25,6 МПа при В/Ц = 0,5 кількість введеної золи може коливатися від 78 до 250 кг, а для бетону з міцністю 29,2 МПа, при тому ж водоцементному відношенні, можливі значення витрати золи знаходяться в інтервалі 118-222 кг. Для досягнення однакової рухомості бетонної суміші при зміні витрати золи потрібно коригувати витрату СП.

Для прийнятих умов оптимальну витрату золи можна знайти аналітично з моделі (6), визначивши похідну по X_4: $dy_6/dX_4 = 2{,}52 - 12{,}4\,X_4$. $X_{4\,опт} = 0{,}2$ тобто D_3 =170 кг/м^3

Характер впливу дисперсності золи на міцність бетонів та розчинів залежить від сукупності факторів: вихідної рухомості, водов'яжучого відношення, пустотності заповнювачів, виду застосовуваної золи, умов тверднення бетону та ін. З одного боку, збільшення дисперсності золи повинно призводити до збільшення її хімічної активності, що чинить позитивний вплив на зростання міцності бетону. З іншого боку, збільшення дисперсності золи викликає збільшення кількості втягненого повітря бетонної суміші й в'язкості розчинової складової. Остання при досягненні значень вище допустимих призводить до зовнішнього розшарування. Слід врахувати, що на міцність бетону впливає гранулометричний склад вихідних компонентів. Надмірне збільшення вмісту дрібних фракцій золи може призвести до розущільнення литого бетону [8].

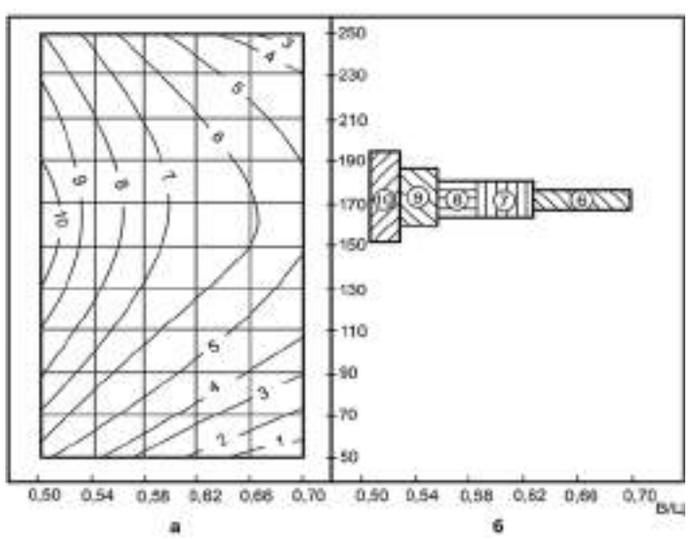


Рис. 2. Діаграма ізорівнів міцності самоущілюнювальних золовмісних бетонів: а – при В = 190 кг/м^3, r_n = 0,41;
б – оптимальних значеннях витрати золи
(значення міцності в МПа для кожного ізорівня наведено в табл. 3)

Аналіз моделі міцності (6) показує , що при постійних В/Ц і витраті золи вплив її дисперсності на міцність литого бетону носить екстремальний характер (рис. 3). На відміну від оптимального значення витрати золи її оптимальна дисперсність залежить від витрати води і частки піску в суміші заповнювачів. Аналітичне вираження для опти-

Таблиця 3.

Ізорівні міцності золовмісних самоущілюнювальних бетонів

Номер ізорівня (рис.2)	Міцність бетону, МПа при $S_з$, см²/г			Номер ізорівня (рис.2)	Міцність бетону, МПа при $S_з$, см²/г		
	2900	3900	4900		2900	3900	4900
1	12,8	15,4	8.5	6	21.9	24,5	17,6
2	14,7	17,2	10,3	7	23,7	26,3	19,4
3	16,5	19.0	12,1	8	25,6	28,1	21,2
4	18,3	20.8	13,9	9	26,9	29,9	23,0
5	20.1	22,6	15,7	10	29,2	31,7	24,8

мальної питомої поверхні при прийнятих умовах моделювання виявилося рівним:

$$X_{5\,опт} = (1{,}28\,X_2 - 0{,}63\,X_3 - 2{,}17\,) / 9{,}42 \qquad (8)$$

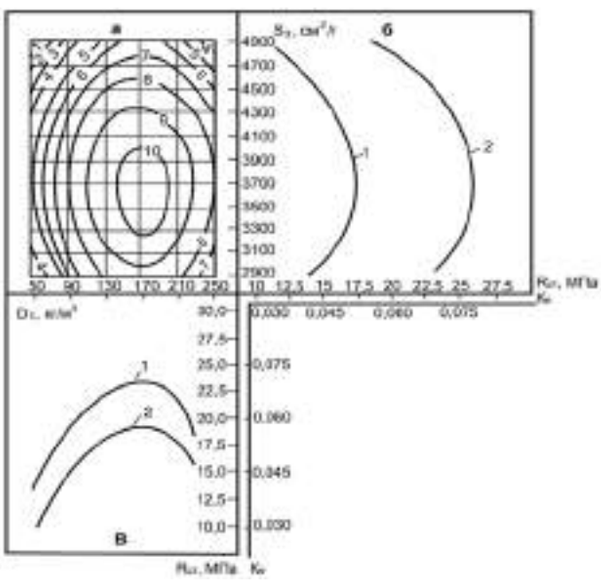


Рис. 3. Поєднана діаграма міцності ($R_{ст}$) і коефіцієнта ефективності (K_e) використання цементу для самоущільнювальних золовмісних бетонів:
а – при В/Ц = 0,6; В = 190 кг/м³, $r_п$ = 0,41;
б – при: 1 – D_3 = 50 кг/м³; 2 – D3 = 150 кг/м³,
в – 1 – S_3 = 290 м²/кг; 2 – S_3 = 490 м²/кг

Витрата цементу в литих золовмісних бетонах, що здатні до самоущільнення при оптимальних значеннях витрати золи і її дисперсності суттєво знижується. Наприклад, для досягнення литим бетоном з добавкою СП без золи міцності в віці 28 діб $R_{ст}$ = 31 МПа при В = 180 кг/м³; В/Ц = 0,5 і $r_п$ = 0,43, витрата цементу складає 360 кг/м³. Цю ж міцність бетон досягає при витраті цементу 300 кг/м³ і золи 150 кг/м³ з питомою поверхнею 2900 см²/г. Отже, економія цементу складає 60 кг на 1 м³ литого бетону.

Отримані експериментальні та розрахункові дані свідчать про можливість за рахунок введення оптимальної кількості золи-виносу до складу литих самоущільнюваних бетонів скоротити витрату цементу на 17...20% при одночасному забезпеченні заданої міцності. Застосування золи-виносу з оптимальною питомою поверхнею дозволяє досягти додаткової економії цементу в кількості 5...8 %.

Для оптимізації складів золовмісних бетонів запропонована методика, в основу якої покладено критерій ефективності (K_e) використання цементу (питома міцність на одиницю витрати цементу). Аналіз математичної моделі (7) і побудованої діаграми (рис. 3), що є графічним виразом математичної моделі залежно від змінних D_3 і S_3, дозволяє відзначити, що вплив як витрати, так і дисперсності золи на цей критерій носить екстремальний характер. Відомо, що для бетонів з помірно рухомих сумішей у віці 28 діб K_e складає 0,065 ... 0,085. Введення золи до складу таких бетонів сприяє зростанню K_e до 0,067 ... 0,12. Отримані результати вказують на можливість досягнення K_e самоущільнювальних золовмісних бетонів з добавкою СП таких же максимальних значень, як і для золовмісних бетонів з помірно рухомих сумішей.

Таким чином, експериментально обґрунтована можливість отримання цементно-зольних бетонів з покращеними експлуатаційними властивостями на основі литих сумішей, що здатні до самоущільнення при введенні добавки суперпластифікатора, забезпеченні необхідної дисперсності золи-виносу і оптимальних параметрах їх складу.

Література:

1. Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л. Основи бетонознавства. Основа, Київ, 2007, 613 с.

2. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: Высшая школа, 1987. – 449 с.

3. Баженов Ю.М., Демьянова В.С., Калашников В.И. Модифицированные высококачественные бетоны. – М.: Изд-во АСВ, 2006. – 368 с.

4. Дворкин Л.И., Соломатов В.И., Выровой В.Н., Чудновский С.М. Цементные бетоны с минеральными наполнителями. К.: Будівельник, 1991, 136 с.

5. Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л. Эффективные цементно-зольные бетоны. Евен, Рівне, 1998, 196 с.

6. Дворкин Л.И., Кизима В.П. Эффективные литые бетоны. Львов, Вища школа,1986, 144 с.

7. Кокубу И.М., Ямада Д. Цементы с добавкой золы // Шестой международный конгресс по химии цемента. – М.: Стройиздат, 1976. – Т.3. – С83-94.

8. Люр Х.П., Эфас Я. Влияние гранулометрического состава зол с низкими потерями при прокаливании на рост прочности бетона // Шестой международный конгресс по химии цемента. – М.: Стройиздат, 1976. – Т.3. – С. 103-112

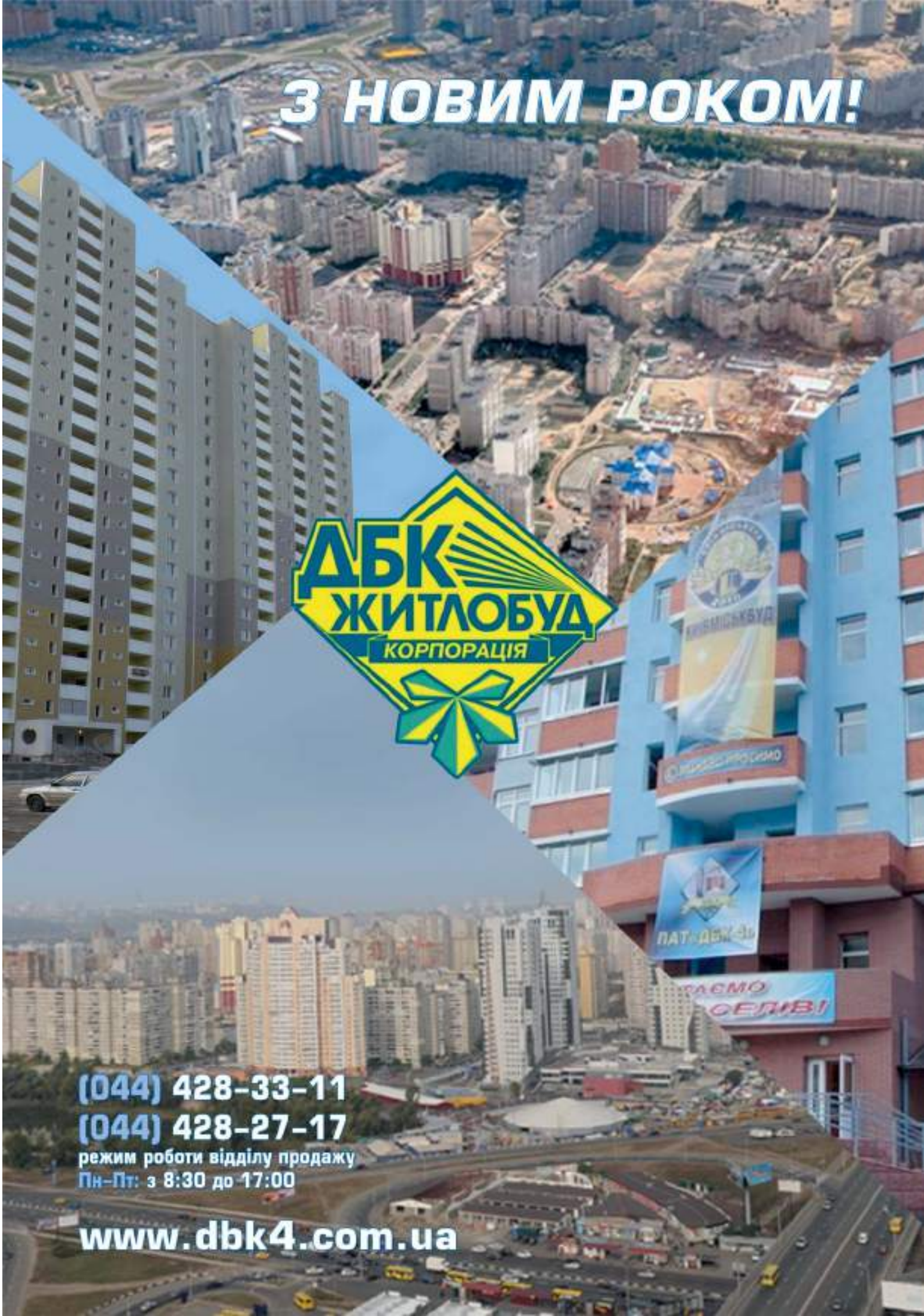
У міжнародному видавництві Palmarium. Academic Publishing (Saarbrücken (Germany), 2015. – 430с.) вийшла з друку монографія професорів Дворкіна Л.Й. і Дворкіна О.Л. «Ефективні цементно-зольні бетони та розчини»

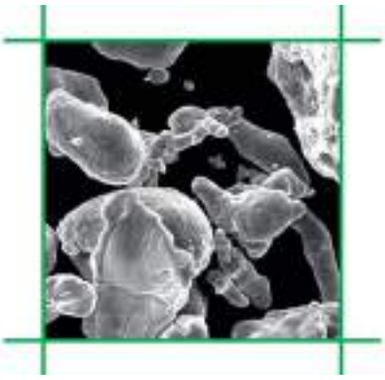
У монографії наведено результати експериментальних досліджень ефективних цементно-зольних бетонів і будівельних розчинів, отриманих із застосуванням в якості активного наповнювача золи-виносу теплових електростанцій. Показана можливість досягнення високих технічних властивостей золомістких бетонів і розчинів при істотному зниженні витрати портландцементу. Із застосуванням експериментально-статистичних моделей проаналізовано вплив основних технологічних факторів, що визначають властивості бетонів і розчинів. Розглянуто ефекти спільного впливу золи і модифікуючих добавок на властивості золомістких бетонів і розчинів. Пропонуються методи проектування оптимальних складів і технологічних параметрів досліджуваних матеріалів. Показана можливість істотної активізації зольного наповнювача добавками суперпластифікаторів і активізаторов твердіння.

В 2014-2015 рр. вийшли з друку в Україні і за її кордоном 5 монографій, підготовлених професорами Л. Й. Дворкіним та О. Л. Дворкіним з важливої технологічної проблеми «Проектування складів бетонів з комплексом заданих властивостей».

Одна з них: «Multi-Parametric Concrete Compositions Design» вийшла в одному з провідних видавництв США – «Nova Science Publisher».

Остання монографія – «Проектування складів бетонів», – вийшла у видавництві Національного університету водного господарства та природокористування (м. Рівне). У монографії розглянуто основні розрахункові методики прогнозування властивостей бетонів на основі структурно-фізичних уявлень, а також кібернетичного підходу і побудови експериментально-статистичних моделей. Наведено основи методології багатопараметричного проектування складів бетонів різних видів. Розглянуто приклади розрахунків складів бетонів із заданими проектними властивостями.


З НОВИМ РОКОМ!
ДБК
ЖИТЛОБУД
КОРПОРАЦІЯ
(044) 428-33-11
(044) 428-27-17
режим роботи відділу продажу
Пн–Пт: з 8:30 до 17:00
www.dbk4.com.ua



НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЛАБОРАТОРІЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ТА КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ДІЯЛЬНОСТІ ЛАБОРАТОРІЇ:

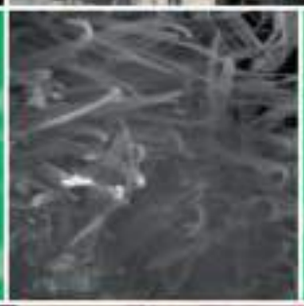
- дослідження технічного стану галузей промисловості будівельних матеріалів та перспектив їхнього розвитку в Україні;
- розробка та узгодження нормативної та технічної документації;
- проведення випробувань будівельних матеріалів згідно галузі акредитації;
- проведення випробувань сировини з метою визначення її придатності для виробництва будівельних матеріалів та виробів;
- сертифікаційні випробування будівельних матеріалів та виробів;
- дослідження структури будівельних матеріалів за допомогою растрового електронного мікроскопа;
- розробка нових будівельних матеріалів;
- розробка енергозберігаючих технологій;
- незалежна експертиза будівельних матеріалів;
- розробка технологічних карт;
- надання науково-технічної допомоги підприємствам при впровадженні нового або реконструкції існуючого виробництва, удосконалення існуючих технологій; постановка продукції на виробництво;
- розробка технічних умов, технологічних регламентів, стандартів на продукцію будівельного призначення;
- розробка і впровадження нових технологій виробництва будівельних матеріалів: ніздрюватих бетонів автоклавного та неавтоклавного тверднення, крейди, вапна та ін.;
- консалтингові послуги;
- видання щорічного Каталогу будівельних матеріалів, виробів та інженерного обладнання «Будматеріали» (з 2000 р.);
- проведення тематичних науково-практичних конференцій, семінарів та презентацій.

e-mail:
mit@kievweb.com.ua
labbmsp@ukr.net

НДІБМВ

Заст.директора з наукової роботи завідувач лабораторії, доктор технічних наук
ЛАПОВСЬКА СВІТЛАНА ДАВИДІВНА

тел/факс +38(044) 4253775, 4255671
тел +38(050) 3112635



НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЛАБОРАТОРІЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ТА КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

УДК 666.94

Круць Т. М.

Гев`юк І. М.

Саницький М. А.

Кропивницька Т. П.

Круць Т. М., канд. техн. наук,
Гев`юк І. М., нач. лабораторії
ПАТ «Івано-Франківськцемент», м. Івано-Франківськ,
Саницький М. А., доктор техн. наук, професор,
Кропивницька Т. П., канд. техн. наук, доцент,
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

ПРИНЦИПИ СТРАТЕГІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В ЦЕМЕНТНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Розглянуто основні принципи стратегії сталого розвитку в цементній промисловості, що передбачають оптимальне використання невідновлюваної природної сировини, застосування ресурсозберігаючих технологій, утилізацію промислових відходів, а також всесторонню охорону довкілля та зниження емісії CO_2. Представлена дорожна карта сектору цементу та бетону в низькоемісійній господарці ЄС до 2050 року. На прикладі ПАТ «Івано-Франківськцемент» показано, що широкомасштабний випуск ефективних композиційних екоцементів забезпечує реалізацію в цементній промисловості прогресивних моделей раціонального використання природної сировини, палива, електричної енергії за мінімальних викидів парникових газів, а також дає змогу втілити в життя практику чистого виробництва.

Розвиток цивілізації, зокрема експансія міст чи розбудова інфраструктури, значною мірою спричиняє негативний вплив на довкілля. Надмірне споживання енергетичних ресурсів призводить до значного збільшення кількості вуглекислого газу в атмосфері, що викликає зміни клімату та загрожує майбутньому людства. При цьому також виникають проблеми утилізації відходів та зниження споживання натуральної сировини. Тому домінантною ідеологією функціонування земної цивілізації у XXI ст. є концепція сталого розвитку [1, 2]. Пріоритетними напрямками, що визначені на Всесвітньому саміті сталого розвитку, є інтеграція трьох його компонентів: економічного зростання, соціального розвитку та охорони навколишнього природного середовища.

На сучасному етапі надзвичайно гостро стоїть завдання впровадження засад сталого розвитку в секторі будівництва, особливо промисловості будівельних матеріалів. Це передбачає створення технічних передумов, що становлять основу для розроблення та впровадження дієвих заходів покращення енергетичної ефективності будівельних технологій згідно з вимогами до охорони довкілля із врахуванням особливостей повного циклу життя виробів та об'єктів. Основні принципи стратегії сталого розвитку в цементній промисловості передбачають оптимальне використання невідновлюваної природної сировини; застосування ресурсозберігаючих технологій; утилізацію промислових відходів, а також всесторонню охорону довкілля і зниження емісії CO_2 [3-6].

Сьогодні портландцемент залишається ключовим матеріалом, що широко застосовується в будівництві. Провідні цементні компанії всього світу виробляють понад 4 млрд. т цементу за рік і при цьому викидають близько 4 млрд. т CO_2, що складає 6-7% від загального обсягу викидів CO_2 на планеті. Швидке зростання потреб у цементній продукції відбувається в основному в нових індустріальних країнах. Так, виробництво цементу в Китаї за останні 20 років збільшилось у 7 разів – у 2005 році складало 1,038 млрд. т, а до 2013 року зросло майже в 2 рази і становило 2,3 млрд. т (58,6%). Для промислово розвинених країн, таких як США і Японія, спостерігається незначне зменшення виробництва, проте вони все ще мають значну частку в світовому виробництві цементу – відповідно 1,9% і 1,5% (рис. 1). Виробництво цементу в Азії та Африці у 2008 році складало 170-180 млн. т, а в 2013 році збільшилось у 2,2-2,3 рази. Продукція цементу в країнах ЄС, що входять до ЦЕМБЮРО, досягнула 232,9 млн. т і складала всього 5,8%.

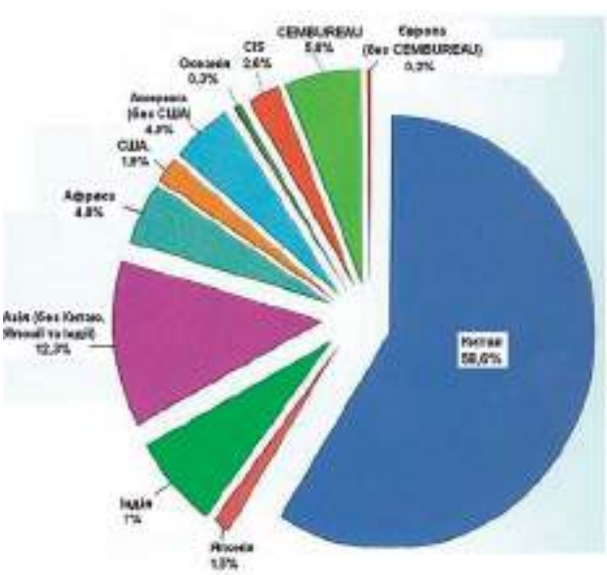


Рис.1. Світове виробництво цементу в 2013 році [CEMBUREAU, Activity Report 2013]

У документі Цембюро про роль цементу та бетону в низькоемісійній господарці Європи до 2050 року [7] розглядається перспектива сектору, згідно з якою вуглецевий слід від цементної промисловості може бути скорочений на 32% порівняно з рівнем 1990 року, в основному за рахунок використання традиційних засобів. У цьому ж документі також описані потенціальні важелі, які уможливлюють додаткове зниження емісії за рахунок застосування нових технологій, таких як уловлювання та зберігання CO_2 (CCS – carbon capture and storage). Впровадження інноваційних технологій та встановлення сучасного обладнання для уловлювання і зберігання вуглецю забезпечить зниження емісії CO_2 навіть до 80%. У дорожній карті сектору цементу та бетону до 2050 року передбачається 5 паралельних шляхів, кожен з яких може спричинитись до скорочення викидів CO_2. При цьому промисловість будівельних матеріалів має бути зосереджена на п'яти напрямках для досягнення цих цілей, три з яких перебувають «під контролем сектора». Потенціал скорочення емісії від двох інших напрямків, пов'язаних з ефективністю продуктів та ефектів від подальших елементів ланцюга постачання (Product Efficiency і Downstream) не відноситься безпосередньо до виробництва цементу, проте дослідження нових способів впливу на створення низькоемісійної господарки із замкнутим циклом обігу через використання цементу та бетону сприяє її інноваційності. Особливо це стосується тих випадків, коли емісію протягом цілого циклу життя будинків та будівель можна суттєво скоротити завдяки «розумному» застосуванню бетону.

Одним із основних документів ЄС, котрий визначає закон довкілля за вимогами щодо зниження емісії та покращення стану навколишнього середовища, є Директива IPPC щодо використання «Найкращих доступних технологій» (Best Available Techniques – BAT) в окремих галузях промисловості. При виробництві цементів передбачається виконання наступних вимог: використання «маловідходних» технологій; перероблення відходів; забезпечення технологічних переваг і поглиблення наукових підходів; визначення природи та об'ємів викидів; визначення часу для впровадження BAT; впровадження процесу енергоефективності [8].

Як показує досвід роботи цементних заводів країн ЄС, значне покращення екологічної ситуації досягається за рахунок енергетичного використання паливних відходів як джерел альтернативного палива (побутове сміття, відходи переробки нафти, відпрацьовані мастила, автомобільні шини та ін.) в обертових печах цементної промисловості. Цементні заводи країн ЄС використовують 30-40 %, а деякі – до 70 % альтернативного палива для випалу портландцементного клінкеру.

При цьому цементна обертова піч є найбільш придатним, з точки зору екологічної безпеки, тепловим агрегатом для спалювання паливних відходів. Висока температура факелу горіння 1700...1900°C (в печах заводів для спалювання побутового сміття температура складає 700...1000°C), засвоєння золи палива мінералами клінкеру та інші чинники дозволяють звести до мінімуму забруднення довкілля діоксинами, фуранами та важкими металами [9-11]. Термічна утилізація відходів у обертових цементних печах вирішує одночасно проблеми їх ліквідації та зниження собівартості виробництва портландцементного клінкеру. Енергетичне використання горючих відходів призводить до значної консервації викопного палива, при цьому емісія газів зменшується на 20-30%.

Згідно з документом Цембюро [7], при виробництві цементу в 2050 році, вміст клінкеру в середньому буде складати 70%. При цьому одержання нових цементів (для яких викиди CO_2 зменшаться на 50 % порівняно зі звичайними портландцементами) може скласти 5% від загального обсягу виробництва цементу.

В Україні згідно з ДСТУ Б В.2.7-46:2010 «Цементи загальнобудівельного призначення» можливе виробництво широкої гами портландцементів, які містять в своєму складі крім клінкеру ще активні мінеральні добавки та регулятор термінів тужавіння (двоводний гіпс). Цементи загальнобудівельного призначення згідно з ДСТУ Б В.2.7-46:2010 поділяються на п'ять типів: ПЦ I – портландцемент; ПЦ II – портландцемент з добавками; ШПЦ III – шлакопортландцемент; ПЦЦ IV – пуцолановий цемент; КЦ V – композиційний цемент. Портландцемент ПЦ I може містити до 5 % мінеральних добавок. Вміст мінеральних добавок у цементах від ПЦ II до КЦ V може змінюватися у широкому діапазоні – від 6 до 80 мас.%. У стандарті на цементи загальнобудівельного призначення та в європейському стандарті EN 197 виділені як окремий тип композиційні цементи, які згідно з вимогами повинні містити не менше двох видів мінеральних добавок різної природи активності (гідравлічної та пуцоланічної дії) [12, 13].

Вирішення проблеми енергозбереження в цементній промисловості в значній мірі визначається пошуком структурно-логічних та екологічних шляхів заміни частини портландцементного клінкеру вторинними компонентами з оптимізацією гранулометричного та речовинного складів цементів. Однією з основних тенденцій світової цементної промисловості є розроблення малоенерговмісних цементів. З метою заощадження паливно-енергетичних ресурсів у розвинутих країнах постійно збільшується частка багатокомпонентних цементів, використання яких дозволяє не тільки економити паливо та енергію (на 30…40%) при виробництві цементу, але й збільшити обсяг випуску бетону на цьому в'яжучому.

Розвиток сучасних будівельних технологій у всіх технічно розвинених країнах спрямований на розроблення ефективних матеріалів, використання яких є економічно доцільним, дає змогу скоротити енергетичні затрати та витрату сировинних ресурсів. На сучасному етапі розвитку будівництва для забезпечення потреб ринку також виникає гостра необхідність підвищення якості бетонів та розширення їх функціонального призначення, що досягається в разі проектування їх складу як композиційних матеріалів, які відрізняються складністю структури, кількістю та характером компонентів, особливостями міжфазової поверхні, формування якої визначається проявленням адитивних або синергетичних ефектів і має безпосередній вплив на експлуатаційні властивості матеріалу.

Впровадження засад сталого розвитку для раціонального використання матеріальних і енергетичних ресурсів із зменшенням негативного впливу на навколишнє середовище в будівництві забезпечується за рахунок розроблення нового підходу, який ґрунтується на принципах композиційної побудови мультимодальних малоенерговмісних цементів з необхідними будівельно-технічними властивостями, що включає аналіз їх речовинного складу та вмісту основних оксидів з одночасним використанням комплексних модифікаторів [14].

Ефективність і відповідність світовому рівню в`яжучих речовин забезпечується випуском, з однієї сторони, низькоенерговмісних клінкерів, а з іншої – введенням доповнюючих цементуючих матеріалів (Supplementary Cementitious Materials – SCM) з максимальним ступенем утилізації відходів металургії та теплоенергетики, представлених шлаками і золами. Принципово нові прогресивні технології виготовлення цементів і використання сучасного обладнання забезпечують випуск високотех-

нологічної продукції з урахуванням як зменшення енергоємності їх виробництва, так і зниження ступеня забруднення навколишнього середовища.

Значні резерви зниження енергоємності в'яжучих на основі алітових портландцементних клінкерів забезпечує перехід до екоцементів, що характеризуються підвищеним вмістом активних мінеральних добавок гідравлічної (доменний гранульований шлак) та пуцоланічної (зола винесення, цеоліт) дії. На більшості цементних заводів України в якості активної мінеральної добавки використовується доменний гранульований шлак (ДГШ). Разом з тим, із збільшенням вмісту ДГШ погіршується розмелювальна здатність цементів. Щільна склоподібна структура і, як наслідок, підвищена абразивність доменного гранульованого шлаку вимагає додаткових витрат електроенергії на помел шлаковмісних цементів для забезпечення марочної міцності. Тому на відміну від портландцементів з добавкою доменного гранульованого шлаку (тип ПЦ II/Б-Ш у середньому потребує 77% від загальної витрати первинної енергії, необхідної для виробництва портландцементу ПЦ I тієї ж марки) та шлакопортландцементу ШПЦ III/А (потребує 64% первинної енергії), композиційні портландцементи типу ПЦ II/А-К та ПЦ II/Б-К характеризуються меншою енергоємністю.

Лідером у цементній галузі України є ПАТ «Івано-Франківськцемент» (рис. 2), що широко впроваджує найбільш сучасне обладнання та новітні технології. Завод укомплектований високотехнологічним обладнанням провідних фірм ЄС, провів реконструкцію обертової печі мокрого способу 3,6х64 м для сушіння природних (вапняк, цеоліт, пісок) і техногенних (гранульований доменний шлак та ін.) матеріалів відхідними газами печі сухого способу при випалі портландцементного клінкеру, шо забезпечує можливість виробництва ефективних цементів при сумісному та роздільному помелі портландцементного клінкеру і додаткових цементуючих матеріалів у млинах з сучасними сепараторами.

Введення природних цеолітів та карбонатних добавок разом з ДГШ до портландцементів II типу дозволяє підвищити активність за рахунок оптимізації гранулометричного складу одержаного портландцементу композиційного, а також покращити технологічні та фізико-механічні властивості будівельних розчинів і бетонів на основі такого в`яжучого. Введення в процесі помелу додатково цеоліту до портландцементного клінкеру з доменним гранульованим шлаком дозволяє покращити на 12 % розмелоздатність в'яжучого, при цьому добавка вапняку дозволяє підвищити активність композиційних портландцементів за рахунок оптимізації їх гранулометричного складу із забезпеченням більш широкого діапазону розподілу зерен за фракціями і тим самим зменшення об'єму пустот між зернами клінкеру.

Характерно, що для портландцементу ПЦ II/А-П-400 ($S_{пит}$ = 4100 см^2/г) спостерігається зростання водопотреби на 10–15% (табл. 1), при цьому об`ємний коефіцієнт водовідділення зменшується в 1,17 рази і складає 16%. Для композиційного портландцементу ПЦ II/Б-К(Ш-П-В)-400 ($S_{пит}$ = 4000 см^2/г) НГТ=29,8%, терміни тужавіння становлять: початок – 2 год 20 хв, кінець – 3 год 30 хв. Оптимальний вміст високодисперсних добавок цеоліту і вапняку забезпечує одержання ПЦ II/Б-К(Ш-П-В)-400 з підвищеною

Рис. 2. ПАТ «Івано-Франківськцемент» після реконструкції

міцністю у ранньому віці ($R_{ст2}$=25,6 МПа). При цьому його міцність перевищує марочну міцність ПЦ II/Б-Ш-400 та не поступається марочній міцності ПЦ II/А-Ш-400. При випробуванні згідно EN 196 композиційний портландцемент відповідає класу CEM II/B-M 32,5R, для якого границя міцності на стиск через 2 та 28 діб складає відповідно 19,5 та 41,8 МПа.

Композиційні цементи типів ПЦ II/Б-К та КЦ V/А з тонкодисперсними мінеральними добавками доменного гранульованого шлаку, природного цеоліту та вапняку характеризуються зниженням виробничих затрат та підвищеною екологічністю. Як видно з табл. 1, зменшення вмісту клінкерної складової в цементах ПЦ II/Б-К і КЦ V/А забезпечує зниження кількості викидів CO_2 відповідно в 1,46 і 2,37 рази. Тому їх можна віднести до композиційних екоцементів.

Синергічне поєднання активних мінеральних добавок різних груп: гідравлічної (доменний гранульований шлак) і пуцоланічної (цеоліт) дії

Таблиця 1.

Фізико-механічні властивості цементів ПАТ «Івано-Франківськцемент» (ДСТУ Б В.2.7-46:2010) та емісія CO_2 при їх виробництві

Цемент	$S_{пит}$, см²/г	НГТ, %	Терміни тужавіння, хв		Границя міцності на стиск, у віці, діб, МПа			Емісія CO_2, кг/т цементу
			поч	кін	2	7	28	
ПЦ І -500	3420	29,2	140	190	32,8	40,4	51,0	864,5
ПЦ ІІ/А-Ш-500	3480	29,9	150	200	31,4	39,9	50,6	819,0
ПЦ ІІ/А-Ш-400	3480	28,5	160	210	24,9	34,9	42,6	728,0
ПЦ ІІ/А-П-400	4100	31,5	130	200	25,7	35,2	43,5	728,0
ПЦ ІІ/Б-Ш-400	3360	28,0	160	220	21,8	34,1	40,7	591,5
ПЦ ІІ/Б-К-400	4000	29,8	140	210	25,6	34,4	42,6	591,5
ШПЦ ІІІ/А-400	3500	29,0	180	250	18,1	30,8	40,6	318,5
КЦ V/А-400	4050	30,0	140	230	22,6	34,0	41,8	364,0

та тонкодисперсного вапняку як мікронаповнювача – при суттєвому зменшенні вмісту високоенергоємної клінкерної складової в композиційних цементах ПЦ ІІ/Б-К-400 та КЦ V/А-400 дозволяє покращити реологічні характеристики і забезпечує прискорення кінетики набору міцності в'яжучого та бетонів багатофункціонального призначення на їх основі за рахунок раціонального проектування щільної цементуючої матриці, що забезпечує підвищення довговічності бетонів, а особливо при експлуатації в умовах агресивного сульфатного середовища. При цьому тонкодисперсний вапняк не є інертним наповнювачем, а в процесі гідратації клінкерної складової стабілізує продукти гідратації трикальцієвого алюмінату з утворенням гексагональних гідрокарбоалюмінатів $C_4A{\cdot}CO_2{\cdot}12H_2O$ [15].

Портландцемент ПЦ ІІ/Б-К-400 використовується для виготовлення бетонів класів С 8/10…С 32/40, виробництва несучих конструкцій усіх видів будівництва та для виготовлення будівельних розчинів. Композиційні цементи можна також застосовувати для виготовлення важких бетонів для підземного будівництва, спеціальних фундаментів, ін'єкційних розчинів для заповнення кабельних порожнин, ущільнення підземних стін, сухих будівельних сумішей та ін.

Таким чином, на основі принципів сталого (стійкого, збалансованого) розвитку, що базуються на поєднанні «енергія х екологія х економія» (символ e^3), створюється можливість моделювання різних напрямків керованого розвитку, з високою точністю прогнозувати їх результати та вибирати найбільш оптимальний. У цементній промисловості принципи стратегії сталого розвитку зводяться до мінімізації споживання енергії та сировини в процесі одержання портландцементного клінкеру, а також мінімізації впливу на навколишнє природне середовище. Розроблення малоенерговмісних композиційних цементів із частковою заміною традиційного портландцементного клінкеру додатковими цементуючими матеріалами із синергічним поєднанням добавок гідравлічної, пуцоланічної дії та мікронаповнювачів, що характеризуються пониженим споживанням енергії та відповідають вимогам сучасної будівельної індустрії, а також охорони навколишнього середовища (зниження викидів CO_2 до атмосфери) – є одним з основних аспектів збалансованого розвитку в будівництві.

Література:

1. Zrównoważone budownictwo. Seria Dokumenty Unii Europejskiej dotyczące budownictwa. – Warszawa: ITB, 2010.

2. Проблеми сталого розвитку в будівництві / М.А. Саницький, Б.В. Федунь, Л.В. Жук, Ю.Б. Федунь // Вісник НУ «Львівська політехніка» «Теорія і практика будівництва». – 2012. – №742 – С. 184-191.

3. Sustainable cement production-present and future / M. Schneider, M. Romer, M. Tschudin, H. Bolio // Cement and Concrete Research. – 2011. – V. 41. – P. 642-650.

4. Gardeik H.O. Sustainability and cement manufacture / Process Technology of Cement Manufacturing / VDZ Congress 2002. – Dusseldorf, 2003. – P. 472-478.

5. Фонта Ф. Устойчивое развитие и цемент – как справиться с возникающими проблемами / Цемент и его применение. – 2014. – №5. – С. 56-60.

6. Schnejder M. Technology developments in the cement industry / Cement International. – 2015. – №1. – P. 2-12.

7. The role of cement in the 2050 low carbon economy. http://www.cembureau.eu

8. Kavalerova E.S. Alkali-activated cement production and «best available techniques» / 17. Ibausil. Internationale Baustofftagung. – Weimar, 2009. – Band 1. – P. 0469-0475.

9. Cembureau. Sustainable cement production. Co-processing of alternative fuels and raw materials in the european cement industry, 2009. (http://www.cembureau.be).

10. Круць Т.М. Енергетичне використання вторинних паливних матеріалів при випалі портландцементного клінкеру / Вісник Національного університету «Львівська політехніка». «Хімія, технологія речовин та їх застосування». – Львів, 2009. – № 644 – С. 232-236.

11. Саницький М.А., Хруник С.Я., Чернер К. Екологічні аспекти співспалювання альтернативного палива в обертових печах / Будівельні матеріали та вироби. – 2011. – №1. – С. 2-7.

12. Саницький М.А., Соболь Х.С., Марків Т.Є. Модифіковані композиційні цементи: навч. посібник – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. – 132 с.

13. Cementy z dodatkami mineralnymi w technologii betonow nowej generacji / Z. Giergiczny, J. Malolepszy, J. Szwabowski, J. Sliwinski // Opole, 2002. – 174 p.

14. Sustainable Green Engineered Composites Containing Ultrafine Supplementary Cementitious Materials / M. Sanytsky, T. Kruts, T. Kropyvnytska, B. Rusyn // 14th International congress on the Chemistry of Cement. Beijing China, 13-16 October, Vol. 1. 2015. – P. 265-271.

15. Production engineering and properties of multimodal Portland cements containing limestone meal / T. Kropyvnytska, R. Kotiv, T. Kruts, I. Geviuk // 19. Ibausil. Bauhaus-Universitat Weimar, 2015. – Band 2. – P. 423-430.

УДК 35.41

Рунова Р.Ф., доктор технічних наук, професор, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки,
Бабіч М.В., директор, ДП «Орган по сертифікації цементів» (ДП СЕПРОЦЕМ),
Київський національний університет будівництва і архітектури (КНУБА), м. Київ,
ДП «Орган по сертифікації цементів» (ДП СЕПРОЦЕМ), м. Харків

ДЕЯКІ КОМЕНТАРІ ДО ВВЕДЕННЯ НОРМИ НА ЦЕМЕНТ* EN 197-1:2011

Проаналізовані основні зміни в стандарті ДСТУ Б EN 197-1:2008 «Цемент – Частина 1: Склад, технічні умови та критерії відповідності для звичайних цементів», які передбачені новою редакцією , що запропонована європейським технічним комітетом CEN/TK-51. Ці зміни стосуються номенклатури цементів, встановлення критеріїв відповідності та правил їх визначення, довговічності. Висвітлені основні показники якості і наведенеі приклади використання цементів різних типів при виробництві бетону.

В 2016 р для виробників і споживачів цементу на заміну ДСТУ Б EN 197-1:2008 вводиться національний стандарт у вигляді тотожного перекладу норми EN 197-1:2011 «Cement – Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements» (Цемент – Частина 1: Склад, технічні умови та критерії відповідності для звичайних цементів). Ця норма підготовлена європейським технічним комітетом CEN/TK-51 у зв'язку з доцільністю внесення змін в попередню версію, які стосуються розширення номенклатури цементів, встановлення критеріїв відповідності та правил їх визначення, довговічності, тобто в цілому для сприяння підвищення якості цементів. Крім ДСТУ Б EN 197-1:2008 діючим в Україні є ДСТУ Б В.2.7-46:2010. Отже, для споживача важливо добре орієнтуватися в системі стандартів для забезпечення якості будівельних матеріалів на основі портландцементу, в тому числі бетону з досить різноманітним діапазоном його властивостей, які в значній мірі визначаються видом цементу.

Метою аналізу стандартів є звернення уваги на основні положення, в тому числі ті, що запропоновані змінами в діючій європейській нормі, для підвищення ефективності впровадження нової редакції як виробниками, так і споживачами цементів, спрямованої на забезпечення надійності показників їх якості, в тому числі при виробництві бетонів.

Типи цементу

Суттєвою зміною вважається введення в стандарт 7 типів сульфатостійких цементів (табл.1), для яких регламентується вміст C_3A в клінкері та загальний вміст сульфату як SO_3 поряд з 27 існуючими типами звичайного цементу (на відзнаку від 15типів за ДСТУ Б В.2.7-46:2010). Випробування таких цементів передбачається за ДСТУ Б EN 196-2:2008; ДСТУ Б EN 196-5:2010. Водночас залишається можливість отримання інших сульфатостійких цементів, які не охоплені EN 197-1:2011 і не позначаються літерами (SR). В свою чергу в нормі відсутні цементи з нормованим мінералогічним складом клінкера такі, як ПЦ-1-500-Н та ПЦ-1-400-Н. Залишається досить розгорнутою характеристика основних складових цементів, в тому числі доменний гранульований шлак (S),силікатний пил (D), природні пуцолани (P), природні випалені пуцолани (Q), зола-виносу (V), вапнякова зола-виносу (W), випалений сланець (T), вапняк (L). Слід звернути увагу на те, що при використанні вапняку ідентифікується вміст загального органічного карбону: не більше 0,5% (L) або не більше 0,2% (LL) за масою. При використанні доменного гранульованого шлаку обумовлюється вміст склофази в межах двох третин його складу, що відрізняється від вимоги ДСТУ Б В.2.7-46:2010, де її вміст обмежується половиною складу.

Позначення цементу відповідає скороченому CEM з римскими індексами відповідного типу I, II, III, IV, V та латинської літери наведеного позначення компоненту і літер A,B,C для позначення співвідношень компонентів (табл.2). Наприклад, портландцемент, який відповідає EN 197-1:2011, відноситься до класу міцності 32,5 з високою ранньою міцністю, сульфатостійкий, з вмістом C_3A в клінкері ≤ 3,0% за масою позначається:

ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ EN 197-1:2011 – CEM I 32,5R – SR 3

Таблиця 1.

Ідентифікація і додаткові вимоги до сульфатостійких цементів

Властивість	Стандарт на випробування	Тип цементу	Клас за міцністю	Вимоги
Вміст сульфату (як SO_3)	EN 196-2	CEM 1-SR 0	32,5N	≤ 3,0%
		CEM 1-SR 3	32,5R	
		CEM 1-SR 5*	42,5R	≤ 3,5%
		CEM 1V/A-SR	42,5R	
		CEM 1V/B-SR	52,5N	
			52,5R	
C_3A в клінкері	EN 196-2	CEM 1-SR 0	всі	0%
		CEM 1-SR 3		≤ 3,0%
		CEM 1-SR 5		≤ 5,0%
		CEM 1-SR 5		≤ 9,0%
		CEM 1V/B-SR		≤ 9,0%
Пуцоланові властивості	EN 196-5	CEM 1V/A-SR	всі	Задовольняє випробуванню через 8 діб

*можливе збільшення вмісту сульфату, що необхідно вказувати в документі на поставку

** Терміни «портландцемент» і «цемент» використовуються в документах як ідентичні*

Таблиця 2.

Умовні позначення цементів за різними стандартами

Тип цементу	Найменування	ДСТУ Б В.2.7-46:2010	EN 197-1:2011
I	Портландцемент	ПЦ I	CEM I
II	Портландцемент з шлаком	ПЦ II/А-Ш	CEM II/A-S
		ПЦ II/Б-Ш	CEM II/B-S
	Портландцемент з пуцоланою	ПЦ II/А-П	CEM II/A-P
			CEM II/A-Q
	Портландцемент з золою-виносу	ПЦ II/А-З	CEM II/A-V
	Портландцемент з вапняком	ПЦ II/А-В	CEM II/A-L
			CEM II/A-LL
	Портландцемент композиційний	ПЦ II/А-К	CEM II/A-M
		ПЦ II/Б-К	CEM II/B-M
III	Шлакопортландцемент	ШПЦ III /А	CEM III/A
		ШПЦ III /Б	CEM III/B
		ШПЦ III /В	CEM III/C
IV	Пуцолановий цемент	ПЦЦ IV/А	CEM IV/A
		ПЦЦ IV/Б	CEM IV/B
V	Композиційний цемент	КЦ V/А	CEM V/A
		КЦ V/Б	CEM V/B

Показники якості

Як і раніше, якість цементів оцінюється всіма важливими показниками (рання та стандартна міцність, початок тужавлення, рівномірність зміни об'єму, втрати при прожарюванні, нерозчинний залишок, вміст сульфату як SO_3, вміст хлориду, пуцоланові властивості, склад, C_3A в клінкері, теплота гідратації), що є ідентичним для порівнювальних стандартів, але методи їх визначення різні і це впливає на абсолютні значення і їх обмеження. Найважливішим показником залишається міцність при стиску, яка за ДСТУ Б В.2.7- 46:2010 характеризується «маркою» цемента, а за EN 197-1:2011 «класом міцності» – міцність при стиску (МПа) зразків після 28 діб тверднення, що повинна бути забезпеченою з вірогідністю 95%. Характеристичні значення міцності цементів різних класів наведені в табл. 3.

Рис.1 демонструє різний характер набору міцності на прикладі цементів одного класу за стандартною міцністю 52,5. Суттєва різниця існує тільки в межах ранніх термінів тверднення, в зв'язку з чим за показником ранньої міцності цементи поділяються на три класи: звичайної міцності (N), високої міцності (R) і низької міцності (L), застосованої тільки для шлакопортландцементу (табл.3).

В національному додатку залишається розподіл звичайних цементів по групах за ефективністю пропарювання, метод її визначення в Україні, що наведено в Додатку НА до цього стандарту.

Добре відомо, що міцність цементу залежить від методу приготування і умов тверднення зразків, в тому числі від форми зерен і гранулометричного складу піску, водоцементного відношення, процедур перемішування, ущільнення і зберігання зразків. Ці фактори по-різному визначені в ДСТУ Б EN 196-1:2007 і ДСТУ Б В.2.7- 187:2013, яким залишено старі вимоги до водоцементного відношення і характеристики піску. За ДСТУ Б EN 196-1:2007 передбачається використання поліфракційного піску з розміром зерен від 0,08 до 2,00 мм та водоцементного відношення 0,5, за ДСТУ Б В.2.7- 187:2013 – монофракційний пісок з розміром зерна від 0,5 до 0,9 мм та водоцементного відношення 0,39, яке підлягає корегуванню після визначення розпливу на струшувальному столику. Випробування більше 100 проб цементу за цими двома стандартами свідчать, що показник 2-х добової міцності за ДСТУ Б В.2.7- 187:2013 становить на 30% більше показника за ДСТУ Б EN 196-1:2007 при тому, що стандартна міцність на 28 добу майже однакова. Між тим споживачі цементу найчастіше дають перевагу випробуванням за ДСТУ Б EN 196-1:2007, які давно вже не викликають труднощів.

Слід звернути увагу на важливість такого показника, як термін тужавлення, з врахуванням розширення номенклатури цементів і відповідного впливу його на технологічні (реологічні) властивості бетонної суміші. Початок тужавлення обмежується діапазоном між 45 та 75 хв. Практика свідчить, що такого терміну вистачає для

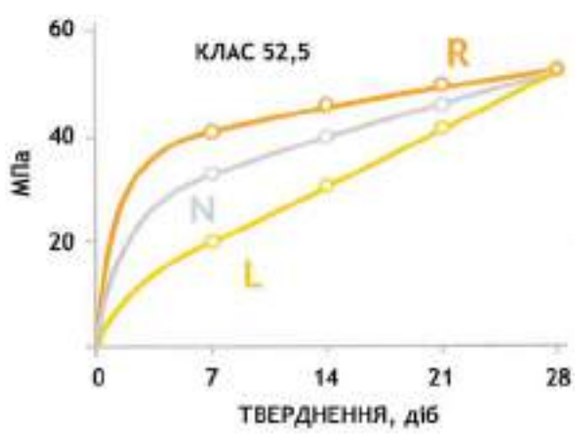


Рис. 1. Зміна міцності цементного каменю при твердненні в часі

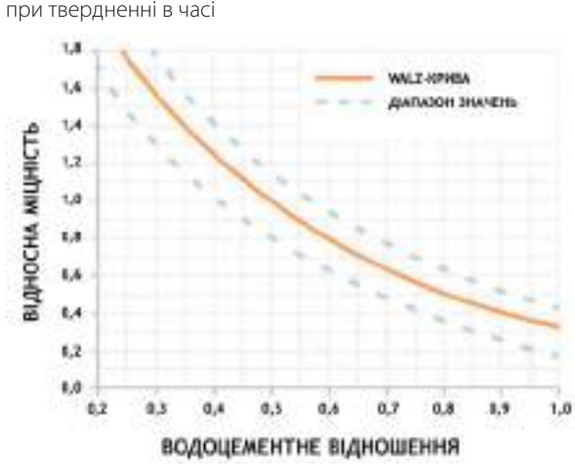


Рис. 2. Зміна відносної міцності в залежності від водоцементного відношення

Таблиця 3.

Характеристичні значення міцності цементів

Клас міцності	Рання міцність, МПа	Стандартна міцність, МПа	
	2 доби	7 діб	28 діб
32,5 L*	-	≥12,0	≥32,5 ≤52,5
32,5 N	-	≥16,0	
32,5 R	≥10,0	-	
42,5 L*	-	≥16,0	≥42,5 ≤62,5
42,5 N	≥10,0	≥16,0	
42,5 R	≥20,0	-	
52,5 L*	≥10,0	-	≥52,5
52,5 N	≥20,0	-	
52,5 R	≥30,0	-	

*клас ранньої міцності, визначений тільки для CEM III

приготування і укладання бетонної чи розчинової суміші. При цьому різні вимоги до сумішей для конструкцій заводського виробництва і тих, що транспортуються для монолітного укладання. Між початком тужавлення і швидкістю тверднення не існує прямого зв'язку, але можна стверджувати, що для цементів з більш короткими термінами тужавлення (кінець до 2 г) характерним є більш швидкий набір міцності. Цемент, який схватився раніше нормованого часу для відповідного класу міцності, не є нормальним, хоча це не позначається негативно на інших його властивостях, якщо бетонна суміш укладена в достатній мірі щильно. Цемент, який уже через декілька хвилин після додавання води тужавіє з виділенням теплоти, часто має незадовільні інші властивості. Саме тому недоцільним є використання напівгідрату сульфату кальцію або його утворення в результаті високої температури при помелі (явища «хибного» тужавлення) і дуже уважно потрібно ставитись до вибору додаткових компонентів при помелі, які представлені органічними сполуками, що уповільнюють тужавлення і тверднення до небажаних меж.

Досить узагальнено висвітлюється в EN 197-1:2011 питання довговічності, підкреслюється приорітетність в цьому питанні регламентацій EN 206-1 [національний стандарт ДСТУ Б В.2.7-176:2008 (EN 206-1^2000, NEQ)] Національним поясненням дається посилання на Додаток НБ, де пропонуються періодичність і методи визначення будівельно-технічних властивостей, що в певній мірі впливає на гарантії довговічності.

Критерії відповідності

Відомо, що стабільність властивостей цементу впливає на весь технологічний процес отримання бетону і його якість. Відповідно Регламенту Європейського Союзу №305/2011 встановлені конкретні методи визначення і контролю стабільності властивостей будівельної продукції. У зв'язку з цим в стандарті EN 197-1:2011 введений критерій відповідності, яким підтверджується стабільність властивостей цементу. Цей показник – найбільш суттєва відзнака європейського стандарту від національного ДСТУ Б В.2.7-46:2010. Для всіх показників якості введено поняття «нижнє довірче значення», обчислення якого здійснюється з використанням точкової проби, яка береться в той самий час і в тому самому місці, що і при контрольному випробуванні, і яка може бути отримана об'єднанням однієї або більше безпосередньо відібраних послідовних одиничних проб. Наприклад, стабільність показника міцності цементу підтверджується, якщо забезпечується умова:

$L \leq X - K S$,

де

L – нижнє довірче значення у відповідності з класом міцності, МПа;

X – середнє арифметичне сукупності результатів внутрішніх випробувань цементу за контрольний період, МПа;

S – стандартне відхилення сукупності результатів внутрішніх випробувань цементу за контрольний період, МПа;

K – константа приймання, яка залежить від ряду факторів, в тому числі кількості результатів випробувань, і наводиться в стандарті.

Фактичне значення L можна розглядати як показник надійності, що дозволяє оцінити цемент з гарантованими нормованими характеристиками. Стандарт регламентує граничні значення одиничних результатів при визначенні всіх властивостей цементу, наприклад, для оцінки міцності вони наведені в табл. 4.

Приклади використання в бетоні

Накопичений за декілька років виробниками і споживачами досвід користування ДСТУ Б EN 197-1:2008 дозволяє навести приклади щодо використання цементу в бетонах різної функціональності і, безумовно, носять вибірковий характер по відношенню до цементів з конкретними властивостями серед всього різноманіття цементів, які пропонуються новою редакцією норми EN 197-1:2011.

Портландцемент CEM I 52,5R ($S_{пит}$ = 5000 см²/г; початок тужавлення 2 г 10 хв, кінець тужавлення 2 г 50 хв; ТНГ = 30%; міцність на 2 д = 38 МПа, інтенсивне тепловиділення в початковий період гідратації – більше 270 Дж/г протягом 41 год за EN 196-9) – найбільш «шляхетний» цемент, при мінімізації витрати якого доцільне використання в рецептурі бетону класу за міцністю ≥ C 35/45 для конструкцій монолітного будівництва, в т.ч. зимового бетонування з відповідними засобами для виключення термічних тріщин; для залізобетонних конструкцій з попереднім напруженням арматури, в т.ч. без використання теплової обробки; для відповідальних інженерних споруд при необхідності у високоміцному бетоні класів за міцністю до C 100/115.

Таблиця 4.

Нижнє граничне значення одиничних результатів визначення міцності

Властивість		Граничні значення одиничних результатів								
		Клас міцності								
		32,5 L	32,5 N	32,5 R	42,5 L	42,5 N	42,5 R	52,5 L	52,5 N	52,5 R
Рання міцність, МПа	2 д	-	-	8,0	-	8,0	18,0	8,0	18,0	28,0
	7 д	10,0	14,0	-	14,0	-	-	-	-	-
Стандартна міцність, МПа	28д	30,0			40,0			50,0		

Портландцемент CEM I 32, R ($S_{пит}$ = 3100 см²/г; початок тужавлення 2 г 25 хв, кінець тужавлення 3 г 20 хв; ТНГ = 26%; міцність на 2 д = 24 МПа; тепловиділення в межах 270 Дж/г) – цемент найбільш широкого призначення для бетону класів за міцністю не більше С 30/35, що востребуваний всіма видами бетонних робіт із забезпеченням досить високої ранньої міцності, в т.ч, для конструкцій монолітного і збірного будівництва, влаштування підлог в промислових приміщеннях.

Портландцемент з шлаком CEM II/A-S 42,5 R ($S_{пит}$ = 4200 см²/г; початок тужавлення 2 г 25 хв, кінець тужавлення 3 г 20 хв; ТНГ = 29%; міцність на 2 д = 28 МПа, рівномірне тепловиділення понад 270 Дж/г протягом 7 діб за EN 196-8) – для бетонів класом за міцністю від С 30/35 до С 40/50, призначених для збірних залізобетонних конструкцій, масивних монолітних конструкцій, в тому числі при здійсненні робіт в умовах понижених температур; для виготовлення бетонних елементів дорожнього устрою у вигляді бордюрних каменів, фігурних елементів мощення.

Шлакопортландцемент CEM III/A 32,5 N ($S_{пит}$ = 3000 см²/г; початок тужавлення 2 г 50 хв, кінець тужавлення 4 г 20 хв; ТНГ = 27%; міцність на 7 д = 16 МПа, понижене тепловиділення 250 Дж/г протягом 7 діб за EN 196-8) – для рядових важких бетонів класом за міцністю до С 35/45, в тому числі з регламентованою в терміни після 28 діб проектною міцністю, призначених для масивних конструкцій спеціальних інженерних споруд, перш за все при їх експлуатації в умовах дії мінералізованих вод.

Для оцінки зв'язку між міцністю цементу і міцністю бетону може використовуватися поняття «відносної міцності», запропоноване науково-дослідним інститутом цементної промисловості Німеччини, що визначається як відношення міцності при стиску бетонних зразків регламентованого складу з ребром 150 мм після тверднення протягом 28 діб і випробуванні за DIN 1048 до стандартної міцності цементу, визначеної за EN 196-1:2007. Залежність цього показника від водоцементного відношення відома як «Walz-крива» (рис. 2). За допомогою кривої при виробництві бетону подібно принципам користування номограмами теоретичними і експериментальними можна вирішувати практичні задачі: вибирати цемент за класом міцності, прогнозувати міцність бетону при заданому класі міцності цементу і водоцементному відношенні в бетоні, визначати водоцементне відношення в бетоні при заданих класах міцності бетону і цементу.

Висновки

Європейські норми на цемент системно і послідовно вдосконалюються з метою максимального наближення до вимог забезпечення стабільної якості цементу і врахування умов його використання в бетоні. Їх впровадження в систему національних стандартів здійснюється поступово з накопиченням відповідного досвіду, супроводжується узагальненням вимог і регламентуючих положень, що дозволяє вважати доцільним виключення паралельної дії стандартів одного призначення і переходу на європейські норми тотожного перекладу з можливостями введення національних приміток.

ДО ВИХОДУ У СВІТ МОНОГРАФІЇ «ЩЕЛОЧНЫЕ ЦЕМЕНТЫ» *

Книжковий світ отримав нову монографію «Щелочные цементы», підготовлену авторським колективом у складі Кривенка П. В., Рунової Р. Ф., Саницького М. А., Руденко І. І. (м. Київ, видавництво ТОВ «Основа», 2015 р., с. 446), яка є свідоцтвом розвитку наукової школи Київського національного університету будівництва і архітектури, основи якої закладалися в середині 50-х років минулого століття під керівництвом професора Глуховського В. Д.

В монографії наводяться результати досліджень лужних цементів в усьому діапазоні запропонованих класифікацією національного стандарта ДСТУ Б В.2.7-181:2009 «Цементи лужні. Технічні умови». Надзвичайно важливим є висвітлення концепції створення лужних цементів як реалізації ідеї моделювання природних процесів мінерало- і породоутворення в умовах будівельної індустрії з метою отримання штучного каменя, довговічність якого визначається його подібністю властивостям природного каменю (розділи 1,2). Не менш важливим є звернення уваги на питання термінології, зміни, які відбувалися у зв'язку з розширенням вихідних понять («грунтосилікати», «грунтоцементи») до конкретизованих сировиною і властивостями («геоцементи»), а також з врахуванням світових здобутків у цьому напрямку («геополімери», «лужноактивовані цементи»).

Корисним для дослідників лужних алюмосилікатних систем є експериментальний матеріал, що присвячений ідентифікації фазового складу продуктів гідратації в можливих оксидних системах, моделюючих цементні композиції (розділ 3). Фактично цей матеріал може служити як довідниковий при дослідженні фізико-хімічних процесів в складних лужних алюмосилікатних системах.

Сучасний рівень розвитку досліджень висвітлюють дані про пластифікацію лужних цементів, особливості вибору хімічних добавок, ефективних до дії у високолужному середовищі (розділ 5). Автори наводять проблемні питання, вирішення яких визначать шляхи подальшого розвитку як цементних систем, так і їх використання в спеціальних матеріалах. На відзнаку від досить добре висвітлених в минулому питань отримання бетонів на основі шлаколужного цементу, перш за все жорстких бетонних сумішей для конструкцій заводського виробництва, пластифіковані бетонні суміші на основі лужних цементів потребують подальших досліджень. Деякі з перспективних напрямків показані в розділі 6 монографії: сухі будівельні суміші, розчини для тампонування свердловин, композиції для іммобілізації токсичних відходів.

Для читачів особливо корисним можна вважати список джерел, на які даються посилання за текстом – він становить 438 робіт, в тому числі більше 200 іноземних авторів.

Не можна не звернути уваги на високий технічний рівень видання: 153 рисунка та 74 таблиці виконані дуже якісно і залишають виключно позитивне враження.

На завершення вражень від монографії хочеться підкреслити одну емоційну деталь: автори присв'ячують книгу пам'яті своїх вчителів. Це добре виховне посилання молодому поколінню.

Бажаємо всім зацікавленим в проблемі приємного ознайомлення з запропонованим виданням.

Солодкий С. Й.,
Завідувач кафедри автомобільних шляхів
Національного університету
«Львівська політехніка»,
доктор технічних наук, професор

Зацікавлені можуть замовити монографію зателефонувавши за номером +38 (096) 426-05-07

** Щелочные цементы (Кривенко П.В., Рунова Р.Ф., Саницький М.А., Руденко І.І.), К., ТОВ «Основа», 2015, 446 с*

УДК 624. 13; 621. 644. 073

Галинский А. М.

Галинский А. М., канд. техн. наук, директор,
Государственное предприятие «Научно-исследовательский институт строительного производства» (ГП НИИСП), г. Киев

ПОДБОР СОСТАВА ТВЕРДЕЮЩЕГО РАСТВОРА ДЛЯ УСТРОЙСТВА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННОГО ЭКРАНА

В Научно-исследовательском институте строительного производства (Украина, Киев) ведутся исследования технологии возведения горизонтальных противофильтрационных экранов (ГПЭ) под существующими сооружениями с использованием метода горизонтально-направленного бурения скважин. Между двумя параллельными горизонтальными скважинами, в которых для предотвращения обрушения затянуты ограничители захваток, специальным рабочим органом устраивается ГПЭ из твердеющего противофильтрационного материала (ПФМ). Для подбора состава твердеющего ПФМ в институте проведен комплекс лабораторных исследований и исследований на крупномасштабном специализированном стенде. Исследования проводились с использованием метода планирования эксперимента. В результате исследований подобран состав твердеющего глино-цементно-песчаного раствора, позволяющий получить наименьшую водопроницаемость экрана, характеризуемую коэффициентом фильтрации $K = 4{,}7 \cdot 10^{-7}$ см/с, определены физико-механические показатели как жидкого, так и затвердевшего раствора, а также определено влияния количества отдельных составляющих на свойства жидкого раствора и ПФМ в затвердевшем состоянии.

Постановка проблемы

Одной из задач защиты окружающей среды является задача защиты грунтов и грунтовых вод от загрязнения токсичными стоками, а также стоками с радионуклидами. Проблема локализации таких стоков может решаться различными методами, среди которых технология устройства замкнутой совершенной противофильтрационной завесы способом «стена в грунте» является достаточно надежной. Однако эффективность такой вертикальной завесы значительно снижается в случае отсутствия на практически досягаемой глубине водоупорного слоя грунта, в который должна быть заглублена завеса. При отсутствии водоупора проблему можно решить, применяя новую технологию устройства горизонтального экрана под существующими сооружениями. Для обеспечения противофильтрационной надежности экрана необходимо подобрать состав твердеющего тампонажного раствора, который отвечал бы требованиям по плотности, вязкости, водоотдаче, и определить его физико-механические показатели, как в жидком, так и затвердевшего состоянии, и взаимное влияния его составляющих.

Анализ исследований по выбранной теме

Анализ литературы в области строительства противофильтрационных сооружений с целью защиты грунтов и грунтовых вод от загрязнения, показал необходимость применения новых технологий и проводить исследования в нескольких направлениях:

- анализ работ Смородинова М.И., Филахтова А.Л, Зубкова В.М., Круглицкого Н.Н. Чернухина А.М, Феоктистовой Н.В., исследований, проведенных в НИИОСП им. Герсеванова Н.М. (г. Москва) и НИИСП, (г. Киев), показал необходимость совершенствования методов локализации загрязненных грунтов и грунтовых вод при отсутствии на досягаемой глубине водоупора и необходимость создания твердеющих противофильтрационных растворов;

- анализ информации о методе горизонтально-направленного бурения, машинах, оборудования и растворах, применяемых при бурении, показал возможность создания на базе этого метода новой технологии возведения горизонтального противофильтрационного экрана, который может быть использован для локализации загрязнений в случае отсутствия водоупора, и необходимость разработки рецептуры твердеющих растворов для горизонтального экрана.

Основное содержание

В Научно-исследовательском институте строительного производства (Украина, Киев) ведутся исследования технологии возведения горизонтальных противофильтрационных экранов (ГПЭ) под существующими сооружениями. Технология возведения ГПЭ базируется на технологии устройства горизонтальных скважин методом горизонтально-направленного бурение ГНБ.

Актуальность таких исследований подтверждается необходимостью защиты окружающей среды, и в частности, защиты грунтов и грунтовых вод от загрязнения техногенными стоками промышленных предприятий, в том числе и стоками, загрязненными радионуклидами.

Новая технология устройства ГПЭ под сооружением (Рис.1, 2), включает в себя бурение направляющих горизонтальных скважин методом ГНБ, затягивание в скважины разделительных элементов из полимерных труб (РЭ), разработку грунта между скважинами с разделительными элементами грунторазрабатывающим рабочим органом и заполнение образовавшейся горизонтальной полости противофильтрационным материалом (ПФМ) [1,2].

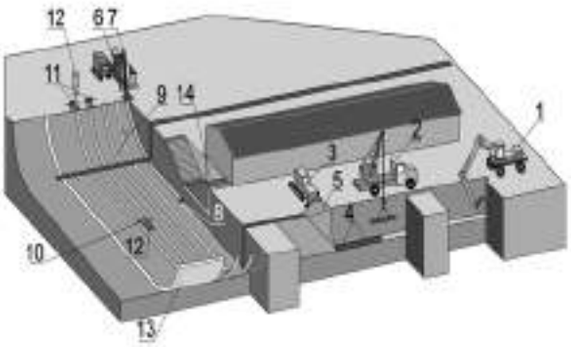


Рис. 1. Технология устройства ГПЭ под сооружением
1 – экскаватор, 2 – автокран, 3 – бульдозер, 4 – дренажная труба, 5 – щебень для дренажа, 6 – установка ГНБ, 7 – буровая штанга, 8 – буровая головка, 9 – горизонтальная скважина, 10 – рабочий орган, 11 – лебедка, 12 – ПФМ, 13 – ГПЭ, 14 – хранилище

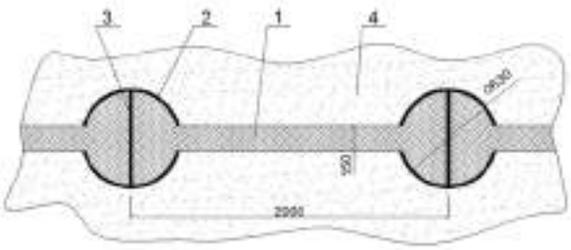


Рис. 2. Фрагмент ГПЭ
1 – ГПЭ; 2 – разделительный элемент из полимерной трубы; 3 – перегородка разделительного элемента из полимерного листа (ребро жесткости); 4 – окружающий грунт

Исследования технологии устройства горизонтальных экранов под сооружениями направлены на изучение взаимного влияния конструктивно-технологических параметров, в том числе:

- влияния вертикального давления на усилие перемещения рабочего органа в песках;
- оценку влияния вертикального давления на формирование горизонтального экрана из твердеющего материала;
- подбор составов твердеющих тампонажных материалов и определение их характеристик для обеспечения сплошности и противофильтрационной надежности горизонтального экрана;
- изучение и оценка способов подачи противофильтрационных материалов в горизонтальную полость, образованную грунторазрабатывающим рабочим органом и т.д.

Для определения технологических параметров и их взаимного влияния при возведении ГПЭ исследования проводились как на приставке к сдвиговому прибору ПГС-2М, так и на крупномасштабном специализированном стенде [3,4].

Анализируя технологию устройства ГПЭ, нужно отметить, что основными процессами являются: процесс образования полости в грунте, который происходит в результате перемещения рабочего органа в замкнутой грунтовой среде практически безотвальным способом и процесс заполнения образовавшейся полости ПФМ.

Согласно разработанной технологии, для предотвращения обрушения полости, которая образуется за рабочим органом, через форсунки рабочего органа непрерывно под давлением подается твердеющий противофильтрационный материал (твердеющий тампонажный раствор).

С технологической точки зрения твердеющий раствор должен обладать различными, а иногда и противоречивыми свойствами.

На первом этапе приготовления и подачи твердеющего раствора к образованной полости раствор должен обладать тиксотропными свойствами – быть очень подвижным и не расслаиваться в системе подачи раствора к месту укладки.

В связи с тем, что раствор в полость грунта подается через форсунки расположенные в корпусе рабочего органа, раствор должен обладать свойствами инъекционного раствора, который должен свободно пройти через систему разнонаправленных узких отверстий.

Когда жидкий инъекционный раствор попадает в полость грунта, например, песчаного, окружающий грунт начинает, как правило, интенсивно поглощать воду из раствора. В изменившихся внешних условиях при потере значительного количества воды, твердеющий раствор уплотняется, приобретая свойства строительного раствора, остаточное водоцементное отношение которого значительно меньше первоначального.

Поэтому, для создания качественного противофильтрационного экрана, важной задачей является подбор состава твердеющего ПФМ с определением физико-механических показателей как жидкого, так и затвердевшего раствора, а также определение влияния количества отдельных составляющих на свойства растворной смеси и раствора в затвердевшем состоянии.

Предварительными исследованиями установлено, что с технологической точки зрения применение безпесчаных растворов оказалось более сложным и менее надежным в части образования сплошного экрана, чем применение глино-цементно-песчаных растворов. При этом, сложности сказывались не только на необходимости в 2-3 раза увеличивать скорости перемещения рабочего органа в случае применения беспесчаных растворов, но и то, что беспесчаные растворы имеют значительно большую водоотдачу [3].

Исходя из вышесказанного, составы твердеющих растворов разрабатывались на основе цементно-глинистых композиций с включением тонкодисперсного наполнителя:

- портландцемент ПЦ II / А–Ш–400;
- бентонитовый глинопорошок марки ПБМ-16 из глины Черкасского месторождения;
- песок неогеновый белый тонкозернистый;
- вода.

Для решения задачи подбора состава твердеющего глино-цементно-песчаного ПФМ определялись физико-механические характеристики и контролировалось качества исходных материалов на стандартном оборудовании в соответствии с действующими стандартами [5,6,7,8]:

для растворной смеси в тиксотропном состоянии (жидкого раствора):

- водоудерживающая способность, %;
- плотность, г/см^3;
- подвижность по конусу АзНИИ, мм;
- условная вязкость, с;
- срок сохранения подвижности раствора, мин
- расслоение, %;
- водоотделение, %;

для затвердевшего раствора:

- прочность при сжатии, кгс/см^2;

– прочность на растяжение при изгибе, кгс/см^2;
– плотность, г/см^3;
– влажность по массе, %;
– водопоглощение по массе, %;
– коэффициент фильтрации, Кф · 10^{-7}, см/с

Некоторые виды испытаний приведены на рисунках 3, 4, 5 и 6.

Подбор состава твердеющего ПФМ производился по методу планирования эксперимента [9,10,11,12].

В качестве факторов были определены: расходы бентонитового глинопорошка (x_1), цемента (x_2) и воды (x_3). Эти факторы отвечают основным требованиям, предъявляемым к переменным величинам – являются управляемыми, количественными, совместимыми и независимыми друг от друга (некоррелированными между собой).

За функции отклика при подборе состава раствора были приняты: плотность жидкого раствора ($\rho_ж$, г/см^3); плотность затвердевшего раствора ($\rho_{тв.}$, г/см^3); предел прочности на растяжении при изгибе ($R_{изг.}$, кгс/см^2); предел прочности при сжатии ($R_{сж}$, кгс/см^2); коэффициент фильтрации ($К_ф$, см/с).

Функцию отклика y для трех переменных можно представить в виде:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 , (1)$$

и поэтому, для необходимых четырех опытов (поскольку коэффициентов регрессии тоже четыре – b_0, b_1, b_2, b_3), была применена матрица планирования в виде «полуреплики» 2^{3-1} от полного факторного эксперимента 2^3.

Предварительные исследования технологии устройства ГПЭ также позволили установить технологически разумные пределы, в которых могут изменяться факторы, и выбрать нулевой уровень и интервалы варьирования факторов. Указанные величины достаточно близко характеризуют область применения каждого фактора, которая отражает технологические условия устройства ГПЭ. Уровни факторов и интервалы их варьирования приведены в таблице 1, а их натуральные показатели в таблице 2.

Таблица 1.

Уровни факторов и интервалы их варьирования

Уровень факторов и интервал варьирования	Наименование факторов	Глинопорошок	Цемент	Вода
	Кодовое обозначение	x_1	x_2	x_3
Основной	x_0	100	130	715
Интервал варьирования	δ_i	10	15	80
Верхний	$x_i = +1$	110	145	795
Нижний	$x_i = -1$	90	115	635

Таблица 2.

Планирование эксперимента в натуральных показателях

Точки плана V	x_0	Планирование			Песок*, const
		Глинопорошок, x_1	Цемент, x_2	Вода, x_3	
1	+1	90	115	795	317
2	+1	110	115	635	317
3	+1	90	145	635	317
4	+1	110	145	795	317

Рис. 3 Испытание образцов балочек затвердевшего раствора на растяжение при изгибе на приборе МИИ-100

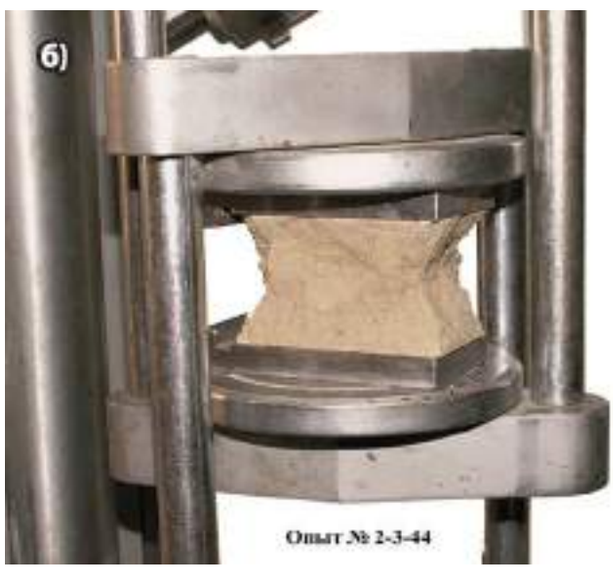


Рис. 4. Испытание образца балочки твердеющего раствора при сжатии
а) – общий вид испытательной машины МР-05-1;
б) испытание образца

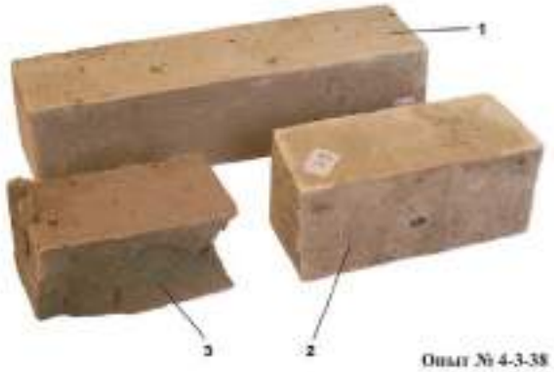


Рис. 5. Испытание образцов балочек твердеющего раствора.
1 – общий вид образца балочек для испытания;
2 – половинка балочки после испытания образца на растяжение при изгибе;
3 – половинка балочки после испытания на сжатие

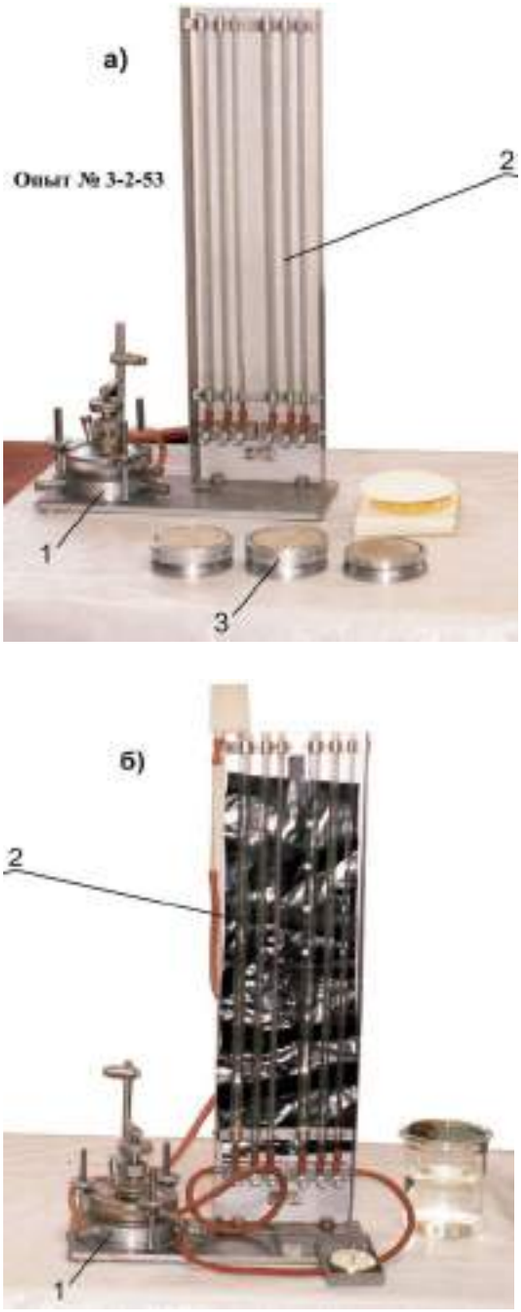


Рис. 6. Определение фильтрационных свойств образцов твердеющего раствора
1 – одометр с образцом; 2 –пьезометры; 3 – кольца с образцами; а) прибор ПФ-1 для водонасыщения образцов; б) прибор ПФ-1 для определения коэффициента фильтрации

В результате проведенных экспериментов, для вышеуказанных параметров, были получены 5 уравнений регрессии, которые практически полностью описывают результаты эксперимента:

для жидкого раствора:

– плотность –
$$y = 1378 + 3{,}25x_1 + 5{,}25x_2 - 33{,}75x_3 \quad (2)$$
для затвердевшего раствора:
– плотность –
$$y = 1689 + 11x_1 + 21{,}5x_2 + 7{,}5x_3 \quad (3)$$
– прочности на растяжение при изгибе –
$$y = 412 + 64x_1 - 4{,}5x_2 + 23x_3 \quad (4)$$
– прочности при сжатии –
$$y = 22{,}25 - 0{,}25x_1 + 2{,}75x_2 - 0{,}75x_3 \quad (5)$$
– коэффициента фильтрации –
$$y = 53{,}5 - 2{,}5x_1 - 5{,}5x_2 - 1{,}5x_3 \quad (6)$$

Проверка результатов по принятому плану проведения экспериментов показала воспроизводимость результатов по критерию Кохрена, их адекватность принятой линейной модели по критерию Фишера и то, что все коэффициенты регрессии уравнений являются значимыми по критерию Стьюдента.

Известно, что чем больше по абсолютному значению величина коэффициента регрессии – b_i, тем сильнее влияние его на параметр оптимизации в заданном интервале варьирования факторов [11]. Если $b_i > 0$, то увеличение X_i вызывает увеличение параметра оптимизации; при $b_i < 0$ увеличение приводит к уменьшению параметра оптимизации.

Одним из важнейших показателей свойств раствора являются прочность при сжатии и коэффициент фильтрации. Как видно из уравнений (5) и (6), наибольшее влияние на рассматриваемые параметры оптимизации оказывает расход цемента. Для улучшения показателей раствора по прочности на сжатие и коэффициента фильтрации необходимо в составе раствора повысить расход цемента.

Для улучшения показателя плотности жидкого раствора – уравнение (2) необходимо обратить внимание на расход воды. Плотность затвердевшего раствора – уравнение (3) в значительной мере также будет зависеть от расхода цемента.

Испытание затвердевшего раствора на растяжение при изгибе имеет сложную систему распределения разрушающих нагрузок. Поэтому, в узком интервале варьирования и при возрасте образца 28 суток, выступают на первый план воздействия более пластичного материала, бентонитового глинопорошка – уравнение (4).

Обобщенные результаты испытаний жидкого и затвердевшего растворов приведены в таблице 3. Составы № 1–№ 4 использованы в точках плана математического планирования эксперимента, № 5 – состав точки в центре планирования.

Как уже отмечалось выше, раствор ПФМ должен обладать свойствами иньекционного раствора и не расслаиваться в системе подачи раствора к месту его укладки. Исходя из этих требований, было определено, что условная вязкость должна быть в пределах 30-38с, а плотность в пределах 1,33-1,36 г/см^3. Исходя из этого, а также результаты опытов в запланированных точках плана, был разработан состав твердеющего раствора № 6 (см. табл. 3), который наиболее точно отвечает предъявленным требованиям.

Результаты подбора состава твердеющего глино-цементно-песчаного ПФМ были использованы в экспериментах на крупномасштабном стенде при отработке технологии создания ГПЭ. Образцы экрана показаны на рис. 7.

Таблица 3.

Результаты испытаний жидких и затвердевших растворов

№ п/п	Наименование показателей	Номера составов					
		1	2	3	4	5	6
1	**Расход материалов, г/л:**						
	– глинопорошок бентонитовый	90	110	90	110	100	106
	– цемент	115	115	145	145	130	141
	– вода	795	635	635	795	715	792
	– песок	317	317	317	317	317	317
2	**Жидкий раствор:**						
	– водоудерживающая способность, %	88,91	93,06	91,22	89,97	88,33	89,90
	– плотность, г/см^3	1,336	1,410	1,414	1,353	1,378	1,359
	– подвижность по конусу АЗНИИ, мм	180	105	130	145	180	165
	– условная вязкость, с	30	–	–	60	30	38–37
	– срок сохранения подвижности раствора, мин	35	2	5	10	30	30
	– расслоение, %	0,22	0	0	0,36	0,43	0,40
	– водоотделение, %	1	0	0	0,5	0,5	0
3	**Затвердевший раствор (на 28 сутки):**						
	– прочность при сжатии, кг/см^2	19	20	26	24	28	28
	– прочность на растяжение при изгибе, кг/см^2	3,75	4,57	3,20	4,94	4,13	5,77
	– влажность по массе, %	46,0	45,5	45,0	46,0	45,5	46,0
	– водопоглощение по массе, %	9,3	10,0	9,2	10,8	9,5	10,4
	– коэффициент фильтрации, Кф·10^{-7}, см/с	6,0	5,8	5,2	4,4	5,2	4,7
	– средняя плотность, г/см^3	1,664	1,671	1,692	1,729	1,690	1,702

Результаты исследований фрагментов экрана, полученных на стенде, приведены в таблице 4.

Из таблицы следует, что при образовании экрана на стенде технологические факторы влияют на характеристики затвердевшего раствора.

Так, средняя прочность экрана при сжатии уменьшается на 28 сутки по сравнению с прочностью образцов, испытанных при подборе состава раствора от 12 до 19 % и составляет соответственно 24,73-22,75 кг/см^2.

Плотность экрана при твердении на воздухе на 28 сутки за счет потери более 90 % влажности уменьшается почти на 45 % и составляет всего 0,9 г/см^3, в то время, как при твердении во влажном песке плотность уменьшается на 6,1 % и составляет 1,53 г/см^3 при влажности 47,1 %., что на 10,1 % меньше плотности образцов, испытанных при подборе состава раствора.

Плотность экрана, полученного на стенде, за счет уменьшения его влажности уменьшается на от 10-45 %, однако плотность скелета уменьшается всего на 5-14 %, а, следовательно, водопроницаемость экрана остается практически неизменной.

Рис.7. Горизонтальный экран из глино-цементно-песчаного материала
а) фрагмент полос экрана (1) в песке (2) на стенде (3);
б) фрагмент затвердевшего экрана для испытаний

Таблица 4.

Средние значения показателей фрагментов экрана, полученных на стенде

№ п/п	Наименование показателей	На 1-е сутки	На 14-е сутки	На 28-е сутки
	При выдерживании фрагментов экрана на воздухе при температуре 21-22 °С			
1	Прочность при сжатии*, кг/см^2	4,65	16,72	24,73
2	Влажность, %	64,12	8,4	4,55
3	Плотность, г/см^3	1,63	1,02	0,9
4	Плотность скелета, г/см^3	1,0	0,93	0,86
5	Коэффициент пористости	1,82	2,1	2,27
	При выдерживании фрагментов экрана во влажном песке (35-40 %) при температуре 21-22 °С			
6	Прочность при сжатии, кг/см^2	4,65	13,21	22,75
7	Влажность, %	64,12	52,21	47,1
8	Плотность, г/см^3	1,63	1,59	1,53
9	Плотность скелета, г/см^3	1,0	0,97	0,95
10	Коэффициент пористости	1,82	1,84	1,9

** Прочность при сжатии на 1-е сутки определялась с помощью пенетрометра*

Выводы

1. В результате проведенных экспериментов по подбору состава твердеющего глино-цементно-песчаного раствора для ГПЭ было установлено, что наименьшая водопроницаемость экрана, характеризуемая коэффициентом фильтрации $К_ф = 4,7 \cdot 10^{-7}$ см/с, достигается при таких соотношениях компонентов: бентонитовый глинопорошок – 106 г/л, цемент – 141 г/л, вода-792 г/л и песок – 317 г/л, при этом плотность жидкого раствора должна находиться в пределах 1,35-1,37 г/см^3, а условная вязкость – 37-38 с. При таком соотношении компонентов затвердевший раствор на 28 сутки будет иметь прочность при сжатии до 28 кг/см^2, прочность на растяжение при изгибе до 5,77 кг/см^2 и среднюю плотность – 1,702 г/см^3.

2. Эксперименты, проведенные на крупномачштабном стенде, показывают, что технологические факторы оказывают влияние на характеристики затвердевшего раствора, при этом прочность экрана снижается на 12-19 % и находится в пределах 24,73-22,75 кг/см^2, плотность экрана за счет уменьшения его влажности уменьшается на 10,1-45 %, однако плотность скелета уменьшается всего на 5-14 %, а, следовательно, водопроницаемость экрана остается практически неизменной.

3. При разработке составов твердеющих растворов для устройства горизонтального противофильтрационного экрана в реальных условиях строительной площадки, необходимо в состав твердеющего раствора вводить химические добавки для бетонов и растворов, которые регулируют пластичность и сроки твердения раствора.

Литература:

1. Спосіб улаштування екрану під спорудою, /Деклараційний патент на винахід № 35065 А від 15.03.2001, бюл.№ 2.

2. Чернухин А.М., Галинский А.М. Исследование процесса образования полости для устройства подземного экрана под сооружением. Будівельне виробництво, Київ, 2000, № 41, с.37-40.

3. Чернухін О.М., Галінський О.М., Мандзюк І.О. Дослідження процесу укладки тампонажних матеріалів у порожнину для створення горизонтального екрану під спорудою Науково-технічний журнал «Нові технології в будівництві», Київ, НДІБВ, 2002, № 1(3), с. 44-49

4. A. Galinskiy. Research of technology of construction of horizontal impervious screen under the existing structures Conference proceedings. XV Danube-European Conference on Geotechnical Engineering (DECGE 2014). 9-11September 2014, Vienna, Austria, volume 2.Paper No.1213-1219

5. ДСТУ Б В.2.1-17:2009. Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи лабораторного визначення фізичних властивостей.

6. ДСТУ Б В.2.7-239:2010 (EN 1015-11:1999, NEQ). Будівельні матеріали. Розчини будівельні. Методи випробувань.

7. ДСТУ Б В.2.1-3-96 (ГОСТ 30416-96). Основи та підвалини будинків і споруд. Грунти. Лабораторні випробування. Загальні положення

8. ДСТУ Б В.2.1-23:2009. Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи лабораторного визначення коефіцієнта фільтрації.

9. Адлер Ю.П. Введение в планирование эксперимента. – М.,»Металлургия», 1969, – 155с.

10 Налимов В.В., Чернова Н.А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. – М., «Наука», 1965, – 340с.

11. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. – 2-е изд.– М. Финансы и статистика, 1981, –263с.

12. Винарский М.С., Лурье М.В. «Планирования эксперимента в технологических исследованиях. – К., «Техніка», 1975, – 168 с.

УДК 691.3

Чудновський С. М.

Погореляк О. А.

Жовнір П. В.

Орловський В. В.

Чудновський С. М., канд. техн. наук, директор,
Погореляк О. А., виконавчий директор,
Жовнір П. В., заст. директора з якості, НВП «МІСТІМ», м.Рівне,
Орловський В. В., директор, РВЦ «БМ-тест», м. Рівне

РЕЦЕПТУРНО–МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНКИ ЕФЕКТУ ДІЇ ПРОТИМОРОЗНИХ ДОБАВОК ДО БЕТОНІВ ТА РОЗЧИНІВ

Запропоновано при визначення якості правильно використовувати методику визначення протиморозного ефекту дії добавок , що не мають в своєму складі електролітичної основи. Вказано на помилки, що можуть виникати при їх впровадженні у виробництво бетонів, які будуть знаходитись в умовах дії від'ємних температур. В роботі надаються дані, що отримані при застосуванні добавок системи «КОМПЛЕКС» виробництва НВП «МІСТІМ»

НВП «МІСТІМ» розроблено та впроваджено у виробництво ряд ефективних протиморозних добавок системи «КОМПЛЕКС» для зимового монолітного бетонування. Багаторічний досвід використання таких добавок показав, що у виробників та споживачів товарних бетонних сумішей існує плутанина в трактуванні «протиморозності», як ефекту дії згідно національного стандарту /1/. Перші спроби навести ясність в цьому питанні, «Обзор Украинского ринку противоморозных добавок» /4 /, в перегляді властивостей протиморозних добавок тільки викликало певний негатив у спеціалістів та споживачів такої продукції.

Саме визначення протиморозних добавок – це речовини, які за хімічною природою забезпечують гідратацію та твердження цементних бетонів та розчинів за рахунок того, що не дають замерзати воді зачинення, що знаходиться в бетоні, в тому числі в самих тонких шарах та крупних капілярах.

За існуючим світовим досвідом протиморозні добавки розподіляють на 3 групи:

- **перша група** – добавки, що зменшують температуру замерзання рідкої фази бетонної суміші, що належать до числа слабких прискорювачів чи сповільнювачів тужавлення або твердження цементного каменю;
- **друга група** – добавки, що об'єднують сильне прискорення процесів тужавлення та твердження цементного каменю зі здатністю зменшувати температуру замерзання рідкої фази;
- **третя група**, менш відома, – це добавки, що впливають на екзотермічні процеси при гідратації цементу, і тому застосовуються разом з методом «термосного твердження» бетону або методом «термосу».

Методика випробування за стандартом /2/ вимагає на стандартному складі бетону, з певними властивостями вихідних складових, провести пряме замороження бетонної суміші в холодильниках або кліматичних камерах за температури -15 ±5 °С протягом 28 діб. При цьому суміш не тільки не повинна замерзнути, а повинна тверднути, а бетон набрати міцності, значення якої повинна бути не менше 30% міцності бетону без протиморозної добавки, що тверднув в нормальних умовах і отриманий із суміші однакової марки за легкоукладальністю – Р1. Більш точно методика буде описана далі за текстом, а зараз зупинимо увагу по-перше на критерій «протиморозності», так як він відсутній в , так званому огляді /2/, по-друге, за такою методикою добавки другої та третьої групи випробування не пройдуть, по-третє з приходом на будівельний ринок великої кількості добавок, особливо іноземних виробників , актуальним постає питання їх правильної класифікації, як протиморозні згідно цього критерію за механізмом дії.

В багатьох випадках через неточності перекладу існує плутанина з поняттями «можливості застосування на морозі» та «протиморозним ефектом дії». В багатьох випадках вводиться переклад з іноземних мов, як «антифризні» добавки або «добавки антифриз», які виходячи з нашої державної нормативної бази, не мають означення, тобто застосовуватись за такими назвами не можуть. Щоб правильно класифікувати такі добавки в Україні згідно нормативної бази необхідно теж провести їх стандартні випробування.

Настав час в наведені ясності методичних підходів до визначення ефективності добавок для бетонів в зимових умовах твердження, яке стосується рецептурно-методичних аспектів оцінки «протиморозних» добавок.

Методика проведення випробувань протиморозних добавок представлених в Україні за стандартом така /2/.

Проведення випробування бетону за маркою рухомості Р1(осадка конуса Абрамса 1-4см) за стандартним складом бетонної суміші:

- портландцемент ПЦ-І-500 згідно вимогам ДСТУ Б В.2.7-46-96 «Будівельні матеріали. Цемент загально-будівельного призначення. Технічні вимоги.», витратою 350 кг/м^3;
- пісок річковий Мкр = 1,8, згідно вимогам ДСТУ Б В.2.7.-32-95 «Будівельні матеріали. Пісок щільний природній для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови.», витратою 740 кг/м^3;

- щебінь гранітний фр. 5-10 мм та 10-20 мм згідно вимогам ДСТУ Б В.2.7-75-98 «Будівельні матеріали. Щебінь і гравій щільний природній для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні вимоги.» витратою 35% на 65% , що відповідно складає 420 кг на 770 кг;
- вода, згідно вимогам ДСТУ Б В.2.7-273 «Вода для бетонів та розчинів. Технічні вимоги» та забезпечує легкоукладаліність за ОК = 1...4 см.

Висновок ефективності використання протиморозних добавок в бетоні проводиться на основі проведених випробувань зразків, виготовлених із контрольних складів бетону з використанням різних протиморозних добавок.

Суть методу:

- виготовлення контрольних зразків і зразків з протиморозною добавкою;
- контрольні зразки бетону без добавок тримають в нормальних умовах протягом 28 днів, після чого випробовують;
- зразки з протиморозною добавкою після формування поміщають в морозильну камеру, де їх тримають при температурі -15 °С протягом 28 діб.

Результати позитивного ефекту , навмисно повторюємося, дії протиморозної добавки розраховуються за показником відсотку (не менше 30 %) співвідношення показника міцності бетону / 3 /, що тверднув на морозі, від показника міцності / 3 /контрольних зразків, що зберігалися в нормальних умовах бетону без добавок. Дана методика дозволить допомогти потенційному споживачеві підібрати найкращу за техніко – економічними показниками протиморозну добавку.

За нашим досвідом першим зовнішнім критерієм «протиморозності» добавки разом з речовим складом – є концентраційний фактор витрати добавки на 1 м^3, у відсотках від маси цементу, а в поглядах Ратінова В.Б., Розенберг Т. І. та інших від маси води зачинення бетонної суміши . У відповідності до відомих до застосування добавок та їх розподілу на групи – найбільш ефективними за дією на сильних морозах (від -15 °С та нижче) – є електроліти. При цьому чим нижча температура тверднення бетону, тим більше повинна бути їх концентрація в рідкій фазі, тобто зростає витрата самої добавки. Ця витрата може доходити до декількох десятків кг на 1м куб. бетонноїсуміші. Відносно цієї групи в державному стандарті прописана методика випробування добавок на встановлення протиморозного ефекту /1/. Наприклад , відомі протиморозні добавки: нітрити натрію мають діапазон витрати 2,0-10,0%, нітрит-нітрат хлорид кальцію – 3,0-14,0%, нітрит-нітрат кальцію – 3,0-9,0%, хлорид кальцію – 2,0-6,0%, поташ – 5,0-15,0% від маси води .

Так методологичною основою використання добавок системи «КОМПЛЕКС» третьої групи – є науково обгрунтована /5,6/ ідея об`єднання пластифікуючих властивостей добавок , які суттєво зменшують водовміст бетонних сумішей, з самообігрівом бетону під час твердіння за рахунок інтенсифікації тепловиділення гідратуючого цементу. В зимових умовах додатковий імпульсний прогрів тільки компенсує втрати тепла за дії ризьких від`ємних температур навколишньогосередовища. Це дуже небезпечна річ, в зв'язку з тим, що споживач бетону з такими добавками очікує твердіння бетону в умовах прямої дії морозу без застосування спеціальних методів догляду після вкладання. Існує великий ризик замерзання бетонну або розчину із можливістю втрати несучої здатності конструктивних елементів, а саме головне, можливі деструктивні наслідки та аварії, руйнування то що.

Виробник добавок повинен сам вказувати механізм дії свої добавок. В системі добавок «КОМПЛЕКС» присутні всі три групи протиморозних добавок, що пройшли відповідні випробування табл.1, 2 на забезпечення ефекту.

Так методологічною основою використання добавок системи «КОМПЛЕКС» третьої групи , як протиморозні при зимовому монолітному бетонуванні – є науково обґрунтована ідея сумісного використання пластифікуючих (високопластифікуючих) властивостей поверхнево-активних речовин, що входять до складу добавок, які суттєво зменшують водовміст бетонних сумішей, та самонагріву бетону під час твердіння за рахунок інтенсивного тепловиділення шляхом врахування та змін у часі термокінетичних характеристик гідратуючого цементу, або короткотермінового прогріву, що компенсує інтенсивну втрату тепла за низьких від'ємних температур навколишнього середовища /5,6/. Це краще оцінити на конкретному випадку , що зображено на рис.1, де вказана в відсотках міцність бетону від проектного значення разом з розподілом температури, що утворилась в центрі масиву (температура відокремлена різним кольором) від самообігріву. Як бачимо чим більше вона , тим вище відсоток міцності.

Таблиця 1.

Параметри складів бетонів для проведення на відповідність протиморозному ефекту

Марку-вання, розмір зразка, см	Бетонна суміш та група добавки	Кількість добавки, % від маси цементу (л/м^3)	Склад бетонної суміші, кг/м^3				В/Ц	ОК, см
			Цемент	Пісок	Щебінь			
					фр.5-10мм	фр.10-20мм		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
КС 10х10х10	Контрольний склад – без добавки	-	350	740	330	780	0,54	4
ОС1 10х10х10	К-10 група І	3,4	350	740	330	780	0,48	1
ОС2 10х10х10	К-2 група ІІ	3,5	350	740	330	780	0,47	2
ОС3 15х15х15	К-7 група ІІІ	2	350	740	330	780	0,39	4
ОС4* 10х10х10	К-7 група ІІІ	1	350	740	330	780	0,41	3

Примітка : * – зразки вкриті теплоізоляційним матеріалом з термічним опором 1

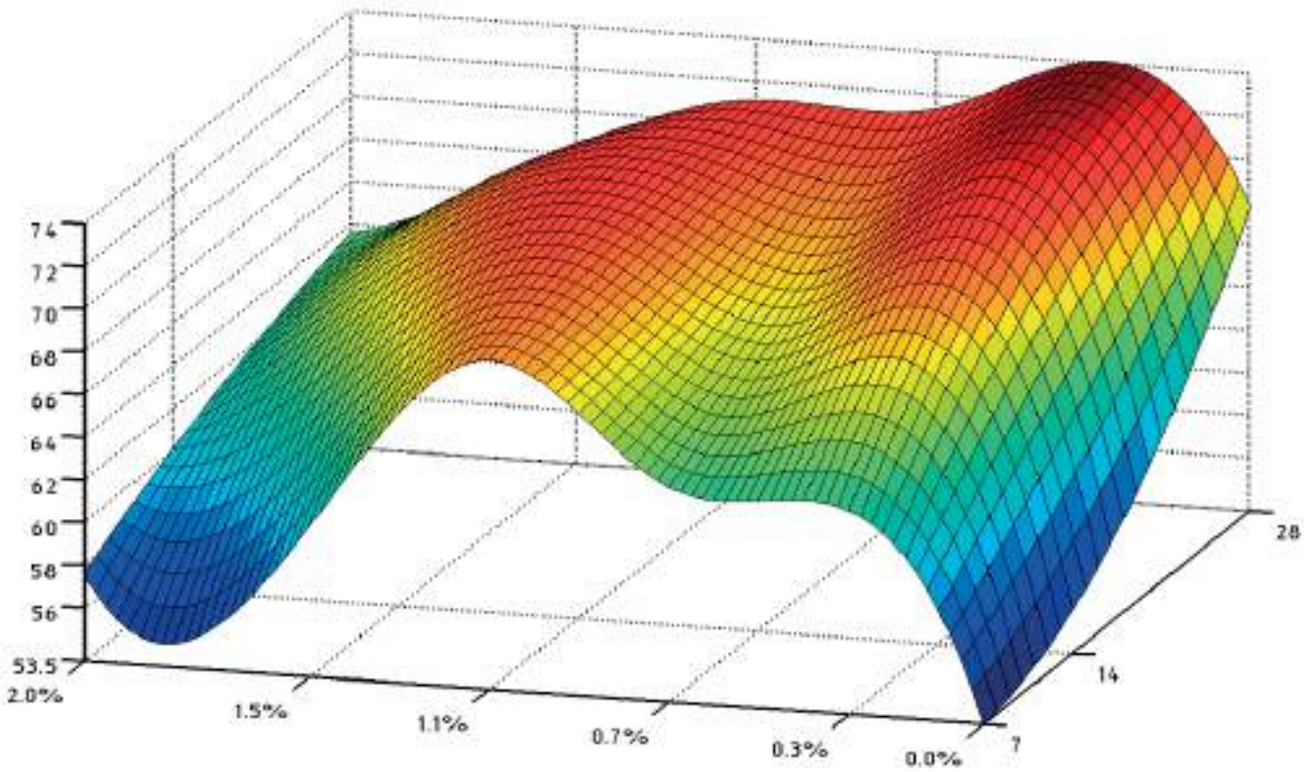


Рис. 1. Залежність відсотка міцності зразків бетону від проектного значення в залежності від витрати добавки (в % від маси цементу) та терміну (діб) тверднення бетону при – 10 °С

Таблиця 2.

Результати випробувань бетонів при твердненні в різних умовах зберігання зразків

Маркування, розмір зразка	Бетонна суміш та група добавки	Середня густина бетону, кг/м³	Міцність на стиск, МПа, Після тверднення в нормальних умовах впродовж			Відсоток від R 28 діб	Умови твердіння
			R 3 доба	R 7 доба	R 28 діб		
1	2	3	4	5	6	7	8
КС 10x10x10	Контрольний склад – без обавки	2411	15,5	25,5	34,0	100	Нормальні умови
ОС1 10x10x10	К-10 група І	2372	-	-	13,1	38,5	-15 °С
ОС2 10x10x10	К-2 група ІІ	2424	-	-	11,9	35,0	-15 °С
ОС3 15x15x15	К-7 група ІІІ	2440	-	-	10,6	31,2	-15 °С
ОС4 10x10x10	К-7 група ІІІ	2430	-	-	13,5	39,7	-15 °С

Висновки

У теперішній час будівництво потребує нових видів бетонів, в т.ч. високоміцних, здатних до самоущільнення і т. д. Високі функціональні властивості таких бетонів можуть бути забезпечені, в першу чергу, за рахунок високоефективних хімічних добавок. Оскільки функціональність бетонів нового покоління постійно розширюється, методичні підходи до перевірки ефективності, апробації і впровадження добавок мають доповнюватися. Особливо потребують розробки нової методики випробувань для добавок третьої групи за механізмом дії, як «протиморзні». Це необхідно, так як в стандарті не враховані термокінетичні показники при твердінні бетону.

Література:

1. ДСТУ Б В.2.7-71:2008. Будівельні матеріали. Добавки для бетонів і будівельних розчинів. Загальні технічні умови (EN 934-2:2001, NEQ)

2. ДСТУ Б В.2.7-69-98. Добавки для бетонів. Методи визначення ефективності.

3. ДСТУ Б В.2.7-43-96. Будівельні матеріали. Бетони важкі. Технічні умови.

4. Центр независимых исследований рынка строительных материалов «Будиндустрия-маркетинг», «Обзор Украинского ринка противоморозных добавок» // Строительные материалы и изделия.-2006- №6, – 20-24.

5. Шушпанов В.А., Забияка В.В., Ковтун А.М., Погореляк А.А., Чудновский С.М. Методологические аспекты применения комплексных модификаторов в ресурсосберегающей технологии бетона //Бетон и железобетон.-1999.-№2.-с.8-10.

6. Ковтун О.М.,Чудновський С.М.,Лівий В.Г. та інш. «Досвід зимового бетонування з використанням інтенсифікаторів тверднення бетону» Будівництво України 1998 .-№6.-с.23-25.

УДК 691.3

Троян В. В.

Сирак А. Ю.

Троян В. В., канд. техн. наук, доцент, Киевский национальный университет строительства и архитектуры (КНУСА), ТОВ «МЦ Баухеми» Украина, г. Березань,
Сирак А. Ю., инженер-технолог ООО «Бетонбуд», г. Львов

ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНЫЕ БЕТОНЫ ПОВЫШЕННОЙ СУЛЬФАТОСТОЙКОСТИ

Рассмотрена эффективность повышения сульфатостойкости цементных бетонов при введении пуццолановых добавок различных типов

Вступление

Отрицательное действие сульфатов на бетон известно с 1877 года. Первые систематические исследования разрушения цементного камня вследствие реакций протекающих при воздействии сульфатов провели Candlot и Michaelis в 1890 году [1]. Эти исследования показали, что повреждения структуры цементного камня связаны с образованием комплексных соединений с большим содержанием кристаллизационной воды таких как эттрингит.

В Германии первое крупное разрушение, обусловленное воздействием сульфатов, было отмечено в 1890 году в Магдебурге. Новый мост через Эльбу начал разрушаться через несколько лет после завершения строительства. Причина заключалась в воздействии на бетон воды с высоким содержанием сульфатов [1]. Этот случай разрушения заставил ведущих ученых того времени усиленно искать возможности повышения устойчивости бетона к воздействию сульфатов. Вскоре были предложены соответствующие технологические меры, которые отчасти применяются и сейчас.

Определяющее влияние на стойкость бетона оказывает сульфатостойкость входящего в его состав цемента. Сульфатостойкость цемента, в свою очередь зависит от количественного соотношения минералов клинкера C_3S, C_2S, C_3A и $C_2(A,F)$ и продуктов их гидратации, включая $Ca(OH)_2$, при этом решающее влияние на снижение сульфатостойкости цемента оказывает повышение содержания C_3A принимающего непосредственное участие в образовании эттрингита. Сульфатостойкость портландцемента со средним и высоким содержанием C_3A может быть повышена путем введения различных пуццолановых добавок, исследование эффективности которых и является целью данной работы.

Ускоренная оценка сульфатостойкости

В Европе методы ускоренной оценки сульфатостойкости цементов не стандартизированы. Сульфатостойкость цементного камня определяется на цементно-песчаных образцах, которые на протяжении определенного периода хранятся в сульфатных растворах, при этом фиксируется относительное изменение их длины. Если изменение длины в конце испытательного периода превышает определенный предел, то цемент или вяжущая композиция считаются не сульфатостойкими.

Научно-исследовательский институт цементной промышленности Германии предлагает использование трех методов оценки сульфатостойкости цементов:

Wittekindt метод – классический тест по W. Wittekindt [2];

Метод SVA – предлагаемый экспертным комитетом по «технологии бетона» Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt) [3];

Метод CEN – по CEN TC51 / WG12 / TG1 [4];

По методу Wittekindt и SVA используются плоские призматические формы 1x4x16 см. Соотношение вода/цемент по методу Wittekindt составляет 0,60. Контрольный раствор – дистиллированная вода. Концентрация сульфат-ионов в растворе сульфата натрия составляет 29800 мг/л (4,4% раствор Na_2SO_4). Критерий сульфатостойкости по методу Wittekindt – расширение L<0,5 мм/м, после 56 дней хранения в 4,4% растворе Na_2SO_4.

По методу SVA соотношение вода/цемент составляет 0,50. Контрольный раствор насыщают гидроксидом кальция. Концентрация сульфат-ионов в растворе сульфата натрия составляет 29800 мг/л (4,4% раствор Na2SO4). Критерий сульфатостойкости по методу SVA – расширение L <0,5 мм/м, после 91 дней (180 по рекомендации DIBt) хранения в сульфатном растворе.

По методу CEN используются призматические формы 2x2x16 см, соотношение вода/цемент составляет 0,50. Контрольный раствор – дистиллированная вода. Концентрация сульфат-ионов в растворе сульфата натрия составляет 16000 мг/л (2,4% раствор сульфата натрия). Для метода CEN в настоящее время нет обязательного критерия.

Таким образом, обобщенные характеристики ускоренных методик испытания сульфотостойкости цементов приведены в табл. 1.

Удлинение плоских призм на основе цементов разных типов при их испытании по методу SVA в растворе Na_2SO_4 приведено на рис.1.

Возможен способ оценки сульфатостойкости путем сравнения относительной прочности вяжущего при выдерживании в сульфатном растворе с прочностью сульфатостойких цементов или других вяжущих. Так, относительная прочность при выдерживании в сульфатном растворе образцов на разных типах цементов приведена на рис.2-3.

Как видно из рис. 2, содержание шлака больше 36% в случае использования CEM III не является достаточным условием обеспечения повышенной сульфатостойкости цемента.

Если принимать в качестве критерия сульфатостойкости снижение относительной прочности ниже 0,8, стойкость в 10% растворе Na_2SO_4 шлакопортландцемента ШПЦ III/А-400 (рис.3), который по содержанию шлака в соответствии с ДСТУ Б В.2.7-85-99 может быть отнесен к сульфатостойким цементам, превышает стойкость ПЦ II/А-Ш 400 не более чем в 1,25 раза.

При невозможности или нецелесообразности использования сульфатостойких цементов, повышение сульфатостойкости бетонов на основе средне и высокоалюминатных портландцементов может достигаться введением пуццолановых добавок.

Так, сульфатостойкость цемента ПЦ-500 с пуццолановыми добавками: золой уноса (Ладыженская ТЭС), Centrilit NC (MC-Bauchemie) и микрокремнеземом (Польша) исследовали путем сравнения относительной прочности на изгиб образцов 1х1х6см из цементно – песчаного раствора 1: 3 с водоцементным отношением 0,5, которые 360 дней выдерживали в 5% растворе Na_2SO_4.

Как видно из рис. 4, у всех образцов до 90 суток в 5% растворе Na_2SO_4, наблюдается прирост относительной прочности на изгиб, а затем начинается постепенное снижение прочности. Если принимать в качестве критерия сульфатостойкости снижение относительной прочности ниже 0,8, 10% добавки Centrilit NC (от массы цемента) увеличивает сульфатостойкость (время стойкости в 5% растворе Na_2SO_4) до 1,6 раза, при введении 10% микрокремнезема сульфатостойкость повышается в 1,7 раза. Относительная прочность в 5% растворе Na_2SO_4 образцов с содержанием 10% от массы цемента золы-уноса снижается до критического уровня на 180 сутки как и образцов на основе ПЦ-500 без добавок, однако, в отличии от контрольного состава, прочность образцов с золой-уноса сохраняется на уровне 0,8 до 270 суток после чего начинает снижаться.

Увеличение содержания пуццолановых добавок до 20% приводит к закономерному увеличению сульфатостойкости исследуемых образцов в 5% растворе Na_2SO_4. Сульфатостойкость составов содержащих 20% микрокремнезема и 20% добавки Centrilit NC более чем в 1,8 раза превышали сульфатостойкость контрольного состава на основе ПЦ-500 без добавок.

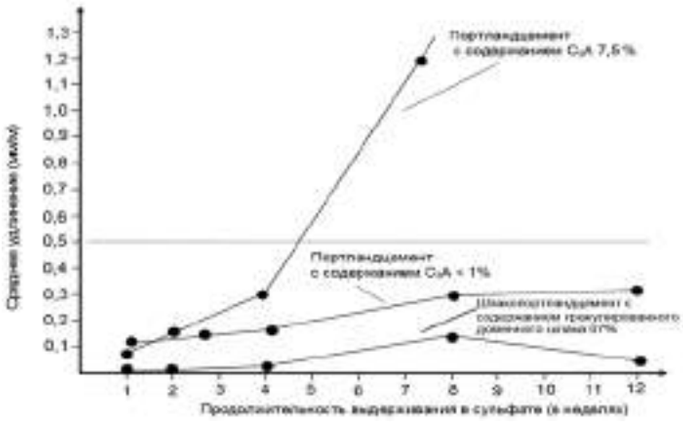


Рис. 1. Удлинение плоских призм
при выдерживании в растворе Na_2SO_4 [1]

Рис. 2. Относительная прочность
при изгибе образцов из разных типов цементов (Германия)
при выдерживании в сульфатном растворе [1]

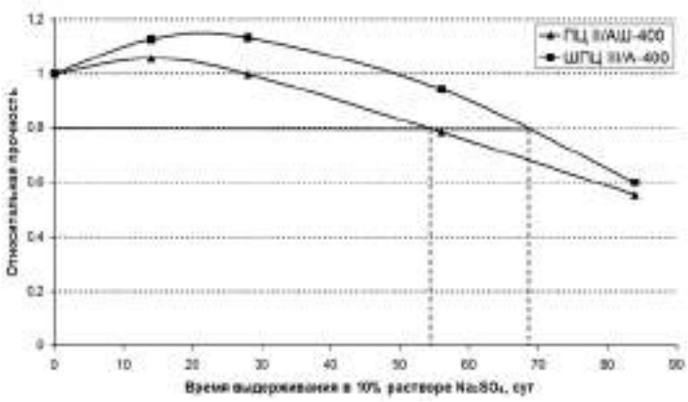


Рис. 3. Относительная прочность при изгибе образцов
на основе ПЦ II/А-Ш 400 и ШПЦ III/А-400
при выдерживании в 10% растворе Na_2SO_4

Таблица 1.

Сравнение ускоренных методов \испытания сульфотостойкости цементов

	Wittekindt	SVA	CEN
Размеры образцов	**10x40x160 мм**	**10x40x160 мм**	**20x20x160 мм**
В/Ц отношение	0,6	0,5	0,5
Концентрация Na2SO4	4,4%	4,4%	2,4%
Длительность испытания	56 дней	91 день	не определено
Критерий	≤ 0,5 мм/м	≤ 0,5 мм/м	не определено

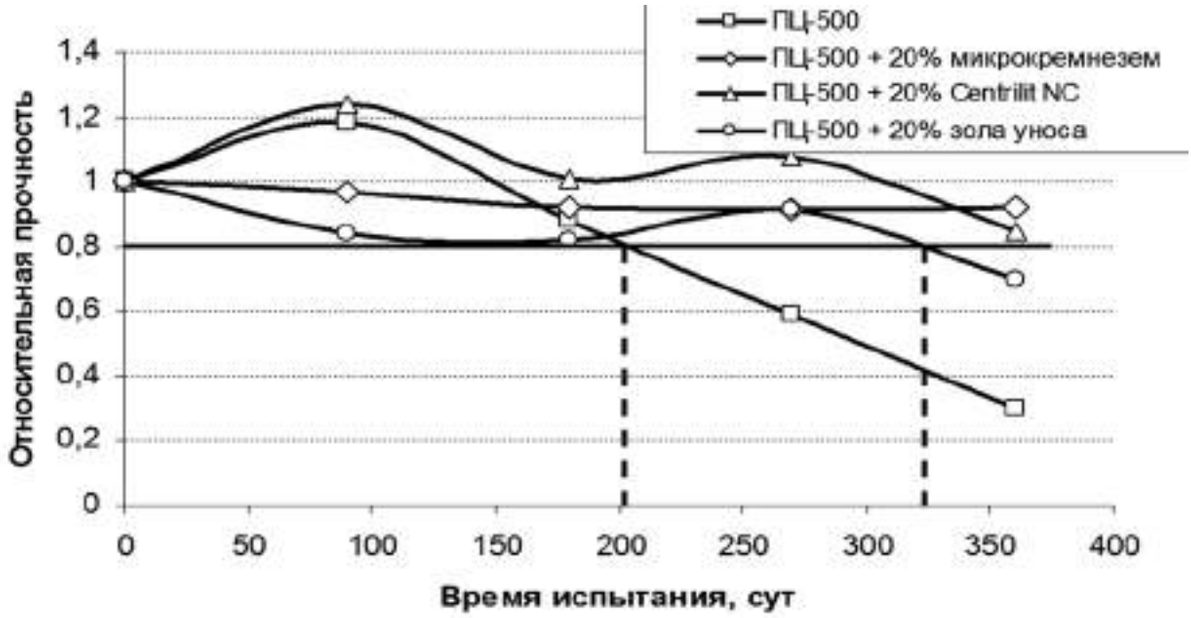


Рис. 4. Относительная прочность при изгибе цементов с 10% пуццолановых добавок при выдерживании в 5% растворе Na_2SO_4

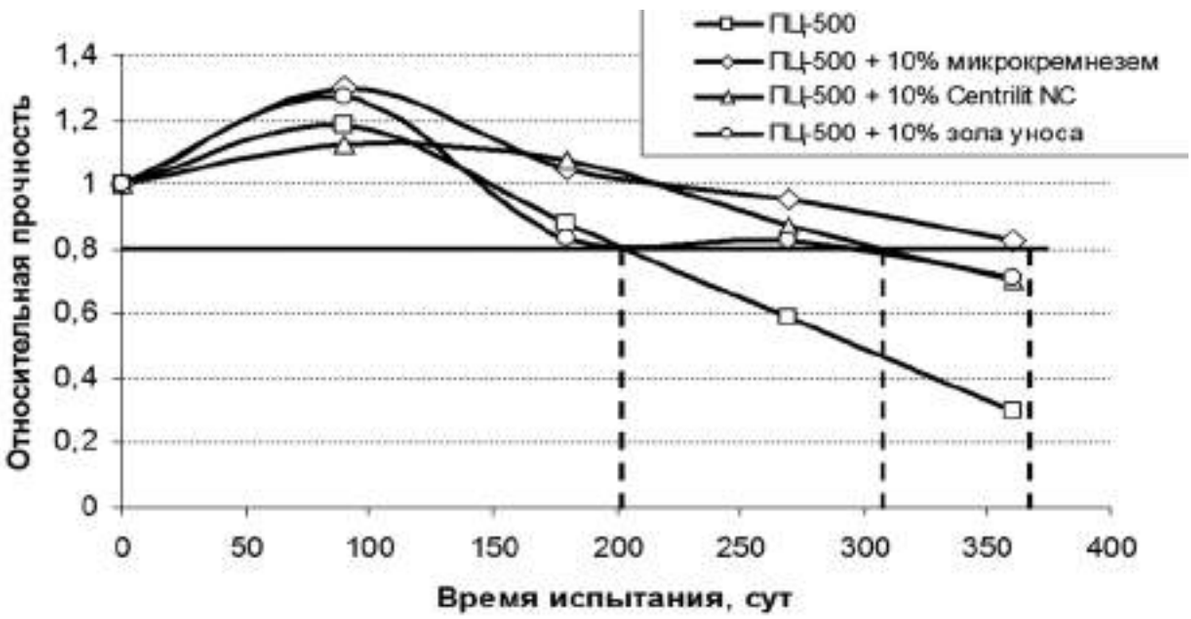


Рис. 5. Относительная прочность при изгибе цементов с 20% пуццолановых добавок при выдерживании в 5% растворе Na_2SO_4

Относительная прочность состава содержащего 20% золы-уноса практически сразу снижается до критического значения, однако сохраняется на таком уровне до 320 суток, таким образом, сульфатостойкость этого состава превышает стойкость контрольного состава без добавок в 1,6 раз.

Выводы

Все составы, содержащие пуццолановые добавки оказались более устойчивыми к действию сульфатных растворов, чем портландцемент без добавок. Введение 10% микрокремнезема повышают сульфатостойкость цемента в 1,7 раза, содержание 10% Centrilit NC увеличивает сульфатостойкость цемента до 1,6 раза. Относительная прочность состава с 10% золы-уноса снижается до критического уровня как и прочность состава на основе ПЦ-500 без добавок, однако, в отличии от контрольного состава, прочность образцов с золой-уноса сохраняется на критическом уровне до 1,4 раза дольше. Увеличение содержания пуццолановых добавок до 20% приводит к увеличению сульфатостойкости. Составы с 20% микрокремнезема и 20% добавки Centrilit NC более чем в 1,8 раза превышают стойкость контрольного состава без добавок. Сульфатостойкость состава с 20% золы-уноса превышают стойкость контрольного состава в 1,6 раз. Использования шлакопортландцемента ШПЦ III/A, который традиционно относят к сульфатостойким цементам, не является достаточным условием существенного повышения сульфатостойкости бетона.

Литература:

1. Й. Штарк, Б.Вихт. Долговечность бетона. / Штарк Й., Вихт Б. Пер. с нем. – А. Тулаганова. Под ред. П. Кривенко // – Киев.: «Оранта», 2004. – 293 с

2. Wittekindt, W.: Sulfatbestandige Zemente und ihre Prufung; Zement-Kalk-Gips 13 (1960) H. 2, S. 565–572.3

3. Stark, J.,Wicht B.: Dauerhaftigkeit von Beton – Der Baustoff als Werkstoff. Baupraxis Birkhauser, Berlin 2001

4. CEN/TC 51/WG12/TG1. Sulphate Resistance Testing- State of the Art, 2006

УДК 666.974

Марущак У. Д.

Русин Б. Г.

Мазурак Т. А.

Олевич Ю. В.

Марущак У. Д., канд. техн. наук, доцент,
Русин Б. Г., канд. техн. наук,
Мазурак Т. А., аспірант,
Олевич Ю. В., студент,
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів*

ШВИДКОТВЕРДНУЧІ БЕТОНИ НА ОСНОВІ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТІВ, МОДИФІКОВАНИХ УЛЬТРАДИСПЕРСНИМИ ДОБАВКАМИ

У статті показана можливість одержання швидкотверднучих бетонів шляхом використання портландцементів, модифікованих високоактивними ультрадисперсними мінеральними добавками в комплексі з полікарбоксилатами та лужними компонентами, що забезпечує направлене керування процесами раннього структуроутворення та гідратації для формування цементуючої матриці з покращеними властивостями.

У сучасних технологіях будівельного виробництва одним з найбільш перспективних напрямків є отримання швидкотверднучих бетонів з високими технічними та технологічними властивостями при мінімальних енергетичних і матеріальних витратах [1, 2]. Використання таких бетонів у монолітному будівництві зумовлює мінімізацію часу досягнення розпалубної міцності, прискорення тривалості процесу зведення будівель та споруд в різних температурних умовах. Для виробництва збірного залізобетону високі темпи набору міцності визначають перехід на безпрогрівні та малопрогрівні технології з суттєвим скороченням енергетичних ресурсів, підвищенням продуктивності технологічних ліній. Перспективним напрямком впровадження швидкотверднучих бетонів є також розвиток дорожньої інфраструктури, що передбачає будівництво сучасних автомагістралей з високими експлуатаційними характеристиками. Останнім часом поряд з новим будівництвом часто проводять ремонт, реставрацію і реконструкцію існуючих об'єктів, зокрема підземних переходів, дорожніх покрить, об'єктів в аеропортах та залізницях, гідротехнічних споруд, що вимагає відновлення їх експлуатаційних функцій у визначені короткі часові періоди, забезпечення руху при зростаючих транспортних навантаженнях [3].

Одним з шляхів отримання швидкотверднучого бетону є використання цементних композицій з високою ранньою міцністю. Основними напрямками для одержання таких в'яжучих є забезпечення необхідного хімічного і мінералогічного складу портландцементного клінкеру (високий вміст C_3S і C_3A); зміна складу клінкерних мінералів шляхом введення в сировину спеціальних добавок; розробка безгіпсових портландцементів і лужних цементів [4, 5]. Швидке тверднення цементних композитів досягається шляхом додаткового помолу портландцементу (механічна активація); використанням прискорювачів тверднення (хімічна активація); підвищенням температури тверднення (термічна активація). За останні роки розроблені технології з використанням добавок, що призводять до збільшення кількості етрингіту в процесі гідратації цементу [6]. У той же час, виробництво швидкотверднучих цементів потребує використання спеціального помольного обладнання, що обмежує їх широке застосування. Крім цього, використання спеціальних цементів у складі швидкотверднучих бетонів суттєво підвищує їх собівартість.

Забезпечення високих показників ранньої міцності високофункціональних швидкотверднучих бетонів досягається за рахунок використання підвищеного вмісту чистоклінкерних портландцементів типу ПЦ І-500Р [1]. Разом з тим, підвищена витрата в'яжучого може спричинити виникнення усадочних деформацій та тріщиноутворення в бетоні.

Теоретичними передумовами синтезу ранньої міцності та довговічності високофункціональних будівельних композитів є повне використання енергії портландцементу, створення оптимальної мікроструктури цементного каменю, зміцнення контактних зон цементного каменю і заповнювача за рахунок спрямованого застосування комплексу ефективних хімічних модифікаторів, ультрадисперсних силікатних матеріалів з високою гідравлічною чи пуцолановою активністю [7-9]. Направлене формування необхідних будівельно-технічних властивостей швидкотверднучих бетонів досягається при оптимізації заповнення пустот за рахунок ретельно контрольованого розподілу окремих складових в різному діапазоні розміру частинок в'яжучих композицій, які отримуються шляхом модифікування портландцементів типу ПЦ І-500 ультрадисперсними мінеральними добавками різних типів. Такі добавки містять частинки з розміром менше 1 мкм, що доповнюють гранулометричний склад портландцементу і характеризуються підвищеними значеннями поверхневої енергії та пуцоланової активності.

Концепція розробки швидкотверднучого бетону на основі модифікованих цементних композицій потребує системного дослідження цементної матриці в широкому діапазоні рецептурних рішень на всіх стадіях кристалізації та структуроутворення. Ультрадисперсні частинки додаткових цементних матеріалів характеризуються високими значеннями питомої поверхні та «надлишковою поверхневою енергією», що сприяє синергічному ефекту інших компонентів, в тому числі збільшенню рухливості сумішей з використанням полікарбоксилатів, крім цього вони впливають на направлене формування мікроструктури цементної матриці внаслідок її ущільнення і пуцоланової реакції в неклінкерній частині.

*** Робота виконана під керівництвом д.т.н., професора Саницького М. А.**

Інноваційним підходом у розробці швидкотверднучих бетонів є нанотехнології, які базуються на регулюванні структури гідратних фаз і процесів гідратації для формування цементуючої матриці з покращеними властивостями. При цьому прискорення тверднення в'яжучого досягається двома шляхами – введенням мінеральних нанодобавок, які стимулюють процеси зародкоутворення гідратних фаз, та введенням синтетичних кристалогідратів силікату кальцію C-S-H-seeds як готових затравочних нанокристалів (Crystal Speed Hardening concept), які ініціюють ріст гідросилікатів як на поверхні цементних зерен, так і між ними [10].

Метою даної роботи є розроблення швидкотверднучих бетонів на основі портландцементів, модифікованих ультрадисперсними мінеральними добавками, що забезпечують необхідні будівельно-технічні властивості відповідно до особливостей конкретних будівельних об'єктів.

Для приготування модифікованих цементних композицій використано портландцемент ПЦ І-500Р ПАТ «Івано-Франківськцемент», як додаткові цементуючі матеріали – ультрадисперсну золу-винесення (УЗВ) і ультрадисперсний кварцовий пісок (УКП), одержані шляхом механічної активації у електромагнітному та вібраційному млинах, а також метакаолін. Для приготування бетонів застосовано природний кварцовий пісок Жовківського родовища (Мк = 2,1) і щебінь фракції 5-20 мм. Як модифікатори властивостей цементних систем застосовано лужний активатор Na_2SO_4 та суперпластифікатор GLENIUM ACE на полікарбоксилатній основі.

Дослідження фракційного складу і розподілення частинок за розмірами визначали за допомогою лазерного аналізатора Master Sizer 2000. Фізико-механічні та будівельно-технічні властивості швидкотверднучих бетонів на основі портландцементів, модифікованих ультрадисперсними мінеральними добавками, досліджували згідно з діючими стандартами та загальноприйнятими методиками.

Згідно з даними гранулометричного аналізу (рис. 1) портландцемент ПЦ І-500 містить 10,0; 50,0 і 90,0 мас.% частинок розміром менше 5,75; 19,42 і 56,29 мкм відповідно. Механічна активація піску в електромагнітному млині забезпечує наявність 10 мас.% частинок з розміром менше 0,97 мкм, а 90 % зерен мають розмір менше 12,40 мкм. Ультрадисперсна зола-винесення характеризується вмістом 10 % зерен з розміром менше 0,79 мкм та 90 % – менше 11,44 мкм. Значення ефективного діаметра D_{10} для метакаоліну становить 2,2 мкм. Гранулометричний розподіл частинок мінеральних добавок відповідає переривчастому розподілу частинок за розмірами в цементних системах.

Встановлено, що максимальне значення диференційного коефіцієнту поверхневої активності (Кд), що визначається, як добуток коефіцієнта поверхневої активності на вміст кожної фракції матеріалу, для ультрадисперсних золи-винесення, кварцового піску та метакаоліну становить 15,86; 15,21 та 15,82 мкм-1·об.% відповідно, тоді як для ПЦ І-500 – 3,81 мкм$^{-1}$·об.% (рис. 2), при цьому основний внесок в питому поверхню створюють частинки розміром до 1 мкм, що свідчить про їх підвищену поверхневу енергію [11].

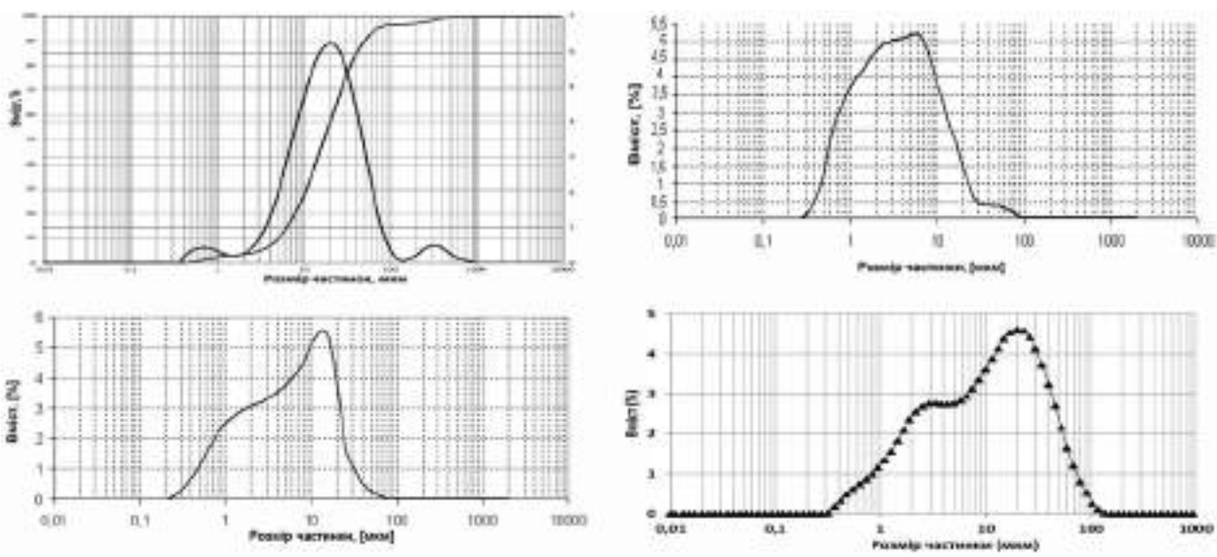


Рис. 1. Гранулометричний склад портландцементу ПЦ І-500 (а); УЗВ (б), УКП (в) та метакаоліну (г)

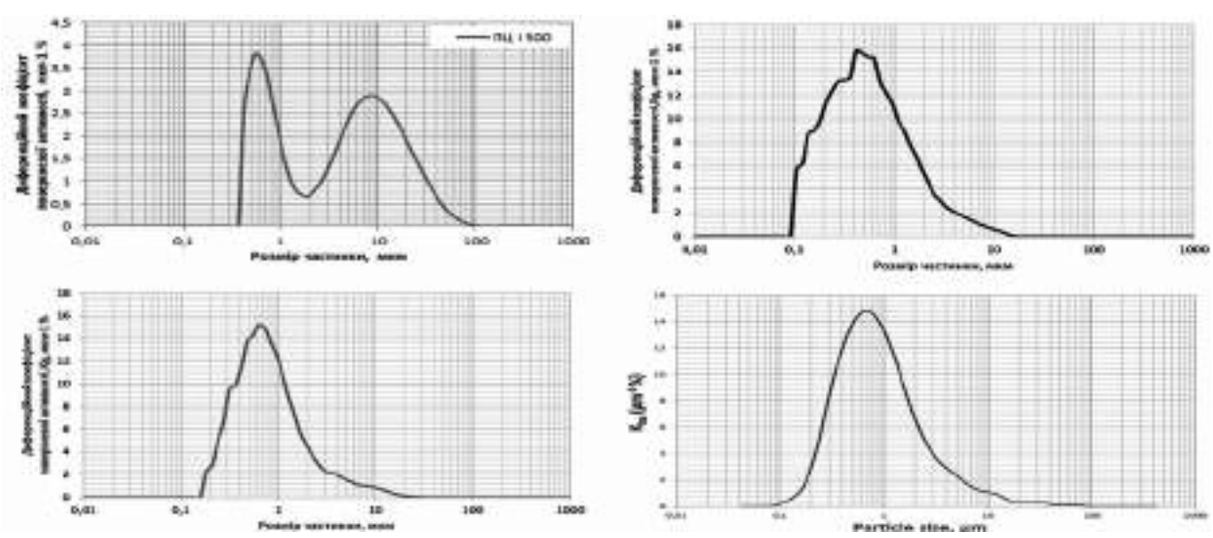


Рис. 2. Диференційний коефіцієнт поверхневої активності ПЦ І-500 (а) та УЗВ (б); УКП (в); метакаоліну (г)

В області частинок мікро- та нанорозмірного масштабу мають місце якісні ефекти, що визначаються залежністю їх фізичних та хімічних властивостей від відношення кількості атомів у приповерхневому та внутрішньому об'ємах частинок. Поверхнева енергія таких частинок близька до енергії об'єму і вони характеризуються вищою фізико-хімічною та механо-хімічною активністю, внаслідок чого можуть принципово змінювати процеси синтезу міцності і структуроутворення.

Суперпластифікована портландцементна композиція, модифікована ультрадисперсними мінеральними добавками УЗВ, УКП (МПК), характеризується розпливом стандартного конуса РК = 160 мм (ДСТУ Б В.2.7-187:2009), що на 39% перевищує значення портландцементу ПЦ І-500 та забезпечує технологічний ефект (рис. 3, а). Значний водоредукуючий ефект (ΔВ/Ц = 35,9%) забезпечує високі значення ранньої ($R_{ст2}$ = 43,5 МПа) та стандартної ($R_{ст28}$ = 73,2 МПа) міцностей (технічний ефект).

За значенням питомої міцності $R_{ст2}/R_{ст28}$ = 0,59 модифікована цементуюча система відповідає вимогам швидкотверднучих в'яжучих. За результатами випробувань модифікованої портландцементної композиції згідно з EN 196 (В/Ц = 0,50) встановлено, що із забезпеченням пластифікуючого ефекту (ΔРК = 62,5%) рання міцність зростає в 1,8 рази, а стандартна міцність становить $R_{ст28}$ = 54,7 МПа (рис. 3, б). За рахунок суттєвого водоредукуючого ефекту марочна міцність модифікованого мультимодального портландцементу досягає 82,3 МПа.

Результати зміни pH модельних систем на основі ультрадисперсних добавок та $Ca(OH)_2$ свідчать, що сумісне введення сульфату натрію та високоактивної алюмінатної мінеральної добавки дозволяє реалізувати механізм лужної активації процесів структуроутворення портландцементних систем.

Добавка метакаоліну, що характеризується підвищеним вмістом Al_2O_3 (42 мас.%) і високою поверхневою активністю, ініціює ранню реакцію між $Ca(OH)_2$ і Na_2SO_4 в модельній системі «$Ca(OH)_2$+Na_2SO_4+метакаолін» з утворенням двоводного гіпсу і гідроксиду натрію, в результаті чого pH рідкої фази тверднучої системи зростає, що призводить до руйнування зовнішнього шару частинок мінеральної добавки, підвищуючи їх реакційну здатність. Згідно з даними рентгенофазового аналізу модельної системи та портландцементу, модифікованих добавкою на основі метакаоліну, спостерігається збільшення інтенсивності ліній етрингіту, що утворюється неклінкерній частині цементної композиції і забезпечує прискорення процесу тверднення портландцементної матриці.

Лужні катіони натрію сприяють гідролізу алітової фази портландцементного клінкеру, а ультрадисперсні частинки мінеральних добавок стимулюють процеси нуклеації в міжзерновому просторі, що спричиняє прискорення реакцій, пов'язаних з пуцолановою активністю ультрадисперсних добавок, з утворенням волокнистих CSH-фаз в неклінкерній частині цементної матриці.

Високорухливий дрібнозернистий бетон (РК = 168 мм) на основі портландцементної композиції, модифікованої ультрадисперсною добавкою метакаоліну (ШЦК), характеризується високою інтенсивністю набору міцності у ранні терміни тверднення протягом 24 год (рис. 4). Так, міцність модифікованого дрібнозернистого бетону зростає в 2,7 рази через 10 год та 2 рази через 15 год порівняно з бетоном на основі ПЦ І-500. За рахунок водоредукуючого ефекту міцність модифікованого дрібнозернистого бетону, що тверднув 10 год та 15 год, зростає в 3,3 і 2,3 рази відповідно порівняно з бездобавочним дрібнозернистим бетоном.

Через 2 доби міцність дрібнозернистого бетону на основі портландцементної композиції ШЦК зростає на 37,4% порівняно з дрібнозернистим бетоном на основі портландцементу ПЦ І-500 і становить $R_{ст2}$ = 30,1 МПа (рис. 4). За рахунок суттєвого водоредукуючого ефекту (ΔВ/Ц = 23%) міцність модифікованого швидкотверднучого бетону (В/Ц = 0,3) через 2 доби зростає до 36,8 МПа (технічний ефект $ΔR_{ст2}$ = 68%), а міцність через 28 діб тверднення складає 55,2 МПа. При цьому дрібнозернистий бетон, модифікований добавкою на основі метакаоліну, характеризується значним підвищенням ранньої міцності через добу – $R_{ст1}/R_{ст28}$ = 63,0% та через 2 доби – $R_{ст2}/R_{ст28}$ = 66,7%.

Запроектовані високофункціональні бетони (Ц:П:Щ = 1:1,6:2,2; Ц = 460 кг/м^3, марка за легковкладальністю бетонної суміші Р5), модифіковані добавками УЗВ та УКП, характеризуються високими фізико-механічними показниками – міцність бетону через 2 та 28 діб становить 54,8 та 109,7 МПа відповідно (рис. 5, а). За показником питомої міцності $R_{ст2}/R_{ст28}$=0,50 розроблені високофункціональні відносяться до бетонів швидким наростанням міцності згідно з ДСТУ Б В.2.7-176:2008. Використання ультрадисперсних добавок забезпечує підвищену щільність одержаних бетонів (середня густина становить 2430 кг/м^3, водопоглинання W_m = 2,7 %). Дослідженнями деформативних властивостей високофункціональних швидкотверднучих бетонів встановлено, що їх призмова міцність становить 68,2 МПа, модуль пружності – 56,9 ГПа, а коефіцієнт Пуассона – 0,17.

Використання портландцементної композиції ШЦК забезпечило одержання швидкотверднучих бетонів (витрата портландцементу – 350 кг/м^3) з високорухливих бетонних су-

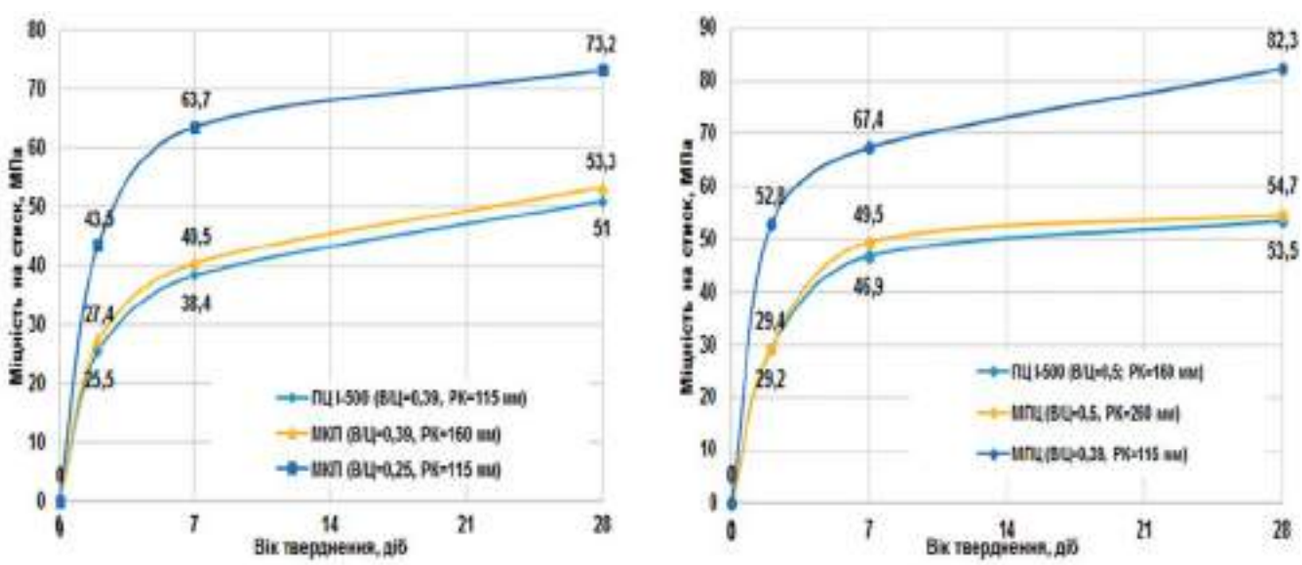


Рис. 3. Міцність на стиск ПЦ І-500 та модифікованої портландцементної композиції згідно з ДСТУ Б В.2.7-187:2009 (а) та EN 196 (б)

мішей (марка за легковкладальністю Р5). Рання міцність модифікованого бетону збільшується в 3,5 рази (R_1 = 23 МПа) (рис. 5, б), а стандартна міцність – в 1,8 рази (R_{28} = 59,6 МПа) порівняно з бетоном на основі ПЦ І-500, а показник питомої міцності $R_{ст2}/R_{ст28}$ становить 53,9 %.

Відкрита пористість бетону на основі ШЦК становить 4,26%, тоді як бетону на основі ПЦ І-500 – 7,75%. Призмова міцність швидкотверднучого бетону (ОК=20 см) становить 46,3 МПа, тоді як бетону на основі ПЦ І-500 з рівнорухливої суміші – 32,0 МПа. Модуль пружності модифікованого бетону становить 41,2 ГПа, а коефіцієнт Пуассона – 0,17.

Отже, розроблені швидкотверднучі бетони на основі портландцементів, модифікованих ультрадисперсними мінеральними добавками, характеризуються високими значеннями ранньої та марочної міцностей, щільністю, покращеними деформативними властивостями, морозостійкістю, що визначає їх довговічність та широкий спектр областей використання при ремонті та новому будівництві громадських, житлових та дорожніх об'єктів.

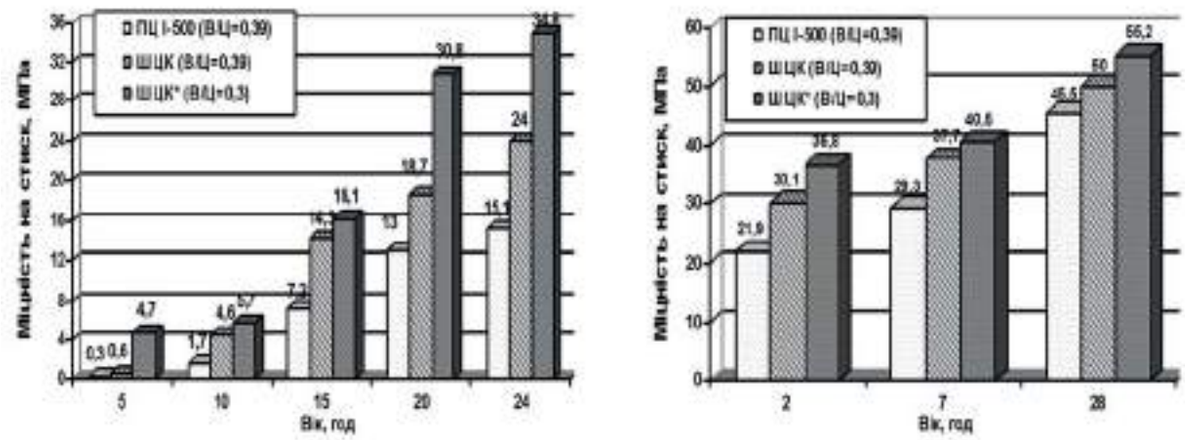


Рис. 4. Кінетика набору міцності дрібнозернистого бетону (Ц:П=1:3) на основі швидкотверднучих портландцементних композицій

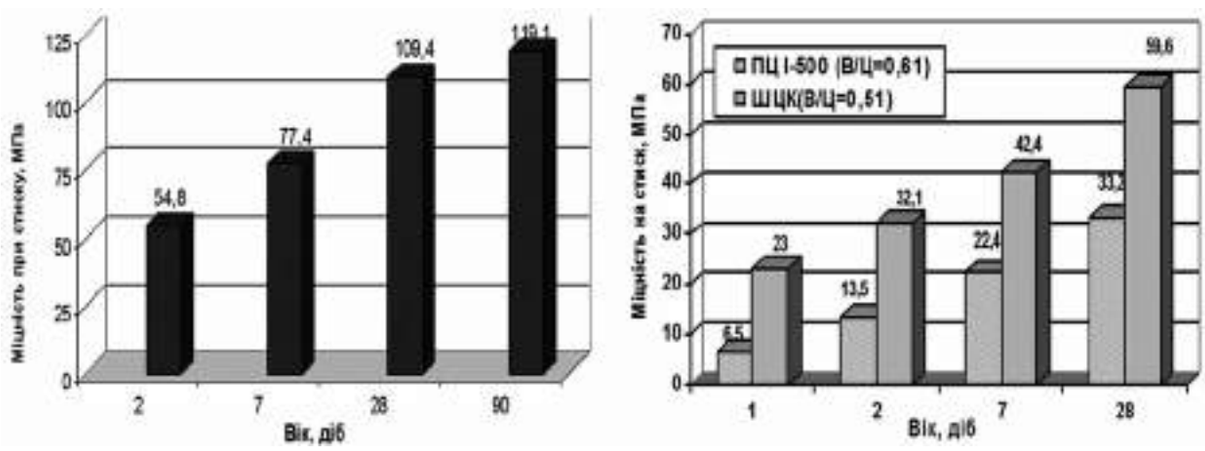


Рис. 5. Міцність швидкотверднучих бетонів, модифікованих ультрадис-персними УЗВ та УКП (а) і добавкою на основі метакаоліну (б)

Література:

1. Giergiczny Z. Cementy z dodatkami mineralnymi w technologii betonow nowej generacji / Giergiczny Z., Malolepszy J., Szwabowski J., Sliwinski J. – Opole, 2002. – 174 p.

2. Баженов Ю. М. Модифицированные высококачественные бетоны / Ю. М. Баженов, В. С. Демьянова, В. И. Калашников. – М. : Изд-во АСВ, 2006. – 368 с.

3. Риффель 3. Быстротвердеющий бетон для ремонта дорожного полотна, объектов в аэропортах и на железных дорогах / Цемент и его применение. – № 5, 2014. – с. 26-30.

4. Krivenko P. Alkaline Cements: Terminology, Classification, Aspects of Durability. Proceed. 10-th Intern. Congress on the Chemistry of Cement, Göteborg, Sweden, 1997, pp. iv 046-050.

5. Sanytsky M. Mechanism of alkali-containing complex chemical admixtures and Portland cements interaction. Proceed. 10th Int. Congress on the Chemistry of Cement, Gotenborg, Sweden, Vol.3, 1997. – P. 158-167.

6. Malolepshy J. Rapid-hardening cements with addition of anhydrite-lime sinters / Malolepshy J., Kotwica L., Konyk Z., Zak R. – Cement-Wapno-Beton. – №1, 2014. – pp. 40-45.

7. Lothenbach, B.; Scrivener, K.; Hooton, R.D.: Supplementary cementitious materials, Cement and Concrete Research, 41, Vol. 3 (2011), P. 217-229.

8. Рунова Р.Ф., Прянішніков О.В. Аналіз ефективності використання в'яжучих із мінеральними добавками в бетонних масивах // Будівництво України. – 2008. – №2. – С.18-21.

9. High Performance concretes based on Portland cements modified ultrafine supplementary cementitious materials / M. Sanytsky, B. Rusyn, U. Marushchak, I. Kirakevych // 19 Internationale Baustofftagung, 2015. –Weimar. Bundesrepublik Deutschland. – Band 2. – P. 1051-1058.

10. Kanchanason V., Plank J. C-S-H – PCE Nanocomposites for Enhancement of Early Strength of Cement. – 19. Internationale Baustofftagung, 2015. –Weimar. Bundesrepublik Deutschland. – Band 1. – P. 759-766.

11. Rapid hardening concrete modified ultrafine additives / M. Sanytsky, U. Marushchak, B. Rusyn, T. Mazurak // XV International Scientific Conference «Current issues of civil and environmental engineering and architecture, Rzeszow – Lviv – Kosice», 2015. – P. 74-75.

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЛАБОРАТОРІЯ БЕТОНІВ

ЛАБОРАТОРІЯ ПРОВОДИТЬ НАСТУПНІ РОБОТИ В ГАЛУЗІ ВИРОБНИЦТВА БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ І ВИРОБІВ

- Оцінка якості сировини для виробництва бетонів, розчинів, сухих будівельних сумішей, легких штучних наповнювачів.
- Підбір складів та розробка технологічних параметрів для виробництва:
  - важкого і легкого бетонів і виробів на їх основі;
  - бетонів для підлоги, тротуарів, дорожніх покриттів;
  - бетонів спеціального призначення (жаростійких, полімербетонів та ін);
  - сухих будівельних сумішей різного функціонального призначення.
- Визначення фізико-технічних властивостей матеріалів: міцнісних, деформаційних (усадка, набухання), жаростійкості, гідрофізичних (водопоглинання, паропроникність), морозостійкості, питомої електропровідності.
- Розробка технології одержання гравію і піску керамзитових на основі природної сировини і відходів промисловості.
- Розробка вихідних технологічних даних для проектування і організації виробництва гравію і піску керамзитових, щебеню і піску із природного каменю, безвипалювальних теплоізоляційних матеріалів.
- Проведення сертифікаційних випробувань бетонних виробів, щебеню, гравію і піску.
- Розробка нормативної та технологічної документації на продукцію:
  - технологічних регламентів;
  - нормативних документів (ТУ, ДСТУ).

НДІБМВ

В.о. завідувача лабораторії
кандидат технічних наук

КОНСТАНТИНОВСЬКИЙ ОЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ

тел/факс +38(044) 4637319
тел +38(066) 2131612

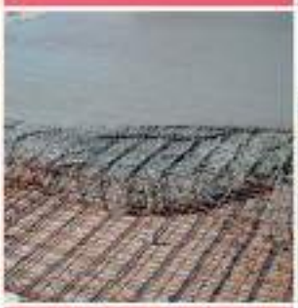
НДІБМВ

старший науковий співробітник
кандидат технічних наук

ЯЦУК ЛЮДМИЛА ВОЛОДИМИРІВНА

тел/факс +38(044) 4637319
тел +38(097) 2670330

e-mail:
labbetonov@gmail.com



НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЛАБОРАТОРІЯ БЕТОНІВ

AEROC НА ОСЕННИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ВЫСТАВКАХ УКРАИНЫ

Осенью 2015 года компания AEROC предприняла результативные усилия для продвижения своей продукции на отечественном рынке, приняв участие в серии важнейших строительных выставок. Актуальность деятельности AEROC была подтверждена на важнейших профильных форумах.
Выставочное движение позволяет AEROC продемонстрировать преимущества своей продукции непосредственно профильному рынку. В этом смысле, удачной оказалась география экспозиций: они состоялись в главных городах трех крупнейших регионов Украины, охватив, таким образом, всю территорию страны. Выставочная осень–2015 стала для AEROC напряженной и плодотворной.

Первое событие проходило с 16-го по 19-е сентября 2015 года в Киевском выставочном центре Экспоплаза. Компания AEROC приняла участие в выставке COMFORT HOUSE и международном ЭкспоФоруме «Строительство. Архитектура. Недвижимость».

Затем AEROC выступил официальным спонсором Осеннего строительного форума 2015, проходившего во Львове 6-10-го октября в Дворце спорта «Украина».

И, наконец, юг страны. С 29 октября по 1 ноября компания AEROC выступила в качестве генерального партнера архитектурно-строительного форума BuildTech 2015, прошедшего в выставочном комплексе Морвокзала в Одессе.

Основной акцент на стенде компании был сделан на инновационный продукт - блок плотностью D300, не имеющий аналогов в Украине, самый теплый и экологичный строительный материал для однородных несущих стен. Малый вес блоков значительно сокращает расходы на строительство за счет увеличения нормы загрузки машины при транспортировке, скорости возведения коробки дома, более легкие стены предъявляют меньшие требования к несущей способности фундамента. Снижаются затраты при эксплуатации за счет высоких теплоизоляционных показателей, растет полезная площадь дома, благодаря использованию стеновых блоков толщиной 300 мм вместо 375-400 мм при равных теплозащитных свойствах. Преимущества продукции AEROC – ровная геометрия, комфортность в работе, уникальная ячеистая структура, теплая, даже на ощупь поверхность. Газобетонные блоки плотностью D300 удобнее и дешевле перевозить благодаря увеличившейся норме загрузки машины, в которую можно загрузить столько продукции, сколько поместится в ее кузов геометрически, не создавая «перегруз».

Стоит отметить организованность и слаженность непосредственных участников событий, сотрудников компании, работавших на ее стенде, ведь выставки следовали с интервалом в две недели, и участие в них необходимо было совмещать с основными обязанностями. Стенд компании на всех трех выставках состоял из трансформируемых презентационных конструкций, выполненных в фирменных цветах и фирменном стиле, их дизайн позволял занять доминирующую позицию на фоне остальных участников. Здесь любой посетитель мог получить исчерпывающую информацию по любым интересующим профильным вопросам. Эффект

демонстрации повышало активное использование видео презентационных материалов.

Кроме того, докладчики от AEROC активно участвовали в проводимых в рамках выставочных событий презентациях, конференциях, семинарах, интервью.

Проходившие в Киеве сентябрьские выставка COMFORT HOUSE и международный Экспо Форум «Строительство. Архитектура. Недвижимость», предложили новый формат общения – Марафон проектов, на котором лучшие архитекторы Киева презентовали свои работы. Представитель AEROC выступил на Форуме с докладом «Автоклавный газобетон AEROC плотностью D300. Основные характеристики и преимущества применения в строительстве». – это событие вызвало несомненный интерес посетителей и участников.

В интервью, которое в ходе выставки, ее организаторы взяли на стенде AEROC у Генерального директора компании Дмитрия Рудченко, был дан подробный рассказ

Генеральный директор компании «АЭРОК» Д. Г. Рудченко

о возможностях и особенностях продукции компании, о ее планах по развитию.

Актуальные вопросы Национальной программы утепления жилищного фонда, а также других программ по развитию энергоэффективности обсуждались в рамках прошедших в Киеве Дней Энергосбережения. По мнению одного из докладчиков, заместителя председателя Госагентства энергоэффективности Алексея Корчмита, «...целенаправленные усилия по энергосбережению могут стать точкой роста экономики Украины». Докладчик от AEROC выступил с презентацией «Энергосберегающие технологии строительства из автоклавного газобетона AEROC», презентовав продукцию AEROC, как наиболее соответствующую современным требованиям энергосбережения.

Львовский Осенний строительный форум 2015 проходил под лозунгом "На пути к энергоэффективности» и был частью традиционных «Галицких экспозиций». В ходе Форума прошла IX специализированная выставка "Отопление", IX специализированная выставка «Альтернативная энергетика» и XXXII международная выставка "СтройЭКСПО-осень", Генеральным спонсором которой стала компания AEROC.

На одесском архитектурно-строительном форуме BuildTech 2015, компания AEROC выступила в качестве генерального партнера. В рамках форума прошли выставки строительных технологий и материалов, энергосберегающих технологий и инженерных систем, «Мебель и Интерьер», а также выставка-конкурс концептуальной архитектуры и концептуального дизайна «Я так вижу!». Приоритетным направлением стали энергосберегающие технологии и альтернативные источники энергии. Пять лучших проектов получили престижные награды и памятные призы от партнеров. Коммерческий директор AEROC, Александр Владимирович Михайлов, вручил приз первому финалисту – архитектору Алексею Веприку за работу «Центр гидропоники и очищения верхних слоёв атмосферы», победившему в номинации «Общественное здание».

Активное участие в организации экспозиции и презентации AEROC D300 на выставке приняла компания ООО «Кипрей», партнер AEROC по Южному региону. Директор ООО «Кипрей», Сергей Гончаренко, от лица обеих компаний дал интервью местным телеканалам, освещающим выставку. ООО «Кипрей» представляет AEROC в южном регионе более 5-ти лет.

Очевидно, что выставочный сезон осени 2015 года прошел для AEROC ярко и плодотворно – это непременно скажется на развитии бизнеса в следующем, 2016 году и станет определенным заделом на ближайшие перспективы.

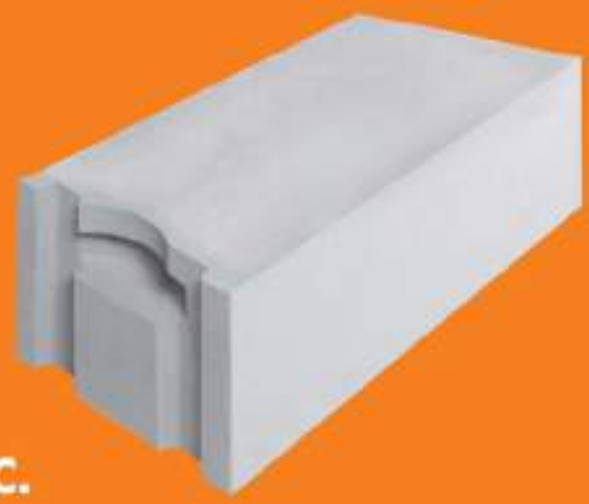
Активное участие в организации экспозиции и презентации AEROC D300 на выставке «СтройЭКСПО-осень» приняла компания ООО «АЭРОБЛОК», партнер AEROC по Западному региону с более, чем семилетним стажем. Коммерческий директор ООО «АЭРОБЛОК», Владимир Мурга, выступил от лица обеих компаний на пресс-конференции, посвященной открытию выставки. Также, вместе с представителями администрации, он официально открыл экспозицию, торжественно разрезав символическую красную ленту.

AEROC

БУДУВАТИ ЛЕГКО

Вітаємо з Новим роком!

ІННОВАЦЦІЙНІ
ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ
БЛОКИ AEROC



D300

НАДІЙНО. ВИГІДНО. AEROC.

- НИЗЬКІ ТЕПЛОВИТРАТИ
- НЕСУЧІ СТІНИ ДО 3-Х ПОВЕРХІВ
- ОДНОШАРОВІ СТІНИ БЕЗДОДАТКОВОГО УТЕПЛЕННЯ
- ЗМЕНЬШУЄ ТОВЩИНУ СТІН ТА ЗБІЛЬШУЄ КОРИСНУ ПЛОЩУ БУДИНКУ
- ЛЕГКІСТЬ В РОБОТІ
- ЗНИЖЕННЯ СОБІВАРТОСТІ СТІН

НАЙТЕПЛІШИЙ В УКРАЇНІ

www.aeroc.ua
(044) 391 31 95

УДК 666.973

Захарченко П. В.

Півень Н. М.

Коваль С. М.

Захарченко П. В., канд. техн. наук, професор,
Півень Н. М., старший викладач,
Коваль С. М., магістр,
Київського національного університету будівництва і архітектури (КНУБА), м. Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ВИСИХАННЯ ЗРАЗКІВ ГАЗОБЕТОНУ РІЗНОЇ ГУСТИНИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД СКЛАДУ ВИКОРИСТАНИХ ПОЛІМЕРЦЕМЕНТНИХ ШТУКАТУРОК

В статті наведені результати дослідження кінетики висихання газобетону в конструкції та визначена адгезійна міцність декоративно-захисного шару до пористої бетонної основи.

Відомо, що втрати тепла в житлових будинках відбуваються через підвал -15%, віконні системи – 18%, дах – 23%, вентиляцію – 14% та найбільші, через стіни – 35%. Одним із найбільш дієвих способів вирішення цієї проблеми є перехід на нові конструкції зовнішніх стін з використанням матеріалів з підвищеними теплоізоляційними показниками. До таких матеріалів відноситься ніздрюватий бетон, оскільки при малій густині він залишається конструкційно-теплоізоляційним матеріалом.

Автоклавний ніздрюватий бетон набуває своїх високих міцнісних характеристик в процесі тривалої витримки в середовищі насиченої пари при високому тиску. При литтьовій технології з автоклава газобетонні блоки виходять з високим вмістом вологи (30-45%). Після нетривалого охолодження газоблоки встановлюють на піддони і упаковують в термоусадочну плівку (для запобігання подальшому зволоженню атмосферними опадами), тому до моменту розпаковування піддону і початку будівельних робіт вологість газобетону практично не змінюється.

Підвищення вологості будь-якого будівельного матеріалу призводить до зростання його теплопровідності. Це стосується і ніздрюватих бетонів. Чим нижча вологість бетону при укладанні виробів в стіни, тим менша вірогідність виникнення негативних явищ при їх експлуатації. При висиханні газобетону в кладці волога видаляється з поверхні лише двох граней. Тому процес випаровування і видалення вологи суттєво уповільнюється.

Швидкість зміни вологості матеріалів в стінах залежить в першу чергу від співвідношення їх паропроникності і сорбційної вологості (при рівних режимах експлуатації приміщень і кліматичних умовах). Чим вища паропроникність і нижча сорбційна вологість, тим активніше відбувається висушування. Повільне висихання буде в тому випадку, якщо конструкцію з газобетону із зовнішнього та внутрішнього боку облицьовувати штукатуркою з низькою паропроникністю. У разі ж паропроникного оздоблення (вентильовані фасадні системи, тонкошарова штукатурка, забарвлення або гідрофобізація поверхні) висихання відбуватиметься з високою швидкістю [2]. За рекомендацією Всеукраїнської асоціації виробників автоклавного газобетону (ВААГ), конструкцію стіни з газобетонних блоків потрібно залишати на 3-6 місяців без оздоблення [3].

Виходячи з набутого досвіду застосування штукатурних сумішей для оздоблення зовнішніх стін багатоповерхових монолітно-каркасних будівель чи малоповерхових будинків з газобетонних блоків автоклавного тверднення, можна зробити висновок, що вибір штукатурних сумішей, виходячи тільки з умови застосування і відповідності фізико-механічних властивостей нормативним вимогам є необхідною, але недостатньою умовою з точки зору правильності їх використання в тій, чи іншій конструктивній системі. Крім контролю якості самих сумішей і знання їх властивостей необхідно, також, враховувати їх подальшу сумісну роботу з іншими матеріалами стінової конструкції при певних умовах застосування.

При організації проведення робіт з опорядження стінових конструкцій з автоклавного газобетону враховують такі властивості матеріалу, як невисока міцність при стиску і розтягу, висока паро- і повітропроникність, вміст вологи в матеріалі. Відпускна вологість газобетонних виробів з заводу, в залежності від технології виготовлення, 20…37%, а пакування блоків в термоусадочну плівку не сприяє видаленню вологи. Тому, прийнято вважати, що опоряджувальні роботи після зведення таких стін слід розпочинати після певного терміну витримки при досягненні газобетоном вологості, що не перевищує 25%.

Тому, метою даного дослідження стало вивчення кінетики висихання ніздрюватобетонних блоків в одношаровій огороджуючій стіновій конструкції з опорядженням полімерцементною штукатуркою. Вибір саме такого штукатурного шару ґрунтувався на вимогах до штукатурки для стін з ніздрюватобетонних блоків:

- водоутримувальна здатність розчинової суміші – не менше 96 % (нормативні вимоги – не менше 95 %.);
- термін придатності – не менше 90 хв. (нормативні вимоги – не менше 60 хв.);
- рухомість розчинової суміші – не менше 8 см;
- міцність зчеплення розчину з основою (адгезія) після витримування в повітряно-сухих умовах, не менше 0,5 МПа;
- паропроникність, не менше 0,1 мг/(м . год .Па);
- морозостійкість, не менше 50 циклів (для зовнішніх поверхонь);
- границя міцності на стиск, не менше 2,5 МПа; – границя міцності на розтяг при вигині, не менше 1,2 МПа;
- середня густина розчину 500÷1200 кг/м^3 (нормативно не регламентується) [1].

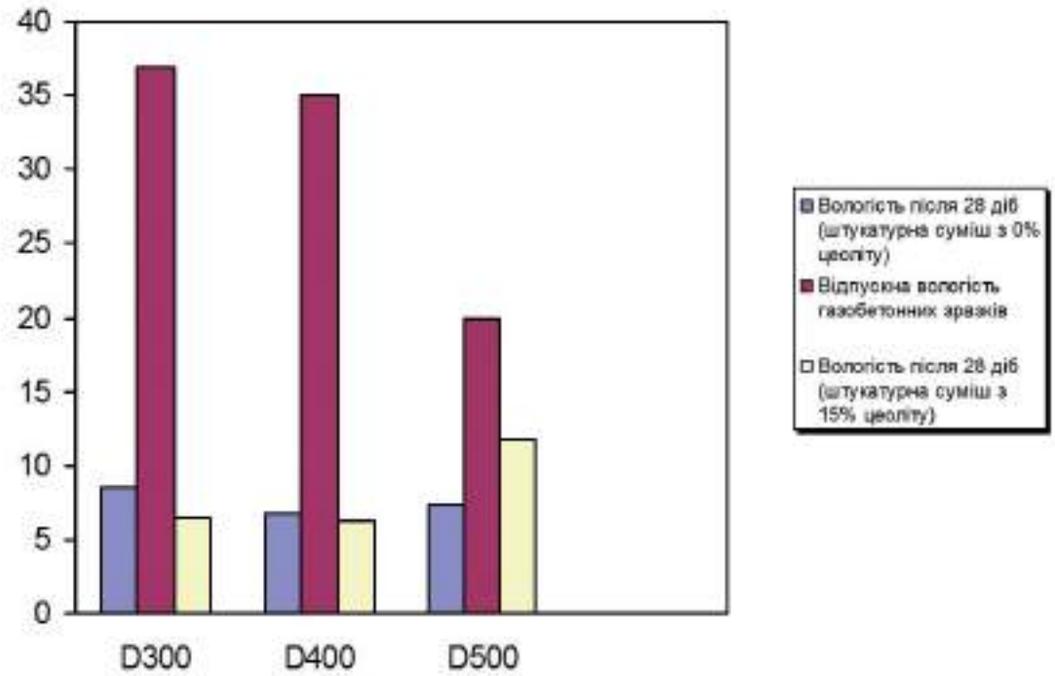
Для вивчення кінетики висихання ніздрюватобетонних блоків в стіновій конструкції проведені дослідження на зразках газобетону розміром 300x200x50 мм, густиною 300; 400 і 500 кг/м³, післяавтоклавною вологістю 20…37% та висушених до постійної маси вологістю 5-6%, виготовлених на підприємствах ТОВ Аерок та ОАО Житомирський комбінат силікатних виробів. Вологі зразки вирізали з блоків ніздрюватого бетону стандартного розміру зразу після автоклавної обробки з наступним закриванням поверхні зразків паронепроникною поліетиленовою плівкою товщиною 0,2 мм. В лабораторних умовах зразки зважували, одну грань розміром 300x200 мм звільняли від плівки та покривали грунтувальним розчином. Через 7 діб на цю ж грань наносили полімерцементну штукатурну суміш двох складів: з 0% та 15% цеоліту. Введення в тонкошарове покриття добавки цеоліту , було зумовлене тим, що високопориста основа, якою є поверхня виробів з газобетону сприяє ще більшому відсмоктуванню води з тонкошарових розчинів, а в фізичну структуру цеоліту входить вода, що може вільно переміщатися [2,4]. Зразки газобетону встановлювали оштукатуреною поверхнею вверх. Режим висихання зразків відбувався при постійній температурі (t=20±2°C) при обдуві поверхні повітрям. Процес сушки зразків здійснювався лише з торцевої відкритої сторони через тонкий шар штукатурки (~5 мм) протягом 28 діб.

Дослідження показало, що на поверхні штукатурного шару протягом 28 діб не утворилися тріщини чи відшарування.

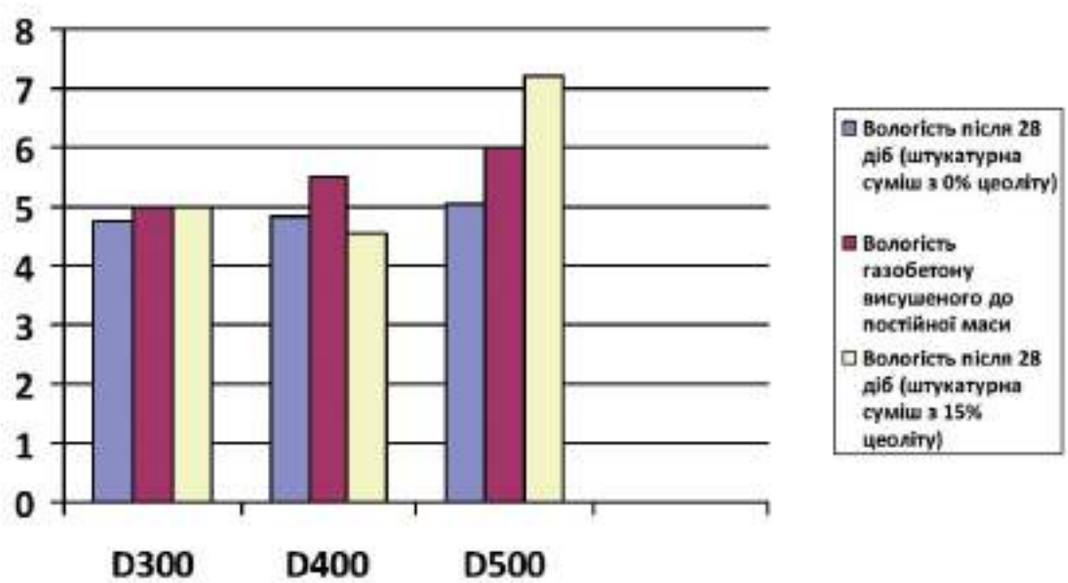
Для визначення вологості газобетону після 28 діб перебування в герметичній упаковці, газобетонні зразки очищали від грунтового та штукатурного шару, зважували на лабораторних вагах RADWAG AS 310 C та висушували в сушильній камері до постійної маси при температурі t=50°C. Паралельно отримані результати порівнювали з даними GANN-лабораторії.

В іншій серії експериментів зразки висушували до постійної маси (вологість в зразках складала 5-6%) після чого одну сторону покривали грунтовкою та штукатурною сумішшю з 0% та 15% добавки цеоліту.

Через 28 діб зразки першої та другої серії піддавали дослідженням на вологовміст та адгезійну міцність штукатурного шару до основи.



Діаграма 1. Залежність вологості газобетонних зразків від їх густини та вмісту добавки цеоліту в штукатурній суміші.



Діаграма 2. Залежність вологості газобетонних зразків від їх густини та вмісту добавки цеоліту в штукатурній суміші (зразки висушені до постійної маси).

Аналіз діаграм 1 і 2 показує, що вологість зразків низької густини D300 та D400 суттєво зменшилася від 37 і 35% відповідно до 8 і 7% причому динаміка втрати вологи зразків покритих штукатурним розчином з цеолітом вища ніж у зразках зі штукатуркою базового складу (цеоліт 0%).

У зразках Житомирського комбінату силікатних виробів D500 (більшої густини) протікання процесів відбувалося інакше, зразки зі штукатурною сумішшю з добавкою цеоліту втратили вологість значно менше. Можна зробити припущення, що більш щільна структура зменшує кількість капілярних пор тобто перешкоджає випаровуванню води з основи.

Аналіз результатів представлених на діаграмі 2 (зразки з вільними гранями) в цілому підтверджує попередні висновки. При загальному зменшенні вологовмісту зразків на 15-20%, динаміка процесів співпадає. Зразки більш щільної структури висихають повільніше, не залежно від виду штукатурної суміші нанесеної на одну грань.

Не менш важливим чинником є адгезійна міцність декоративно-штукатурного покриття до газобетонної основи на яку впливає багато факторів: густина газобетону, міцність ґрунтувального шару, штукатурного покриття. Для визначення міцності зчеплення штукатурного розчину з сухою та вологою основою газобетону проведено дослідження адгезійної міцності штукатурного шару до зразків пористого бетону висушеного до постійної маси та зразків з відпускною вологістю 20…37%.

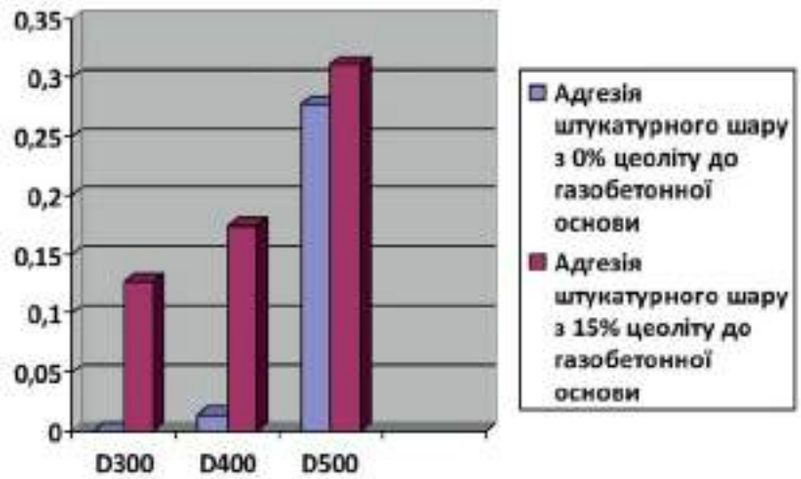
Для дослідження було використано аналогічні штукатурні полімерцементні склади з вмістом цеоліту 0% та 15%. Експериментальні склади було нанесено на зразки ніздрюватого бетону розміром 300x200x50 мм та густиною 300, 400 та 500 кг/м^3 на ґрунтувальний шар. Для випробування обирали зразки різної вологості та густини: 300 кг/м^3 – 37%(W), 400 кг/м^3 – 35%(W), 500 кг/м^3 – 20%(W). П'ять граней герметично запаковували в поліетиленову плівку і на одну відкриту грань розміром 300x200 мм наносили штукатурну суміш товщиною до 5 мм. Полімерцементні розчини тверділи в повітряно-сухих умовах протягом 28 діб.

Адгезійну міцність визначали згідно ДСТУ-П Б.В.2.7-126:2006, використовуючи адгезіометр DYNA Z [5].

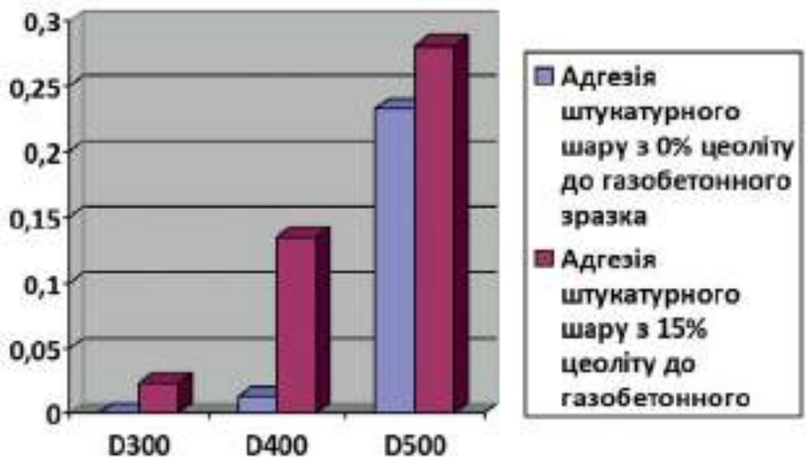
В результаті дослідження було встановлено, що на поверхні зразків оздоблювального складу не з'явилися тріщини та відшарування.

Аналіз результатів адгезії штукатурного шару до пористої основи показує, що базовий склад штукатурки має досить низькі показники міцності, особливо на бетонах низької густини. В той же час, адгезія модифікованої штукатурки в кілька разів перевищує міцність зчеплення на бетонах низької густини D300, D400 і на 20% на пористому бетоні D500.

Результати випробувань висушених зразків підтвердили загальну картину, адгезійна міцність декоративно-захисного шару з добавкою цеоліту до пористої бетонної основи зростає в кілька разів.



Діаграма 3. Залежність адгезії декоративно-захисного шару до газобетонних блоків з відпускною заводською вологістю від їх густини та вмісту добавки цеоліту в штукатурній суміші.



Діаграма 4. Залежність адгезії декоративно-захисного шару до газобетонних блоків з вологістю 5-6% від їх густини та вмісту добавки цеоліту в штукатурній суміші

Висновки

Дослідження газобетонних зразків в наближених до натуральних умов (стінова конструкція), показали, що протягом місяця вологість зменшується до природньої, але в зразках з відкритими гранями висихання протікає значно швидше. Можна очікувати, що в реальних умовах висихання конструкції стіни з газобетонних блоків відбудеться за 3-6 місяців.

В якості захисно-оздоблювального шару стін з газобетонних блоків можна рекомендувати полімерцементну суміш з вмістом цеоліту, яка не перешкоджає процесу висихання конструкції та значно підвищує її міцнісні характеристики.

Подальших досліджень потребує використання штукатурних сумішей на поверхні стін з газобетону густиною 300 кг/м^3, у зв'язку з низькою міцністю контактного шару.

Література:

1. ДСТУ Б.В.2.7.-126:2011 «Суміші будівельні сухі модифіковані. Загальні технічні умови».

2. Petro ZACHARCENKO; Petro KUPRIJENKO; Natalija PIVENJ; Marijonas SINICA; Georgijus SEZEMANAS; Donatas MIKULSKIS; Modestas KLIGYS; Vytautas CESNAUSKAS. Investigation of the Composite Material with Inclusions of Autoclaved Aerated Concrete Chips Materials science. ISSN 1392-1320 Вип.15 №4 Литва 2009, – с, 356-362.

3. Сиротін О.В. Эффективное нормотворчество для проектировщиков и строителей. Будівельний журнал, – №1-3, – 2015. – с. 112-114.

4. Захарченко П.В.,Півень Н.М. Оптимізація складу полімерцементної цеолітовміщуючої композиції. Вісник ОДАБА. – Одеса, 2010. – Вип. 39 – с.278-285.

5. Захарченко П.В., Півень Н.М., Лаврухіна К.О. Дослідження адгезійних властивостей полімерцементних штукатурок в залежності від основи на яку вони нанесені / Строительные материалы и изделия. – 2010. – №5. – с.11.14.

Стоунлайт

ГАЗОБЕТОН

З НОВИМ РОКОМ!

Блоки ТМ "СТОУНЛАЙТ"
виробляє нове підприємство
"Орієнтир-Буделемент" (м. Бровари)
на високоякісному німецькому обладнанні
у відповідності з європейськими стандартами

☎ 0 44 390-2980
www.stonelight.kiev.ua

УДК 666.02

Филатов А. Н.

Вудвуд Т. Н.

Филатов А. Н., канд.техн.наук, зав. сектором,
Вудвуд Т. Н., младший научный сотрудник, ГП «НИИСМИ», г. Киев

ЯЕИСТЫЙ БЕТОН – ТЕХНОЛОГИЯ, ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ, ПРОИЗВОДСТВО (в помощь проектировщикам и строителям)

Показаны взаимосвязь пористости ячеистого бетона и его основных технических показателей, раскрыто влияние влажности на его эксплуатационные свойства.
Рассмотрены технологические способы и организационные решения по снижению строительной и эксплуатационной влажности изделий из ячеистого бетона. Затронуты вопросы неоднозначного применения терминов по ячеистым бетонами и его показателям.

Вступление

Ячеистый бетон – эффективный строительный материал с пористой структурой. Пористость бетона технологическими приемами можно изменять от 45-50 до 92-95 %, это позволяет получать материал плотностью от 150-250 до 500-1000 кг/м^3 и изготовлять из него мелкоштучные и крупноразмерные изделия различного функционального назначения – теплоизоляционные, стеновые, конструкционные (таблица 1). Это основное отличие ячеистого бетона от других видов строительных материалов.

Пористая структура ячеистого бетона включает макро-, микропорами и межпоровыми перегородками. Макропоры имеют овальную форму, заполнены воздухом и парами воды и разделены межпоровыми перегородками. Межпоровые перегородки содержат микропоры (капиллярные, гелиевые), поэтому они воздухо- и паропронимцаемы и способны удерживать воду в капельном, пленочном и парообразном состоянии.

Макропоры в ячеистом бетоне образованы газовыми или пенными пузырьками в процессе приготовления и формования сырьевой смеси. Микропоры образуются при взаимодействии минеральных компонентов сырьевой смеси с водой и ее парами на стадии формования, выдержки и автоклавной обработки изделий. Вода при приготовлении сырьевой смеси выполняет одновременно две функции: она является средой, в которой формируется пористая структура, а также непосред-

ственно участвует в формировании макро- и микропор. Технологическая вода сохраняется в бетоне до окончания производственного цикла и интенсивно удаляется при выдержке изделий в естественных условиях на складах и стройплощадках. Активная роль воды в формировании пористой структуры определяет последующий характер взаимодействия бетона с водой в период эксплуатации изделий в зданиях. При контакте с водой, влажным воздухом бетон накапливает воду, этот процесс характеризуется капиллярным подсосом, водопоглощением, сорбционной влажностью. Вода и ее пары, содержащиеся в бетоне, существенно влияют на его эксплуатационные показатели: объемный вес, прочность, теплопроводность, усадка, трещиностойкость, морозостойкость. Кратко рассмотрим взаимосвязь влажности ячеистого бетона и его технических показателей (таблица 2).

Плотность

Например, при проектной плотности бетона 500 кг/м^3 и его влажности 30% масса м^3 изделий составит 650 кг. Это следует учитывать при выполнении операций погрузки, перевозки и подачи изделий на этажи. С изменением влажности бетона изменяются монтажные, строительные, эксплуатационные нагрузки в зданиях. При высыхании бетона до 10-12% масса м^3 будет составлять 550-560 кг, а для достижения равновесной влажности 5-6% необходимо удалить еще 25-30 кг воды, то есть 12-15 кг воды с каждого м^2 стены при толщине 400-500 мм. Следует напомнить, что высыхание бетона это процесс испарения воды и последующее удаление ее паров в окружающую среду. При этом бетоны разных плотностей и производителей характеризуются различными сроками высыхания до равновесной влажности.

При выдержке изделий на складе готовой продукции, транспортировке, хранении на базах и стройплощадках бетон достаточно интенсивно естественно высыхает за счет энергии солнца и ветра, при условии, что пакеты изделий не закрыты паронепроницаемым чехлом. До укладки изделий в стены пары воды удаляются с поверхности шести граней блока (размеры 600×400×200 мм, площадь 0,88 м^2), а после укладки в стены пары удаляются лишь с двух граней площадью 0,24 м^2, процесс естественного высыхания бетона существенно замедляется. При нанесении на стены защитно-декоративных покрытий удаление паров с бетона замедляется дополнительно, особенно, если покрытия нанесены одновременно на наружную и внутреннюю поверхность стены.

В условиях эксплуатации зданий бетон продолжает высыхать до равновесной влажности преимущественно за счет энергии отопления. Чем ниже строительная влажность бетона в стенах, тем меньше затраты энергии на его «досушку» до равновесной влажности в отопительный сезон, тем короче период «досыхания» до равновесной влажности без проявления негативных явлений в начальный период эксплуатации здания Это необходимо учитывать при решении вопросов конструкции стен, вида отделки, обеспечивающих интенсивное высыхание бетона и исключающих его увлажнения в процессе строительства и эксплуатации зданий.

Прочность

При увлажнении прочность ячеистого бетона снижается, степень снижения характеризуется коэффициентом размягчения, он может составлять от 0,85-0,9 до 0,6 в зависимости от вида бетона и технологии изготовления. Методы определения прочности бетона с учетом его влажности, за 50 лет изменялись несколько раз, в настоящий период за базовое принято определение прочности при влажности бетона 10%. Допускается проведение испытаний бетона с влажностью 5, 15, 20, 25% с применением поправочных коэффициентом (ДСТУ Б В.2.7-224:2009 Бетони. Правила контролю міцності, ДСТУ Б В.3.7-45:2010 Бетони ніздрюваті. Загальні технічні умови).

Усадка

При высыхании размеры изделий из ячеистого бетона уменьшаются за счет воздушной усадки. Усадка характеризуется отношением уменьшения длины образца в мм к его начальной длине в метрах (мм/м). При высыхании бетона в нем возникают напряжения, если они превышают прочность бетона при растяжении образуются трещины. Допустимое значение усадки 0,5 мм/м (конструкционно-теплоизоляционный, конструкционный бетон) занормировано еще в 70-е годы прошлого столетия в МРТУ 7-20-69 «Камни стеновые из ячеистых бетонов» и увязано с отпускной влажностью бетона 25 и 30%. Такое значение допустимой усадки сохранено в действующих сегодня нормативах. Согласно этих требований усадка определяется при высыхании бетона от влажности 35% до 5%. Заметное проявление усадки

Таблица 1.

Взаимосвязь пористости ячеистого бетона и технических показателей (ДСТУ Б В.2.7-45:2010)

Функциональное назначение, вид изделий	Пористость, %	Плотность, кг/м^3	Прочность на сжатие, МПа	Теплопроводность, Вт/м·К
Теплоизоляционные				
Термоблоки Плиты	90-95	200 250 300 350	0,5-1,5	0,055 0,065 0,08 0,09
Конструкционно-теплоизоляционные				
Блоки стеновые мелкие, крупные, перемычки Блоки перегородок Панели Плиты покрытий	80-90	400 500 600	1,5-3,62	0,10 0,12 0,14
	60-70	700 800 900	2,9-14,5	0,18 0,21 0,24
Конструкционные				
Блоки крупные Плиты покрытий перекрытий	50-60	1000 1100	10,85-21,7	0,29 0,34

наблюдается при влажности бетона ниже 20%, и она резко возрастает после 10%. С учетом работы бетона в здании оптимальным условием является достижение минимальной влажности и максимального значения усадки в свободном состоянии т.е до укладки в стены. В таком случае вероятность образования трещин, отслоений, «раскрытия» вертикальных швов при эксплуатации существенно уменьшается или исключается.

Теплопроводность

Определяется в сухом состоянии и составляет у бетона плотностью 200-600 кг/м³ от 0,055 до 0,12 Вт/(м·К). В зданиях бетон эксплуатируется в увлажненом состоянии, в зависимости от плотности бетона и влажности воздуха минимальная влажность бетона составляет 2-6%. Теплопроводность увлажненного бетона выше чем сухого, на каждый процент прироста объемной влажности она увеличивается на 8% и характеризуется линейной зависимостью при повышении влажности до 10-15%. Физически и экономически целесообразно эксплуатировать бетон в зданиях при равновесной (сорбционной) влажности ниже 6%. Процесс снижения строительной влажности ячеистого бетона до нормируемых проектных значений (ДБН В 2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель») происходит достаточно медленно и составляет по разным данным от 1,5 до 2,5 лет в зависимости от конструкции стен и климатических условий. Информацию о фактических характеристиках ячеистого бетона уместно закончить проверенной столетиями фразой: *«Не один материал не выдает себя за что – то, чем он не является»*.

А практические вопросы взаимосвязи технологической и эксплуатационной влажности ячеистого бетона и его технических показателей изучены достаточно полно еще в 60-80 годы прошлого столетия и отражены в стандартах, СНиП, ДБН, рекомендациях на проектирование. Снижение влажности ячеистого бетона не является вопросом сегодняшнего дня, т.к. с его решением связаны вопросы долговечности, комфортности и экономичности зданий. Многие жилые, общественные, промышленные здания из ячеистого бетона эксплуатируют уже около 60 лет, за этот период наработан целый ряд технологических, проектных и организационных решений, направленных на снижение влажности бетона:

- уменьшение расхода воды затворения при приготовлении смеси;
- вакуумирование автоклава в конце процесса твердения;
- выдержка изделий на вентилируемом складе, стройплощадке;
- конструкция стен, кровли, устройство системы водоотведения исключающая местное увлажнение конструкций из ячеистого бетона осадками;
- защита изделий от увлажнения в осенне-зимний период и др.

Самые простые организационно-технологические решения дают ощутимый положительный результат без дополнительных затрат енергии. Производственный и строительный опыт прошлых лет по использованию изделий из ячеистого бетона отражен в ряде документов:

- «Рекомендации по изготовлению и применению ячеистых бетонов в гражданском строительстве» ЛенЗНИИЭП, Ленинград, 1975 г.;
- «СН 277-80 Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона», 1980 г.;
- Руководство по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из ячеистых бетонов. М., Стройиздат, 1977;
- «Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий по производству изделий из ячеистого и плотного бетонов автоклавного твердения» ОНТП 09-85. Таллин, 1986;
- «Рекомендации по применению стеновых мелких блоков из ячеистых бетонов, Москва, 1987»;
- Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из ячеистых бетонов (к СНиП 2.03.01-84). М., ЦНИИСК, 1986;
- Рекомендации по проектированию и применению ячеистобетонных конструкций, изготовляемых по резательной технологии методом вертикального реза массива высотой 600 мм. Таллин – Москва, 1986;
- Рекомендации по отделке ячеистобетонных стен жилых и промышленных зданий. М., Стройиздат, 1987;
- «Технические решения наружных стен из ячеистых бетонов жилых зданий с поперечными несущими стенами высотой до 9 этажей», КиевЗНИИЭП, 1995.

На базе этих документов и стандартов разработаны десятки проектов усадебных, пятиэтажных жилых домов, которые построены в Прибалтике, Белоруссии, Украине, России, Казахстане.

Изготовители ячеистобетонных изделий в своей деятельности оперируют преимущественно показателями ячеистого бетона, занормированными в стандартах (ДСТУ), характеризующих его как материал. Специалисты же проектных и научно-исследовательских организаций в своей работе используют дополнительную группу показателей, характеризующих кладку, конструкции из ячеистобетонных изделий в условиях длительной эксплуатации зданий, к ним относятся модуль упругости, усадка, трещиностойкость, ползучесть, термическое сопротивление, долговечность, надежность и т.д.

Эти показатели изложены в СНиП, ДБН, методиках испытаний и расчетов, рекомендациях по проектированию и применению изделий из ячеистого бетона. При владении всей совокупностью технических показателей ячеистого бетона и изделий обеспечивается надежность применяемых конструкторских и проектных решений в зданиях, а также гарантируется нормируемый (проектный) срок их эксплуатации. Изменение классификации бетона, его функционального назначения в зданиях на основании отдельных 2-3 технических показателей бетона без длительных натурных испытаний и наблюдений может быть сопряжено с появлением негативных явлений и последствий в отдаленный период. Ведь здания строят сегодня, а срок их эксплуатации от 50 до 150 лет. А эксплуатирующие здания организации, а также жители вообще не информированы в вопросах эксплуатации зданий с применением ячеистобетонных изделий, сроках проведения техобслуживания, текущего, среднего и капитального ремонта конструкций и зданий.

Таблица 2.

Влияние влажности бетона на его показатели

Показатели	Условие испытаний	Характер изменения при высыхании	Предел изменения влажности при испытаниии, %
Плотность	всухом состоянии	уменьшается	от 40 до 0
Прочность, модуль упругости	при 10% влажности	увеличивается	от 25 до 0
Усадка	во влажном состоянии	увеличивается	от 35 до 5
Теплопроводность	в сухом состоянии	уменьшается	от 15 до 0

Следует также отметить, что технически правильному восприятию свойств и назначения ячеистого бетона в определенной мере препятствуют терменологические неточности в названии материала, его прочностных и теплотехнических показателей. Это с одной стороны вызвано не владением терминами и понятиями, а с другой стороны пренебрежением к сложившейся языковой практике. Стандарты на бетонные изделия сформированы во второй половине прошлого столетия, общепринятые термины «тяжелый», «легкий», «ячеистый» говорят специалистам строителям о свойствах и назначении бетона. Украинский стандарт на ячеистый бетон был принят в 1996 году, термин «ніздрюватий» применен согласно строительного словаря 1994 года издания/7/. А получившие широкое распространение термины «газоблоки», «пеноблоки», «газопеноблок» характеризуют способ образования пор в сырьевой смеси, а «пенобетон», «газосиликат», «газозолосиликат» и др. указывают на вид основного сырья (цемент, известь, песок, зола) и используются технологами при производстве изделий из ячеистого бетона /8/. Такие названия как автоклавный и неавтоклавный ячеистый бетон характеризуют способ тепловой обработки изделий (в автоклаве, тепловой камере или естественных условиях). Технологические характеристики ячеистого бетона и рекламный показатель «коэффициент конструктивного качества» не применяются в расчетах нагрузок и не работают в стенах зданий. А разное название одного материала и его характеристик вводит в заблуждение и строителей и застройщиков. Приходится пояснять, что как «газа», так и «пены» в ячеистом бетоне нет, а ячейки (поры) заполнены воздухом и парами воды.

До сих пор встречается путаница относительно показателей прочности на сжатие бетона. Изначально до 1976 г. прочность, по аналогии с кирпичом, характеризовалась маркой «М» Rсж (кг/см^2) определялась на трех образцах в сухом состоянии, затем в 1978 г. перешли на класс «В», Rсж (МПа) определялась на 6 образцах при влажности 10%, сейчас осваивается, по аналогии с европейской, обозначение класса для тяжелого бетона «С», для легкого «LC» (Н/мм^2), вводится понятии «характеристическая прочность» имеющая разное определение в наших нормативах (ДБН В.2.6-162:2010, ДСТУ Б В.2.7-224:2009, ДСТУ Б В.2.7-176:2008). Однако однозначного, доступного и понятного для специалистов всех уровней истолкования физического смысла символов «М, В, С» не было и нет. А в расчетах эксплуатационных нагрузок в зданиях символы не поставишь, там должна фигурировать фактическая механическая прочность.

В ДСТУ Б В.2.7-45:2010 были наведены конкретные минимальные значения прочности при сжатии для каждого класса «В», значения принятые на базе застарелых советских методик (других тогда не было). Согласно сегодняшних подходов бетон одного класса разных изготовителей может иметь различное значение минимальной прочности, например бетон класса В2 может иметь прочность 18,5, 21,5, 25,5 МПа. Для сравнения представим, что одна гривна в одном банке оценивается в 95 коп, а в другом 105 коп., или в супермаркете один килограмм равен 950 гр, а в гипремаркете 1020гр. Такая вольная трактовка прочности может беспечно проходить, учитывая что элементы из ячеистого бетона в зданиях воспринимают невысокие эксплуатационные нагрузки, не граничащие с разрушающими.

Возвращаясь к влажности бетона отметим, что вода и ее пары являются постоянным спутником ячеистого бетона при формовании изделий и их автоклавной обработке, при строительстве и эксплуатации зданий. Результаты заводского лабораторного контроля влажности бетона, отдельные испытания сторонних организация остаются практически в журналах и актах, на стройплощадке и при эксплуатации зданий они не «в работе». Про влажность иногда вспоминают в публикациях, на конференциях… и при возникновении в здании негативных явлений. А влажность и закономерности ее изменения следует знать и контролировать на всех этапах строительства и эксплуатации. Встречающиеся отдельные негативные случаи после сдачи зданий легче предупредить, чем их устранять. Этого можно достичь при соблюдении требований нормативных и проектных документов, а также применением достаточно простых и доступных организационно-технологических правил: не допускать увлажнение изделий при хранении; не укладывать влажные изделия в стены; контролировать влажность бетона в процессе строительства; не допускать дополнительного увлажнения изделий в строящихся зданиях; не наносить по свежей кладке стен защитно-отделочные покрытия с двух сторон одновременно; создавать условия для высыхания бетона в период строительства и начальной эксплуатации зданий (проветривание, вентиляция). Анализ наработок технического прошлого и современного строительства с применением ячеистого бетона можно дополнить такой фразой:

Скоро будет мне 100 лет,
Я еще не старый дед.
Меня и хвалят и ругают…
Но меня не знают!

Заканчивая нашу информацию с оптимизмом надо заметить, что при всех плюсах и минусах, в общении строительной общественности с «будущим юбиляром», строительная «песня» ячеистого бетона остается прежней: легкий, теплый, экологический, энергосберегающий, изготовляется с отечественного природного сырья.

Література:

1. Саталкин А. В. и др. Технология изделий из силикатных бетонов. – М.: Стройиздат, 1972. – 344 с.

2. Горяйнов К. Э., Горяйнова С. К. Технология теплоизоляционных материалов и изделий. – М.: Стройиздат, 1982. – 376 с.

3. Боженов П. И. Технология автоклавных материалов. – Л., Стройиздат (ленинградское отделение), 1978. – 368 с.

4. Фаренюк Г. Г., Колесник С. С. Теплофізичні показники огороджувальних конструкцій з автоклавного газобетону. Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. Науково-технічний збірник. Випуск 40, Київ, НДІБМВ, 2011

5. Лаповская С. Д. К вопросу о влиянии эксплуатационной влажности на свойства автоклавного ячеистого бетона. Строительные материалы, № 3, 2012.

6. Сеземон Т. Б. и др. Высыхание наружных стен из автоклавного ячеистого бетона с системой скрепленной теплоизоляции в процессе эксплуатации зданий. Опыт производства и применения ячеистого бетона автоклавного твердения: материалы: 6-0й Международной научно-практической конференции, Минск 26-28 мая 2010 г. – Мн.: Стринко, 2010 - 148 С.: ил.

7. Російсько-український словник. Будівництво, Київ, Будівельник 1994 р.

8. Волженский А.В., Буров Ю.С., Колокольников В.С. Минеральные вяжущие вещества. – М.: Стройиздат, 1979. – 476 с.

З НОВИМ РОКОМ!

UDK
БУДИНОК
НА ВІКА!
udkgazbeton.com

УДК 691.002

Парута В. А.

Мартынов Е. И.

Брынзин Е. В.

Парута В. А., канд. техн. наук, доцент,
Мартынов Е. И., канд. техн. наук, доцент,
Одесская государственная академия строительства и архитектуры (ОГАСА), г. Одесса,
Брынзин Е. В., канд.техн.наук, начальник отдела маркетинга, ООО «ЮДК», г. Днепропетровск

БАЗОВЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШТУКАТУРНЫХ РАСТВОРОВ

В статье приведены компоненты, при помощи которых решалась данная проблема, механизм их действия и как результат, снижение напряжений в системе «кладка-штукатурное покрытие» и повышение трещиностойкости штукатурного покрытия.

Массовое применение автоклавного газобетона требует материалов и технологий для его защиты. Оштукатуривание стен с отделкой декоративными штукатурками или фасадными красками, является наиболее эффективным технико-экономическим решением. Поэтому разработка составов штукатурных растворов является актуальной задачей, которую решают многие специалисты [1-4]. Недостатком разработанных составов является то, что им всем, в той или иной мере, присуще трещинообразование [3,5], которое приводит к разрушению штукатурного покрытия, снижению долговечности ограждающей конструкции.

По нашему мнению, происходит это из-за того, что при проектировании свойств и состава штукатурного покрытия, не в полной мере учитывают его работу в стеновой конструкции. Нормативные требования, предъявляемые к штукатурным растворам противоречивы и, по нашему мнению, не всегда обоснованы. Так, например, требуемая прочность при сжатии может варьироваться от 1,5 до 7,5 МПа (Россия), должна составлять 2,5МПа (Украина), достигая 10 МПа (Германия). Прочность на изгиб должна составлять 1–1,25МПа (Украина), и 2 МПа (Россия). Величина адгезии к кладке варьируется от 0,15 МПа (Россия), до 0,5МПа (Украины).

Необоснованно завышенная прочность штукатурного покрытия является причиной трещинообразования в нем и контактной зоне с газобетонной кладкой, что приводит к снижению долговечности стеновой конструкции.

Штукатурный раствор, по нашему мнению, следует рассматривать как покрытие, связанное с кладкой через контактную зону. Необходимо выбирать компоненты штукатурной смеси и их количество, с учетом процессов протекающих при твердении штукатурного покрытия и разрушении системы «кладка-штукатурное покрытие». Применение штукатурных растворов должно обеспечить снижение напряжений в штукатурном покрытии и контактной зоне до величин, меньших, чем разрушающее напряжение. Проектирование составов и свойств штукатурных растворов необходимо вести с учетом напряжений, возникающих в штукатурном покрытии из-за его усадки и разницы деформаций с кладкой при твердении, а также деформаций стеновой конструкции и самого покрытия при эксплуатации.

Разрушение штукатурного покрытия связано с образованием, накоплением и развитием дефектов в структуре материала (микро- и макротрещин) которые образуются при нанесении, твердении и эксплуатации. Особенностью процесса твердения штукатурного раствора является то, что гидратация цемента протекает при недостаточном количестве воды, из-за ее интенсивного испарения и поглощения пористым основанием. В этих условиях формируется дефектная структура цементного камня, образуются неравновесные, метастабильные поликристаллические новообразования. Твердение при пониженном В/Ц приводит к неполной реализации вяжущего потенциала цемента, падению прочности, повышенному трещинообразованию и снижению долговечности затвердевшего штукатурного покрытия [8, 9, 10, 11].

Происходит гидравлическая (0,3...0,8 мм/м) и пластическая (2...5 мм/м) усадка штукатурного раствора [1], что приводит к образованию трещин. Так как газобетонная кладка сдерживает эти деформации, то это приводит к возникновению напряжений в штукатурном покрытии (δ), которые превышают его предел прочности при растяжении:

$\sigma = \Delta\varepsilon \cdot \nu \cdot E/(1-\mu)$

где: E и μ – модуль упругости и коэффициент Пуассона штукатурного покрытия;

ν – коэффициент упругопластических деформаций раствора при растяжении;

$\Delta\varepsilon$ – разность деформаций штукатурки и газобетонного основания [5].

Для примера:

Минеральный раствор М25:

При: $E = 4 \cdot 10^3$МПа; $\Delta\varepsilon = \varepsilon_{шт} = 0{,}3...0{,}8$ мм/м

или $30...80 \cdot 10^{-5}$; $\mu = 0{,}3$; $\nu = 0{,}5$;

При минимальной усадке раствора:

$\sigma = 30 \cdot 10^{-5} \cdot 0{,}5 \cdot 4 \cdot 10^3/(1-0{,}3) = 0{,}85$МПа

При максимальной усадке раствора:

$\sigma = 80 \cdot 10^{-5} \cdot 0{,}5 \cdot 4 \cdot 10^3/(1-0{,}3) = 2{,}28$ МПа

Минеральный раствор М50:

При: $E = 6 \cdot 10^3$ МПа; $\Delta\varepsilon = \varepsilon$шт $= 0{,}3...0{,}8$ мм/м

или $30...80\text{-}10^{-5}$; $\mu = 0{,}3$; $\nu = 0{,}$:

При минимальной усадке раствора:

$\sigma = 30 \cdot 1^{-5} \cdot 0{,}5 \cdot 6 \cdot 10^3/(1-0{,}3) = 1{,}28$Мпа;

При максимальной усадке раствора:

$\sigma = 80 \cdot 10^{-5} \cdot 0{,}5 \cdot 6 \cdot 10^3/(1-0{,}3) = 3{,}42$МПа

Минеральный раствор М100:

При $E = 14 \cdot 103$МПа; $\Delta\varepsilon = \varepsilon$шт $= 0{,}3...0{,}8$ мм/м

или $30...80\text{-}10^{-5}$; $\mu = 0{,}3$; $\nu = 0{,}5$:

При минимальной усадке раствора:

$\sigma = 30 \cdot 1^{-5} \cdot 0{,}5 \cdot 11 \cdot 10^3/(1-0{,}3) = 3{,}0$МПа

При максимальной усадке раствора:

$\sigma = 80 \cdot 10^{-5} \cdot 0{,}5 \cdot 11 \cdot 10^3/(1-0{,}3) = 8{,}0$МПа

Расчетное сопротивление растяжению для расчета по образованию трещин для М25 = 0,3МПа, М50 = 0,35МПа, для М100 = 0,4 МПа, и разрушающего напряжения для М25 = 0,4МПа М50 = 0,5 МПа, для М100 = 0,6 МПа.

Из-за этих напряжений и из-за того, что уменьшение степени гидратации цемента привело к снижению предельной растяжимости материала на 20...50% [3, 5, 6], происходит трещинообразование в штукатурном покрытии, на поверхности и в обьеме материала, а также в контактной зоне с газобетонным основанием Рис.1.

В результате формируется дефектная структура материала, включающая поры, трещины, и поры, совмещенные с трещинами. Трещины в штукатурном покрытии распространяются по всем направлениям.

В цементном камне они проходят преимущественно вокруг или через негидратированные зерна цемента, вдоль кристаллов портландита, которые имеют склонность к раскалыванию, а также через поры. Устье трещин располагается около зерен песка, вблизи устья трещин наблюдается множество микротрещин. Трещины имеют разветвления, зигзагообразные включения длиной 10 мкм, а также пересечения. Наблюдаются неразрушенные участки цементного камня, являющиеся мостиками прочности [7, 9].

При эксплуатации стеновая конструкция испытывает тепло-влажностные деформации под воздействием внешней среды, что также создает растягивающие напряжения в штукатурном покрытии и контактной зоне с кладкой (Рис.2).

Градиент деформаций и напряжений наблюдается как в кладке, так и в штукатурном покрытии, а из-за разности коэффициентов температурного расширения возникают деформации и напряжения сдвига в контактной зоне «кладка-штукатурное покрытие» (рис.3).

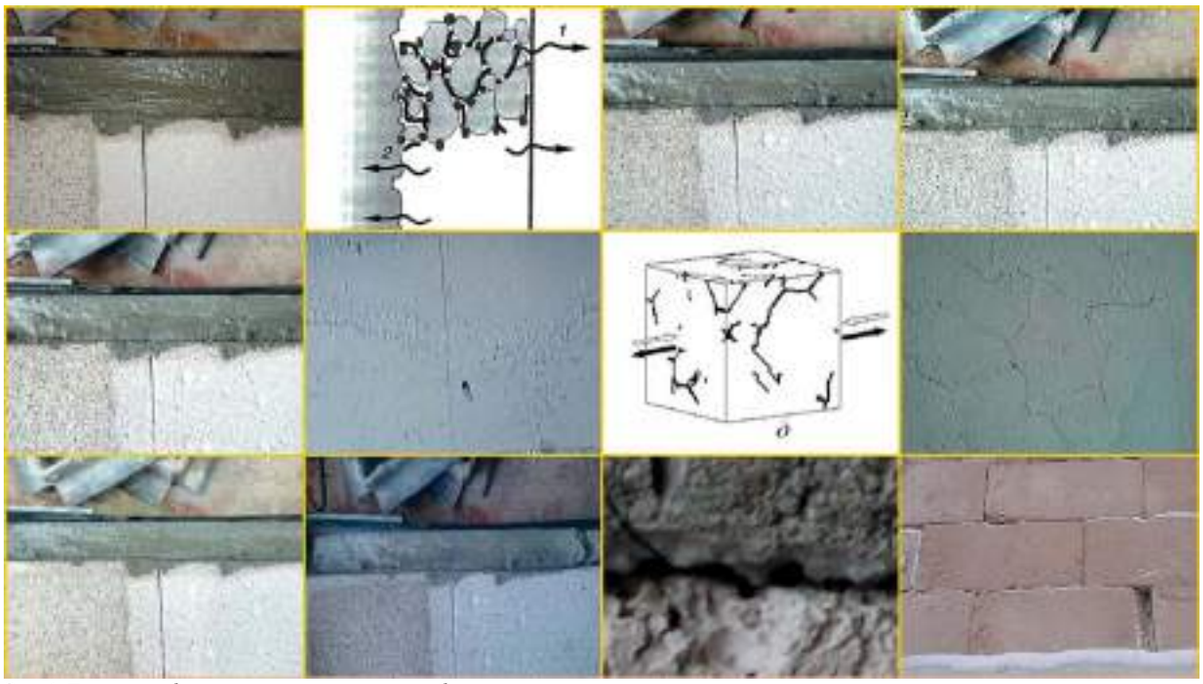


Рис. 1. Трещинообразование в системе «газобетонное основание – штукатурное покрытие»

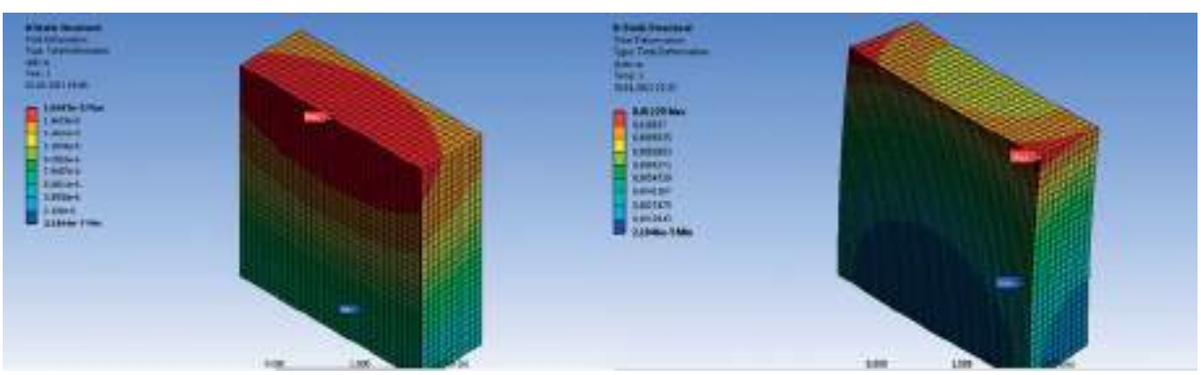


Рис. 2. Изополя деформаций ограждающей конструкции при отрицательных (а) и положительных температурах (б)

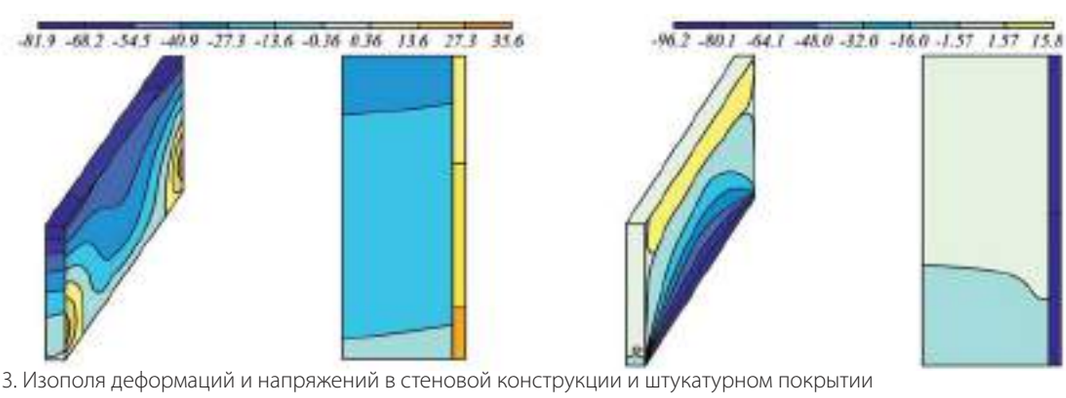


Рис. 3. Изополя деформаций и напряжений в стеновой конструкции и штукатурном покрытии

Это приводит к зарождению новых микротрещин в штукатурном покрытии и развитию макротрещин и магистральных трещин в нем и в контактной зоне между газобетонной кладкой штукатурным покрытием.

Повышению трещиностойкости штукатурного покрытия будет способствовать повышение его прочности на растяжение и предельной деформативности. У немодифицированных штукатурных растворов превалирует доля упругого разрушения. Из-за этого у них значительная скорость развития трещин. Для повышения трещиностойкости и замедления роста трещин необходимо увеличить долю упругопластического разрушения. Анализ уравнения:

$\sigma = \varepsilon \cdot v \cdot E/1-\mu$

показывает, что снижению напряжений и повышению трещиностойкости материала будет содействовать повышение его упругопластических характеристик и предельной деформативности (снижение параметров v и E), повышение прочности на растяжение и снижение усадки раствора. Где: E и μ – модуль упругости и коэффициента Пуассона штукатурного покрытия; ε – относительные деформации штукатурного покрытия.

Относительные деформации штукатурного покрытия рассчитывают по формуле:

$\varepsilon = \Delta L/L_0$

где ε – относительное удлинение; ΔL – изменение размеров штукатурного покрытия; L_0 – размеры штукатурного покрытия на момент твердения;

Величина объемных и линейных изменений размеров штукатурного покрытия рассчитывают по формуле:

$\Delta L = L_0 \cdot \acute{a}m \cdot \Delta t; \Delta t = t_2 - t_1$

где: ΔL – относительное удлинение или сокращение стеновой конструкции; L_0 – длина стеновой конструкции на момент возведения; áт-коэффициент температурного расширения автоклавного газобетона; Δt-изменение температуры стеновой конструкции; t_1 – температура окружающей среды в момент возведения газобетонной кладки; t_2 – максимальная и минимальная температура, воздействию которой подвергается стеновая конструкция в летний и зимний периоды;

Анализ уравнения Т. Юнга:

$\varepsilon = \delta /E$

указывает на то, что уменьшая модуль упругости *(E)* штукатурного покрытия, мы можем увеличить его растяжимость *(ε)*, (деформативность), снизить напряжения растяжения *(δ)* в материале и повысить его трещиностойкость.

Для того, чтобы избежать протекания, вышеописанных деструктивных процессов, образования дефектной структуры штукатурного раствора и контактной зоны его с газобетонным основанием, необходима целенаправленная модификация материала. Введение в растворную смесь модифицирующих добавок: карбонатного заполнителя и наполнителя (отходы добычи известняка ракушечника) и перлитового песка, метилгидроксиэтилцеллюлозы Tylose MB 15009 P2, полипропиленовой фибры, полимерного редиспергируемого порошка Vinnapas 8031 H, обеспечило формирование оптимальной структуры штукатурного раствора и контактной зоны его, с газобетонной кладкой, за счет изменения процессов структурообразования которые будут рассмотрены ниже.

Структурообразование полимерцементного штукатурного раствора предопределяется процессами гидратации цемента и формирования полимерных мембран, их взаимодействием с микродисперсным армированием, наполнителем и заполнителем. Процесс включает стадии смачивания, адсорбции, растворения, гидролиза, зародышеобразования, роста кристаллов, рекристаллизации, образование полимерных мембран.

Механизм твердения подимерцементного штукатурного раствора включает:

- растворение цемента и полимеров, гидратацию цемента с образованием геля и зародышеобразованием кристаллогидратов
- адсорбции полимерных частиц на поверхности геля, кристаллогидратов, мелкого заполнителя и наполнителя
- формирования контактной зоны полимерцементной матрицы с мелким заполнителем и наполнителем
- формирование контактной зоны «газобетонная кладка-штукатурное покрытие»
- сращивание кристаллогидратов между собой и прорастание их через полимерные мембраны
- испарение воды и образование полимерных мембран как завершающий этап структурообразования полимерцементного композита

Рассмотрим процессы структурообразования подробней. Гидратация цемента начинается после смешивания с водой. В процессе гидратации безводные клинкерные минералы (силикаты, алюминаты и аллюмоферриты кальция) превращаются в соответствующие кристаллогидраты – гидросиликаты, гидроалюминаты, гидроферриты кальция, гидроксид кальция. Сперпластификатор, адсорбируясь на гидратирующихся цементных зернах, уменьшает их агрегацию и дезагрегирует образовавшиеся цементные конгломераты. Быстро (30-60 сек), происходит диспергирование в воде редиспергируемого полимерного порошка (РПП), образование водной дисперсии, частиц с размером 0,01-0,5 мкм (рис. 4).

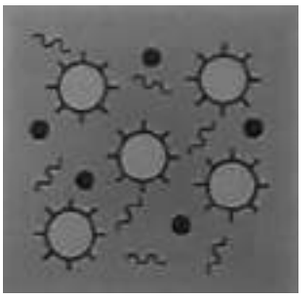


Рис. 4. Образование водной дисперсии полимеров из РПП

При достижении некоторой критической концентрации дисперсных фаз в жидкой среде, агрегативно неустойчивая система переходит к коагуляционной структуре. Возникает объемный пространственный каркас образуемый дисперсными частицами, которые соединены между собой через тонкие водные прослойки и водные дисперсии полимеров.

Полимерные частицы оседают на поверхности цементного геля, непрогидратированных зернах цемента, мелкого заполнителя и агрегируются в виде рыхлых полимерных мембран, в объем которых входят молекулы воды (рис.5).

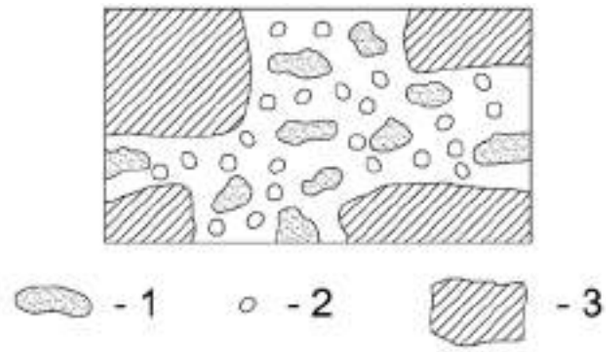


Рис. 5. Структура полимерцементного штукатурного раствора после смешивания с водой
1.Непрогидратированные зерна цемента
2.Частицы полимера
3.Зерна мелкого заполнителя и наполнителя

Частицы метилцеллюлозы, рассеянные между зернами цемента, адсорбируются на их активных центрах. Ее молекулы, удерживая воду силами межмолекулярного взаимодействия (силами Ван-дер-Ваальса), образуют аквакомплексы, оказывая замедляющий эффект, обеспечивая равномерность и большую степень гидратации цемента [8].

В дальнейшем происходит зарождение зародышей кристаллов новообразований и структура принимает вид (рис. 6). При этом, прочных химических связей между неорганической и органической составляющей структуры не наблюдается, а взаимодействие имеет коагуляционный характер, основанный на слабых водородных и ван-дер-ваальсовых связях.

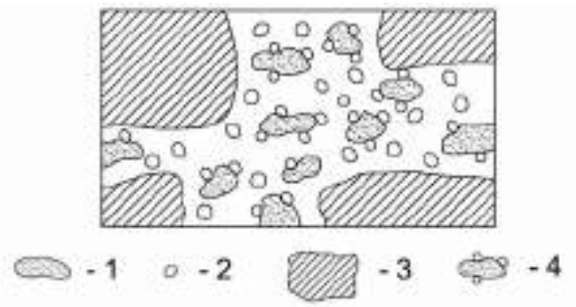


Рис. 6. Коагуляционная структура полимерцементного штукатурного раствора
1. Непрогидратированные зерна цемента
2. Частицы полимера
3. Зерна мелкого заполнителя и наполнителя
4. Полимерные частицы

Важным элементом структуры является контактная зона между полимерцементным камнем, заполнителем и наполнителем. Формирование ее начинается уже на начальной стадии твердения растворной смеси. Поверхность зерен заполнителя и наполнителя, выполняют роль подложки, облегчающей образование зародышей кристаллогидратов.

На поверхности кварцевого песка, выделяются кристаллические зародыши, представленные преимущественно гидросиликатами кальция. На высокодисперсных частицах шлака, входящих в состав шлакопортландцемента, происходит осаждение продуктов гидратации, эти частицы служат центрами нуклеации и кристаллизации. На их поверхности происходит хемосорбция OH-, Ca2+, K+, Na+ из жидкой фазы, что препятствует образованию кристаллизации эттрингита, и начинается пуццолановая реакция. Происходит образование дополнительного количества CSH(1) за счет взаимодействия Ca(OH)2 с активным кремнеземом или алюмосиликатом наполнителя. Следствием этого является образование дополнительных фазовых контактов (контактов срастания между кристаллогидратами), что улучшает структуру композита.

Наблюдается химического взаимодействия известняка с $Ca(OH)_2$, в результате чего образуются гидрокарбонат кальция $CaCO_3 \cdot Ca(OH)_2 \cdot H_2O$, прочно связывающий кристаллы гидрооксида кальция с поверхностью известняка. В присутствии известняка наблюдается увеличение скорости гидратации трёхкальциевого силиката [1,8]. При взаимодействии с трехкальциевым алюминатом (C_3A) и продуктами его гидратации, образуется гидрокарбоалюминатные фазы ($3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot CaCO_3 \cdot 12H_2O$ и др.), что хорошо иллюстрируют данные рентгенофазового анализа (рис. 7). Этим объясняется повышенная механическая прочность контактной зоны между цементным камнем и карбонатной породой [10].

Заполнители из вулканических горных пород (перлит, вермикулит) также активно взаимодействуют с минералами портландцемента (рис.7). При использовании керамзитового песка, входящие в его состав аморфизованное глинистое вещество и алюмосиликатное стекло, взаимодействуют с $Ca(OH)_2$, образуя преимущественно гидросиликаты.

Наличие полимера в полимерцементном вяжущем увеличивает его сцепление с заполнителем. Рост сцепления объясняется тем, что жидкая фаза цементного камня, содержащая полимерные частицы, ионы кальция, алюминатные и кремнийкислородные анионы, проникает в поры заполнителя, а протекающие процессы гидратации и полимеризации прочно соединяют контактирующие материалы.

В дальнейшем происходит увеличение количества кристаллов новообразований их рост и слияние. Возрастает прочность и вязкость образовавшейся структуры (рис. 8).

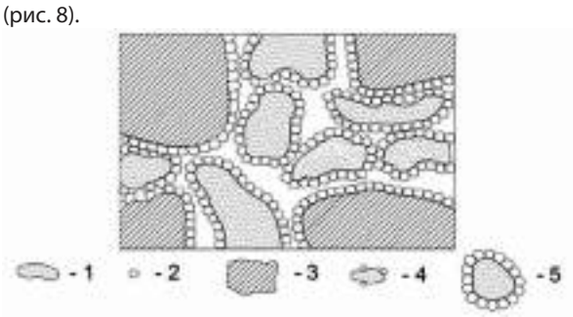


Рис. 8. Коагуляционно-кристаллизационная структура полимерцементного штукатурного раствора

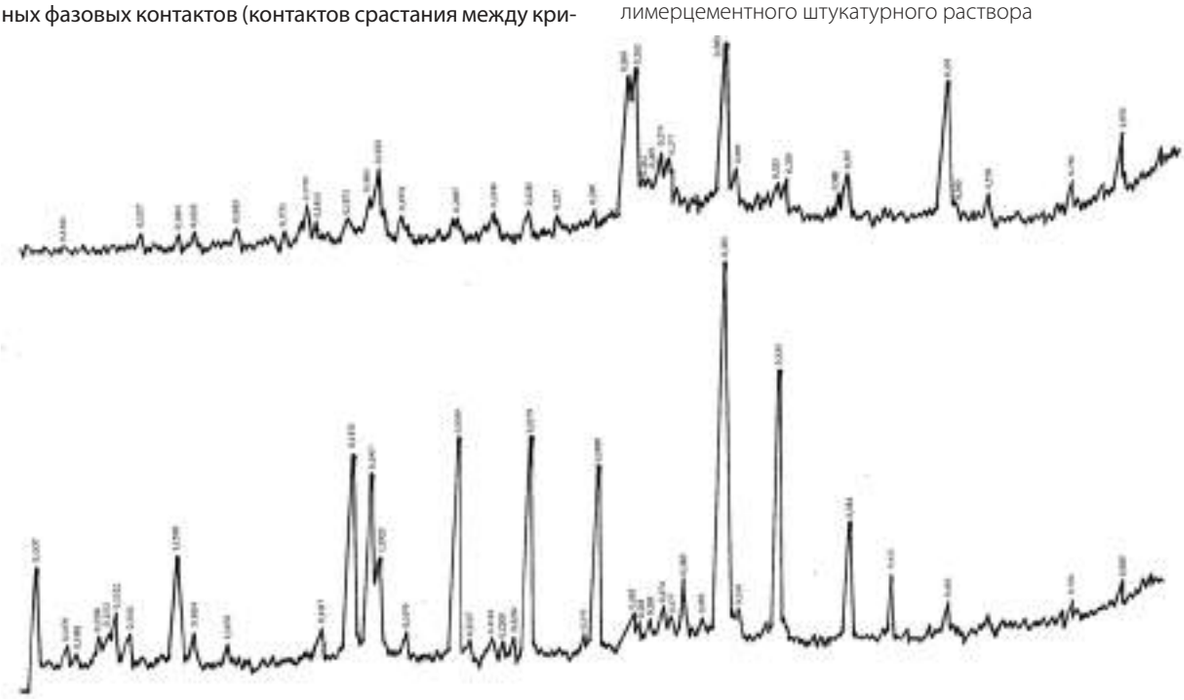


Рис. 7. Данные рентгенофазового анализа полимерцементных штукатурных растворов

В результате гидратации цемента, часть воды химически связывается, происходит также частичное ее испарение. Это приводит к коагуляции полимерной фазы и образованию фрагментов мембран между кристаллами новообразований, заполнителем и наполнителем.

В последующий период происходит взаимное прорастание двух фаз (неорганической и органической), полимерная составляющая заполняет поровое пространство и возникающие дефектные места, уплотняя и соединяя их дополнительно (рис.9,10а).

Рис. 9. Структура затвердевшего раствора
1. Непрогидратированные зерна цемента
2. Частицы полимера
3. Зерна мелкого заполнителя и наполнителя
4. Смесь непрогидратированных частиц цемента и цементного геля с осажденными на их поверхности частичками полимера
5. Смесь цементного геля и непрогидратированных частиц цемента окруженных плотно упакованным слоем полимерных частиц
6. Гидраты цемента, окруженные полимерными пленками или мембранами. 7.Вовлеченный воздух.

Полимерная фибра в результате этих процессов оказывается в полимерцементной матрице, прочно соеденяясь с ней (рис.10б). В результате этого образуется полимерцементный конгломерат который состоит из непрореагировавших с водой частиц клинкера, цементного геля, кристаллов новообразований, полимерных пленок адсорбированных на частицах геля и кристаллах новобразований, полимерной фибры и пор, заполненных воздухом или водой (рис.10,11а).

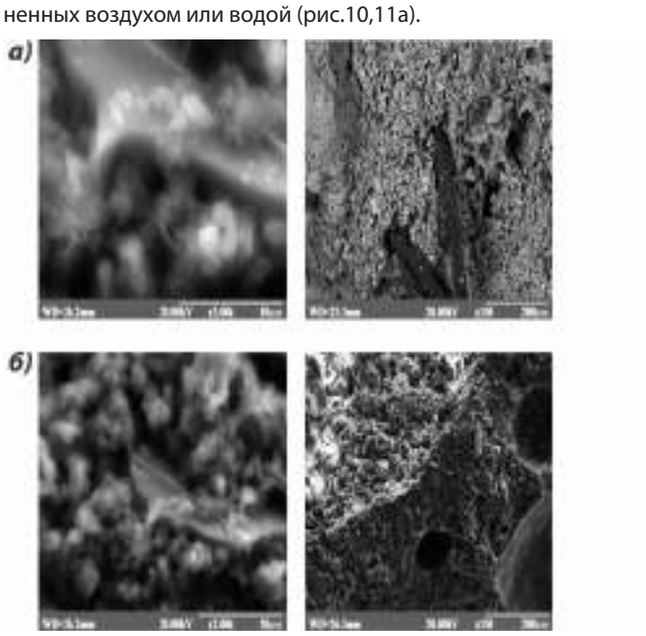


Рис. 10. Наличие полимерных мембран (а) и фибры в структуре материала

Одновременно протекают процессы формирования контактной зоны штукатурного покрытия с газобетонной кладкой. Они включают: адсорбцию и хемосорбцию, диффузию и др. Жидкая фаза растворной смеси, содержащая полимерные частицы, ионы кальция, алюминатные и кремнийкислородные анионы, проникает в поры газобетонной кладки. Гидросиликаты, гидроалюминаты газобетонной кладки, выполняют роль центров кристаллизации, ускоряя твердение полимерцементного раствора и формирование бездефектной контактной зоны. В результате получаем штукатурное покрытие, связанное с кладкой как химически, молекулярным притяжением, так и механически, за счет сцепления полимерцементного раствора с неровностями поверхности газобетонной кладки (рис.11б).

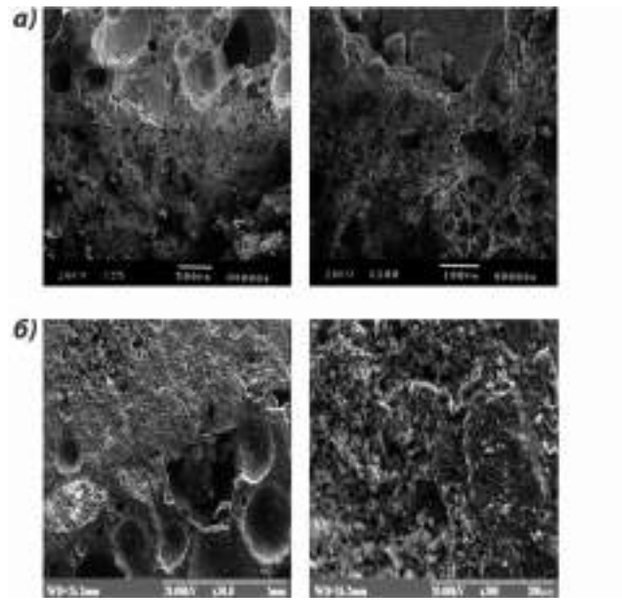


Рис. 11. Структура полимерцементного штукатурного раствора (а) и его контактной зоны с газобетонным основанием

Такой материал имеет большую деформативность, меньший модуль упругости, что приведет к повышению его трещиностойкости. Так если в цементной штукатурке, с пределом прочности при сжатии 5-15 МПа, при растяжении 1,5 МПа, деформациями усадки 0,7 мм/м и средним модулем упругости 15 000 МПа (10 000-30000 МПа), растягивающие напряжения в среднем составляют: δ = 15 000 • 0,7 = 10,5 МПа (7-21Мпа). Что существенно, в 5 – 42 раза, превышает предел прочности штукатурки при растяжении.

То в полимерцементном штукатурном покрытии с деформацией (0,3-0,4мм/м), модулем упругости составит 500-2500 МПа [187], растягивающие напряжения составят 0,2-1,0 МПа, что в 1,5-7,5 раз меньше предела прочности штукатурки при растяжении. Учитывая, что растяжимость полимерцементного раствора в 6-10 раз больше чем у немодифицированного, снижение модуля упругости позволит уменьшить напряжения и трещинообразование в штукатурном покрытии.

Уменьшение модуля упругости штукатурного покрытия приведут к уменьшению напряжений сдвига (τ), которые предопределяют развитие трещины в контактной зоне с газобетонным основанием:

$$\tau = [\Delta T_1 \alpha_1 - \Delta T_2 \alpha_2] / \left[\frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2} \right]$$

где: τ – напряжение сдвига от температурных деформаций, кгс/см2; ΔT1, ΔT2 – разность температуры штукатурного покрытия и кладки, °С; α1, α2 – коэффициент термического расширения кладки и штукатурного покрытия; E_1, E_2 – модули упругости кладки и штукатурного покрытия, кгс/см^2;

Если при модуле упругости газобетона D400 – 1250-1734 МПа, цементной штукатурки 15000 МПа, α_1, = 8·10-6/°С, известкового раствора (1:4) α_2 = 9·10-6/°С; цементного раствора (1:4) α_2 = 10,4·10-6/°С, сложного раствора α_2 = 6·10-6/°С [39,248]; $\Delta T_1 = \Delta T_2 = 50$ °С напряжения сдвига составят: для обычных растворов 0,14Мпа, то для модифицированных 0,08Мпа.

Величины напряжений в штукатурном покрытии зависит от свойств материала кладки и штукатурного покрытия. Нами был произведен расчет, при помощи программы «Лира» и двухфакторного плана, величины напряжений в штукатурном покрытии при широкой комбинации вариантов этих показателей (рис.12,13).

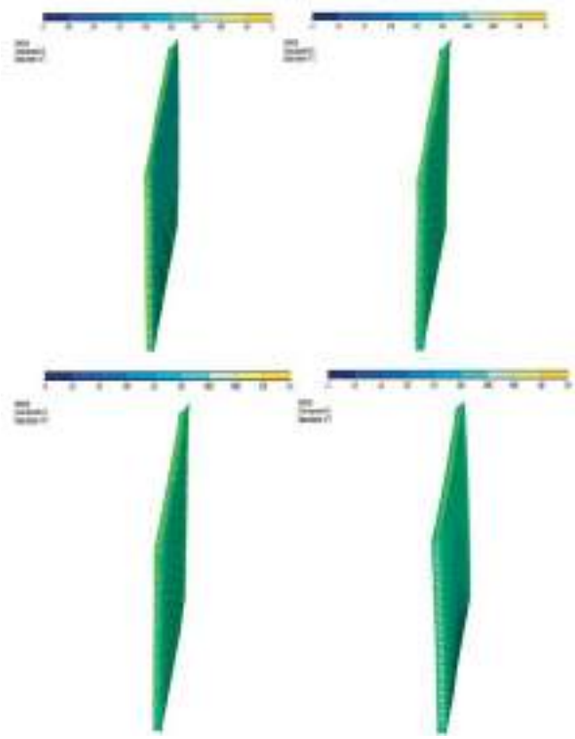


Рис. 12. Напряжения в штукатурном покрытии

Полученные данные свидетельствуют о влиянии характеристик газобетонной кладки и штукатурного покрытия на напряженное состояние последнего. При отрицательных температурах наибольшее влияние на напряженное состояние штукатурного покрытия оказывает его собственные свойства. При уменьшении средней плотности, прочности и модуля упругости, напряжения сжатия в штукатурном покрытии уменьшаются (Рис.13а). При плюсовых температурах, на напряженное состояние штукатурного покрытия оказывает влияние, как свойства штукатурного покрытия, так и газобетонной кладки. При уменьшении средней плотности, прочности при сжатии и модуля упругости материала кладки и штукатурного раствора, напряжения в штукатурном покрытии также существенно уменьшается (рис.13б).

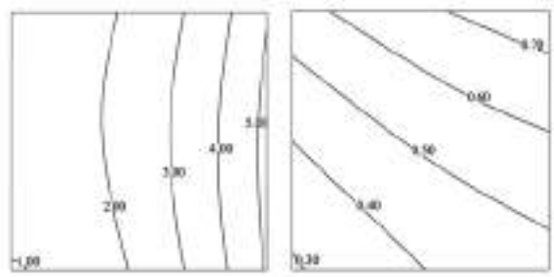


Рис. 13. Напряжения в штукатурном покрытии из-за температурных деформаций при минусовых и плюсовых температурах, т/м^2

Выводы

Нормативные требования, предъявляемые к штукатурным растворам для стен из автоклавного газобетона противоречивы и по нашему мнению, не всегда обоснованы. Необходимы критерии для назначения свойств материала (прочность при сжатии и при изгибе, адгезия и др.), должны быть напряжения, возникающие в штукатурном покрытии при твердении и эксплуатации.

Штукатурный раствор, следует рассматривать как покрытие, связанное с кладкой через контактную зону. Необходимо выбирать компоненты смеси и их количество с учетом процессов протекающих при твердении штукатурного покрытия и разрушении системы «кладка-штукатурное покрытие». Их применение должно обеспечить снижение напряжений в штукатурном покрытии и контактной зоне до величин, меньших, чем, разрушающие напряжения.

В статье приведены компоненты при помощи которых решалась данная проблема, механизм их действия и как результат, снижение напряжений в системе «кладка-штукатурное покрытие» и повышение трещиностойкости штукатурного покрытия.

Литература:

1. Особенности технологии возведения и эксплуатации наружных стен из автоклавного газобетона / Парута В.А., Семина Ю.А., Столяр Е.А., Устенко А.В., Брынзин Е.В., // Строительные материалы, оборудование, технологии 21 века, №12, Москва, 2012, С. 35-39.

2. Гранау Э. Предупреждение дефектов в строительных конструкциях. Москва. Стройиздат. 1980.- с.217.

3. Сажнева Н.Н., Сажнев Н.П., Урецкая Е.А. Защитные системы для отделки ячеистого бетона пониженной плотности // Строительные материалы. 2009. №1. С. 17-19.

4. Халимов Р.К. Исследование совместной работы строительных материалов в составе современных многослойных теплоэффективных наружных стен зданий, Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Специальность: 05,23.05 – Строительные материалы и изделия; Уфа, 2007. 178с.

5. Я. Паплавскис, А. Фрош, Требования к штукатурным составам для наружной отделки стен из ячеистых бетонов. Проблемы эксплуатационной надежности наружных стен на основе автоклавных газобетонных блоков и возможности их защиты от увлажнения. Штукатурные составы для наружной отделки стен из газобетона: материалы семинара; под редакцией Н.И.Ватина, – СПб.: Изд-во. Политехнического ун-та, 2010, С.10-15.

6. Struble L. Microstructure and Fracture at the Cement Paste-Aggregate Interface. Микроструктура и трещинообразование на поверхности раздела между цементным камнем и заполнителем //Bond. Cementitious Cmpos.: Symp., Boston, Mass., Dec.2-4, 1987. -Pittsburgh (Pa), -1988. -pp.11-20.

7. Галкин С.Л., Сажнев Н.П., Соколовский Л.В., Сажнева Н.Н. «Применение ячеистобетонных изделий. Теория и практика», «Стринко», Минск, 2006., 448с.

8.Powers T.S. A Hypothesis on carbonation shrinkage. Journal of Portland Cevent Association. –Research Development Laboratoru. 1962, v.4, No.2.pp.26-31.

9. Vasicek J. Trvanlivost aodolnost autoklavovanych porovitych betonu pri posobeni susnych vnejsich jevu. – Stavivo, 1965. № 6.,pp.24-28.

10. Monteiro P.J.M., Mehta P.K. Interaction between Carbonate Rock and Cement Paste. Взаимодействие карбонатного заполнителя с цементным тестом // Cem. and Concr. Res. -1986. – № 2. – pp. 127-134

11. Гринфельд Г. И. Инженерные решения обеспечения энергоэффективности зданий. Отделка кладки из автоклавного газобетона : учеб. пособие / Г.И. Гринфельд. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. 130 с.

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЛАБОРАТОРІЯ СИЛІКАТНИХ МАТЕРІАЛІВ

ВИКОНУЄ РОЗРОБКИ:

- технології виробництва ніздрюватобетонних виробів автоклавного та неавтоклавного тверднення, зокрема газобетонних, пінобетонних і піногазобетонних виробів на основі природної сировини та кремнеземистих відходів промисловості (відходи збагачення залізистих кварцитів, доменні гранульовані шлаки, золи та золошлакові суміші теплових електростанцій, відпрацьовані формувальні суміші ливарного виробництва тощо);
- технології виробництва силікатної цегли;
- технології виробництва стінових і облицювальних матеріалів з використанням техногенної сировини;
- технології виробництва вапна, у тому числі гідратного;
- технології виробництва стінових і в'яжучих матеріалів на основі карбонатних відходів хімічного очищення води атомних і теплових електростанцій;
- технології виробництва крейди для будівництва, сільського господарства, кабельної, гумової, лакофарбної, полімерної, парфумерної, косметичної, харчової, медичної, паперової та інших галузей промисловості;
- технології виробництва кольорових стінових матеріалів з використанням пігментів і забарвлюючих відходів промисловості;
- нормативних документів (стандарти, технічні умови) на будівельні матеріали та вироби і технологічної документації (вихідні дані для проектування, технологічні регламенти) на виробництво ніздрюватобетонних виробів, силікатної цегли та каменів, вапна, крейди.

ПРОВОДИТЬ:

- дослідження природної сировини та відходів промисловості для визначення придатності та раціональних шляхів їх використання у виробництві будівельних матеріалів і виробів;
- визначення ефективності органічних і неорганічних добавок для бетонів;
- комплекс робіт з постановки продукції будівельного призначення на виробництво;
- розрахунок норм витрат сировини на виробництво будівельних матеріалів і виробів та норм втрат сировинних матеріалів при виробництві;
- сертифікаційні випробування будівельних матеріалів і виробів;
- експертизу будівельних матеріалів і виробів для підтвердження їх придатності для застосування в будівництві (технічне свідоцтво).

НДІБМВ

завідувач лабораторії

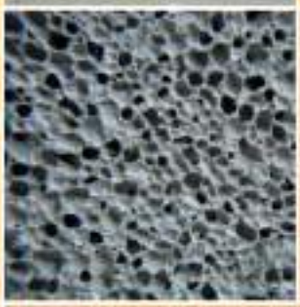
СТРАШУК СЕРГІЙ ВАСИЛЬОВИЧ

тел/факс +38(044) 4251350
тел +38(067) 5071157

e-mail:

silicate@inbox.ru

strashuk@bigmir.net



НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЛАБОРАТОРІЯ СИЛІКАТНИХ МАТЕРІАЛІВ

МОСТИ, ЯК МИСТЕЦТВО

Хайнц Ешліманн

Мости завжди слугували прикрасою місцевості. Вони змінюють наш стиль життя та економічний розвиток цілих регіонів.

Скульптурна композиція «Сталь та гусасфальт»

Ці інженерно-технічні споруди перекидаються через долини, ріки, ущелини та інші перешкоди.

Мости збільшують інтенсивність руху по під'їзним шляхам, пропускають через себе максимальні потоки транспорту. Закриття мостів для руху, може призвести не тільки до транспортного, але також і до національного та економічного хаосу.

Зі збільшенням вантажопотоку, щорічно зростають навантаження на мости та вимога щодо їх безпеки.

Міст, як витвір мистецтва, технічного мистецтва, користується неабияким попитом. Перед зведенням чи ремонтом великих мостів консультуються з кращими інженерами. Один з них Хайнц Ешліманн (Heinz Aeschlimann).

Він успішний генеральний директор «Aeschlimann Asphalt-Engineering», Швейцарія, який робить мільйонні продажі. Але Хайнц Ешліманн також скульптор. Він об'єднує управління компанією та працю з молодими талантами.

Свою філософію Хайнц Ешліманн виклав досить просто: «Як підприємець та інженер, я маю дуже тісні відносини з навколишнім середовищем. Я живу в стані вічного протистояння і напруженості між прогресом і гармонією природи, технікою і людьми. Ці повсякденні проблеми, враження та почуття є для мене джерелом життя».

Вимоги, закладені до конструкції мосту, величезні. Будь-яких позаштатних проблем можна уникнути, якщо впровадити результати сучасних технологічних стандартів з орієнтацією на конкретний об'єкт.

Використання технології гусасфальту, створення водонепроникного покриття для мостових конструкцій, призводить до забезпечення безпеки дорожнього руху, без капітального ремонту, на протязі 20-35 років.

Свій досвід використання гусасфальту та рідкої гідроізоляції Хайнц Ешліманн передав під час будівництва Дарницького автомобільно-залізничного мосту через річку Дніпро в м. Києві.

Більш детальну інформацію можна отримати за тел.:
+38 (044) 383-91-81
+38 (095) 270-18-99

Будівництво Дарницького автомобільно-залізничного мосту через річку Дніпро в м. Києві

УКЛАДАННЯ ГУСАСФАЛЬТА ПІД ЧАС БУДІВНИЦТВА ДАРНИЦЬКОГО АВТОМОБІЛЬНО-ЗАЛІЗНИЧНОГО МОСТУ В КИЄВІ

Гусасфальт (лита асфальтобетонна суміш) – штучний будівельний матеріал на основі ретельно підібраного піску, щебеню, мінеральних порошків і полімер-бітумної в'яжучої речовини (тугоплавкий бітум), яки відповідають найвищим вимогам. Відноситься до класу гарячих асфальтобетонних сумішей. У робочому стані являє собою розігріту до 220-230 °С (температура залежить від технології виробництва суміші) високощільну пластичну масу чорного кольору. Застосовується в дорожньо-будівельної галузі для створення твердого, водонепроникного асфальтового покриття на дорогах, мостових переходах, шляхопроводах, тунелях, промислових майданчиках та інших територіях. Ефективний на ділянках дороги з високим осьовим навантаженням на поверхню і великою інтенсивністю руху. Незамінний при влаштуванні дорожнього покриття на сталевих поверхнях.

До початку робіт була проведена колосальна підготовча робота. Спочатку було визначено завод-постачальник асфальту та виконано необхідну реконструкцію заводського обладнання. Перевірено місцеві компоненти на їх придатність для виробництва гусасфальту. Модернізоване обладнання пристосували до специфічних умов об'єкту, таким чином виконав типові приготування. Після того, як постачальник асфальту задовольнив поставленим вимогам, було виготовлено пробну партію гусасфальту та відправлено її в лабораторію. Зразки місцевого гусасфальту протестували в лабораторії згідно з методами випробувань EN.

Щоб унеможливити зміни технології виготовлення гусасфальту, проводився контроль за виробничим процесом, Таким чином клієнт мав гарантію, що поставлені матеріали відповідають цільовим потребам.

Опорні сталеві конструкції мосту були очищені в процесі піскоструминної обробки. У ході просування

Послідовне нанесення гідроізоляційних шарів

робіт очищені поверхні захищалися антикорозійним ґрунтом. Таким чином забезпечувалась відсутність корозії між піскоструминною обробкою та ґрунтуванням.

Тип використаної гідроізоляції дуже важливий. Традиційні бітумні гідроізоляційні мембрани відчувають перевантаження інтенсивним потоком вантажів при високих літніх температурах, що призводить до їх руйнування.

Інсталяційні вимоги повинні також враховуватись при виборі системи герметизації. Мостові асфальтні дорожні покриття повинні укладатися шарами, настільки тонкими, наскільки можливо. Але проблема полягає в тому, що відбувається швидке охолодження покриття через тонкі шари, що значно перешкоджає статичному ущільненню вкатуваного асфальту. Мостове покриття повинне виготовлятись таким чином, щоб дощова вода не проникала у товщу конструкції та висихала на поверхні. Як вже зазначалось, покриття мосту повинне бути водо-

Контроль нанесення гідроізоляційного шару

непроникним для забезпечення його довговічності. Крім того, необхідно забезпечити з'єднання окремих шарів покриття у процесі експлуатації. Цю вимогу можна задовольнити тільки за наявності щільного розплавленого асфальтного покриття, що встановлюється за температури 200-220 °С.

Надзвичайно важливо точно встановити захисний шар так, щоб верхній шар дорожнього покриття був виконаний з похибкою в товщині + / -2 мм. Це в свою чергу, вимагає використання спеціальної дорожньої техніки, яка обладнана керованою рейкою, та розташованої на рельсовому полотні. Якщо вантажівка вагою в 10 тон рухається нерівною поверхнею мосту, це призводить до 20-ти кратних коливань опорної конструкції мосту, у порівнянні з вирівняним покриттям. А такі коливання викликають прискорене старіння несучої конструкції, яка вже є схильною до корозії.

Виконання вищеперерахованих вимог, забезпечує функціональність прогонових мостів на протязі 100-120 років та надійний захист несучої конструкції на протязі 50-60 років.

Виконання верхнього захисного шару гусасфальту

Для тех кто делает дело

ТЕХНО НИКОЛЬ

СТРОИТЕЛЬНЫЙ СЕРВИС

Завод «ТЕХНО», входящий в Корпорацию ТехноНИКОЛЬ – одно из лучших современных предприятий по производству минераловатной негорючей теплоизоляции в строительной отрасли Украины. Строительство предприятия было начато в мае 2007 года, и уже в первом квартале 2009 года состоялся запуск нового производства.

КАТАЛОГ

- Скатная кровля
- Комплектующие для скатной кровли
- Плоские кровли
- Утеплитель
- Фундаменты Гидроизоляция
- Фасады
- Устройство придомовой территории
- Материалы для внутренней отделки
- Дорожное строительство
- Строительная химия Tailor

Завод оснащен современным высокотехнологичным оборудованием производства Чехии и Германии с компьютерной системой управления, благодаря которой происходит контроль всего технологического процесса и качества выпускаемой продукции. Таким образом, качество выпускаемых материалов находится на уровне мировых стандартов. В мае 2010 г. на предприятии была запущена в эксплуатацию вторая линия по производству минераловатных плит. Благодаря этому, успешно проведенной модернизации, эффективным бизнес-процессам предприятия и обучению производственного персонала, мощность завода в 2015 году составила более 90 тыс. тонн. Сегодня предприятие является лидером отечественного рынка по объему и качеству выпускаемой продукции.

Продукция завода

Ассортиментная линейка завода представлена теплоизоляционными материалами на основе каменной ваты. По области применения, всю производимую теплоизоляцию ТехноНИКОЛЬ можно разделить на четыре группы:

1. Теплоизоляция для плоских кровель:

Материалы этой группы применяются в качестве основного теплоизоляционного слоя в покрытиях из железобетона или металлического профилированного настила с кровельным ковром из рулонных и мастичных материалов. Они успешно используются как в гражданском и промышленном строительстве, так и при реконструкции зданий и сооружений различного назначения.

2. Теплоизоляция для фасадов:

Материалы для фасадов предназначены для использования в качестве теплоизоляционного слоя в системах утепления наружных стен зданий.

3. Общестроительная изоляция:

Материалы для использования в общестроительных целях рекомендуется применять в гражданском и промышленном строительстве в качестве ненагружаемых тепло - звукоизоляцию горизонтальных, вертикальных и наклонных строительных конструкций всех типов зданий, а также в качестве среднего теплоизоляционного слоя в трехслойной облегченной кладке в строительных конструкциях при утеплении вентилируемых покрытий скатных кровель.

4. Техническая изоляция:

Теплоизоляция, применяемая в промышленном и гражданском строительстве, при изоляции: технологического оборудования, трубопроводов, фасонных частей и арматуры, изоляции вертикальных и горизонтальных поверхностей резервуаров и емкостных сооружений, изоляции котлов, газоходов, а также котельного оборудования и установок; противопожарной, акустической и тепловой изоляции вентканалов и воздуховодов; а также для огнезащиты металлических и бетонных конструкций.

Контроль качества

На заводе применяется многоступенчатый контроль качества, основные этапы которого:

- Входной контроль качества всех видов сырья;
- Измерения качества продукции в процессе производства;
- Контроль качества готовой продукции.

Поставка продукции

Благодаря выгодному географическому положению завод может обеспечивать теплоизоляционными материалами все регионы Украины. Месторасположение предприятия позволяет оптимизировать сроки доставки сырья на предприятие, а также доставку продукции потребителям в любую точку страны.

Подтверждением высокого качества продукции стала победа в конкурсе «100 кращих товарів України» и Зірка якості в національному рейтингу якості товарів та послуг. Выбирая наши продукты, вы выбираете надежность и качество.

ООО «Завод «ТЕХНО»
E-mail: techno@tn.ru

www.tn.ua

г. Киев +38 044 593 88 47
г. Черкассы +38 047 252-01-41
г. Харьков +38 057 706-08-45
г. Днепропетровск +38 056 787-99-32
г. Полтава +38 0532 51 83 58
г. Львов +38 032 232-95-54
г. Кривой Рог +38 056 462-04-77
г. Донецк +38 062 384-73-70

Телефон бесплатной технической поддержки: 0 800 50 07 05

Дорогие коллеги, в течение многих лет мы с вами формируем неповторимый облик не только нашей Украины, но и соседних государств, и с каждым годом потребителей нашей продукции становится все больше и больше. Мы прикладываем все усилия, чтобы города Украины превратились в индустриальные центры с уникальной архитектурой, где растут новые микрорайоны, возводятся современные жилые дома. Вместе мы в силах сделать их еще более красивыми, благоустроенными, создавая все условия для комфортной жизни людей. Примите наши искренние поздравления с наступающим Новым годом! Пусть этот год будет насыщен новыми планами, профессиональными идеями и успехами, хорошими новостями и финансовыми успехами! В наступающем году мы желаем Вам процветания и благополучия, надежных партнеров, новых успешных совместных проектов и неисчерпаемого источника креативных идей! Счастья и здоровья Вам и Вашим близким! Мира и процветания нашей Родине!

С Новым 2016 годом!

Ходаковский О.Н.,
Генеральный директор,
ООО «Завод «ТЕХНО»,г.Черкассы

ООО «Завод теплоизоляционных материалов «ТЕХНО» – крупнейшее современное предприятие по производству негорючей теплоизоляции на основе каменной ваты в Украине .

Рост цен на энергоносители продолжается. Для экономии этих дорогостоящих ресурсов повсеместно должно применяться утепление, как в гражданском строительстве, так и на объектах промышленного назначения. Производственные мощности и оборудование ООО «Завод «ТЕХНО» позволяют обеспечивать необходимыми материалами крупномасштабные объекты и создавать уникальные продукты по индивидуальным заказам.

Мы хотим быть лидерами не только в производстве качественной продукции, но и в реализации ожиданий своих клиентов. Для этого на предприятии внедрена компьютерная система обработки поступивших заказов. Залог успеха ООО «Завод «ТЕХНО» – это в первую очередь концентрация на развитии и улучшении сервиса для своих клиентов и партнеров.

Развивая с учетом экологических и энерго эффективных аспектов производство, клиентский сервис, внедряя инновационные разработки, ООО «Завод «ТЕХНО» самым лучшим образом отвечает потребностям современного рынка , наращивает выпуск и продажи продукции, являясь крупнейшим современным отечественным предприятием по производству негорючей теплоизоляции самого высокого качества в строительной промышленности Украины.

Такая эффективность работы предприятия происходит благодаря постоянному развитию и совершенствованию производственной системы и персонала. ООО «Завод «ТЕХНО» – это более 200 профессионалов. Рабочие, менеджеры, технологи, инженеры трудятся в тесном взаимодействии. Передовое оборудование оснащено компьютерной системой управления, которая контролирует весь технологический процесс и качество выпускаемой продукции.

ООО «Завод «ТЕХНО» занимает лидирующие позиции в сегменте изоляционных систем на строительном рынке стран ближнего и дальнего зарубежья. В 2015 году была проведена проверка органа немецкой сертификации и выдано заключение, подтверждающее успешное функционирование на заводе системы менеджмента качества по ISO 9001:2008 и системы экологического менеджмента по ISO 14001: 2004. В 2015 году получены сертификаты НГ на всю линейку теплоизоляционной продукции. В 2015 году был зарегистрирован новый нормативный документ – технические условия ТУ У В.2.7-23.9-35492904-005:2015, расширяющие ассортимент строительной теплоизоляции. Вся продукция, выпускаемая ООО «Завод «ТЕХНО» имеет сертификаты соответствия. Подтверждением высокого качества продукции стала победа в конкурсе «100 кращіх товарів України» и «Зірка якості» в национальном рейтинге качества товаров и услуг. Выбирая наши продукты, вы выбираете надежность и качество.

Мы гордимся тем, что производим и создаем. Нам доставляет удовольствие видеть, как из простых сырьевых компонентов при помощи наших рук, усилий, на современном оборудовании получаются новые качественные материалы. Нам приятно осознавать, что используя эти материалы, строители создают еще более сложные вещи: теплые жилые дома и производственные сооружения, объекты социальной инфраструктуры, которые повышают уровень и качество жизни людей.

ООО «Завод «ТЕХНО»
18018, Украина, г. Черкассы,
ул.Рождвяна, 300
Тел. 038472-71-97-97
E-mail: techno@tn.ru
www.tn.ua

Мы создаем мир, в котором будут жить наши дети и внуки. И мы хотим сделать его лучше!

Дудник Л. С.

Грицай С. И.

Дудник Л. С., директор, ООО «Дайвер ЛТД»,
Грицай С. И., директор, ООО «НВП Дайвер», г. Киев

ПОЛИМЕРНАЯ КОМПОЗИЦИЯ «КОУТЕКС» – ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Несколько месяцев назад, после очередной деловой встречи, решили «проинспектировать» один из объектов выполненных нами в 2000 году. «Дом офицеров».
Нас радушно встретила добрая, пожилая женщина и на наш вопрос: «Что за интересное покрытие на полах?», ответила: «О, лет двадцать назад к нам приезжала украинская фирма, которая выполнила эту работу. Молодцы...» Пусть не 20, а 15, но все равно приятно сознавать, что до настоящего времени хорошо помнят, кто и когда делал наливные полы такого отличного качества.

«Коутекс» – превосходное покрытие

В преддверии Нового года не хочется нагружать читателей химическими формулами, объясняющими преимущества нами созданной полимерной композиции.

Но все же следует отметить, что появилась она «не вдруг». В создании полимерной композиции активное и непосредственное участие принимали сотрудники отдела полимерных клеев и композиций ИХВС АН УССР . Изначально предполагалось использовать ее как клеевую композицию для выполнения ремонтно – восстановительных работ.

Однако, потребности украинского рынка подсказали нам новое направление использования этого материала в качестве полимерных наливных полов.

В начале 90-ых прошлого века появились первые образцы полимерного пола на основе эпоксидных смол, модифицированных олигоэфирэпоксидами и каучуками типа СКДКТРА.

Множество альтернативных вариантов изготовления аналогичных покрытий, таких как метилметакрилатные, полиэфирные и из чистого полиуретана были исключены полностью или частично (полиуретан) из-за не очень хорошей физико – механики или по гигиеническим характеристикам.

В октябре 1998 авторский коллектив компании «Дайвер» получил патент на изобретение «Водостойкой полимерной композиции «Коутекс». Технические условие на этот же материал были получены ранее – в 1996 году.

Проект этих ТУ рассматривался и испытания материала проводились и в ныне – здравствующем Научно-исследовательском институте строительных материалов и изделий (НИИСМИ).

Институт НИИСМИ обратился в компанию «Дайвер» с просьбой использовать наш материал в качестве эталона при испытании полимерных материалов. Храним это письмо – пожалуй, это лучшая для нас награда… Бомба, не бомба, но серьезная заявка на первенство на украинском рынке наливных полов.

На атомных станция Украины, среди не менее пяти представленных импортных и отечественных материалов, наша полимерная композиция была признана лучшей, а компания стала официальным поставщиком полимерных материалов на АЭС Украины.

И этот статус мы поддерживаем до настоящего времени.

Кроме пожаробезопасных полов, не так давно появилась еще одна новинка – «Коутекс XR».

Его назначение – защита объектов АЭС и персонала от проникающей радиации без применения свинца. Выпускается этот материал в двух вариантах: первый – жесткий конструкционный, а второй – гибкий, эластичный (на основе эпоксиуреатанов), из которого можно шить (отливать) детали защитных костюмов.

Рис. 1. Полиграф комбинат «Украина». Новых цех по выпуску биопаспортов.

Что касается гражданского строительства, то сфера применения материала не ограничена. Можем утверждать, что антистатичные полы и токопроводящая грунтовка на рынке отсутствуют, хотя некоторые компании позиционируют их как имеющиеся. Дело не только в самой рецептуре, но и в технологии укладки наливного антистатического пола. По данным протоколов НИИСМИ, наша компания может гарантировать поверхностное электрическое сопротивление 10^6 (для сравнения: «Полиплан – 10^{13}»). Можно еще много рассказывать о наливных полах и декоративных покрытиях, покрытиях 3D, покрытиях для мебели, и т. д., но хотелось упомянуть о других свойствах и преимуществах полимерной композиции «Коутекс»:

– Совсем недавно была собрана и испытана установка для нанесения гидроизолирующего защитного и упрочняющего покрытия на трубопроводы, сборка и наладка которых занимает не более одной недели. Стоит только захотеть.

– Трубопроводы и резервуары – гидроизоляция и восстановление прочностных характеристик.

– Ремонт свищей.

– Защита от химически активных сред и атмосферных воздействий.

– Придание дополнительной прочности и защита от разрушения бетона и сооружений из него.

– Склеивание бетонных конструкций, после чего их прочность выше прочности бетона.

Необходимо особо отметить, что прочность склеенных бетонных конструкций полимерной композицией «Коутекс», выше прочности бетона. Причем, все вышеперечисленные технологические операции возможно проводить как на поверхно-

сти, так и в подводных условиях с применением водолазного труда.

Качественную продукцию и предоставляемые услуги Заказчик может получить от компании, которая имеет многолетний опыт работы на рынке Украины и продолжает развиваться, наращивая объем производства, несмотря на все экономические и финансовые неурядицы, происходящие в стране. Причем для Заказчика более выгодным является тот факт, что компания, принимая заказы на выполнение работ , является производителем необходимых материалов. При этом официальная гарантия на покрытие составляет более пяти лет. На самом же деле, хорошо выполненный наливной пол работает больше 20-ти лет.

Так компанией «Дайвер», за годы ее плодотворной работы, выполнено полимерных покрытий на площади белее чем 1 000 000 м.кв. В число Заказчиков входят : «Тетра Пак Украина», «Авиазавод им. Антонова», «Банк-

Рис. 2. Завод им. Антонова. пгт Гостомель.

Рис. 3. Емкость для сбора агрессивных жидкостей.

нотно-монетный двор Украины», «Брокард», «Аквавит», «Наша ряба», «Эльфа», «Кондитерская фабрика АВК», «Крафт Фудс Украина», «Киевская клиническая больница», «Полиграф комбинат Украина», «Аэропорт Львов», «Волыньхолдинг», все АЭС Украины и много других.

В заключении хочется сказать, что Министерством здравоохранения Украины полимерная композиция «Коутекс» разрешена к применению в качестве покрытия для полов как на атомных станциях Украины, так и в детских дошкольных учреждениях.

Вместе с обновленными Техническими условиями и регулярной сертификацией полимерной композиции «Коутекс», Международными сертификатами Евросоюза, подтверждающих ее качество, любой заказчик может получить хорошую основу для своего бизнеса, используя полимерную композицию «Коутекс». Ведь компания «Дайвер» не только производит материалы и выполняет работы, но и продает свою продукцию, обучая желающих ее использовать.

KOUTEX polymer technology

Дорогие коллеги!
Уважаемые партнеры и заказчики!
Примите самые искренние поздравления с наступающим Новым годом! Пусть Новый год подарит Вам благополучие, исполнение заветной мечты и укрепит веру в будущее. Пусть успех сопутствует всем Вашим начинаниям всегда и во всем. Желаем Вам мира, согласия, терпения, добра, счастья и, конечно же, удачи! С Новым годом!

Коллектив компании ООО «Дайвер ЛТД»

УДК 691.58:688.2

Юнис Башир Н.

Муна Абдалхкем

Юнис Башир.Н, канд.техн.наук, доцент кафедры строительной механики,
Муна Абдалхкем, аспирант,
Харьковский национальный университет строительства и архитектуры (ХНУСА), г.Харьков

ПОСЛЕДСТВИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР И ГОРЕНИЯ СКЛЕЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫМИ КЛЕЯМИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИИ

В статье изложены данные анализа последствий воздействия горения, объясняющие, как важно обеспечить медленное разгорание и распространение пламени склеенных полимерными клеями железобетонных конструкции.

Введение

Известно, что существенным фактором, сдерживающим внедрение разнообразных полимерных материалов в строительство, является их высокая пожарная опасность. Пожарная опасность материалов и склеенных полимерными клеями изделий, таких как железобетонные конструкции, заключается в следующем:

1) способность материала загораться, поддерживать и распространять процесс горения;

2) дымовыделением при горении и воздействии пламени;

3) токсичностью продуктов горения и разложения вещества под действием высоких температур;

4) огнестойкостью конструкции, то есть способностью сохранять физико-механические (прочность, жесткость) и функциональные свойства изделия при воздействии пламени (1, 3).

Детальное изучение процессов воздействия высоких температур и горения, сопутствующих реакций и физико-механических свойств метериалов и природы склеенных полимерными клеями железобетонных конструкции, крайне актуально. Детальное понимание этих процессов даст возможность снизить пожарную опасность склеенных конструкции и оптимизовать комплекс характеристик создаваемого материала.

Воздействие высоких температур. Ранее проведенный анализ [1] влияния особенностей засушливого (пустынного) климата Ливии (рис.1) поставил под угрозу долговечность и надёжность эксплуатации железобетонных конструкций.

Рис. 1. Климатические особенности городов Ливии

Воздействие высоких температур на железобетонные элементы склеенных конструкций полимерными клеями может привести к следующим основным последствиям:

а) снижению механических свойств бетона и арматуры;

б) разрушению бетона вследствие его растрескивания или отколов (например, защитного слоя);

в) образованию температурно-усадочных и силовых трещин;

г) потере предварительного напряжения арматуры;

д) ухудшению условий совместной работы бетона и арматуры [4].

Проведенные ранее иследования указывают, что под арматурой при изготовлении конструкций, наблюдается образование трещин, которые получают развитие при температурном воздействии [5]. Кроме того, если изделие до его нагрева получит ещё и внешнюю сжимающую нагрузку, то длина начальных трещин увеличится. При небольшой толщине изделий и высокой влажности бетона при нагреве элемента с двух сторон, происходит увеличение температуры конструкции. В результате возникновения разрушения склеенных железобетонных конструкций при высоких температурах предел теплостойкости железобетонных конструкций [4] резко снижается и часто может не удовлетворять требованиям норм.

Для определения результата влияния различных температур на клеевое соединение авторами проведена серия экспериментов при изменении температуры, которая варьировалась от 15 °С до 65°С, соответствующих характерным для территории Ливии (рис. 2).

Рис. 2. Лабораторная печь и испытуемые образцы железобетонных конструкций склеенных полимерными клеями

Результаты испытаний железобетонных образцов, склеенных полимерными композициями, подверженных воздействию температур от 15 °С до 30 °С (что соответствует с\мес температуре в зимний перриод на территории Ливии) в течение суток, продемонстрировали, что показатели прочности всех образцов идентичны, изменяются лишь интенсивность и соотношение прочности, которая достаточно высока. Дальнейшие испытания, при которых температура повышалась от 30 °С до 65 °С (с\мес температура в летний период на терри-

тории Ливии) показали стабильное снижение прочности элементов склеенных конструкций. Одновременно с этим отмечается появление новых трещин на участках не склеенных ранее. Эти результаты указывают на то, что при предельно высоких температурах, физико-механические показатели и прочностные показатели на сжитие, растяжение и изгиб снижаются. Ранее отмечалось [2,3] что, при температурах выше 50…60°С, предел прочности при скалывании почти перестает снижаться и выходит на некоторое постоянное значение, что может быть связано с тем, что внутренние напряжения могут возрастать лишь до некоторого определенного уровня.

Последствия горения органических полимеров

Горение полимеров представляет собой очень сложный физико-химический процесс, включающий как химические реакции деструкции, сшивания и карбонизации полимера в конденсированной фазе (а также химические реакции превращения и окисления газовых продуктов), так и физические процессы интенсивных тепло- и массопередачи[7,9]. Реакции в конденсированной фазе фактически приводят к газообразным веществам (горючим и негорючим) и твердым продуктам (углеродсодержащим и минеральным). При протекании реакции в газовой фазе в предпламенной области образуются топливо для пламени, сажа и пр. Специфической особенностью химии пламени является наличие сложного пространственного распределения температуры и концентраций исходных и промежуточных веществ и продуктов (рис.3).

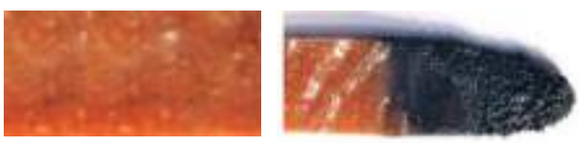


Рис. 3. Обазец полимерного клея до и после процесса горения

Синтетические мономеры и олигомеры, наиболее часто используемые в качестве связующего при изготовлении полимербетонов, имеют различную температуру воспламенения и удельную теплоту сгорания, которые в зависимости от вида полимера могут отличаться между собой в 1,5-2 раза.

Наличие огромного числа разнообразных продуктов деструкции как в конденсированной, так и в газовой, предпламенной области полимерных материалов, сильно затрудняет экспериментальные исследования и создание строгих количественных теорий процессов горения полимеров, которые бы учитывали все химические и другие особенности конкретных систем, поэтому данные в основном приводятся теоретические.

Анализ научных работ [6,7] позволяет рассматривать горение полимерных материалов как непрерывный процесс, состоящий из ряда стадий: аккумуляции тепловой энергии от источников зажигания, разложения материала, воспламенения и горения летучих продуктов пиролиза. При этом, большая часть тепла, ответственного за поддержание самостоятельного химического превращения, выделяется в газовой фазе при окислении газообразных продуктов деструкции полимера. Область максимальной скорости выделения тепла (газовое пламя) обычно расположена от поверхности на расстоянии нескольких миллиметров и более, в зависимости от конкретных условий горения.

Поэтому можно говорить о существовании критических условий, определяющих границы возможного горения материала [8]. Эти условия зависят от геометрии образцов и пламени, температуры полимера и газовой среды и не являются абсолютными характеристиками данного материала. Следует отметить, что большинство пожаров возникает от малокалорийных источников тепла и огня, поэтому важно обеспечить медленное разгорание и распространение пламени.

Заключительные выводы и рекомендации

До сих пор пожары приносят огромный материальный ущерб и многочисленные жертвы. Роль современных полимерных материалов в этом значительна. Изучение процессов горения и сопутствующих реакций материалов и природы склеенных полимерными клеями железобетонных конструкций, даст возможность снизить их пожарную опасность.

В результате возникновения разрушения склеенных конструкций при высоких температурах, предел теплостойкости резко снижается и может не удовлетворять требованиям норм. Испытания показали, что при воздействии предельно высоких температур, физико-механические и прочностные показатели на сжатие, растяжение и изгиб снижаются.

Горение полимеров представляет собой очень сложный физико-химический процесс сложного пространственного распределения температуры и концентраций исходных и промежуточных веществ и продуктов. Эти условия зависят от геометрии образцов и пламени, температуры полимера и газовой среды и не являются абсолютными характеристиками материала. Именно поэтому говорить об однозначных закономерностях при горении полимерных материалов не представляется возможным. Теоретические данные анализа последствий воздействия горения дают ясное понимание того, что важно обеспечить медленное разгорание и распространение пламени склеенных полимерными клеями железобетонных конструкций.

Литература:

1. Mouna Abdalhkem., The use of polymer adhesives for the reconstruction of concrete elements of destroyed buildings in libya International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT)Volume 4, Issue 4, 2015.

2. Попов Виктор Михайлович. Влияние времени обработки клея в магнитном поле и температуры на прочность клеевых соединений древесины, Научный журнал КубГАУ , №75(01), 2012 года.

3. Пустовойтова О.М. Деформативность растворов на основе акриловых полимер-растворов // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.23. – К.: Техніка, 2000. – С.80-83.

4. Рекомендации по защите бетонных и железобетонных конструкций от хрупкого разрушения при пожаре [Текст]. –Введ. 01.01.1979. М.: Стройиздат 1979 г.

5. Алексеев, С.Н. Долговечность железобетона в агрессивных средах [Текст] / Алексеев С.Н., Иванов Ф.М., С. Модры, П. Шиссль . М.: Стройиздат 1990. – 144 с.

6. Асеева Р.М., Заиков Г.Е. Горение полимерных материалов. М.: Наука, 1981.

7. Баратов А.Н., Андрианов Р.А., Корольченко А.Я., Михайлов Д.С., Ушков В.А., Филин Л.Г. Пожарная опасность строительных материалов. М.: Стройиздат, 1988.

8. Берлин Ал.Ал., Вольфсон С.А., Ошмян В.Г., Ениколопян Н.С. Принципы создания композиционных материалов. М.: Химия, 1990.

9. Халтуринский Н.А., Берлин Ал.Ал., Попова Т.В. Горение полимеров и механизмы действия антипиренов // Успехи химии. 1984. Т. 53. № 2. С. 326.

ООО «Валькирия»
ул. Ломоносова, 8-Б,
Киев, 03040, Украина,
тел.: 044 501 66 55
www.valkiria.ua

КОМПАНИЯ ВАЛЬКИРИЯ ПРЕДЛАГАЕТ СТРОИТЬ ЗИМОЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМОДОМ

Если Вы приняли решение строить дом, у Вас обязательно возникнет вопрос из чего строить? Какие строительные материалы выбрать? Сегодня можно легко запутаться в огромном ассортименте и разнообразии материалов, которые представлены на строительном рынке.
Мы поможем Вам , объяснив, что же такое Термодом.

Сначала немного истории: Родоначальником сегодняшней технологии Термодом была технология "PLAST-BAU", которая появилась в Италии в далеких 70-х годах прошлого века. В 1976 году уже в Германии, компания «Renova-Termodom» наладила производство термоблоков. Технология прекрасно зарекомендовала себя в Германии и начала распространятся по всему миру, впоследствии она дошла и до Украины. Украина первой из стран СНГ в январе 1995 года приняла государственные строительные нормы, регламентирующие все вопросы строительства домов из пенополистирольных блоков несъемной опалубки (ДБН В.2.6-6-95). По действующим на сегодняшний день нормам в Украине разрешено строительство ТЕРМОДОМОВ высотой до 5 этажей включительно. И с каждым годом технология Термодом в Украине становится более популярной, т. к. впечатляет своей простотой, экономичностью, а главное – результатами.

ТЕРМОДОМ – это дом, стены которого возведены из легких пенополистирольных блоков. Такие блоки называются термоблоками и являются, по сути, несъемной опалубкой. Заполненные бетоном, они образуют монолитную стену толщиной 150 мм, утепленную с двух сторон пенополистирольной плитой по 50 мм с каждой.

ТЕРМОБЛОК – основа нашей технологии строительства Термодом. Состоит из двух пенополистирольных плит, соединенных друг с другом пластиковой или такой же пенополистирольной перемычкой.

Индивидуальные жилые дома, коттеджи, многоэтажные здания, каскадные многоквартирные дома, административные и общественные здания, промышленные цеха и склады, бассейны и холодильники – это неполный список объектов, которые могут быть построены с использованием технологии Термодом

Преимуществом применения данной технологии является возможность строительства практически круглый год. Благодаря техническим особенностям монтажа строительство Термодома допускается при температуре окружающей среды вплоть до -20 °С.

Безусловно, строительство в зимний период имеет ряд особенностей. Так, например, зимой сокращается спрос на строительные работы, в этот период закономерно снижается и стоимость рабочей силы, и загруженность строителей, а также цены на стройматериалы. Поэтому строительство зимой обходится иногда даже дешевле чем строительство летом. При устройстве фундамента в холодное время необходимо обязательно прогревать грунт, однако есть и преимущество – не нужно опасаться, что грунтовые воды затопят котлован. Эффективным решением для фундамента Термодома будет использование так называемых «разборных термоблоков» производства компании «Валькирия». Эти блоки обладают всеми преимуществами стандартного термоблока, однако при этом позволяют регулировать ширину бетонного монолита до 300 мм. При разработке грунта необходимо следить главным образом за тем, чтобы не проморозить основание, а бетон использовать специальный, с противоморозными добавками, позволяющими работать при низких

Сейчас на рынке довольно много предложений о продаже пенополистирольных термоблоков, однако в многообразии предложений нужно уметь отличить качественный блок, чтобы избежать сложностей во время строительства...

температурах. Предложения подобных добавок на рынке удовлетворят вкусы любого потребителя.

При строительстве по технологии ТЕРМОДОМ, блоки служат своего рода термосом для бетона, поэтому можно не сомневаться в том, что залитый в них бетон будет надежно защищен от морозов и наберет свои прочностные характеристики так, как это было бы и в летнее время. ТОВАРНИЙ бетон, благодаря химическим реакциям, уже имеет температуру более +20 °С, то есть важно быстро доставить его на объект и оперативно залить. В случае приготовления бетона непосредственно на объекте в него также необходимо добавлять специальные противоморозные добавки. При необходимости, можно накрыть термоблоки с залитым в них бетоном, пенопластом. Что касается отделочных работ в неотапливаемых помещениях, к ним все-таки стоит приступать с наступлением теплого времени года. К тому времени как раз произойдет полная осадка здания, и выполнить отделку можно будет максимально качественно.

После обустройства стен и перекрытия специалисты компании «Валькирия» рекомендуют позаботиться об обустройстве кровельной конструкции. Главной задачей конструкции в зимний период является создание препятствия для проникновения осадков на перекрытие. Если для стен Термодома осадки не представляют серьезной опасности, так как пенополистирол в качественных термоблоках создает надежный барьер для влаги и промерзания, то для перекрытия необходима дополнительная защита.

Таким образом, учитывая вышеперечисленные аспекты и тщательно спланировав график работ, можно полноценно воспользоваться преимуществами системы строительства энергоэфективных зданий и сооружений Термодом в зимний период. Достаточно просто отменить «зимнюю спячку», и летом, когда ваши соседи будут находиться в самом эпицентре строительных работ, вы уже отпразднуете новоселье.

УДК 662.75:621.89

[1]Дмитрієва Т.В., канд. тех. наук, пров. н .с.,
[1]Грищенко В.К., канд. хім. наук, пров. н .с.,
[1]Мишак В.Д., канд. хім наук, ст. н. с.,
[1]Бойко В.П., канд. хім наук, ст. н с.,
[1]Козяков П.В., аспірант
[1]Лебедєв Є.В. академік НАН України
[1]Кримовська С.К., пров. інж.
Невмержицька Г.Ф., інж.
[2]Клюєв Е.О., канд. тех. наук, ст. н .с.
1 – Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, м. Київ,
2 – Державне підприємство «Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів», м. Київ

МОДИФІКОВАНІ НАЛИВНІ ПОЛІУРЕТАНОВІ ПОКРИТТЯ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА

Вивчено тверднення поліуретанових композицій на основі рідкого каучуку ОРД з кінцевими гідроксильними групами та його похідного з кінцевими ізоціанатними групами. Показано, що використання трифункціонального ізоціанату в першому випадку, або трифункціонального твердника з гідроксильними групами в другому дозволяє одержати композиції швидкого тверднення. Біогліцерин також здатний отверджувати ізоціанатний форполімер

Будівельна індустрія використовує велику кількість полімерних матеріалів, в тому числі з високою водостійкістю. Поряд з цим галузь потребує впровадження нових прогресивних матеріалів і методів здешевлення їхньої вартості. Зручним і економічно вигідним способом виробництва нових матеріалів є використання литтєвої технології [1] нанесення різних композицій (гідроізоляційні матеріали, герметики, покриття підлог, покрівлі та ін.). Ця технологія дозволяє широко використовувати вторинні матеріали, вносячи таким чином вклад у вирішення важливої екологічної проблеми.

Поліуретанові матеріали добре зарекомендували себе в будівництві [2]. Основою багатьох поліуретанових композицій для створення наливних покриттів є рідкі поліефіри [3]. Вони мають високі міцністні та деформаційні характеристики. Проте їхня гідролітична стійкість часто не задовольняє вимог для покриттів зовнішнього використання через наявність кисневих атомів у полімерному ланцюгу. Цей недолік відсутній в олігомерах з вуглеводневим ланцюгом. Тому в будівельній галузі все ширше використовуються вуглеводневі рідкі каучуки [4]. Вони є аналогами високомолекулярних каучуків, але мають рідку консистенцію, що і робить можливим їхнє використання у литтєвих композиціях. Одним з таких олігомерів є рідкий каучук олігомерний радикальний дієновий ОРД, розроблений в нашому інституті. Його синтезують з мономерних дієнів (бутадієн, ізопрен) з використанням в якості ініціатору пероксиду водню. Це робить його дешевим і придатним для використання в широких масштабах у будівництві

Раніше [5] нами були одержані поліуретанові покриття шляхом тверднення ОРД з кінцевими гідроксильними групами діізоціанатом ТДІ з використанням відходу виробництва біопалива біогліцерином. Як наповнювач використовувався розчин вторинного поліетилену у відпрацьованому машинному маслі. Таким чином утилізували відходи з трьох різних джерел одержання.

Одержана композиція мала прийнятні фізико-механічні властивості, але тверднула недостатньо швидко, іноді протягом кількох діб. Тому для прискорення тверднення були випробувані інші можливості. Найкращим виявився метод одержання композицій шляхом застосування форполімеру ОРД-І з кінцевими ізоціанатними групами, який завдяки більш високій реакційній здатності тверднув не довше однієї доби. Цей метод також має перевагу в тому, що при твердненні не використовується токсичний леткий діізоціанат, а також реакція тверднення не потребує додавання каталізатора.

Суть реакції одержання форполімеру полягає в заміні кінцевих гідроксильних груп рідкого каучуку ізоціанатними групами. Це досягається обробкою його діізоціанатом ТДІ, який містить дві ізоціанатні групи, у еквівалентному відношенні до гідроксильних груп 2 : 1. Внаслідок реакції приєднання ТДІ утворюються уретанові групи і вводяться кінцеві ізоціанатні групи. Ці групи мають більш високу реакційну здатність по відношенню до гідроксильних груп отверджувача, яким виступає біогліцерин.

Форполімер ОРД-І готували методом обробки рідкого олігобутадієну ОРД толуїлендіізоціанатом ТДІ через змішування компонентів і подальшого перемішування протягом 6 год. при 40-50 °С. Суміш витримували 12 год. Визначення кількості ізоціанатних груп показало відповідність розрахованому вмісту.

Як твердники композиції на основі ОРД-І використані різні гідроксилвмісні речовини, в тому числі біогліцерин, вміст гідроксильних груп в якому складав 16, 4 мас. %. Чистий гліцерин містить 55,4 мас. % гідроксильних груп, що в якійсь мірі затрудняє його дозування через високу еквівалентну масу на одну гідроксильну групу. Також використано триетаноламін (ТЕА) як гідроксилвмісний твердник (% ОН = 34,2 мас. %) для форполімеру ОРД-І, і поліізоціаніт ПІЦ (вміст ізоціанатних груп 30,0 %) як твердник для гідроксилвмісного олігомеру ОРД . Один із складників композиції є трифункціональним, що дозволяє отримувати еластичні матеріали завдяки утворенню полімерної сітки.

Важливою вимогою при одержанні поліуретанових матеріалів є відсутність води, тому олігомер сушили до вмісту вологи не вище 0, 1 мас. % додаванням бензолу, який утворює азеотропну суміш з водою і відганяється разом з нею. Інші матеріали сушили відомими способами. Біогліцерин використовували без додаткової очистки. Результати тверднення композицій наведені в табл. 1.

Таблиця 1.

Результати тверднення поліуретанових композицій

№ зразка	Склад композиції	Відношення функц. груп, екв./екв.	Властивості композита	
			міцність при розриві σ, МПа	відносне подовження ε, %
1	ОРД + поліізоціанат (ПІЦ)	1:1	0,87	115,6
2	ОРД + ПІЦ	1:0,9	0,57	105,2
3	ОРД + ПІЦ	1:1	1,55	90,2
4	ОРД + ПІЦ	1:1,1	0,70	205,4
5	ОРД + ПІЦ	1:1,2	0,77	117,4
6	ОРД + ПІЦ + 1 % шунгіту	1:1	2,61	76,8
7	ОРД-І + триетаноламін (ТЕА)	1:1	0,66	101,2
8	ОРД-І + ТЕА	1:0,9	0,73	152,4
9	ОРД-І + ТЕА	1:1	1,42	179,2
10	ОРД-І + ТЕА	1:1,1	0,85	166,0
11	ОРД-І + ТЕА	1:1,15	0,76	171,2
12	ОРД-І + ТЕА	1:1,2	0,75	179,0
13	ОРД-І + біогліцерин	1:1	0,89	112,8
14	ОРД-І + гліцерин	1:1	0,75	81,6
15	ОРД-І + вода	1:1	1,31	124,8

З табл. 1 видно, що майже всі композиції по міцнісно-еластичним показникам відповідають вимогам до герметиків (σ > 0,7 МПа; ε > 100 %). Поліізоціанат ПІЦ (зразки 1-6) є придатним матеріалом для отвердження гідроксилвмісного олігомеру. Характеристики композиту залежать від співвідшення ізоціанатних і гідроксильних груп. Найвищу міцність (зразок 3) має матеріал при еквівалентному співвідношенні функціональних груп (1:1), але відносне подовження зразка дещо не досягає 100 %. Надлишок ПІЦ 10 % і 15 % (зразки 4, 5) дають більш збалансовані властивості. Цікаво, що добавка 1 % природного мінерального наповнювача шунгіту (зразок 6) різко підвищує міцність композиту, але відносне подовження сильно зменшується.

Для отвердження форполімеру ОРД-І добрим твердником виявився триетаноламін (досліди 8-12). В цих композиціях міцність мало залежить від співвідношення реагуючих груп, проте в середньому відносне подовження вище, ніж в системі ОРД – ПІЦ.

Ізоціанатний форполімер ОРД-І також отверджується гліцерином (зразок 14) і біогліцерином (зразок 13), причому біогліцерин показує кращі результати, що, можливо, обумовлено домішками, які присутні в біогліцерині. Цей факт потребує спеціального дослідження.

Нарешті, вода (зразок 15) також отверджує ізоціанатний форполімер. Це явище добре відоме в хімії поліуретанів [6]. Систему при прямому змішуванні води і форполімеру не вдається добре перемішати внаслідок дуже швидкої реакції з виділенням вуглекислого газу. Зазвичай ця реакція вивчалась в розчинах або отвердненням вологою повітря [7]. Вона може являти практичний інтерес в деяких застосуваннях.

Висновок

В роботі представлені результати розробки поліуретанової литтєвої композиції швидкого твердіння на основі рідкого каучуку, або його ізоціанатного похідного – форполімеру. Шляхом відповідного підбору компонентів було одержано склади композицій, які при твердінні дають матеріал, що не поступається по міцністно-еластичним характеристикам стандартному складу з використанням чистого гліцерину. Показано, що біогліцерин отверджує ізоціанатний форполімер з утворенням еластичного матеріалу, який відповідає вимогам до наливних покриттів. Цей компонент має перевагу перед іншими гідроксилвмісними отверджувачами, бо є відходом виробництва біодизеля і потребує утилізації. До того ж він замінює дефіцитний гліцерин.

Література:

1. Огрель А.М., Лукьяничев В.В. Новые эластичные материалы для наливных покрытий // Наука – производству. – 2000. – № 1(26). – С. 36-39.

2. Полиуретаны: динамично растущий рынок. Оценки роста рынка полиуретанов и возможные трудности // ЛКМ. – 2012. – № 1-2. – С. 10-15.

3. Простые олигоэфиры и полиуретановые материалы на их основе. Каталог. – М.: НИИТЭХИМ, ВНИИСС, 1977. – С. 11.

4. Грищенко В.К., Бойко В.П. Жидкие каучуки – актуальность, перспективы производства // Хім. пром. України. – 2004. – № 4. – С. 11-17.

5. Розширення сировинної бази для виробництва гідроізоляційних виробів / В.П. Бойко, Т.В. Дмитрієва, В.К. Грищенко, В.Д. Мишак, Лебедєв Є.В., Козяков П.В., Клюєв Е.О. // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка // 2013. – № 5. – С. 72-73.

6. Саундерс Дж.Х., Фриш К.К. Химия полиуретанов. – М.: Химия, 1968. – 470 с.

7. Морозов Ю.Л., Гурешидзе Г.Г. Некоторые особенности отверждения изоцианатных форполимеров влагой воздуха // Каучук и резина. – 1992. – № 6. – С.9-11.

УДК 666.553.535

Алексеева Л. В.

Алексеева Л.В.,
зав. сектором перлита, ГП «НИИСМИ», г. Киев

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ТЕРМООБРАБОТКИ ПЕРЛИТА

Вспученный перлит производится в виде песка, щебня, порошка. Наибольшее применение в промышленности нашел вспученный перлитовый песок. В настоящее время в промышленности используется вспученный перлитовый песок различной насыпной плотности и зернового состава в соответствии ДСТУ Б В.2.7-157:2011 (ГОСТ 10832-2009) /1/, что определяет использование его в стройиндустрии и многих других отраслях.

При получении вспученного перлита с требуемыми показателями необходимо учитывать влияние следующих факторов:

- свойства перлитового сырья, характерные для каждого отдельного месторождения;
- фракционный состав сырья, поступающего на вспучивание;
- условия вспучивания, которые зависят от режимов термообработки и используемых при этом типов тепловых агрегатов.

Процесс вспучивания перлитового сырья каждого отдельного месторождения зависит от его характерных свойств.

Различные условия образования предопределяют многообразие разновидностей перлитовых пород, которые классифицируются по трем критериям: генетическому, петрографическому и технологическому.

По генетическому критерию все существующие разновидности перлитов делятся на две большие группы : первично-гидратированная порода и вторично-гидратированная порода или первичные перлиты и вторичные перлиты.

По петрографическому признаку перлитовые породы каждого отдельного месторождения имеют свои характерные особенности и отличаются различной текстурой и структурой перлитовой породы, содержанию вредных макро- и микро-примесей, количеством и составом стекловатой фазы, наличием и составом вкрапленников, пористостью, цветом, количеством и составом газовой фазы. Основной характеристикой перлитов является содержание в них воды, являющейся главным агентом вспучивания породы.

В большинстве случаев первичные перлиты имеют пористую или пемзовидную текстуру, количество структурной воды равняется от 1,5 до 4,5%. К таким перлитам относятся перлиты месторождений Армении, Грузии, Камчатки, Америки, Греции, Турции.

Вторичные перлиты могут быть представлены массивными и рыхлыми разновидностями, количество воды составляет от 4,5 до 9,5 %. К этим перлитам можно отнести перлиты месторождений Украины; России – Бурятия, Приморский край; Китая.

Таким образом, исходя из вышесказанного, перлиты отличаются широкой гаммой различных свойств, влияющих на процесс их вспучивания. Поэтому для получения вспученного перлита с требуемыми показателями необходимо выбрать оптимальные условия термообработки перлита каждого отдельного месторождения и соответствующее оборудование, способное наиболее рационально реализовать эти условия.

К каждому виду сырья необходим индивидуальный технологический подход, т.е. необходимо проведение технологических исследований используемого перлитового сырья.

Методика НИИСМИ проведения таких исследований представляет собой комплекс обязательных анализов, испытаний, исследований, сочетание которых позволяет определить рациональные технологические параметры термообработки данного перлита. Применение этих параметров для термообработки перлитового сырья выявляет технологические возможности данного сырья и обеспечивает при их регулировании получение из него вспученного перлита с заданными свойствами.

Технологические исследования включают следующие этапы.

Во-первых, определение количественных и качественных характеристик перлитового сырья – минералого-петрографическое исследование, химический состав, физико-механические свойства.

Во-вторых, проведение исследований технологических свойств перлитового сырья, которые выполняются в двух уровнях:

вначале в лабораторных условиях, цель которых является определить основной технологический критерий – наименьшую насыпную плотность вспученного перлита и обеспечивающие ее получение рациональные параметры термообработки сырья (термоподготовки и вспучивания), основным из которых является температура вспучивания;

затем с учетом полученных результатов лабораторных исследований проведение промышленных испытаний, цель которых отработка на действующей линии технологических параметров, обеспечивающих получение из данного сырья вспученного перлита с требуемыми показателями (насыпная плотность, зерновой состав, теплопроводность, прочность и др.).

Многочисленными исследованиями установлено, что вспучиваться может вулканическое стекло определенного химического состава, строения и содержания связанной воды.

В соответстсвии с ДСТУ Б В.2.7-62-97 (ГОСТ 25226-96) /2 / к перлитовым и перлитосодержащим породам, применяемым для производства вспученного перлита, предъявляются следующие требования:

- химический состав должен соответствовать следующим показателям:
  SiO_2 = 65-77%; Al_2O_3 = 11-16%;
  $FeO + Fe_2O_3$ = 0,5-6,0%; CaO = 0,1-3,5%;
  $Na_2O + K_2O$ = 3,0-10,0%; п.п.п. = 1,0-10,0 %;
- в зависимости от генезиса, минералого-петрографического состава (содержание макро- и микро- примесей), потерь при прокаливании перлитовую породу подразделяют на классы, а в зависимости от насыпной плотности вспученного перлита – на группы.

По химическому составу вулканические стекла представляют собой щелочные алюмосиликатные породы, содержащие воду. Перлитовые породы различных месторождений, пригодные для производства вспученного перлита, характеризуются близким химическим составом /таблица 1/.

Влияние химического состава определяется количеством основных окислов, таких, как SiO_2; Al_2O_3; TiO_2, которые повышают температуру вспучивания.

Большое содержание щелочей ($Na_2O + K_2O$) снижает температуру размягчения породы и благоприятно сказывается на степень вспучивания перлита. Однако, присутствие большого количества щелочей может быть нежелательно, так как стекло в момент вспучивания окажется недостаточно вязким и пары воды при выделении разорвут жидкую стекловатую пленку и вспучивание не произойдет.

Повышенное содержание CaO уменьшает поверхностное натяжение расплава, что благоприятно сказывается на процесс вспучивания.

Количество содержащей в вулканических стеклах газовой фазы, состоящей из отдельных компонентов или соединений H_2; F_2; Cl_2; N_2; H_2; CO_2; CO; Fe; Ar и других газов, является основным фактором, определяющим их пригодность для получения вспученного перлита. Преобладающий компонент газовой фазы – вода (88,4- 98,5 %). Для процесса вспучивания перлитов самое важное обеспечить достаточное количество газообразователя (в основном, паров воды) во время вспучивания материала, находящегося в пиропластическом состоянии.

Температуру вспучивания перлитовой породы и минимальную насыпную плотность вспученного перлита определяют в соответствии с ДСТУ Б В.2.7-62-97 (ГОСТ 25226-96) /2/ по результатам вспучивания в лабораторной трубчатой термической установке. В зависимости от класса породы испытания проводят при одностадийном вспучивании либо в две стадии с предварительной термоподготовкой, которая проводится в муфельной печи.

Полученные результаты лабораторных исследований являются основой для промышленных испытаний, а именно, рациональные параметры термообработки применяемого перлитового сырья, при которых возможно получить наименьшую насыпную плотность вспученного перлита: температура вспучивания, параметры предварительной термоподготовки (температура, время выдержки при этой температуре и количество остаточного влагосодержания).

По температуре вспучивания различают перлиты с низкой (800-1000°С), средней (свыше 1000-1200°С) и высокой (более 1200 до 1250°С) температурой : соответственно легко-, средне- и трудно-вспучивающиеся разновидности.

В таблице 1 приведены результаты испытаний перлитов различных месторождений по определению температуры вспучивания и рациональных параметров получения минимальной насыпной плотности.

Как видно из таблицы, перлиты месторождений Армении, Грузии, Греции, Турции, Венгрии и Магаданское России можно отнести к перлитам, имеющим низкую температуру вспучивания, перлиты месторождений Украины, Монголии и Мухор-Талинское России к перлитам со средней температурой вспучивания, перлит месторождений Казахстана – к перлитам с высокой температурой вспучивания.

Минимальная насыпная плотность вспученного перлита может бать получена по одно-стадийной технологи из первичных перлитов, к которым относится перлитовое сырья месторождений Армении, Грузии, Греции, Турции, Венгрии, Магаданское России., и по двух-стадийной технологи из вторичных перлитов, к которым относится перлитовое сырье месторождений Украины, Монголии, Казахстана, Мухор-Талинское России. Во время промышленных испытаний необходимо отработать параметры термоподготовки и вспучивания перлитового сырья, обеспечивающие получение из него вспученного перлита с показателями, отвечающими требованиям использования его в соответствующих отраслях промышленности.

Эксплуатационные характеристики вспученного перлита и, соответственно, его качество зависят, в основном, от характера его пористой структуры и размера зерен.

Термообработка перлитового сырья может осуществляться по одно-стадийной схеме – только вспучивание сырья и по двух-стадийной схеме, а именно: вначале – предварительная термоподготовка, а затем – вспучивание.

При нагревании вулканических стекол происходит выделение летучих, а именно, в основном, паров воды и некоторых газов, за счет которых при определенных температурах происходит вспучивание стекла и образование пористого материала. Преимущественное влияние на формирование пористой структуры вспученного перлита оказывает количество структурной воды (порообразователя) в перлитовом сырье.

При применении одностадийной технологии параметром регулирования процесса термообработки является температура вспучивания, а количество структурной воды в сырье при этом не подлежит регулированию. Поэтому невозможно получить вспученный перлитовый песок требуемой для различных потребителей пористой структуры и фракции. Частицы вспученного перлита имеют, в основном, ярко выраженную открыто-пористую структур, что предопределяет их большое водопоглощение и малую прочность. Это ограничивает использование вспученного перлита во многих отраслях промышленности, особенно в строительстве.

Двух-стадийная технология предусматривает применение предварительной термоподготовки перед вспучиванием, что позволяет изменять количество связаннной воды в сырье и соответственно получать частицы вспученного перлита с различной пористой структурой (мелко-пористой или преимущественно-закрытой пористостью), соответствующие требуемым характеристикам конечного продукта, а также, благодаря удалению слабо связанных летучих, снижается растрескивания зерен перлита при вспучивании.

Термоподготовку необходимо проводить при соблюдении двух условий – при возможно более полном удалении летучих, связь которых с элементами структуры в перлите разрушается при температуре меньше 500°С, и при возможно более полной релаксации напряжений, проявляемых при этом отрицательными структурными деформациями.

Для определения параметров термоподготовки сырья был проведен комплекс исследований, включающий дифференциально-термический, дериватографический и дилатометрический анализы, в результате которых можно достаточно объективно определить рациональные области процесса предварительной термоподготовки (температуру и время).

Дилатометрические исследования позволяют получить характеристики структурных деформаций при изотермической выдержке, соответствующей температуре начала отрицательных деформаций с развернутой записью во времени. Дериватографические исследования позволяют при аналогичных с дилатометром температурно-временных режимах нагрева получить количественную характеристику выделяемых летучих в виде кривой потери веса. Каждой температуре нагрева соответствует определенный максимум потери воды, выраженный в виде потери веса.

Таблица 1.

Характеристика перлитового сырья и полученного из него вспученного перлита

Месторождение	Химический состав, %										Температура вспучивания, °С	Насыпная плотность, кг/м³	
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	SO_3	Na_2O	K_2O	п.п.п.		1-стадийная термообработка	2-стадийная термообработка
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Первичные перлиты													
Армения													
Арагацкое	72,30	12,76	0,85	0,11	0,83	0,40	0,01	3,90	5,40	3,40	950-1000	60-80	150-210
	74,15	11,90	0,71	0,10	1,72	0,13	0,27	4,02	4,40	3,52			
	73,79	12,62	1,82	0,18	1,13	0,18	0,07	3,60	4,10	2,06			
Грузия													
Параванское	70,57-71,28	13,06	1,00-1,20	0,10-0,18	0,88-1,03	0,20-0,34	0,10-0,23	3,27-5,11	3,45-4,31	4,22-4,78	900-1000	45- 70	110-180
	73,28	12,93	0,92	0,13	0,68	0,23	0,00	4,18	3,00	3,66			
Греция													
о. Милос	75,24	12,47	1,49	0,14	1,59	0,40	0,03	3,20	2,20	2,5	1000-1050	65-70	105-180
Туриця													
Билесик	73,20-74,13	12,45-13,50	0,79-1,20	0,09	0,45-0,65	0,03-0,30	-	3,81-3,35	3,90-4,37	3,26-3,90	950-1000	50-75	90-145
Венгрия													
Палхаза	73,50	13,0	1,0	0	1,5	0,4	-	3,5	3,8	3,00	1000-1050	85-100	130-180
	73,99	13,01	1,38	0,16	1,74	0,15	сл.	3,14	3,50	3,18			
Россия (Камчатка)													
Паратунское	75,84	13,00	1,19	0,27	1,59	0,42	0,18	2,76	2,40	1,94	1100	75-110	130-200
Россия (Магаданская область)													
Уптарское (вулканический пепел)	70,32	14,13	1,55	0,26	0,69	0,49	0,01	4,67	3,75	4,16	1000	40-55	70-115
Вторичные перлиты													
Украина (Берегово)													
Фогош	74,66	12,07	1,88	0,14	1,32	0,05	0,08	1,57	3,15	4,70	1150-1200	120-210	70-90
	74,38	12,93	1,36	0,14	1,17	0,08	0,03	1,56	2,91	5,50			
	73,48	13,56	1,36	0,11	1,17	0,00	0,03	1,56	2,91	5,50			
Россия													
Мухор-Талинское	71,06	13,21	0,68	0,04	0,18	0.02	0,02	1,64	4,06	5,89	1050-1000	200-280	75-110
	70,70	12,45	1,10	0,20	2,13	0,33	-	0,70	4,80	8,63			
Монголия													
Элиген-Булаг	73,80	11,70	0,95	0,11	0,68	1,05	0,18	2,97	5,70	2,87	1150-1200	120-150	75-110
	74,44	12,20	0,85	0,11	0,63	1,60	0,20	5,07	5,00	1,36			
	75,89	11,60	1,10	0,09	0,42	0,90	0,04	3,15	5,70	1,14			
Казахстан													
Айгульское	72,50	10,23	1,36	0,08	1,32	0,56	0,02	3,59	3,39	5,58	1250-1280	300-350	100-120

Сочетание данных этих анализов дает возможность определить рациональные параметры термоподготовки перлитовогот сырья, способствующие более плавному ведению процесса вспучивания. К ним относятся температура и время пребывания материала при этой температуре, которые обеспечивают необходимое количество структурной воды при релаксации структурных напряжений, появляющихся во время выделения воды при нагреве сырья.

Были проведены дериватографические и диламетрические исследования перлитов различных месторождений /3/, в результате которых определены рациональные параметры их термоподготовки, обеспечивающие заданную пористую структуру материала : для первичных перлитов Арагацкого месторождения – это температура 300-350 °С; для вторичных перлитов месторождения Фогош Украины и Мухор-Талинского месторождения Бурятии – это температура соответственно 300-400 °С и 350-450 °С и время выдержки при этой температуре в зависимости от требуемых характеристик готового продукта.

Таким образом, двух-стадийное ведение процесса термообработки перлитового сырья предусматривает регулирование следующих параметров:

первая стадия – термоподготовка перлитового сырья- регулируемыми параметрами являются количество остаточного влагосодержания, т.е структурной воды (порообразователя) после термоподготовки, определяемое контролем потерь при прокаливании, и интервал температур термоподготовки, определяемый при сочетании данных термогравиметрического и дилатометрического анализов;

вторая стадия – вспучивание термоподготовленного сырья – основным регулируемым параметром является температура вспучивания.

Результаты проведенных исследований по определению рациональных параметров термообработки перлитов различных технологических свойств, обеспечивающих получение вспученного перлита с требуемыми эксплуатационными характеристиками, подтверждены данными, полученными

при проведении промышленных испытаний с использованием перлитов различных месторождений на действующей технологической линии, которая создана по усовершенствованной 2-х стадийной технологи НИИСМИ.

Разработанная технология предусматривает ведение термообработки узкофракционированного перлитового сырья различных месторождений в две стадии– вначале предварительную термоподготовку в печи термоподготовки кипящего слоя (агрегат разработан совместно с Институтом газа НАН Украины) и затем вспучивание в шахтной печи /3, 4/. Применение для термоподготовки сырья агрегата кипящего слоя позволяет регулировать количество структурной воды (порообразователя) в перлитовом сырье при его термоподготовке, т.е. изменить его технологические свойства /5/.

Промышленные испытания перлитов различных месторождений по усовершенствованной 2-х стадийной технологии НИИСМИ были проведены на технологической линии Броварского ЗСК /5/.

Основными параметрами регулирования на линии являются:

- фракционный состав сырья, поступающего на термообработку. Применение узкофракционированного сырья позволяет достичь максимального значения коэффициента вспучивания для каждой отдельной фракции, уменьшая при этом потери с просыпью недовспученных и выносом мелких пылевых частиц при вспучивании в шахтной печи, и таким образом способствует увеличению суммарного объема готового вспученного продукта;
- процесс термоподготовки сырья в печи кипящего слоя контролируется основным параметром – количеством остаточного влагосодержания Wост в термоподготовленном сырье (потери при прокаливании), изменение которого зависит от величины загрузки сырья в печь термоподготовки, температуры и времени пребывания материала в печи; конструкция агрегата обеспечивает стабильное заданное качество термоподготовленного сырья по количеству структурной воды для каждой узкой фракции сырья в диапазоне 100-550°С и однородность размера частиц (за счет выделения пылевидной фракции менее 0,14 мм) и их аэродинамическим характеристикам;
- процесс вспучивания термоподготовленного сырья в шахтной печи вспучивания контролируется величиной загрузки термоподготовленного сырья в печь Gc, температурой t и разрежением p в печи и определением насыпной плотности γв.п. и фракционного состава полученного вспученного перлита при этих параметрах.

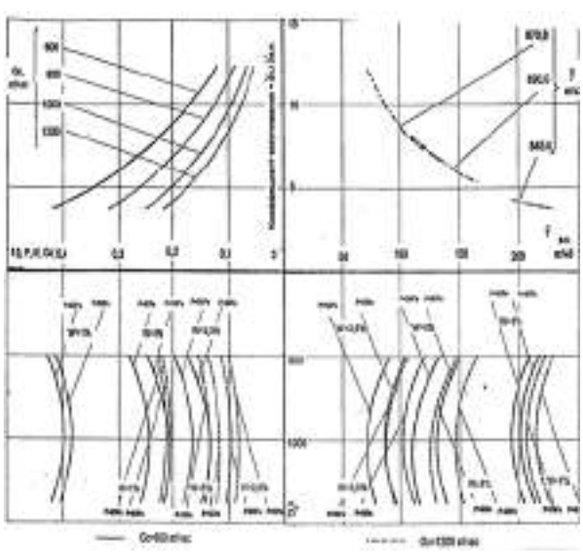


Рис. 1 Номограмма определения рациональных технологических параметров перлитового сырья месторождения Фогош в печи впучивания (для фракции сырья 0,63-2,5 мм)

Полученные взаимозависимости технологических параметров и качественных показателей вспученного перлита позволяют определить рациональные технологические режимы термообработки перлитов различных месторождений с учетом их технологических особенностей, и в результате получить на их основе вспученный перлит с требуемыми для различных потребителей пористой структуры и фракции.

На рис. 1 представлена номограмма определения рациоанльных технологических параметров термобрботки перлитового сырья месторождения Фогош Украины. На основе экспериментальных данных, полученных на усовершенствованной технологической линии, разработана математическая модель процесса термобработки перлитового сырья. С ее помощью построены номограммы определения рациональных технологических параметров в печи вспучивания для фракций сырья 0,14-0,63 мм; 0,315-1,25 мм; 0,63-2,5 мм (t – температура, p – разрежение, $W_{ост}$ – количество структурной воды. Gc – загрузка сырья в печь). На рис. 2 представлена номограмма для фракции сырья 0,63-2,5 мм.

Особенность усовершенствованной 2-х стадийной технологии НИИСМИ – это регулирование параметров термообработки перлитового сырья в широких пределах на всех технологических стадиях. Особенно большое значение имеет регулирование процесса предварительной термоподготовки перлитового сырья, обеспечивающего изменение свойств сырья различных месторождений и, как следствие, расширение его потенциальных технологических возможностей (табл.1).

Такая технология является универсальной для термообработки перлитового сырья различных месторождений и позволяет получить как из первичных, так и из вторичных перлитов, вспученный перлит с требуемыми для различных отраслей качественными показателями: однородный по грансоставу или легкий с развитой открытой пористостью, или более плотный с преимущественно-закрытой пористостью, с пониженным водопоглощением и повышенной прочностью, что очень важно для применения этого материала в строительстве /6/ как заполнителя для легких бетонов, в сухих строительных смесях, и др.

Литература:

1. ДСТУ Б В.2.7-157:2011 (ГОСТ 10832) «Песок и щебень перлитовые вспученные. Технические условия».

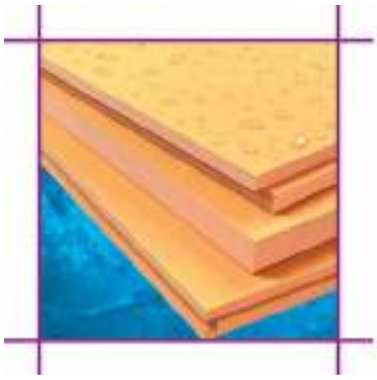
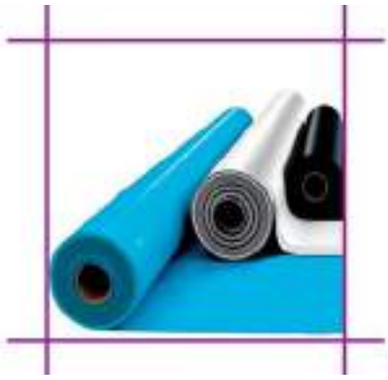
2. ДСТУ Б В.2.7-157:2011(ГОСТ 10832-2009) «Песок и щебень перлитовые вспученные. Технические условия».

3. Алексеева Л.В. / Совершенствование предварительной термоподго-товки перлитового сырья путем применения агрегатов кипящего слоя.// Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка.- 2003.- №18.-С.17-20.

4. Алексеева Л.В. / Технологические особенности производства вспученного перлита из сырья различных месторождений // Строительные материалы и изделия. – 2005. – №6. – С.25-29.

5. Алексеева Л.В. / Особенности предварительной термоподготовки перлитового сырья различных месторождений для производства вспученного перлита с улучшенными показателям // Строительные матери-алы. – 2013. – № 3. – С.26-29.

6. Алексеева Л.В., Нациевский С.Ю. / Опыт применения вспученного перлита в строительстве.// Строительные материалы. – 2013. – №5-6. – С.62-64.

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЛАБОРАТОРІЯ ПОЛІМЕРНИХ, ПОКРІВЕЛЬНИХ ТА ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

ВИКОНУЄМО ТА ПРОПОНУЄМО НАСТУПНІ РОБОТИ:

- Розробка нових видів полімерних, теплоізоляційних, гідроізоляційних та покрівельних матеріалів.
- Розробка рецептур сухих будівельних сумішей на основі місцевих сировинних матеріалів.
- Сертифікаційні випробування полімерних, покрівельних, гідроізоляційних матеріалів, мінераловатних утеплювачів, утеплювачів на основі екструзійного та термоударного пінополістиролу, гіпсових в'яжучих, гіпсокартону, матеріалів та виробів на основі спученого перліту, полімерної плівки, склосітки, лінолеуму, геомембран, сухих будівельних сумішей (у тому числі, гідроізоляційних).
- Випробування теплоізоляційних виробів за показником «термін ефективної експлуатації» – відповідно до вимог ДБН В 2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель».
- Розробка, погодження, експертиза та супровід при затвердженні та державній реєстрації нормативної документації (ДСТУ, ТУ, СОУ на будівельні матеріали та вироби) та технологічної документації (вихідні дані для організації виробництва, технологічні регламенти виробництва будівельних матеріаплів).
- Розробка технічних свідоцтв на нові будівельні матеріали (у тому числі для іноземних фірм-виробників).
- Експертиза якості матеріалів в конфліктних ситуаціях (обстеження, випробування, експертні висновки).
- Складання тематичних оглядів по різним будівельним матеріалам.

ПОЛІМЕРНІ МАТЕРІАЛИ

- Розробка та надання науково-технічної допомоги по впровадженню технології виробництва пінополістирольних утеплювачів.
- Розробка технології полімерних композицій для влаштування спортивних та дитячих майданчиків, тренажерних залів, бігових доріжок, тощо.

ПОКРІВЕЛЬНІ ТА ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

- Науково – технічна допомога підприємствам та організаціям, що виробляють, імпортують – експортують рулонні та мастичні ізоляційні матеріали.

МІНЕРАЛОВАТНІ ТА СКЛОВОЛОКНИСТІ ВИРОБИ

- Надання науково-техничної допомоги в удосконаленні технології виробництва мінераловатних виробів на підприємствах сучасного виробництва України.
- Проведення випробувань мінераловатних виробів згідно з діючою нормативною документацією.
- Проведення консультацій та методична підтримка підприємтсв по питанням технології виробництва мінераловатних виробів.

ГІПС ТА ГІПСОВІ ВИРОБИ

- Надання допомоги у підготовці фосфогіпсу для виробництва цементу на основі запатентованої в Україні технології.

ПЕРЛІТОВІ МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ

- Надання науково-технічної допомоги по впровадженню дво-стадійної універсальної технології ДП «НДІБМВ» виробництва спученого перліту с заданими експлуатаційними показниками широкого призначення з використанням перліту різних родовищ.
- Дослідження технологічних властивостей перлітової сировини різних родовищ та розробка з неї технології виробництва спученого перліту та виробів на його основі.
- Організація виробництва та технологічна наладка нових установок та удосконалення діючих ліній з виробництва: спученого перліту, фільтрувального перлітового порошку, агроперліту; гідрофобізірованого перліту – для очищення стічної та питної води, поверхні водоймищ від нафтових забруднень, а також для використання в якості засипної ізоляції; з виробництва перлітових виробів: перлітобетонних дрібноштучних блоків, перлітобетону для монолітного будівництва, підпресованого утеплювача, перлітобентонітових виробів, сухих будівельних сумішей з використанням перліту (штукатурних, кладочних, клейових).
- Проведення лабораторних та дослідно-промислових випробувань перлітової сировини різних родовищ з оцінюванням технологічних можливостей її спучування та одержанням готової продукції: спученого перлітового піску, фільтрувального перлітового порошку та перлітових виробів.
- Надання науково-технічної допомоги по виготовленню за авторськими кресленнями ДП «НДІБМВ» лабораторного обладнання: для визначення відповідно до діючої НД параметрів спучування перлітової породи та фільтраційної проникності фільтрувального перлітового порошку; обладнання для гадрофобізації спученого перліту; основного нестандартного технологічного обладнання для термообробки перлітової сировини різних родовищ: агрегатів для термопідготовки та спучування перліту.

НДІБМВ

завідувач лабораторії

НАЦІЄВСЬКИЙ СЕРГІЙ ЮРІЙОВИЧ

тел/факс +38(044) 4254498
тел +38(067) 6645811

НДІБМВ

завідувач сектору перліту

АЛЕКСЄЄВА ЛІДІЯ ВОЛОДИМИРІВНА

тел/факс +38(044) 4171617
тел +38(050) 3850278

e-mail:

ndibmv@gmail.com

rdibmp@users.ldc.net

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЛАБОРАТОРІЯ ПОЛІМЕРНИХ, ПОКРІВЕЛЬНИХ ТА ІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

КЕРАМЕЙЯ®

КЕРАМІЧНІ БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

КОМПАНІЯ

Сьогодні ТОВ Керамейя – це найбільший український виробник будівельної кераміки і єдиний виробник клінкерної керамічної бруківки в Україні та СНД.

Керамейя була створена в 2006 році менеджментом компанії за участю фонду прямих інвестицій Horizon Capital. У 2011 році Керамейї вдалося отримати кредит на збільшення виробничих потужностей від Європейського Банку Реконструкції та Розвитку. Це дозволило розпочати будівництво другої лінії з виробництва клінкерної керамічної цегли КлінКерам II.

ВИРОБНИЧА ПОТУЖНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВА СТАНОВИТЬ:

КЛІНКЕРАМ — **30 млн.** ум. шт. на рік – клінкерна цегла «КлінКерам»

БРУККЕРАМ — **10 млн.** ум. шт. на рік – керамічна бруківка «БрукКерам»

ТЕПЛОКЕРАМ — **60 млн.** ум. шт. на рік – керамічні блоки «ТеплоКерам»

Виробничі лінії підприємства оснащені сучасним обладнанням кращих європейських виробників – Instalat, Handle, Lingl, Bedeschi, Ceric, а також українського виробника Техно-Маш-Сервіс. Програмне забезпечення, управління і контроль системами виконано фірмами Instalat, Ceric, Enlyc-M.

CE

Кожен параметр технологічного процесу виробництва повністю контролюється і тому ми отримуємо високу якість продуктів, що підтверджується сертифікатом Європейського зразка: Sertificate of factory production control № 1397 – CPD – 0277 (вперше виданий 29 вересня 2009 р. й підтверджується щороку).

Керамейя здійснює продажі на території України, Казахстану, Росії, Білорусі, Молдови, Грузії, Монголії, Литви, Польщі, Німеччини. За кілька років, з моменту виходу продукції на ринок, Керамейя не тільки потіснила імпортну продукцію з вітчизняного ринку, а й стала експортоорієнтованою. Частка експорту в обсязі реалізації підприємства сягає до 40 % і має тенденції до подальшого зростання.

Синергія кваліфікованих кадрів, сучасного обладнання, екологічно чистої сировини і 200-річний світовий досвід галузі може задовольнити практично кожного споживача продукції ТОВ Керамейя.

ПРОДУКЦІЯ

Сама природа сприяє «народженню» такого продукту, як «клінкер», адже в цьому процесі задіяні такі стихії як вода, повітря, вогонь і додатково, глина. Продукція Керамейї повністю складається з натуральної сировини, яка добувається як у власному кар'єрі, так і в інших родовищах на території України. З кожним роком асортиментна лінійка розширюється – з'являються нові декоровані поверхні цегли, нові кольори й відтінки, що задовольняють запити навіть найвибагливіших клієнтів.

ТОВ «Керамейя» | 40012, Україна, м. Суми, вул. Погранична, 47 тел.: +38 0542 66 35 72 | E-mail: office@kerameya.com.ua www.kerameya.com.ua

КЕРАМЕЙЯ
КЕРАМІЧНІ БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

КЛІНКЕРАМ

— Збудуйте будинок вашої мрії

«КлінКерам»
КЛІНКЕРНА ЦЕГЛА

Побудовано з цегли
Рустика Граніт 23

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Габаритні розміри	250x120x65 мм	Морозостійкість	F150	Водопоглинання	до 5 %
Пустотність цегли	36%	Марка міцності	M350	Вага	2,8 кг

Клінкер це високоякісна кераміка, екологічно чистий матеріал, без хімічних барвників і пластифікаторів. Різноманітність колірної гами досягається лише природними методами.

Клінкер найчастіше використовується при обробці фасадів, цоколів будівель, колон, а також фігурних підвіконь і балюстрад. Крім збереження зовнішньої естетики, клінкер є ще й додатковим захистом будівлі.

Фасад з клінкеру має високу механічну стійкість і не вимагає додаткового догляду, а згодом – реконструкції або ремонту.

ЗРАЗКИ ЦЕГЛИ «КЛІНКЕРАМ»

Серія «Класик»
6 видів

Серія «Магма»
4 вида

Серія «Рустика»
12 основних видів

ТОВ «Керамейя»

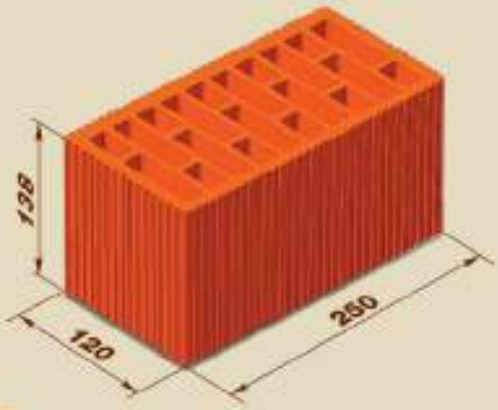
вул. Погранична, 47, м. Суми, Україна, 40012
Тел.: +38 0542 68 35 72

E-mail: office@kerameya.com.ua
www.kerameya.com.ua

КЕРАМЕЙЯ
КЕРАМІЧНІ БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

ТЕПЛО КЕРАМ

— Тепло вашого дому



«ТеплоКерам»
КЕРАМІЧНИЙ ПОРИЗОВАНИЙ БЛОК 2,12 НФ

ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ КЛАДКИ

Кількість блоків для 1 м^2 – товщиною
в «одну цеглу» 57 шт.,
в «півцеглини» 28 шт.
Кількість блоків для 1 м^3 – 195 шт.
Витрати розчину на 1 м^3 – 200 л.

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Марка міцності	Морозостійкість	Водопоглинання
M100/M125	50 циклів	12-15 %

1. ТЕПЛА ПОРИЗОВАНА КЕРАМІКА
Головна якість поризованого блоку відображена в понятті «тепла кераміка», яким називають цей стіновий матеріал. Поризований блок тривалий час зберігає тепло в зимовий час і забезпечує комфортний мікроклімат в літній період.

2. ВИСОКА ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЯ
Поризовані блоки володіють значно більш низькою щільністю 850-950 кг/м^3, завдяки чому у нього кращі показники по теплоізоляції. Маючи оптимальну масу, вони ідеально акумулюють і підтримують тепло в приміщеннях, а також беруть природну енергію сонячного світла.

3. ДОВГОВІЧНІСТЬ
Завдяки морозостійкості будинки побудовані з керамічних поризованих блоків, володіють підвищеними характеристиками на шкідливий агресивний вплив навколишнього середовища, що позитивно позначається на термінах безпечної експлуатації такого будинку.

4. ЕКОЛОГІЧНІСТЬ
Використання природної сировини: глини та дерев'яної стружки; абсолютна екологічність і стійкість до біовпливів.

5. НЕВЕЛИКА ВАГА (< 4кг)
Дозволяє зменшити навантаження на фундамент та, як наслідок, здешевити його зведення.

6. ЕКОНОМІЯ МАТЕРІАЛІВ І ЧАСУ
Керамічні блоки – це альтернатива рядовій цеглі, при використанні яких йде економія матеріалів і часу на будівництво, при цьому зменшується вартість робіт.

7. ВОГНЕСТІЙКІСТЬ
Будова з керамічної цегли в залежності від товщини стін має вогнестійкість до 4 годин, що безпосередньо підвищує безпеку нашого життя.

8. ВИСОКА МІЦНІСТЬ НА СТИСК
Марка міцності M100/M125 дозволяє зводити конструкційні стіни висотою у декілька поверхів.

9. ВИСОКА ЗВУКОІЗОЛЯЦІЯ
Стіни, зведені з поризованої кераміки, забезпечують мешканцям захист не тільки від зовнішнього шуму, а й від звуків із сусідніх приміщень. Це знижує дратівливість і створює комфорт і затишок у вашому домі.

ТОВ «Керамейя»
вул. Погранична, 47, м. Суми, Україна, 40012
Тел.: +38 0542 68 35 72
E-mail: office@kerameya.com.ua
www.kerameya.com.ua

КЕРАМЕЙЯ
КЕРАМІЧНІ БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

БРУК КЕРАМ

— Дорога до вашої мрії

«БрукКерам» КЛІНКЕРНА БРУКІВКА

Замощено бруківкою **Магма Граніт**

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Габаритні розміри	200x100x x40/45/52 мм	Морозостійкість	F250	Водопоглинання	до 2 %
Зносостійкість	до 0,35 г/см²	Марка міцності	M450/M650	Вага	2 кг

1200°C

Клінкерна керамічна бруківка використовується для оформлення доріжок для під'їздів до гаража, садових доріжок, клумб, ігрових майданчиків, для мощення площ, парків, автопарковок та тротуарів.

Виготовляється бруківка з глини, додатково армується магматичними породами для надання продукту особливої міцності та монолітності структури; випалюється при надзвичайно високій температурі, близько 1200°C

Клінкерна бруківка ТМ «БрукКерам» не вимагає експлуатаційного обслуговування, не змінює свого первісного кольору і стійка до стирання, має низький ступінь ковзання в зимовий період.

ЗРАЗКИ БРУКІВКИ «БРУККЕРАМ»

Серія «Класик» 4 види бруківки

Серія «Магма» 3 види бруківки

Мікси кількох видів

ТОВ «Керамейя»

вул. Погранична, 47, м. Суми, Україна, 40012
Тел.: +38 0542 68 35 72

E-mail: office@krameya.com.ua
www.krameya.com.ua

УДК 666.3 – 134.1; 666.3 – 134.2; 666.3 – 135

Рыщенко М. И.

Федоренко Е. Ю.

Лисюткина М. Ю.

Горбунова А. А.

Рыщенко М. И., доктор техн. наук, профессор,
заведующий кафедрой технологии керамики, огнеупоров, стекла и эмалей,
Федоренко Е. Ю., доктор техн.наук, профессор, кафедра технологии керамики, огнеупоров, стекла и эмалей,
Лисюткина М. Ю., аспирант,
Горбунова А. А., магистрант,
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТИАЛИТОВОЙ КЕРАМИКИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ХИМИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ

Рассмотрена возможность применения при разработке составов масс тиалитовой керамики с высокими показателями эксплуатационных характеристик при пониженной температурой синтеза отхода ферротитанового производства (ОПФТ). Проведена оценка влияния сырьевых материалов на фазовый состав и свойства продуктов обжига. Установлено, что синтез тиалита при 1200 оС наблюдается лишь при обжиге масс, содержащих ОПФТ, что, вероятно, происходит в присутствии Fe2O3, который способствует его стабилизации. Полученные материалы характеризуются комплексом высоких эксплуатационных свойств, благодаря чему могут быть использованы для изготовления деталей насосов, перекачивающих агрессивные вещества, керамических фильтров химической аппаратуры.

Создание новых химических производств, внедрение новых технологических процессов реконструкция действующих предприятий, освоение выпуска новых продуктов химии, нефтехимии и нефтепереработки требуют создания и внедрения новых видов химической аппаратуры, способной работать при одновременном воздействии агрессивных сред и резких перепадов температуры. В современной химической промышленности стремятся перейти от периодических к непрерывным способам производства.

В связи с этим весьма актуальным является разработка новых конструкционных материалов с комплексом эксплуатационных характеристик: химической и термической стойкостью, механической прочностью и т.п. Поскольку тиалитовая керамика устойчива по отношению к воздействию большинства агрессивных сред, имеет невысокий температурный коэффициент линейного расширения [1] и повышенное значение механической прочности, ее использование при производстве химаппаратуры является перспективным. Более ранние попытки получения керамики на основе чистого тиалита (Al2TiO5) оказались не совсем удачными в связи с ярко выраженной анизотропностью ТКЛР, приводящей к образованию микротрещин, ухудшающих механические свойства керамики. Кроме того, изготовление керамики со стабильными свойствами на основе тиалита затрудненно из-за склонности его к разложению в области температур 900÷1200 °С.

Синтез тиалитовой керамики по традиционным методам из стехиометрических смесей исходных оксидов происходит при высокотемпературном (около 1700÷1800 °С) длительном обжиге [2, 3], что делает такую технологию весьма энергозатратной.

Поэтому целью данной исследовательской работы являлась разработка составов масс для получения тиалитовой керамики с высокими показателями эксплуатационных характеристик при пониженной температурой синтеза из природного, технического, а так же техногенного сырья.

Разработка химически и термически устойчивой керамики осуществлялась на основе композиций системы $MgO – Al_2O_3 – TiO_2 – SiO_2$, исследование строения которой представлено в работах [4, 5]. При проектировании оксидных композиций базировались на сведениях субсолидусного строения этой системы. Для синтеза нерастворимых в щелочах и кислотах фаз, которые отличаются относительно невысоким ТКЛР, в составе исследуемых композиций заложены соотношения фазообразующих оксидов, соответствующие стехиометрическому составу тиалита и муллита. Ведение основных оксидов осуществляли такими техническими продуктами как глинозем, магнезит, титановые белила, а также природным сырьем (курьяновским пирофиллитом, овручскими пирофиллитовыми сланцами и глиной марки Екстра ЗАО «Веско») и техногенным материалом (в частности отходом ферротитанового производства (ОПФТ)). В качестве интенсификатора спекания в массы вводили свинцовый глет. Расчетный химический состав исходных масс приведен в табл.1.

Лабораторные образцы изготавливали по технологии полусухого прессования. Для получения пресс-порошков смеси сырьевых материалов измельчали путем совместного тонкого помола до остатка не более 1,5% на сите № 008. Из пресс-порошка влажностью 5% прессовали образцы цилиндрической формы диаметром 20 мм, а так же образцы длиной 50 мм и диаметром 3 мм для определения ТКЛР.

Обжиг осуществляли в лабораторной муфельной печи с выдержкой 1 ч при максимальной температуре 1200 °С. Для характеристики степени спекания образцов определяли их кажущуюся плотность, водопоглощение, общую усадку.

Химическая стойкость обожженных образцов по отношению к 20 % раствору хлористоводородной кислоты и 1N гидроокиси натрия при комнатной температуре определялась путем измельчения образцов с последующим фракционированным отбором зерен размером 2÷2,5 мм в количестве 20 г и выдержки в растворе кислоты в течение 48 ч с последующей промывкой водой до нейтральной реакции на лакмусе. Далее образцы подвергались сушке до постоянного веса, после чего определяли кислотостойкость материалов по потере веса в процентах. Щелочестойкость определяли аналогичным образом. Результаты исследований представлены в табл. 2. Методом оптической микроскопии исследованы структурные особенности полученной керамики. Микрофотоснимки (рис. 3), различных по составу образцов свидетельствуют о том, что поры в материалах преимущественно замкнутые.

Как видно из представленных в табл. 2 данных, керамические материалы (массы № 13 и № 14) характеризовались высоким уровнем спекания (водопоглощение 9,09÷11,22% против 14÷28% для остальных материалов). Исследование структуры образцов позволило установить, что материалы содержат закрытые поры с преимущественным размером 0,05÷0,15 мм и открытые поры размером 0,05÷0,1 мм.

Самое низкое термическое расширение (ТКЛР 400 °С = 3,62·10-6 град-1) наблюдалось для образца, полученного на основе массы № 10, что позволяет предположить его повышенную термостойкость.

Максимальной щелочестойкостью (Щ = 99,99 %) отличаются образцы №№ 10, 12, 14, полученные с природных и технических исходных сырьевых материалов. Образцы №№ 9,11,13, в состав масс которых входил отход ОПФТ, характеризуются несколько пониженной щелочестойкостью (Щ = 98,28÷98,46 %). Максимальной кислостостойкостью характеризуется образец, полученный из массы № 11 (К = 99,99%). Самыми низкими показателями кислотостойкости характеризуются образцы на основе масс № 9, 10 (К = 95,92÷96,15%), что объясняется избыточным содержанием в массе Fe_2O_3 (см. табл. 2.).

Анализ прочности опытных образцов указывает на преимущество материалов, полученных из масс № 12 и № 13, что вполне логично, учитывая повышенное содержание оксида алюминия и не высокое значение Fe2O3. Максимальной прочностью характеризуется образец № 13, что можно объяснить превращением глинозема в корунд, который существенно повышает прочность керамики.

С целью исследования влияния исходных сырьевых компонентов масс на формирование фазового состава разработанных материалов проведен рентгенофазовый анализ керамики с близким химическим составом (табл. 1), но разным шихтовым (табл.3). Для качественного определения фазового состава использовали метод рентгенофазового анализа (РФА). Рентгенограммы снимали на дифрактометре ДРОН-3М.

Результаты исследования фазового состава полученных материалов свидетельствуют о том, что вид и со-

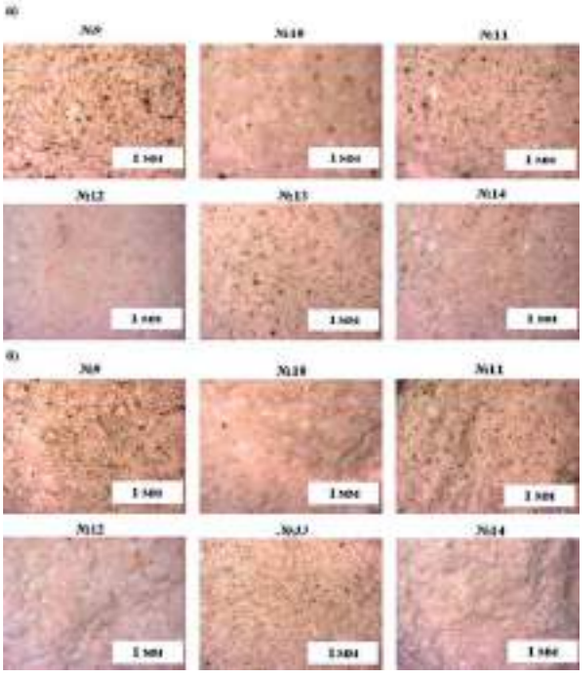


Рис. 1. Микрофотоснимки образцов, обожженных при температуре 1200 °С: а) поверхность, б) скол

Таблица 1.

Значения физических и эмпирических констант и основных параметров работоспособности

Шифр образцов	Химический состав, масс. %								
	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	Fe_2O_3	CaO	Na_2O	K_2O	MgO	PbO
№9	36,13	30,89	25,43	2,61	0,16	0,12	0,02	3,09	1,55
№10	36,71	32,02	24,92	1,44	0,32	0,13	0,07	2,80	1,59
№11	35,86	30,70	27,82	0,84	0,13	0,02	0,02	3,08	1,53
№12	35,90	30,77	27,94	0,49	0,13	0,12	0,02	3,09	1,54
№13	36,32	31,12	25,42	0,75	0,32	0,88	0,88	2,75	1,56
№14	35,56	30,47	27,42	0,34	0,34	0,35	0,95	3,05	1,52

Таблица 2.

Эксплуатационные свойства полученных керамических материалов

Номер смеси	Водопоглощение W, %	Кажущаяся плотность ρкаж, г/м³	Общая усадка L, %	Прочность на сжатие σсж, МПа	ТКЛР, α·10⁻⁶, град-1		Химстойкость, нераств.остаток , %	
					100 °С	400 °С	20 % HCl	1N NaOH
9*	20,73	1892	6,8	22,97	4,75	6,62	95,92	98,44
10**	27,46	1724	3,65	24,19	2,52	3,62	96,15	99,99
11*	14,03	2124	9,85	42,62	3,63	6,05	99,99	98,46
12**	17,49	2205	12,48	48,11	4,75	6,24	99,01	99,99
13*	9,09	2548	12,13	70,51	2,74	5,12	98,61	98,28
14**	11,22	2394	13,38	42,31	3,19	5,31	98,90	99,99

* образцы, полученные с использованием природного сырья и технических продуктов
** образцы, полученные с использованием техногенных материалов

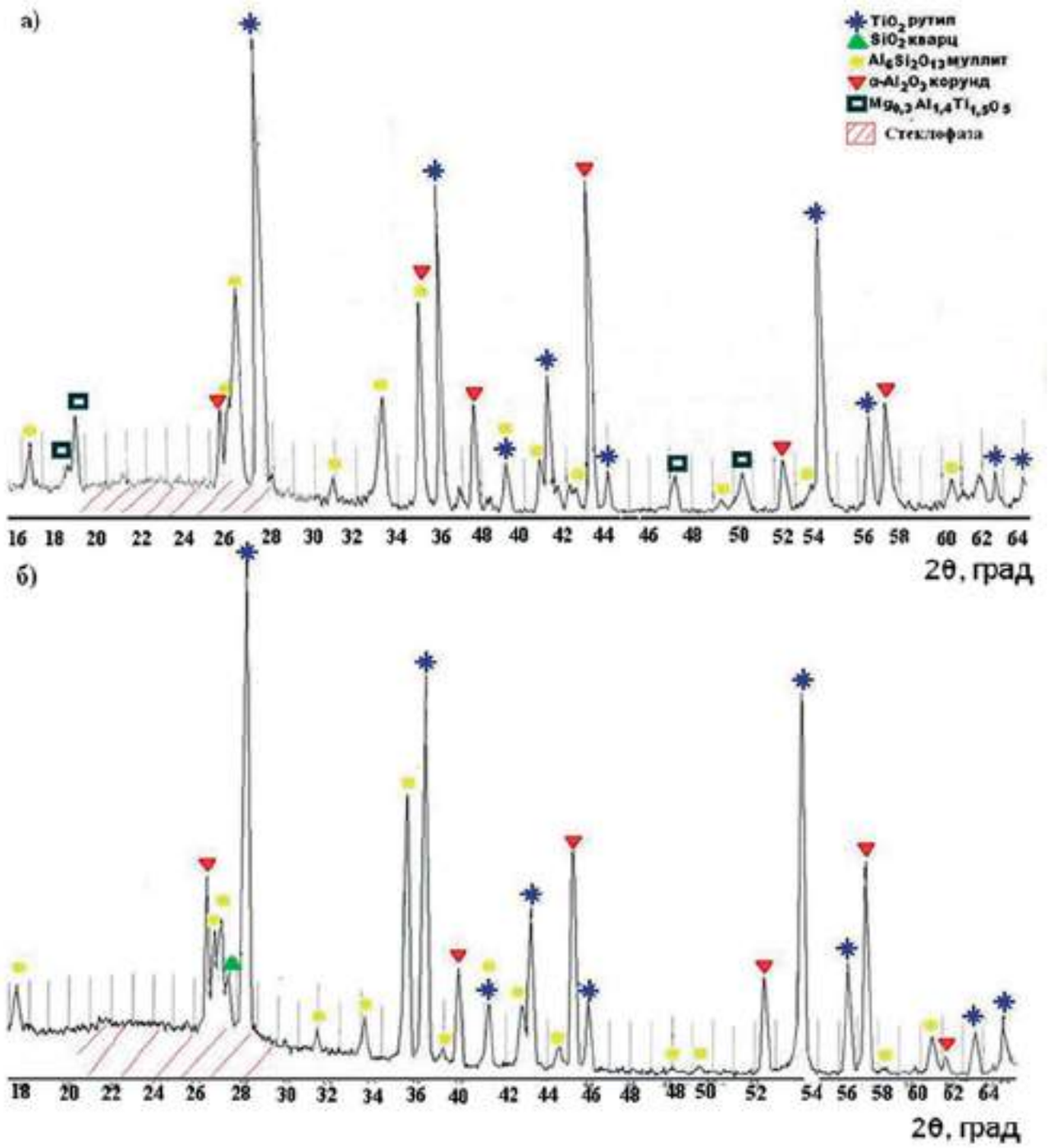


Рис. 2. Рентгенограммы керамических материалов , обожженных при 1200 °С: а) образец №13, б) образец №14

став сырьевых компонентов масс является одним из определяющих факторов формирования фазового состава керамики. Методом РФА установлено что, в составе образцов №№ 9, 10 присутствуют преимущественно кристаллические новообразования муллита (Al6Si2O13), кордиерита ($Mg_2Al_4Si_5O_{18}$) и твердые растворы тиалитового состава ($Mg_{0,3}Al_{1,4}Ti_{1,5}O_5$) для образца № 9 и $Mg_{0,6}Al_{0,8}Ti_{1,6}O_5$ для образца № 10), Наличие на рентгенограммах рефлексов рутила, корунда и кварца свидетельствует о незавершенности процессов фазообразования. Кроме того, присутствие в продуктах обжига кристобалита может негативно отразиться на термостойкости и щелостойкости керамики. Исследователи [6, 7] рассматривают твердый раствор MgO в $TiAl_2O_5$ как стабилизированный тиалит. Наши исследования показали, что образование этого соединения в образце № 9 происходит при использовании в качестве основного компонента масс ОПФТ уже при 1200 °С, что позволяет значительно уменьшить энергоемкость обжига и снизить себестоимость керамических материалов. Следует отметить, что при обжиге массы № 10 с более высоким содержанием оксидов магния и железа в материале дополнительно формируется кордиерит $Mg_2Al_4Si_5O_{18}$, а также изменяется состав твердого раствора до $Mg_{0,6}Al_{0,8}Ti_{1,6}O_5$. Этот факт, вероятно, объясняет снижение ТКЛР и повышение кислото- и щелочестойкости материала. Можно предположить, что процесс образования тиалитовых твердых растворов интенсифицируется в присутствии Fe_2O_3, который вводится в массу с отходом ОПФТ и Овруцким пирофиллитом.

Отличие образцов № 11 и № 12 заключается в том, что в керамике, полученной из чистого природного сырья и технических продуктов, синтезируется муллит; при использовании отходов ОПФТ на рентгенограмме зафиксированы рефлексы d/n = 0,4880; 0,4770; 0,1926; 0,1807 нм, принадлежащие тиалитовому твердому раствору $Mg_{0,3}A_{1,4}Ti_{1,5}O_5$, что подтверждает важную роль отхода ОПФТ при формировании тиалита в условиях низкотемпературного синтеза. Максимальные показатели химической устойчивости образцов №№ 11 и 12, вероятно, объясняются наличием в их составах фаз корунда, рутила, муллит и твердого раствора тиалитового состава, нерастворимых в кислотах и щелочах [4, 9]. Тот факт, что синтез

последнего соединения наблюдается лишь при обжиге массы, содержащей ОПФТ, свидетельствует о том, что наличие в составе отхода Fe_2O_3 способствует стабилизации тиалита, который, как известно нестабилен в интервале 900÷1200 °С [1, 7]. Образование тиалитового твердого раствора, по-видимому, объясняет не только повышение химической стойкости, но и снижение ТКЛР образца № 11 по сравнению с № 12. На рис. 2, приведены рентгенограммы образцов №13 и №14, обладающих наибольшей степенью спекания, прочностью, химической устойчивостью, а также сравнительно низкими показателями ТКЛР.

В данном случае, как и ранее, твердый раствор образуется только в керамике на основе массы № 13, содержащей отход ОПФТ. Высокая химическая стойкость этого материала, а также низкие показатели ТКЛР обусловлены присутствием тиалитового твердого раствора $Mg_{0,3}Al_{1,4}Ti_{1,5}O_5$ (d/n = 0,4883; 0,4776; 0,1922; 0,1805 нм). Максимальные показатели прочности на сжатие этого материала, по-видимому, связанны с образованием в нем муллита (d/n = 0,5400; 0,3437; 0,3386; 0,2891; 0,2691; 0,2554; 0,2298; 0,2213; 0,2142; 0,1841; 0,1704; 0,1527 нм), а также присутствием значительного количества непрореагировавшего корунда (d/n = 0,3484; 0,2554; 0,2385; 0,2092; 0,1744; 0,1605 нм) и рутила (d/n = 0,3252; 0,2492; 0,2298 0,2189; 0,2056; 0,1690; 0,1626; 0,1482; 0,1453 нм). Отличительной особенностью рентгенограммы образца № 14, обладающего более высокими показателями кислото- и щелочестойкости, является повышение интенсивности рефлексов муллита.

В результате проведенных исследований разработаны массы для изготовления термически и химически стойкой керамики тиалитового состава при температуре синтеза 1200 °С с выдержкой в течении часа, что значительно ниже по отношению к традиционной технологии получения такого рода материалов. Полученные материалы характеризуются комплексом высоких эксплуатационных свойств: прочностью на сжатие (σсж = 22÷70 МПа щелочестокостью (ЩС = 98,28÷99,99 %), кислотостойкостью (КС = 95,92÷99,99 %) и ТКЛР (α100·10-6 = 2,52÷4,75, град-1) и т.д., благодаря чему могут быть использованы для изготовления деталей насосов, перекачивающих агрессивные вещества, керамических фильтров химической аппаратуры. Высокая пористость керамического материала на основе массы № 10 позволяет предположить в частности возможность его использования в качестве фильтрующего элемента для очистки щелочных растворов.

Изучено влияние использования отхода производства ферротитана в составе керамических масс на свойства и фазовый состав керамики. Установлено, что высокие показатели кислото-, щелочестойкости керамики, полученной при 1200 °С на основе масс, содержащих эти отходы, обусловлены в значительной степени образованием твердого раствора со структурой тиалита при частичной замене ионов

Al_3+ на Mg_2+ в присутствии Fe_2O_3. Это свидетельствуют о целесообразности использования отходов ферротитанового производства для изготовления термически и химически стойкой тиалитсодержащей керамики. Применение отхода взамен дорогостоящих технических продуктов (глинозема и титановых белил) в составе керамических масс позволит не только снизить себестоимость изделий, но и будет способствовать оздоровлению экологической ситуации в промышленных регионах страны.

Таблица 3.

Шихтовой состав разработанных керамических масс

Состав	Шихтовой состав								
	ОПФТ	Титановый пигмент	Пирофиллит Овруцкий	Пирофиллит Курьяновский	Глуховецкий каолин	Глина Екстра ЗАО «Веско»	Технический глинозем	Магнезит технический обожженный	Свинцовый глет
№9	33,98	23,18	37,93	–	–	–	–	3,39	1,52
№10	–	30,55	20,65	–	21,52	–	23,04	2,71	1,53
№11	27,83	23,95	–	43,38	–	–	–	3,35	1,49
№12	–	28,50	–	43,32	–	–	22,34	3,35	1,49
№13	28,1	25	–	–	–	42,5	–	2,8	1,6
№14	–	29,7	–	–	–	45,4	20,2	3,1	1,5

Литература:

1. Волочко А.Т. Огнеупорные и тугоплавкие керамические материалы / А.Т. Волочко, К.Б. Подболотов, Е.М. Дятлова. – Минск : Беларус. навука, 2013. – 385 с.

2. Kang H. Simultaneously rapid synthesis and consolidation of nanostructure Mg0,3A1,4Ti1,5O5 by High Frequency Induction Heating / [H. Kang, S. Du, J. Doh, J. Yoon] // Materials Letters. – 2014. – Vol. 10.– №3. – P. 529 – 533.

3. Lowim D. Effect of atmosphere on the thermal stability of aluminum titanate / D. Lowim // Physica B: Condensed Matter. – 2006. – PP. 385 – 386.

4. Строение системы MgO-Al2O3-TiO2-SiO2 и ее значение для производства термически и химически стойкой керамики / [М. И. Рыщенко, Я. Н. Питак, Е. Ю. Федоренко, М. Ю. Лисюткина, О. А. Бурик] // Вопросы химии и химической технологии. – 2015. – Т.3 (101). – С. 73–79.

5. Лисюткина, М.Ю. Некоторые аспекты строения системы MgO–Al2O–TiO2–SiO2 и ее значение для производства огнеупоров и технической керамики / [М.И. Рыщенко, Я.Н. Питак, Е.Ю. Федоренко, М.Ю. Лисюткина, А.В. Шевцов] // Международная научно-техническая конференция «Технология и применение огнеупоров и технической керамики в промышлености», 28-29 апреля 2015 г.: текст докл. – Харьков, 2015. – С. 39-40.

6. Baghizaden R. The influence of composition, cooling rate and atmosphere on the synthesis and termal stability of alumunium tialite / R. Baghizaden, H. Rezaie, F. Golestani // Mater. Suence and Engeneer. – 2009.– P. 157.

7. Kang H. Simultaneously rapid synthesis and consolidation of nanostructure Mg0,3A1,4Ti1,5O5 by High Frequency Induction Heating / H. Kang, S. Du, J. Doh,

J. Yoon // Fectron. Mater. Lett. .–2014. – Vol. 10.– №3. – P. 529 – 533.

8. Пат. № 5260116 Японии, МПК C04B35/478; F01N13/10. Керамические портативные прокладки / Х. Тошиуки, Х. Такаши, Х. Фумио; патентообладатель ООО NGK Insulators (Япония). – № 07/666621; заявл. 03/08/1991; опубл. 11.09.1993. – Бюл. №17. – 4с.

9. Бетехтин А. Г. Курс минералогии : учебное пособие / А. Г. Бетехтин. – М.: КДУ, 2007. – 721 с.

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЛАБОРАТОРІЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА БУДІВЕЛЬНОЇ КЕРАМІКИ

ВИКОНУЄ РОЗРОБКИ:

- технології виробництва керамічних стінових, архітектурно – оздоблювальних, санітарних, фарфорових і клінкерних виробів на основі глинистої сировини природного та техногенного походження;
- інвестиційних проектів на виробництво керамічних будівельних матеріалів різного призначення;
- нормативних документів (стандарти, технічні умови) на будівельні матеріали та вироби і технологічної документації (вихідні дані для проектування, технологічний регламент) на виробництво керамічних стінових, архітектурно-оздоблювальних і клінкерних виробів на основі глинистої сировини природного та техногенного походження.

НДІБМВ

завідувач лабораторії

КУПРІЄНКО НАТАЛІЯ ПЕТРІВНА

тел/факс +38(044) 4255632
тел +38(095) 2751897

e-mail:

pkuprienko@ukr.net

ПРОВОДИТЬ:

- дослідження хіміко-мінералогічного складу та кераміко-технологічних властивостей глинистої сировини природного та техногенного походження;
- підбір технологічного обладнання для виробництва керамічних стінових матеріалів;
- диференційно-термічний аналіз матеріалів;
- визначення теплопровідності теплоізоляційних і стінових матеріалів;
- визначення допустимої температури використання теплоізоляційних матеріалів;
- маркетингові дослідження ринку керамічних стінових і архітектурно-оздоблювальних матеріалів, клінкерних керамічних матеріалів;
- аналіз ринку глинистої сировини, відходів гірничовидобувної промисловості та матеріалів техногенного походження;
- сертифікаційні випробування керамічних стінових і архітектурно-оздоблювальних виробів.

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЛАБОРАТОРІЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ БУДІВЕЛЬНОЇ КЕРАМІКИ

УДК 624.011:620.169.1:620.172.242

Гасанов А. Б.

Юнис Башир Н.

Онищенко Н. Г.

Гасанов А. Б., канд. техн. наук, доцент,
Юнис Башир Н., канд. техн. наук, доцент,
Онищенко Н. Г., ассистент,
Харьковский национальный университет строительства и архитектуры (ХНУСА), г.Харьков

ТЕРМОСТОЙКОСТИ НАГРУЖЕННЫХ В ПОСТОЯННОМ РЕЖИМЕ ДВП И ДСП И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИХ ДОЛГОВЕЧНОСТИ

Установлен механизм разрушения древесностружечной плиты при изгибе и сжатии в определенном диапазоне нагрузок и температур.

Древесностружечные и древесноволокнистые плиты очень широко используются в жилищном строительстве для обшивок стеновых панелей, перегородок, потолков и полов. Главными недостатками этих материалов являются низкая прочность, долговечность и термостойкость, которые в комплексе характеризуют их работоспособность, которая в отличие от общепринятого термина «несущая способность», связанного с прочностью материала, включает комплекс из трех параметров:

1 – максимальная нагрузка;

2 – температура;

3 – время воздействия.

Давно известно [1, 2], что для полимеров и других органических конструкционных материалов, резко проявляется температурно-временная зависимость от прочности изделия.

Она описывается уравнением (2, 3)

$\sigma = 1/\gamma\ (U_{0max} - 2.3RT/1^{-T}/T_m \lg \tau/\tau_{min})$ (1)

где γ, U_{0max}, T_m и τ_{min} – физические константы материала;

γ – структурно-механическая константа;

U_{0max} – максимальная энергия активации разрушения;

T_m – предельная температурасуществования твердого тела;

τ_{min} – минимальная долговечность на период колебания кинетических единиц – атомов, групп атомов, сегментов;

R – универсальная газовая постоянная;

T – температура, K;

τ – время до разрушения (долговечность).

Поэтому, чтобы прогнозировать прочность материала во времени или при изменении температуры, нужно знать величины этих физических констант. При этом можно определить и два других эксплуатационных параметра материала – его долговечность и термостойкость (теплостойкость) T:

$\tau = \tau_m \exp[(U_0 - \gamma\sigma)/R\ (1/T - 1/T_m)]$; (2)

$T = [1/T_m + 2.3R/(U_0 - \gamma\sigma) \lg \tau/\tau_m]^{-1}$ (3)

поскольку каждая из указанных физических констант качественно одинаково влияет на все три основных параметра материала. В этом проявляется принцип температурно-временной и силовой эквивалентности при механическом разрушении.

Длительные испытания древесных плит (твердой и мягкой ДВП и твердой ДСП плотностью 700 кг/м^3) проводили при поперечном изгибе и центральном сжатии на специальных стендах в режиме заданного постоянного напряжения и температуры [4]. В результате испытаний фиксировали время доразрушения. Образцы размерами 130x20 мм для изгиба и 10x10 мм для сжатия вырезали из плит толщиной 3,7 мм (древесноволокнистых) и 16 мм (древесностружечных).

Результаты испытаний древесностружечной плиты в координатах, «логарифм времени до разрушения – обратна н температура», при вариации постоянных напряжений представлены на рис. 1. Каждая точка на полученных экспериментальных зависимостях является усредненным результатом 6-12 измерений.

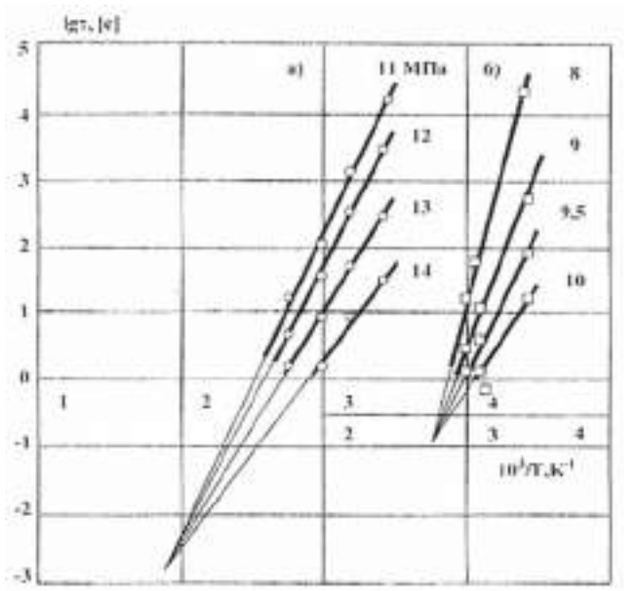


Рис. 1 Зависимость долговечности от обратной температуры для ДСП
а – при поперечном изгибе; б – при сжатии

Из рис. 1 видно, что зависимости имеют линейный характер и образуют семейство прямых, сходящихся в одну точку. Эти зависимости описываются уравнениями (1-3). Физические константы, входящие в эти уравнения, определяли графоаналитическим способом [4].

Константа τ_m и T_m определяются из положения (таблица 1). Для нахождения остальных 2-х констант U_0 и γ для каждой прямой в координатах $\lg \tau^{-10^3}/T$ определяют значение энергии активации $U_{(\sigma)}$ из наклона прямых по равенству

$U_{(\sigma)} = [(2,3K_\Delta \lg \tau_{(\sigma)}/\Delta)/1]/T$

При экстраполяции на $\sigma = 0$ определяется максимальная энергия активации U_0, а по тангенсу (tg) угла наклона прямой U_σ величина – γ.

Из таблицы 1 видно, что все константы ДСП существенно различаются при изменении вида нагрузки. Так, при сжатии величина максимальной энергии активации увеличиваетсч по сравнению с поперечным изгибом. Это связано с разным механизмом поведения под нагрузкой при изгибе и сжатии. При изгибе величина U_0 соответствует энергии химической связи [1] и близка величине энергии активации разрушения целлюлозы [3]. При сжатии резкое увеличение максимальной энергии активации можно объяснить превалирующей ролью деформационных процессов, что проявляется и на величинах остальных констант. Deformation of the material is determined mainly by breaking intermolecular bonds [2].

Таблица 1.

Значения физических и эмпирических констант и основных параметров работоспособности

		τ_m, с	$10^3/T_m$, K^{-1}	U_0, кДж/моль	γ, кДж (моль-хМПа)	τ, с	σ, МПа	Т, К
ДСП	Сжатие	$10^{-0,95}$	2,72	474	41,8	$10^{1,98}$	9,37	292
ДСП	Поперечный изгиб	$10^{-2,9}$	1,85	213	11,3	$10^{2,98}$	1,25	291
ДВП (мягкое)	Поперечный изгиб	$\frac{10^{1,8}}{10^{-0,5}}$	$\frac{2,5}{2,6}$	$\frac{230}{150}$	$\frac{200}{95}$	$\frac{-}{10^{0,8}}$	$\frac{-}{0,97}$	$\frac{-}{268}$
ДВП (твердое)		10^9	3,8	-588	-78	$10^{8,6}$	2,36	–

Образцы из ДВП испытывали только при поперечном изгибе (рис. 2).

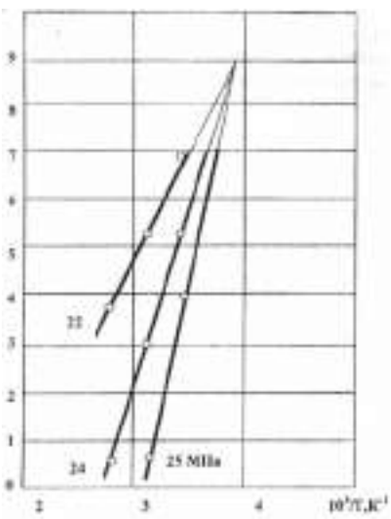


Рис. 2. Зависимость долговечности от обратной температуры для твердого ДВП

Из рисунка видно, что для твердых ДВП они имеют вид обратного пучка. Для их описания в [3] предложено эмпирическое уравнение:

$$\tau = \tau_m^* \exp\,[(U_0^* - \gamma^* \sigma) / RT\,(T_m^*/T-1)] \qquad (4)$$

где U_0^*, γ^*, T_m^* и τ_m^* – эмпирические константы.

По аналогии с уравнениями (1)-(3) для оценки работоспособности в твердом ДВП из уравнения (4) получили выражения для длительной прочности:

$$\sigma = 1/\gamma^* \,[U_m^* - 2,3\,KT / (T_m^* / T - 1)\,\lg \tau / (\tau_m^*)] \qquad (5)$$

и термостойкости:

$$1 / T = 1 / (2T_m^*)\,[\sqrt{(2.3R / (U_m^* - \gamma^* \sigma)\,\lg \tau / \tau_m^*)} - 1] \qquad (6)$$

В координатах $\lg \tau - \sigma$ на прямых наблюдается излом, а в координатах $\lg \tau^{-10^3}/T$ прямые сходятся в два пучка [6].

При малых напряжениях определяющим является послойное разрушение отдельных фрагментов плиты, а при больших она работает монолитно. Это подтверждается визуально после разрушения образцов, а также величинами физических констант. Действительно при послойном разрушении U_0 близка величине фенолоформальдегидной смолы, тогда как при монолитном разрушении она равна максимальной энергии активации целлюлозы. Значения остальных констант также подтверждают изменение механизма разрушения мягкой ДВП при определенных граничных напряжениях.

По уравнениям (1)-(3) и (4)-(6) при заданных параметрах эксплуатации можно рассчитать границы работоспособности древесных плит (таблица 1).

Выводы

Закономерности времени разрушения древесных плит при поперечном изгибе и сжатии в широком диапазоне заданных постоянных напряжений и температур описываются семейством веерообразных прямых, т.е. подчиняются кинетической концепции прочности.

Экспериментально и теоретически установлен различный механизм разрушения при изгибе и сжатии древесностружечной плиты, что отражается на величинах физических констант, определяющих работоспособность материала. При изгибе происходит равномерное разрушение по сечению образца, при сжатии образец сплющивается до определенной толщины, а затем резко разрушается на фрагменты.

При разрушении изгибом твердых древесноволокнистых плит происходит перестройка структуры, что отражается на виде экспериментальных зависимостей (получается обратный пучок) для мягкой ДВП, в исследованном диапазоне нагрузок и температур происходит изменение характера разрушения, что проявляется в изменении физических констант.

Полученные аналитические зависимости и величины входящих в них констант позволяют прогнозировать прочность, долговечность и термостойкость древесных плит при заданных параметрах эксплуатации.

Література:

1. Регель В.Р., Слуцкер А.И., Томашевский Э.Е. Кинетическая природа прочности твердых тел.- М., 1979.- 560 с.

2. Ратнер С.Б., Ярцев В.П. Физическая механика пластмас.Как прогнозировать работоспособность.- М.: Химия, 1992.- 320 с..

3. Ярцев В.П. Физико-технические основы работоспособности органических материалов в деталях и конструкциях.: Автореф.дис. д-ра техн.наук.- Воронеж, 1998.- 42 с.

4. Леденев В.В. Испытания полимерных материалов в конструкциях и изделиях.Учебное пособие/ТГТУ.- Тамбов, 1995.- 150 с.

5. Пахаренко В.А., Яковлева Р.А., Пахаренко А.В. Переработка полимерных композиционных материалов. Учебное пособие. Воля. Киев., 2006.- 180 с.

6. Лазутин Д.В. Определение работоспособности древесноволокнистых плит. Тезисы докладов научн.конф.- Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2000.- с. 220.

7. Чернявский В.Л. Адаптацияабиотических систем. Бетон и железобетон: монография.- Д. Изд-во Днепропетровского национального университета ж/д транспорта им. ак. В.Лазаряна.- 2008.- С. 86.

УДК 692.232

Гоц В.І.

Азутов В.П.

Болькін О.Г.

Шмід Юрг

Гоц В. І., доктор техн. наук, професор, декан будівельно-технологічного факультету,
Азутов В. П., канд. техн.наук, доцент,
Київський національний університет будівництва і архітектури (КНУБА), м. Київ,
Болькін О. Г., генеральний директор, ТОВ «АНТ Україна», м. Київ,
Шмід Юрг, директор, ТОВ «Шмід Хольцбау», м. Київ

КОНСТРУКТИВНІ ВАРІАНТИ ТЕПЛОЕФЕКТИВНИХ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ КЛЕЄНОГО ДЕРЕВ'ЯНОГО БРУСУ

Описано вплив зовнішніх факторів на тепловий баланс у житлових індивідуальних будинках, а також конструкції будинків з клеєного брусу і сандвіч-панелей.

Застосування в житловому будівництві для зовнішніх огороджень сучасних будівельних матеріалів і облегшених конструкцій, які прийшли на заміну традиційним прийомам будівництва, зажадало від проектувальників знань не тільки статичних розрахунків, які забезпечують міцність і стійкість споруди, а ще і вміння володіти розрахунками, що забезпечують нормальний теплотехнічний режим як огороджень, так і приміщень.

До виходу в світ ДБН В.2.6 31:2006, зі зміною № 1 від 01 липня 2013 року «Теплова ізоляція будівель» [1], в результаті застосування традиційних будівельних матеріалів минулих років огородження мали низький опір теплопередачі, що в умовах того часу задовольняло вимоги діючих нормативів. Разом з тим у приміщеннях спостерігалось промерзання, поява цвілі, мала місце підвищена вологість повітря у приміщенні, нерівномірність температури, що змусило мешканців до необхідності стихійного неорганізованого утеплення огороджень.

Сучасні тенденції підходів до питань жорсткої економії енергоресурсів особливо в європейських державах, які досягли значних успіхів в енергозбереженні при будівництві житлових будинків, а слід за цим і в Україні, поставило питання перед проектувальниками і будівельниками різкого збільшення опору теплопередачі огороджень, що дозволило наблизити українські нормативи до європейських.

Підвищення вимог нормативу до теплозахисту будівель змусило усіх учасників будівництва перейти на застосування сучасних, більш ефективних матеріалів з точки зору покращення теплофізичних показників споруд.

Введені в Україні нові нормативи до теплової ізоляції стін, що в 2,5-3 рази перевищують попередні, (припускають) забезпечують значне зменшення теплових втрат при експлуатації будинків.

Згідно з новими нормативами (термічний опір зовнішніх стін житлових будинків не повинен бути менше 3,3 м^2 °С/Вт для І температурної зони) стіни з монолітної цегляної кладки для північних районів України повинні зводитися товщиною близько 150 см, а товщина одношарових панелей з легкого бетону повинна бути близько 65 см.

Звичайно, на практиці це приведе до значних затрат, тому єдиним способом утеплення стін повинно стати використання конструктивних рішень зовнішніх стін з ефективним утеплювачем.

Саме тому до властивостей теплоізоляційних матеріалів висувають ряд вимог: низька теплопровідність, стійкість до коливань температур при експлуатації, однорідність властивостей, оптимальна середня густина, низький рівень займистості і вибухонебезпечності, міцність при транспортуванні і монтажі, волого- та водостійкість, стійкість до атмосферних впливів, стійкість до впливу комах, хімічна стійкість, екологічна небезпечність для людини. Здатність утримувати повітря – одна з найважливіших характеристик теплоізоляційного матеріалу, так як повітря має низьку теплопровідність.

Найбільш ефективними за величиною коефіцієнта теплопровідності є такі теплоізоляційні матеріали як: скловолокно, мінеральна вата, ековата, а також пінополістирол, пінополіуретан, які мають коефіцієнт теплопровідності на рівні 0,04-0,045 Вт/м. К.

Мінеральна вата – це волокнистий матеріал, що отримується з розплавів гірських порід (зокрема базальту), металургійних шлаків та їх сумішей.

Провідні світові виробники мінеральної вати як сировину використовують виключно гірські породи, що дає змогу отримувати продукцію вищої якості з тривалим періодом експлуатації. В Україні базальтових порід, необхідних для виробництва базальтової вати, особливо багато в Рівненській області.

Основною властивістю мінеральної вати (як, до речі, й скловати) є негорючість у поєднанні з високою тепло- та звукоізолюючою здатністю, стійкістю до температурних деформацій, негігроскопічністю, хімічною та біологічною стійкістю, екологічністю та легкістю виконання монтажних робіт.

Вироби з мінеральної вати належать до класу негорючих матеріалів. Вони ефективно протидіють поширенню полум'я й використовуються як протипожежна ізоляція для вогнезахисту. Мінеральні волокна здатні витримувати температуру понад 1000 °С, однак зв'язуючий компонент починає руйну-

ватися вже при температурі 250 °С. Важливим параметром мінераловатних матеріалів є здатність до збереження своїх геометричних розмірів протягом всього періоду експлуатації. Це запобігає утворенню містків холоду на стиках ізоляційних плит.

Серед найвідоміших у світі виробників мінераловатних матеріалів, які найбільш повно представлені на українському ринку, можна назвати такі компанії, як PAROC (Фінляндія), ROCKWOOL (Данія), SAINT-GOBAIN ISOVER (Франція, заводи в Польщі та Чехії), IZOMAT (Словаччина). На ринку України широкий спектр мінераловатних утеплювачів представляє ISOVER, в тому числі матеріали для утеплення фасадів «контактним методом» (Fascoterm, Orsil) і фасадів, що вентилюються (Polterm, Ventiterm).

Широку гаму (понад 40 різновидів) теплоізоляційних матеріалів з базальтових волокон пропонує й ROCKWOOL.

Для навісних фасадів використовуються плити PANELROCK, а для стін з штукатуркою – ROCKMUR. Теплоізоляційні матеріали з базальтових волокон поставляє на ринок ряд вітчизняних виробників.

Одним з найбільших споживачів енергії як в Україні, так і в розвинутих країнах Західної Європи, як відомо, є житлово-комунальний сектор, який поглинає понад 40% енергії, що виробляється. Житлово-комунальна сфера сьогодні найповніше фокусує проблеми нинішнього етапу енергозбереження в Україні.

Таким чином, підвищення теплозахисних властивостей огороджувальних конструкцій будівель є одним з основних шляхів енергозбереження.

Скорочення до мінімуму витрат на обігрів будівель і створення комфортних умов для функціонування людей залежить від застосування при ремонті, реконструкції і новому будівництві сучасних ефективних теплоізоляційних матеріалів для утеплення різних будівельних конструкцій і облаштування будівель.

В індустріальному будівництві багатоповерхових житлових будинків досягнуто значних успіхів для покращення теплофізичних характеристик зовнішніх стін за рахунок застосування, наприклад, при виробництві зовнішніх панелей для крупнопанельних будинків ефективних теплоізоляційних матеріалів, що дозволило наблизити величину опору теплопередачі до нормативної.

Прогресивним є також спосіб підвищення експлуатаційних властивостей зовнішніх стін при застосуванні в будівлях фасадних елементів з утворенням повітряних прошарків, що дозволяє надійно захистити зовнішню стіну від впливу вологого атмосферного повітря, а також від вологи, яка утворюється в конструкції стіни з боку внутрішнього шару при експлуатації будівлі.

Аналізуючи теплотехнічні особливості стінових огороджень без повітряних прошарків і з прошарками, що вентилюються, можна зробити висновок, що при наявності повітряного прошарку зовнішня поверхня стіни не має безпосереднього контакту із зовнішнім середовищем, а такий контакт здійснюється через повітряний прошарок між стіною і фасадною конструкцією, що дає можливість зменшити тепловіддачу від зовнішній поверхні стіни і тим самим покращити теплотехнічну характеристику стінового огородження.

Разом з тим, в Україні зараз ведеться широкомасштабне будівництво індивідуальних малоповерхових житлових будинків, яке теж саме вимагає суворого дотримання нормативів з теплопередачі через зовнішні огородження.

Найважливішим критерієм комфортності житла є рівень теплового комфорту, який визначається теплозахистом зовнішніх стін, віконних прорізів, дверей. Перепади між температурою повітря приміщення і температурою внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції за нормативами не повинні перевищувати 4°С.

Найбільш важливими показниками теплоізолюючої стіни є:

- здатність утримувати тепло в приміщенні (опір теплопередачі);
- унеможливлення накопичення в товщі стіни вологи, яка утворюється від водяної пари, що проникає з середини приміщення (опір паропроникненню);
- здатність пропускати певну кількість повітря ззовні всередину приміщення і навпаки (опір повітропроникненню).

Ці показники перебувають у постійній динаміці та потребують, гармонізації теплофізичних і теплотехнічних показників матеріалів, які знаходяться в поперечному перерізі багатошарової стінової конструкції. Фактично вони визначають ефективність конструктивно-технологічного рішення зовнішньої стіни.

Слід відмітити, що на відміну від багатоповерхових споруд, розташованих у житлових масивах, в теплотехнічному відношенні малі житлові будинки, які споруджуються як правило, на окремих ділянках, мають невигідні кліматичні умови. Так, наприклад, за даними досліджень [2] годинні тепловтрати 1м^3 споруди котеджного типу складають близько 0,13 кДж/год, тоді як для багатоквартирних будинків – в три рази менше. Це пояснюється тим, що окремі житлові будинки піддаються впливу зовнішнього повітря з будь-якого боків, не маючі захисту від сусідніх споруд, що, на наш погляд, є важливим припущенням.

Крім того, значною обставиною, на наш погляд, є й орієнтація такої споруди на місцевості для зимових умов, що повинно враховуватись при теплових розрахунках огороджень з метою посилення теплового захисту стін, які орієнтовані на північ або на інші несприятливі в кліматичному відношенні направлення, або за рахунок збільшення товщини теплоізоляційного шару, або за рахунок зміни теплозахисного матеріалу на більш ефективний, а також і вікон, для яких значення мінімального опору теплопередачі Rq min, всього 0,75 м^2 · °С/Вт. Такі конструктивні заходи дозволили б зберегти частку теплоти у приміщенні.

У зимовий період холодне повітря проникає в приміщення при інфільтрації через стіни, стики і нещільність вікон, що викликає зниження температури усередині огорожі і на її поверхні, а проникаючи в кімнату, охолоджує внутрішнє повітря і викликає додаткові (10-20%) втрати теплоти від загальної. Витрата теплоти на підігрів повітря, що проникає у приміщення за рахунок інфільтрації, залежить від маси повітря, його теплоємності і різниці температур зовнішнього повітря і внутрішньої розрахункової температури у приміщенні [2].

У багатьох країнах Західної Європи вже зроблені серйозні кроки по реалізації таких заходів і отримані позитивні результати. Заглядаючи в майбутнє, архітектори розробляють і реалізують максимально раціональні проекти.

Одним з ефективних напрямів будівництва енергозберігаючих малоповерхових індивідуальних житлових будинків є застосування деревини в комплексі з ефективними теплоізоляційними матеріалами при влаштуванні огороджень.

Одним з таких варіантів є застосування клеєних дерев'яних елементів у каркасно-панельних будинках.

Деревина є одним з найстаріших будівельних матеріалів, який використовується при будівництві різних будівель і споруд, що обумовлено цілою низкою її позитивних властивостей, наявністю сировинної бази та

економією енергоресурсів на всіх етапах виробничого процесу.

Ще один позитивний фактор, що підтверджує обгрунтованість використання деревини особливо в малоповерховому будівництві, – її невелика власна вага і вигідна пропорція щодо сприйманих експлуатаційних навантажень, що збільшує ефективність енергозбереження і знижує енергоспоживання при зведенні будівлі. Крім того, важливим показником енергозбереження є значення коефіцієнта теплопередачі огороджувальних конструкцій. У будівлях з легким дерев'яним каркасом коефіцієнт теплопровідності матеріалів стінового огородження λ коливається в межах 0,03-0,04 Вт/м · К.

У багатьох країнах світу значну частину введених об'єктів житлового будівництва, до яких відносяться малоповерхові будинки, складають будівлі, повністю або частково побудовані з використанням деревини та матеріалів на її основі. До таких будівель можна віднести житлові будинки від одного до трьох поверхів з використанням легкого дерев'яного каркасу з клеєного бруса або дерев'яних клеєних панелей (Рис. 1). Такі будівлі визнані не тільки енергозберігаючими, але і найбільш екологічними. Подібні будівлі знайшли широке поширення в США, Канаді, скандинавських країнах, а також у Німеччині, Австрії та Польщі.

Основним варіантом є системи збірного домобудівництва з площинних елементів заводського виготовлення, тобто з обшивкою на дерев'яному каркасі з клеєного брусу (каркасно-панельні будинки), які виявилися найбільш економічними, технологічними і гнучкими в конструюванні. Це дає можливість виготовляти на заводі збірні конструкції, тобто елементи стін, перекриттів і покрівлі, що значно покращує якість їх виготовлення і скорочує час будівельних робіт. Завдяки різноманітному асортименту великогабаритних елементів в заводському виконанні виключаються трудомісткі процеси і складні опалубні системи, необхідні при будівництві з монолітного або збірного залізобетону, що дозволяє вести будівництво будівель цілий рік.

Рис. 1. Житловий будинок котеджного типу з клеєного брусу

У сучасному каркасно-панельному індивідуальному домобудівництві використовується безліч конструктивних рішень зовнішніх стін із застосуванням клеєного брусу.

Одним з конструктивних варіантів будівництва каркасно-панельних будинків котеджного типу, що зводяться в Україні, є варіант з огорожами (стінові, покрівельні) з сандвіч-панелей (Рис.2) такого складу:

- внутрішній шар панелі з ОСП (орієнтовано-стружкова плита) (OSB-oriented strand board) товщиною δ = 15 мм, з коефіцієнтом теплопровідності λ = 0,15 Вт/(м·К);
- теплоізоляційний шар з мінераловатної плити товщиною δ = 140-150 мм, з коефіцієнтом теплопровідності λ = 0,04 Вт/(м·К), яка прокладається в рамі дерев'яного каркасу з клеєного брусу;
- зовнішній шар панелі з ДСП товщиною δ = 10 мм, з коефіцієнтом теплопровідності λ = 0,13 Вт/(м·К);

Відповідність сучасним вимогам теплозахисту стінового огородження крупнопанельних котеджних житлових будинків з сандвіч-панелями вказаного складу конструктивних шарів підтверджується розрахунком приведеного опору теплопередачі конструкції стіни ($R_{\Sigma пр}$).

$$R_{\Sigma пр} = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^{n} R_i + \frac{1}{\alpha_з} = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^{n} \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_з} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,15} + \frac{0,14}{0,04} + \frac{0,01}{0,13} + \frac{1}{23} = 3,83 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт},$$

де:

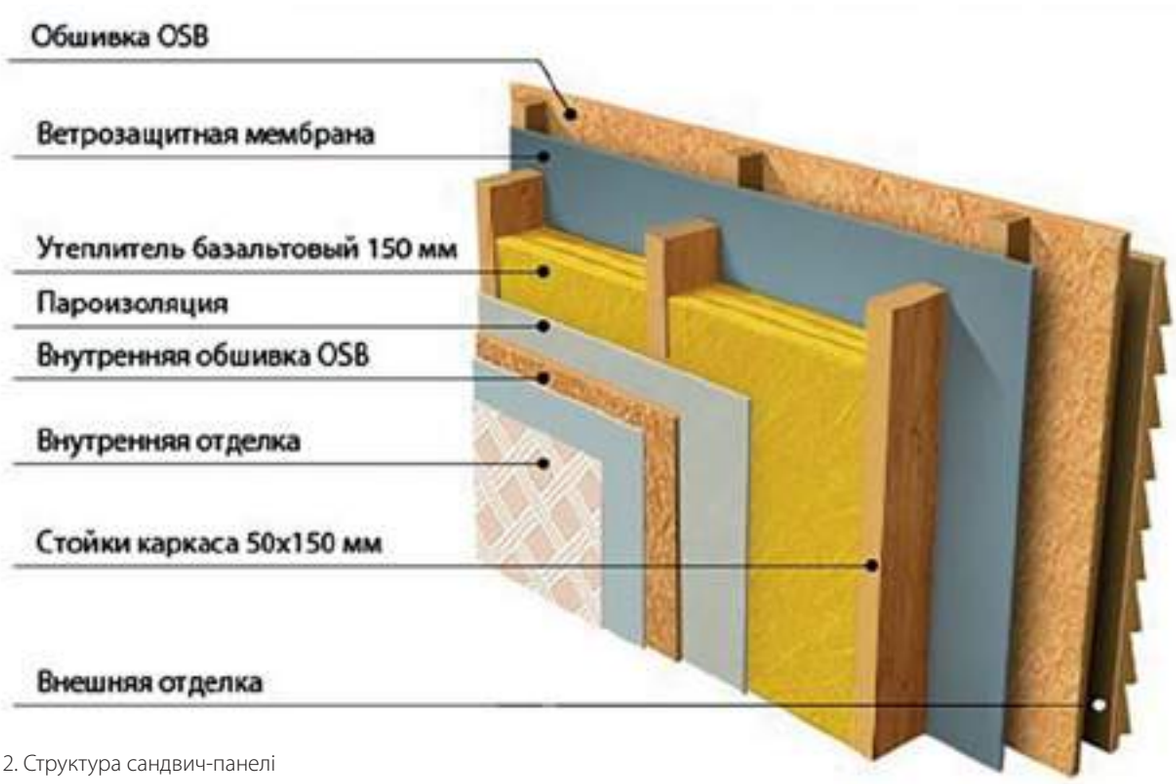


Рис. 2. Структура сандвич-панелі

Рис. 3. Несучий брус каркасу будинку

$\alpha_в$; $\alpha_з$ – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огороджувальної конструкції, 8,7 та 23 Вт/(м^2 · К) відповідно,які приймаються згідно з додатком Е ДБН В.2.6-31:2006;

R_i – термічні опори і-го шару конструкції, δ_i/λ_i м^2 · К/Вт;

δ_i –товщина і-го шару конструкції, м;

λ_i – коефіцієнт теплопровідності і-го шару конструкції, Вт/(м·К).

Результат розрахунку величини приведеного опору теплопередачі $R_{\Sigma пр}$ = 3,83 м^2 · К/Вт показує, що конструкція стінового огородження даного складу відповідає нормативним вимогам до теплотехнічних показників зовнішніх стін житлових і громадських будинків, встановлених положенням ДБН В.2.6-31:2006 для температурної зони І, як мінімально допустимих значень на рівні 3,3 м^2 · К/Вт. Для зони 2 цей нормативний показник дорівнює 2,8 м^2 · К/Вт.

Клеєний профільований брус усе ширше використовують останнім часом у дерев'яному будівництві, що дає можливість економно використовувати деревину, а також для позбавлення від проблем усадки й деформацій.

Найпоширеніший матеріал для клеєного бруса – сосна і ялина, рідше використають модрину й кедр.

Процес виробництва клеєного бруса складається з декількох послідовних етапів.

Спочатку колоди розпускають на дошки необхідного розміру, які ретельно сушать до величини відносної вологості не більш 12%. На відміну від масивного цільного бруса дошки просушити набагато простіше, тому їхня вологість виявляється істотно нижче. Потім матеріал перевіряють на наявність зримих дефектів, а ушкоджені і деформовані ділянки видаляють.

Після того, як дошки висушені, оброблені антипіренами й антисептиками, їх стругають по першому класу чистоти. Із цих ретельно висушених, відструганих дощок, які називають ламелі, на спеціальних пресах здійснюється склейка бруса.

Для склеювання використовують спеціальні високоміцні водостійкі клеї, які не порушують здатності деревини «дихати». Після склейки ламелів з отриманого масиву на спеціальних високоточних верстатах вирізується брус необхідного розміру й профілю (Рис. 3;4). Це один із самих відповідальних моментів виготовлення клеєного бруса, тому що від точності виготовлення пазогребневого з'єднання залежить якість усього бруса, щільність прилягання бруссів між собою, а в підсумку і якість майбутнього будинку.

Конструкції з клеєної деревини мають достатньо високу вогнестійкість, яка забезпечується нанесенням у промислових умовах при виготовленні бруссів на їх поверхню антипіренів. Крім того, на відміну від сталі та бетону, при загорянні деревини температурному впливу піддаються спочатку зовнішні шари, що дає можливість виграти час для прийняття протипожежних заходів.

Виготовлення панелей у виробничих умовах є найбільш технологічним і виправданим з точки зору матеріальних витрат, точності виготовлення і зборки на будівельному майданчику, автоматизації процесів виготовлення, забезпечення високої виробничої готовності будинку і, як результат, скорочення часу його будівництва.

Таким чином, за результатами теплотехнічних розрахунків, а також вітчизняного досвіду зведення індивідуальних житлових будинків з використанням сандвич-панелей на основі застосування клеєного дерев'яного брусу заводського виготовлення на вітчизняних деревообробних підприємствах в комплексі з мінераловатним утеплювачем різного типу та обшивкою плитами ОСП і ДСП можна стверджувати, що такий вид будівництва є ефективним з точки зору створення комфортних умов для проживання із забезпеченням при мінімально допустимих тепловитратах економічної експлуатації житла.

Рис. 4. Типи брусів за різним призначенням

Література:

1. ДБН В.2.6 31:2006 зі зміною №1 від 01 липня 2013 року «Теплова ізоляція будівель»

2. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. Изд. 4-е, перераб. И доп. М., Стройиздат, 1973, с. 287.

Реферати / Рефераты / Abstract

УДК 691.328.4

Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л. / Цементно-зольні бетони з самоущільнювальних сумішей // Будівельні матеріали та вироби, 2015, № 3-4, стор. 8-11. – Рис.: 3. – Табл.: 3. – Бібліографія: 8 назв.

В статті досліджено можливість використання золи-виносу різної дисперсності при виготовленні бетонів з покращеними будівельно-технічними властивостями з литих самоущільнювальних пластифікованих бетонних сумішей. Отримано комплекс експериментально-статистичних моделей властивостей литих самоущільнювальних пластифікованих бетонних сумішей, бетонів на їх основі і проведено їх відповідний аналіз.

Ключові слова: бетон, зола, самоущільнювальна бетонна суміш, статистична модель.

УДК 691.328.4

Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. / Цементно-зольные бетоны из самоуплотняющихся смесей // Строительные материалы и изделия, 2015, № 3-4, стр. 8-11. - Рис .: 3. - Табл .: 3. - Библиография: 8 названий.

В статье исследована возможность использования золы-уноса различной дисперсности при изготовлении бетонов с улучшенными строительно-техническими свойствами из литых самоуплотняющихся пластифицированных бетонных смесей. Получен комплекс экспериментально-статистических моделей свойств литых самоуплотняющихся пластифицированных бетонных смесей, бетонов на их основе и проведен их соответствующий анализ.

Ключевые слова: бетон, зола, самоуплотняющаяся бетонная смесь, статистическая модель.

UDC 691.328.4

Dvorkin L.I., Dvorkin O.L./ Cement-ash concrete of self-compacting mixtures // Building materials and products , 2015, №3-4, pp. 8-11. - Fig.: 3 – Table.: 3. - Bibliography: 8 titles.

In article the possibility of fly ash of various dispersion using at the manufacture of concrete with improved construction and technical properties from cast plasticized self-compacting concrete mixes is investigated. The complex of experimental – statistical models of self-compacting cast plasticized concrete mixes properties, concretes based on them is obtained and their corresponding analysis performed.

Keywords: concrete, fly ash, a mixture of self-compacting concrete, the statistical model.

УДК 666.94

Круць Т.М., Гев`юк І.М., Саницький М.А., Кропивницька Т.П. / Принципи стратегії сталого розвитку в цементній промисловості // Будівельні матеріали та вироби, 2015 № 3-4, стр. 16-19. Рис.: 2. – Табл.: 1. – Бібліографія: 15 назв.

Розглянуто основні принципи стратегії сталого розвитку в цементній промисловості, що передбачають оптимальне використання невідновлюваної природної сировини, застосування ресурсозберігаючих технологій, утилізацію промислових відходів, а також всесторонню охорону довкілля та зниження емісії CO2. Представлена дорожна карта сектору цементу та бетону в низькоемісійному господарстві ЄС до 2050 року. На прикладі ПАТ «Івано-Франківськцемент» показано, що широкомасштабний випуск ефективних композиційних екоцементів забезпечує реалізацію в цементній промисловості прогресивних моделей раціонального використання природної сировини, палива, електричної енергії за мінімальних викидів парникових газів, а також дає змогу втілити в життя практику чистого виробництва.

Ключові слова: природна сировина, ресурсозберігаючі технології, утилізація відходів, композиційні екоцементи.

УДК 666.94

Круц Т.М., Гевьюк И.М., Саницький М.А., Кропивницкая Т.П. / Принципы стратегии устойчивого развития в цементной промышленности // Строительные материалы и изделия, 2015, № 3-4, стр. 16-19. Рис .: 2. - Табл .: 1. - Библиография: 15 названий.

Рассмотрены основные принципы стратегии устойчивого развития в цементной промышленности, предусматривающие оптимальное использование невосстанавливаемого природного сырья, применение ресурсосберегающих технологий, утилизацию промышленных отходов, а также всесторонняя охрана окружающей среды и снижение эмиссии CO2. Представлена дорожная карта сектора цемента и бетона в низкоэмиссионном хозяйстве ЕС до 2050 года. На примере ОАО «Ивано-Франковскцемент» показано, что широкомасштабный выпуск эффективных композиционных екоцементов обеспечивает реализацию в цементной промышленности прогрессивных моделей рационального использования природного сырья, топлива, электроэнергии при минимальных выбросах парниковых газов, а также дает возможность воплотить в жизнь практику чистого производства.

Ключевые слова: природное сырье, ресурсозберегающие технологии, утилизация отходов, композиционные экоцементы.

UDC 666.94

Cruz T.M., Gevyuk I.M., Savitsky M.A., Kropivnitskaya T. / The principles of sustainable development strategy in the cement industry // Building materials and products ,2015, №3-4, pp. 16-19. Fig.: 2. – Table :. 1. - Bibliography: 15 titles.

The basic principles of the sustainable development strategy in the cement industry, providing optimum using of non-renewable natural raw materials, application of energy saving technologies, utilization of industrial wastes as well as comprehensive environmental protection and reduction of CO2 emissions. Presented road map sector of cement and concrete in low-emission mistress EU by 2050. On the example of JSC «Ivano-Frankivskcement» shown that large-scale production of efficient composite eco cements ensures the implementation of the cement industry of progressive models of rational use of natural raw materials, fuel, electricity with minimal greenhouse gas emissions, but also allows to implement cleaner production practices.

Keywords: natural raw materials, resursozberegayuschie technology, waste disposal, composite ekotsements.

УДК 666.94

Рунова Р.Ф., Бабіч М.В. / Деякі коментарі до введення норми на цемент* EN 197-1:2011 // Будівельні матеріали та вироби, 2015 № 3-4, стр. 20-23. Рис .: 2. – Табл .: 3.

Проаналізовані основні зміни в стандарті ДСТУ Б EN 197-1:2008 «Цемент – Частина 1: Склад, технічні умови та критерії відповідності для звичайних цементів», які передбачені новою редакцією , що запропонована європейським технічним комітетом CEN/TK-51. Ці зміни стосуються номенклатури цементів, встановлення критеріїв відповідності та правил їх визначення, довговічності. Висвітлені основні показники якості і наведені приклади використання цементів різних типів при виробництві бетону.

Ключові слова: стандарти, цемент, показники якості, бетони.

УДК 666.94

Рунова Р.Ф., Бабич М.В. / Некоторые комментарии к введению нормы на цемент * EN 197-1: 2011 // Строительные материалы и изделия, 2015, № 3-4, стр. 20-23. Рис .: 2. - Табл .: 3.

Проанализированы основные изменения в стандарте ДСТУ Б EN 197-1: 2008 «Цемент - Часть 1: Состав, технические условия и критерии соответствия для обычных цементов», которые предусмотрены новой редакцией, которая предложена европейским техническим комитетом CEN / TK-51. Эти изменения касаются номенклатуры цементов, установки критериев соответствия и правил их определения, долговечности. Освещены основные показатели качества и приведены примеры использования цементов различных типов при производстве бетона.

Ключевые слова: стандарты, цемент, показатели качества, бетоны.

UDC 666.94

Runova R.F., Babich M.V. / Some comments Introduction norms for cement * EN 197-1: 2011 // Building materials and products ,2015, №3-4, pp. 20-23. Fig.: 2 - Table. 3.

Analyzed the major changes in the standard DSTU B EN 197-1: 2008 "Cement - Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements", which by the new version, which is proposed by the European Technical Committee CEN / TK-51. These changes relate to the range of cements, setting eligibility criteria and rules for their determination and durability. It highlights the key indicators of quality and examples of use of various types of cement in concrete production.

Keywords: standard, cement quality indicators, concrete.

УДК 624. 13; 621. 644. 073

Галінський А. М. / Підбір складу твердіючого розчину для пристрою горизонтального проти- фільтраційного екрана // Будівельні матеріали та вироби, 2015 року, № 3-4, стор. 24-29. - Рис .: 7. - Табл .: 4. - Бібліографія: 12 назв.

У Науково-дослідному інституті будівельного виробництва (Україна, Київ) ведуться дослідження технології зведення горизонтальних протифільтраційних екранів (ГПЕ) під існуючими спорудами з використанням методу горизонтально-спрямованого буріння свердловин. Між двома паралельними горизонтальними свердловинами, у яких для запобігання обвалення затягнуті обмежувачі захваток, спеціальним робочим органом влаштовується ГПЕ з протифільтраційного матеріалу (ПФМ), що твердіє. Для підбору склад ПФМ що твердіє в інституті проведено комплекс лабораторних досліджень та досліджень на великому спеціалізованому стенді. Дослідження проводилися з використанням методу планування експерименту.

В результаті досліджень підібраний склад глино-цементно-піщаного розчину, що твердіє, це дозволило отримати найменшу водопроникність екрану, яка характеризується коефіцієнтом фільтрації Кф = 4,7*10-7 см/с, визначені фізико-механічні показники як рідкого, так і затверділого розчину, а також визначено вплив кількості окремих складових на властивості рідкого розчину і ПФМ в затверділому стані.

Ключові слова: експеримент, горизонтальний протифільтраційний екран, свердловина, буріння, склад, глино-цементно-піщаний розчин.

УДК 624. 13; 621. 644. 073

Галинский А. М. / Подбор состава твердеющего раствора для устройства горизонтального противофильтрационного экрана // Строительные материалы и изделия, 2015, № 3-4, стр. 24-29. – Рис.: 7. – Табл.: 4. – Библиография: 12 назв.

В Научно-исследовательском институте строительного производства (Украина, Киев) ведутся исследования технологии возведения горизонтальных противофильтрационных экранов (ГПЭ) под существующими сооружениями с использованием метода горизонтально-направленного бурения скважин. Между двумя параллельными горизонтальными скважинами, в которых для предотвращения обрушения затянуты ограничители захваток, специальным рабочим органом устраивается ГПЭ из твердеющего противофильтрационного материала (ПФМ). Для подбора состава твердеющего ПФМ в институте проведен комплекс лабораторных исследований и исследований на крупномасштабном специализированном стенде. Исследования проводились с использованием метода планирования эксперимента. В результате исследований подобран состав твердеющего глино-цементно-песчаного раствора, позволяющий получить наименьшую водопроницаемость экрана, характеризуемую коэффициентом фильтрации К = 4,7*10-7 см/с., определены физико-механические показатели как жидкого, так и затвердевшего раствора, а также определено влияния количества отдельных составляющих на свойства жидкого раствора и ПФМ в затвердевшем состоянии.

Ключевые слова: эксперимент, горизонтальный противофильтрационный экран, скважина, бурение, состав, глино-цементно-песчаный раствор.

UDC 624. 13; 621. 644. 073

Galinsky A.M. / Selection of the composition of the hardening solution for the device horizontal impervious screen // Building materials and products, 2015, №3-4, pp. 24-29.- Fig .: 7 – Tabl.: 4. -Bibliography: 12 titles.

The Research Institute of Building Production (Kiev, Ukraine) develops the technology of horizontal impervious screens (HIS) construction under existing buildings, using method of horizontally directed wells' drilling. Between two parallel horizontal wells, where limiters of grabs are tightened to prevent caving, HIS from hardening impervious material (IM) is constructed using special working body. To define composition of hardening IM, we conducted lab researches on a large-scale modeling bench. Researches were conducted using experiment planning method. As a result of experiments we defined the compound of hardening clay-cement-sand solution which allows to obtain the least impermeability of a screen with filtration coefficient K = 4,7*10-7 sm/s. Physical and mechanical indicators both for liquid and hardened solution were defined. Also we determined the influence of quantity of components on the properties of liquid solution and hardened IM.

Keywords: experiment, horizontal impervious screen, well, drilling, composition, clay, cement-sand mortar.

УДК 666.973

Чудновський С.М., Погореляк О.А., Жовнір П.В., Орловський В.В. / Рецептурно-методичні аспекти оцінки ефекту дії протиморозних добавок до бетонів та розчинів // Будівельні матеріали та вироби, 2015, № 3-4, стр. 30-32. Рис.: 1 – Табл.: 2. – Бібліографія: 6 назв.

Запропоновано при визначення якості правильно використовувати методику визначення протиморозного ефекту дії добавок , що не мають в своєму складі електролітичної основи. Вказано на помилки, що можуть виникати при їх впровадженні у виробництво бетонів, які будуть знаходитись в умовах дії від'ємних температур. В роботі надаються дані , що отримані при застосуванні добавок системи «КОМПЛЕКС» виробництва НВП «МІСТІМ».

Ключові слова: бетон, бетонна суміш, протиморозні добавки, міцність, від'ємна температура, мороз, випробування, методика.

УДК 666.973

Чудновский С.М., Погореляк А.А., Жовнир П.В., Орловский В.В. / Рецептурно-методические аспекты оценки эффекта действия противоморозных добавок к бетонам и растворам // Строительные материалы и изделия, 2015, № 3-4, стр. 30-32. Рис .: 1 - Табл .: 2. - Библиография: 6 названий.

Предложено при определении качества правильно использовать методику определения противоморозного эффекта действия добавок, не имеющих в своем составе электролитической основы. Указано на ошибки, которые могут возникать при их внедрении в производство бетонов, которые будут находиться в условиях действия отрицательных температур. В работе предоставляются данные, полученные при применении добавок системы «КОМПЛЕКС» производства НПП «МИСТИМ».

Ключевые слова: бетон, бетонная смесь, противоморозные добавки, прочность, отрицательная температура, мороз, испытания, методика.

UDC 666.973

Chudnovsky S.M., Pogorilyak A.A ., Zhovnir P.V., Orlovsky V.V. / Prescription and methodological aspects of the assessment of the effect of actions antifreeze additives to concrete and mortar // Building materials and products , 2015, № 3-4, pp. 30-32. Fig.: 1 – Table.: 2 - Bibliography: 6 titles.

It is proposed in the determination of the quality of the right to use the method for determining the effect of the action antifreeze additives, not having in its composition of electrolytic base. Pointed out an error that may occur during their introduction in production of concretes that will be in conditions of negative temperatures. The paper provides the data obtained using additives of "COMPLEX" production NPP «MISTIM».

Keywords: concrete, concrete mix, antifreeze additives, strength, negative temperatures, frost, test methods.

УДК 691.3

Троян В. В., Сирак А. Ю. / Портланд Цементні бетони підвищеної сульфатостійкості // Будівельні матеріали та вироби, 2015, № 3-4, стор. 33-35 - Рис .: 5. - Табл .: 1. - Бібліографія : 4 назв.

Розглянуто ефективність підвищення сульфатостійкості цементних бетонів при введенні пуццоланових добавок різних типів.

Ключові слова: бетон, цемент, сульфатостойкость, пуцоланові добавки.

УДК 691.3

Троян В. В., Сирак А. Ю. / Портландцементные бетоны повышенной сульфатостойкости // Строительные материалы и изделия, 2015, № 3-4, стр. 33-35 – Рис.: 5. – Табл.: 1. – Библиография: 4 назв.

Рассмотрена эффективность повышения сульфатостойкости цементных бетонов при введении пуццолановых добавок различных типов.

Ключевые слова: бетон, цемент, сульфатостойкость, пуццолановые добавки.

UDC 691.3

Troyan V.V., Sirak A.Y. / Portland cement concrete increased Sulfate // Building materials and products, 2015, №3-4, pp. 33-35 - Fig .: 5 – Tabl .: 1. - Bibliography : 4 titles.

It was considered efficiency of increasing of sulphate-resistance of cement of concrete with the addition of different types pozzolanic additives.

Keywords: concrete, cement, sulphate-resistance, pozzolanic additives.

УДК 691.328.4

Марущак У.Д., Русін Б.Г., Мазурак Т.А., Олевич Ю.В. / Швидкотверднучі бетони на основі портландцементів, модифікованих ультрадисперсними добавками // Будівельні матеріали та вироби, 2015, № 3-4, стор. 36-39. – Рис.: 5. – Бібліографія: 11 назв.

У статті розглянуто проблему одержання швидкотверднучих бетонів з необхідними будівельно-технічними властивостями за рахунок модифікування їх структури ультрадисперсними мінеральними добавками, частинки яких характеризуються надлишковою поверхневою енергією та підвищеною активністю і створюють можливість направленого керування процесів раннього структуроутворення цементуючої матриці. Наведено результати фізико-механічних випробувань портландцементів, модифікованих ультрадисперсними добавками в комплексі з полікарбоксилатами та лужними компонентами, а також будівельно-технічні властивості швидкотвердіючих бетонів на їх основі.

Ключові слова: швидкотвердіючи бетони, мінеральні добавки, цементуюча матриця, фізико-хімічні випробування.

УДК 691.328.4

Марущак У.Д., Русин Б.Г., Мазурак Т.А., Олевич Ю.В. / Быстротвердеющие бетоны на основе портландцементов, модифицированных ультрадисперсными добавками // Строительные материалы и изделия, 2015, № 3-4,стр. 36-39. - Рис .: 5. - Библиография: 11 названий.

В статье рассмотрена проблема получения быстротвердеющих бетонов с необходимыми эксплуатационными свойствами за счет модифицирования их структуры ультрадисперсными минеральными добавками, частицы которых характеризуются избыточной поверхностной энергией и повышенной активностью и создают возможность направленного управления процессов раннего структурообразования цементирующей матрицы. Приведены результаты физико-механических испытаний портландцементов, модифицированных ультрадисперсными добавками в комплексе с поликарбоксилатами и щелочными компонентами, а также строительно-технические свойства быстротвердеющих бетонов на их основе.

Ключевые слова: быстротвердеющие бетоны, минеральные добавки, цементирующая матрица, физико-химические испытания.

UDC 691.328.4

Maruschak U.D., Rusin B.G., Mazurak T.A., Olevich Y.V. / Fast setting concrete based on Portland cement, modified ultrafine additives // Building materials and products , 2015, №3-4, pp.36-39. – Fig.: 5. - Bibliography: 11 titles.

In the paper the problem of concrete hardening acceleration due to modifying their structure by ultrafine mineral additives is reviewed. The ultrafine particles of mineral additives are characterized by excess surface energy, increased activity and create the possibility of directional control processes of early structure formation of cement matrix. The results of physical and mechanical testing of Portland cements modified ultrafine additives in combination with polycarboxylates and alkaline components, as well as construction and technical properties of rapid-hardening concretes on their basis are shown.

Keywords: quick-hardening concrete, mineral supplements, cementitious matrix, physical and chemical testing.

УДК 666.973

Захарченко П.В., Півень Н.М., Коваль С.М. / Дослідження кінетики висихання зразків газобетону різної густини в залежності від складу використаних полімерцементних штукатурок // Будівельні матеріали та вироби, 2015, № 3-4, стр. 46-48. Рис.: 4 – Бібліографія: 5 назв.

В статті наведені результати дослідження кінетики висихання газобетону в конструкції та визначена адгезійна міцність декоративно-захисного шару до пористої бетонної основи.

УДК 666.973

Захарченко П.В., Пивень Н.М., Коваль С.Н. / Исследование кинетики высыхания образцов газобетона различной плотности в зависимости от состава использованных полимерцементных штукатурок // Строительные материалы и изделия, 2015, № 3-4, стр. 46-48. Рис .: 4 - Библиография: 5 названий.

В статье приведены результаты исследования кинетики высыхания газобетона в конструкции и определена адгезионная прочность декоративно-защитного слоя к пористой бетонной основы.

UDC 666,973

Zakharchenko P.V., Piven N.M., Koval S.N. / Study of the kinetics of drying gas concrete of different density samples, depending on the composition of the used polymer-cement plasters // Building materials and products , 2015, № 3-4, pp. 46-48. Fig.: 4. - Bibliography: 5 titles.

The article presents the results of research kinetics drying of aerated concrete in construction and results adhesive strength of decorative and protective layer for porous concrete base.

УДК 666.02

Філатов А.М., Будвуд Т.М. / Газобетон - властивості і призначення (в допомогу проектувальникам і будівельникам) // Будівельні матеріали та вироби, 2015, № 3-4, стор. 50-53. - Табл .: 2. - Бібліографія: 8 назв.

Показані взаємозв'язок пористості ніздрюватого бетону та його основних технічних показників, розкрито вплив вологості на його експлуатаційні властивості.

Розглянуто технологічні способи та організаційні рішення щодо зниження будівельної та експлуатаційної вологості виробів з ніздрюватого бетону. Порушені питання неоднозначного застосування термінів, що до ніздрюватого бетону і його показників.

Ключові слова: ніздрюватий бетон, будівельна вологість, експлуатаційна вологість.

УДК 666.02

Филатов А.Н., Будвуд Т.Н. / Ячеистый бетон – свойства и назначение (в помощь проектировщикам и строителям) // Строитель-

ные материалы и изделия, 2015, № 3-4, стр. 50-53. – Табл.: 2. – Библиография: 8 назв.

Показаны взаимосвязь пористости ячеистого бетона и его основных технических показателей, раскрыто влияние влажности на его эксплуатационные свойства.

Рассмотрены технологические способы и организационные решения по снижению строительной и эксплуатационной влажности изделий из ячеистого бетона. Затронуты вопросы неоднозначного применения терминов по ячеистым бетонами и его показателям.

Ключевые слова: ячеистій бетон,стрительная влажность, єксплуатационная влажность.

UDC 666.02

Filatov A.N., Vudvud T.M. / Cellular concrete - the properties and purpose (to help designers and builders) // Building materials and products , 2015, № 3-4, pp 50-53. - Tabl.: 2.- Bibliography: 8 titles.

Shown intercommunication of porosity of cellular concrete and his basic technical indexes, influence of humidity is exposed on his operating properties.

Technological methods and organizational decisions are considered on the decline of building and operating humidity of wares from a cellular concrete.The questions of ambiguous application of terms are affected on cellular concretes and to his indexes.

Keywords: yacheistiy concrete, construction moisture, humidity ekspluatatsionnaya.

УДК 691.002

Парута В.А., Мартинов Є.І., Бринзін Є.В. / Базові принципи проектування штукатурних розчинів // Будівельні матеріали та вироби, 2015, № 3-4, стор. 56-61. - Рис .: 13. - Бібліографія: 11 назв.

Нормативні вимоги (міцність на стиск і вигин, адгезія до кладки), що пред'являються до штукатурних розчинів для стін з автоклавного газобетону, суперечливі і не обгрунтовані. Штукатурний розчин, слід розглядати як покриття, пов'язане з кладкою через контактну зону.

Проектування складів і властивостей штукатурних розчинів необхідно вести з урахуванням напруги тих, що виникають штукатурному покритті від його усадки і різниці деформацій з кладкою, а також деформацій стінової конструкції і самого покриття.

Необхідно вибирати компоненти суміші і їх кількість, з урахуванням процесів тих, що протікають при твердінні штукатурного покриття і руйнуванні системи «кладка-штукатурне покриття». Їх застосування повинне забезпечити зниження напруги в штукатурному покритті і контактній зоні до величин, менших, чим руйнівна напруга.

У статті приведені компоненти, за допомогою яких вирішувалася дана проблема, механізм їх дії і, як результат, зниження напруги в системі «штукатурне покриття – кладка» і підвищення тріщиностійкості штукатурного покриття.

Ключові слова: штукатурний розчин, автоклавний газобетон, проектування, деформація, руйнівне напруження, тріщиностійкість.

УДК 691.002

Парута В.А., Мартынов Е.И., Брынзин Е.В. / Базовые принципы проектирования штукатурных растворов // Строительные материалы и изделия, 2015, № 3-4, стр. 56-61. – Рис.: 13. – Библиография: 11 назв.

Нормативные требования (прочность при сжатии и изгибе, адгезия к кладке), предъявляемые к штукатурным растворам для стен из автоклавного газобетона. противоречивы и не обоснованы. Штукатурный раствор следует рассматривать как покрытие, связанное с кладкой через контактную зону.

Проектирование составов и свойств штукатурных растворов необходимо вести с учетом напряжений возникающих штукатурном покрытии из-за его усадки и разницы деформаций с кладкой, а также деформаций стеновой конструкции и самого покрытия.

Необходимо выбирать компоненты смеси и их количество, с учетом процессов протекающих при твердении штукатурного покрытия и разрушении системы «кладка-штукатурное покрытие». Их применение должно обеспечить снижение напряжений в штукатурном покрытии и контактной зоне до величин, меньших чем разрушающее напряжение.

В статье приведены компоненты, при помощи которых решалась данная проблема, механизм их действия и, как результат, снижение напряжений в системе «кладка-штукатурное покрытие» и повышение трещиностойкости штукатурного покрытия.

Ключевые слова: штукатурный раствор, автоклавный газобетон,проектирование, деформация, разрушающее напряжение, трещиностойкость.

UDC 691,002

Paruta V.A., Martynov E.I., Brynzin E.V. / The basic principles of designing plaster // Building materials and products , 2015, № 3-4, pp. 56-61. - Fig .: 13 - Bibliography: 11 titles.

Normative requirements (durability at a compression and bend, adgeziya to laying), produced to clout solutions for sthenes from an autoclave aerocrete contradictory and not grounded. Clout solution, it is necessary to examine as coverage, related to laying through a contact area.

Planning of compositions and properties, clout solutions it is necessary to conduct taking into account tensions of arising up clout coverage from his usadki and difference of deformations with laying, and also deformations of a wall construction and coverage.

It is necessary to choose komponenty of mixture and their amount, taking into account the processes of flowings at hardening of clout coverage and destruction of the system «kladka-shtuka-turnoe coverage». Their application must provide the decline of tensions in clout coverage and contact area to the sizes, less what stress-at-break.

Komponenty which this problem decided through is resulted in the article, mechanism of their action and as a result, decline of tensions in the system «laying-clout coverage» and increase of treschinostoykosti of clout coverage.

Keywords: plaster, autoclaved aerated concrete, design, deformation, fracture stress, fracture toughness.

УДК 691.58: 688.2

Юніс Башир Н., Муна Абдулхаким / Наслідки впливу високих температур і горіння залізобетонних конструкцій, склеених полімерними клеями // Будівельні матеріали та вироби, 2015, № 3-4, стор. 70-71. - Рис .: 3. - Бібліографія: 9 назв.

Горіння полімерів являє собою дуже складний фізико-хімічний процес складного просторового розподілу температури і концентрацій вихідних і проміжних речовин і продуктів. Ці умови залежать від геометрії зразків і полум'я, температури полімеру і газового середовища і не є абсолютними характеристиками матеріалу. Саме тому говорити про однозначні закономірності при горінні полімерних матеріалів не представляється можливим. Теоретичні дані аналізу наслідків впливу горіння дають ясне розуміння того, що важливо забезпечити повільне горіння і поширення полум'я склеєних полімерними клеями залізобетонних конструкції.

Ключові слова: горіння, температура, залізобетонні конструкції, полімерні клеї, газове середовище, геометрія зразків.

УДК 691.58:688.2

Юнис Башир Н., Муна Абдалхкем / Последствия воздействия высоких температур и горения железобетонных конструкций, склеенных полимерными клеями // Строительные материалы и изделия, 2015, № 3-4, стр. 70-71. – Рис.: 3. – Библиография: 9 назв.

Горение полимеров представляет собой очень сложный физико-химический процесс сложного пространственного распределения температуры и концентраций исходных и промежуточных веществ и продуктов. Эти условия зависят от геометрии образцов и пламени, температуры полимера и газовой среды и не являются абсолютными характеристиками материала. Именно поэтому говорить об однозначных закономерностях при горении полимерных материалов не представляется возможным. Теоретические данные анализа последствий воздействия горения дают ясное понимание того, что важно обеспечить медленное разгорание и распространение пламени склеенных полимерными клеями железобетонных конструкции.

Ключевые слова: горение, температура, железобетонные конструкции, полимерные клеи,газовая среда,геометрия образцов.

UDC 691.58: 688.2

Yunis Bashir N., Moon Abdulhakim / Effects of exposure to high temperatures and combustion of reinforced concrete structures, glued polymeric adhesives // Building materials and products , 2015, № 3-4, pp. 70-71. - Fig .: 3. - Bibliography: 9 titles.

Combustion of polymers is a very complex physical and chemical process of a complex spatial distribution of temperature and concentrations of raw and intermediate materials and products. These conditions depend on the geometry of the samples and the flame temperature of the polymer and the gaseous medium are not absolute and material characteristics. That is why talk about definitive patterns of polymeric materials during combustion is not possible. Theoretical analysis of the effects of exposure to these combustion give a clear understanding of what is important to ensure a slow buildup and spread of flame bonded polymeric adhesives reinforced concrete structure.

Keywords: combustion, temperature, concrete structures, polymeric adhesives, gaseous medium, the geometry of the samples.

УДК 662.75:621.89

Дмитрієва Т.В., Грищенко В.К., Мишак В.Д., Бойко В.П., Козяков П.В., Лебедєв Є.В., Кримовська С.К., Невмержицька Г.Ф., Клюєв Е.О. / Модифіковані наливні поліуретанові покриття для будівництва // Будівельні матеріали та вироби, 2015, № 3-4, стор. 74-75. – Табл.: 1. – Бібліографія: 7 назв.

Вивчено твердіння поліуретанових композицій на основі рідкого каучуку ОРД з кінцевими гідроксильними групами та його похідного з кінцевими ізоціанатними групами. Показано, що використання трифункціонального ізоціанату в першому випадку, або трифункціонального твердника з гідроксильними групами в другому дозволяє одержати композиції швидкого твердніння.

Ключові слова: поліуретанова композиція, рідкий каучук, трьохфункціональний ізоцианат, трьохфункціональний затверджувач, твердіння.

УДК 662.75: 621.89

Дмитриева Т.Б., Грищенко В.К., Мишак В.Д., Бойко В.П., Козяков П.В., Лебедев Е.В., Кримовская С.К., Невмержицька Г.Ф., Клюев Е .А. / Модифицированные наливные полиуретановые покриття для строительства // Строительные материалы и изделия, 2015, № 3-4,стр. 74-75. - Табл .: 1. – Библиографія: 7 названий.

Изучено твердение полиуретановых композиций на основе жидкого каучука ОРД с концевыми гидроксильными группами и его производного с конечными изоцианатными группами. Показано, что использование трифункционального изоцианата в первом случае, или трифункционального отвердителя с гидроксильными группами во втором, позволяет получить композиции быстрого твердения.

Ключевые слова: полиуретановая композиция, жидкий каучук,трифункциональный изоцианат, трифункциональный отвердитель, твердение.

UDC 662.75: 621.89

Dmitrieva T.B., Grishchenko V.K., Mychak V.D., Boiko V.P., Koziakov P.V., Lebedev E.V., Krimovskaya S.K., Nevmerzhitska G.F., Klyuyev E .A . / Modified leveling polyurethane pokrittyadlya Construction // materials Building and products, 2015, № 3-4, pp. 74-75. – Tabl.: 1. – Bibliografiya: 7 titles.

Curing polyurethane composition based on liquid rubber ORD with terminal hydroxyl groups and its derivatives with terminal isocyanate groups has been studied. Using trifunctional isocyanate in the first time or trifunctional hardener in the second time permits to get composition of rapid curing. Bioglycerol is also able to cure an isocyanate oligomer.

Keywords: polyurethane composition, liquid rubber, trifunctional isocyanate, three-functional hardener hardening.

УДК 624. 13; 621.644. 073

Алексеєва Л.В. / Основні параметри регулювання процесу термообробки перліту // Будівельні матеріали та вироби, 2015 року, № 3-4, стор. 76-79. - Рис .: 1. - Табл .: 1. - Бібліографія: 6 назв.

В статті розглянуті основні параметри регулювання процесу термообробки перліту: - властивості перлитової сировини, характерні для кожного окремого родовища; -фракційний склад сировини, що поступає на спучення; -технології термообробки сировини: одно-стадійна – тільки спучування; дво-стадійна - попередня термопідготовка і потім спучування.

Представлені результати промислових випробувань по удосконаленої 2-стадійній технології НДІБМВ перлітів родовища Фогош України та різних родовищ інших країн. Особливість технології регулювання в заданих межах в печі термопідготовки основного агента спучування та кількості структурної води. Це дозволяє одержати спучений перліт з різною пористою структурою та розміром частинок, і , як слідство, з потрібними для різного використання експлуатаційними характеристиками.

Ключові слова: параметри, термообробка перліту, сировину, спучування, пористa структура, родовище Фогош.

УДК 624. 13; 621.644. 073

Алексеева Л.В. / Основные параметры регулирования процесса термообработки перлита // Строительные материалы и изделия, 2015, № 3-4, стр. 76-79. – Рис.: 1. – Табл.: 1. – Библиография: 6 назв.

В статье рассмотрены основные параметры регулирования процесса термообработки перлита: - свойства перлитового сырья, характерные для каждого отельного месторождения ; фракционный состав сырья, поступающего на вспучивание; -технологии термообработки сырья: одно-стадийная – только вспучивание и двух-стадийная, включающая предварительную термоподготовку и затем вспучивание.

Представлены результаты промышленных испытаний по усовершенствованной 2-х стадийной технологии НИИСМИ перлитов месторождения Фогош Украины и различных месторождений других стран. Особенность технологии – регулирование в заданных пределах в печи термоподготовки основного агента вспучивания количество структурной воды. Это позволяет получить вспученный перлит с различной пористой структурой и размером частиц, и, как следствие, с требуемыми для различного применения эксплуатационными характеристиками.

Ключевые слова: параметры, термообработка перлита, сырье, вспучивание, пористая структура, месторождение Фогош.

UDC 624. 13; 621,644. 073

Alekseeva L.V. / The main parameters of the heat treatment process control perlite // Building materials and products , 2015, №3-4, pp. 76-79. - Fig .: 1 - Tabl.: 1. - Bibliography: 6 titles.

In the article the main parametres of regulation of process of perlite heat treatment are considered: properties of perlite raw material, characteristic for every separate deposit; -fraction composition of raw material, acting on expanding; technologies of heat treatment of raw materials: one-stage - only expanding and two-stage, including preliminary thermopreparation and then expanding..

Results of industrial tests on improved two-stage RDIBMP technology of Fogosh perlite deposit (Ukraine) and various deposits of other countries are presented. Feature of technology - regulation in the set limits in the furnace of thermopreparation of the basic expanding agent quantity of structural water. It allows to receive expanded perlite with various porous structure and the size of particles, and, as consequence, with operational characteristics demanded for various application.

Keywords: parameters, heat treatment of pearlite, raw material, swelling, porous structure, field Fogosh.

УДК 666.3 – 134.1; 666.3 – 134.2; 666.3 – 135

Рыщенко М. И., Федоренко Е. Ю., Лисюткина М. Ю., Горбунова А. А. / Перспективность использования тиалитовой керамики при изготовлении химической аппаратуры // Строительные материалы и изделия, 2015, № 3-4, стр. 86-89. – Рис.: 2. – Табл.: 3. – Библиография: 9 назв.

Рассмотрена возможность применения при разработке составов масс тиалитовой керамики с высокими показателями эксплуатационных характеристик при пониженной температурой синтеза отхода ферротитанового производства (ОПФТ). Проведена оценка влияния сырьевых материалов на фазовый состав и свойства продуктов обжига. Установлено, что синтез тиалита при 1200 оС наблюдается лишь при обжиге масс, содержащих ОПФТ, что, вероятно, происходит в присутствии Fe2O3, который способствует его стабилизации. Полученные материалы характеризуются комплексом высоких эксплуатационных свойств, благодаря чему могут быть использованы для изготовления деталей насосов, перекачивающих агрессивные вещества, керамических фильтров химической аппаратуры.

Ключевые слова: ресурсосбережение, техногенное сырье, тиалитовая керамика, процессы спекания и фазообразования, ТКЛР, химическая стойкость

УДК 666.3 - 134.1; 666.3 - 134.2; 666.3 - 135

Рищенко М. І., Федоренко Є. Ю., Лісюткіна М. Ю., Горбунова А. А. / Перспективність використання тіалітової кераміки при виготовленні хімічної апаратури // Будівельні, матеріали та вироби, 2015, № 3-4, стор. 86- 89. - Рис .: 2. - Табл .: 3. - Бібліографія: 9 назв.

Розглянуто можливість застосування при розробці складів мас тіалітової кераміки з високими показниками експлуатаційних характеристик при зниженій температурі синтезу відходу феротитанового виробництва (ВВФТ). Проведено оцінку впливу сировинних матеріалів на фазовий склад і властивості продуктів випалу. Встановлено, що синтез тіаліту при 1200 оС спостерігається лише при випалюванні мас, що містять ВВФТ, що, ймовірно, відбувається в присутності Fe2O3, який сприяє його стабілізації. Отримані матеріали характеризуються комплексом високих експлуатаційних властивостей, завдяки чому можуть бути використані для виготовлення деталей насосів, що перекачують агресивні речовини, керамічних фільтрів хімічної апаратури.

Ключові слова: ресурсозбереження, техногенна сировина, тіалітова кераміка, процеси спікання і фазоутворення, ТКЛР, хімічна стійкість

UDC 666.3 - 134.1; 666.3 - 134.2; 666.3 - 135

Ryschenko M.I., Fedorenko E. Y., Lisyutkina M. Y.,Gorbunova A.A. / Perspective of the use of ceramic comprising of tial, at making of chemical apparatus // Building materials and products , 2015, № 3-4, pp. 86-89. - Fig .: 2 - Tabl.: 3. - Bibliography: 9 titles.

The possibility of using waste ferritotitanium production when developing ceramic material compositions based tial with high operational characteristics at a low temperature synthesis has been considered (WPFT). Assessing the impact of raw materials on the phase composition and properties of products of burning was performed. It is found that the synthesis of the tial at a temperature 1200 oC was observed only upon firing masses containing WPFT that probably comes in the presence of Fe2O3, which promotes of its stabilization. Resulting materials are characterized by complex high-performance properties, thus can be used for the manufacture of parts of pumps, which pumped aggressive substances, ceramic filters of chemical equipment.

Keywords: resource conservation, technogenic raw materials, ceramic comprising of tial, sintering processes and phase formation, the temperature coefficient of linear expansion, chemical resistance.

УДК 624,011: 620.169.1: 620.172.242

Гасанов А.Б., Юніс Башир Н., Онищенко Н.Г., / Термостійкість навантажених в постійному режимі ДВП і ДСП і прогнозування їх довговічності // Будівельні матеріали та вироби, 2015, № 3-4, стор. 92-93. - Рис.: 2. - Табл.: 1. - Бібліографія: 7 назв.

Випробуванням ДВП і ДСП на статичний вигин і стиснення встановлено, що час їх руйнування в будівлях постійних режимах навантаження і температури підпорядковується кінетичної концепції міцності. Встановлено механізм руйнування деревних плит при різних видах і величинах навантаження.

Ключові слова: випробування, деревні плити, міцність, навантаження.

УДК 624.011:620.169.1:620.172.242

Гасанов А.Б., Юнис Башир Н., Онищенко Н.Г., / Термостойкость нагруженных в постоянном режиме ДВП и ДСП и прогнозирование их долговечности // Строительные материалы и изделия, 2015, № 3-4, стр. 92-93. – Рис.: 2. – Табл.: 1. – Библиография: 7 назв.

Испытания ДВП и ДСП на статический изгиб и сжатие установлено, что время их разрушения в зданиях постоянных режимах нагружения и температуры подчиняется кинетической концепции прочности.Установлен механизм разрушения древесных плит при разных видах и величинах нагрузки.

Ключевые слова: испытания, древесные плиты,прочность, нагрузка.

UDC 624,011: 620.169.1: 620.172.242

Hasanov A.B., Younis Bashir N., Onishchenko N.G. / Heat resistance loaded continuously fiberboard and particleboard and forecasting their durability // Building materials and products ,2015, № 3-4, pp. 92-93. - Fig .: 2 - Tabl.: 1. - Bibliography: 7 titles.

Test fiberboard and particleboard on static bending and compression found that during their destruction in buildings permanent loading conditions and temperature obeys the kinetic concept of strength. Established the mechanism of destruction of wood boards in different types and magnitudes of load.

Keywords: test, wooden boards, the strength of the load.

УДК 692.232

Гоц В.І., Азутов В.П., Болькін О.Г., Шмід Юрг / Конструктивні варіанти теплоефективних індивідуальних жилових будинків з використанням клеєного дерев'яного брусу // Будівельні матеріали та вироби, 2015, № 3-4, стор. 94-97. – Рис.: 4. – Бібліографія: 2 назв.

Описано вплив зовнішніх факторів на тепловий баланс у житлових індивідуальних будинках, а також конструкції будинків з клеєного брусу і сендвіч-панелей.

Ключові слова: тепловий баланс, індивідуальний будинок, клеєний брус, сендвіч-панель.

УДК 692.232

Гоц В.И., Азутов В.П., Болькин А.Г., Шмид Юрг / Конструктивные варианты теплоэффективных индивидуальных жилых домов с использованием клееного деревянного бруса // Строительные материалы и изделия, 2015, № 3-4,стр. 94-97. - Рис .: 4. - Библиография: 2 названий.

Описано влияние внешних факторов на тепловой баланс в жилых индивидуальных домах, а также конструкции домов из кленого бруса и сэндвич-панелей.

Ключевые слова: тепловой баланс, индивидуальный дом, клееный брус, сэндвич-панель.

UDC 692,232

Gots V.I., Azutov V.P., Bolkin A.G., Jürg Schmid / Design options thermal efficiency of individual houses with the use of laminated wooden beams // Building materials and products, 2015, № 3-4,pp. 94-97. – Fig.: 4. - Bibliography: 2 titles.

Describe the effect of external factors on the heat balance of the individual houses in residential as well as the construction of houses of laminated veneer lumber and sandwich panels.

Keywords: thermal balance, single-family house, glued laminated timber, sendwich- panel.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ МАТЕРІАЛІВ ДО ПУБЛІКАЦІЇ

Звертаємо Вашу увагу на те, що наукові статті згідно з вимогами ДАК повинні мати такі структурні елементи:

1. Постановка проблеми.
2. Аналіз останніх досліджень та публікацій.
3. Формулювання цілі статті.
4. Виклад основного матеріалу.
5. Висновки.
6. Список літератури (згідно з ДСТУ ГОСТ 7.1:2006).

До розгляду приймаються статті або доповіді обсягом до ….. повних сторінок українською або російською мовою виключно в електронному вигляді (CD, e-mail) в редакторі MS Word.

НАЗВА ФАЙЛУ – ПРІЗВИЩЕ АВТОРА.

Також додається копія статті у форматі pdf поліграфічної якості.
Індекс УДК друкують окремим рядком у верхньому правому кутку.
Додаються анотації українською англійською та російською мовами.
Обсяг анотацій – не більше 1/3 сторінки А4.
Формат аркушу А4 (210х297мм).
Орієнтація книжна. Поля зверху, знизу, зліва і справа ..... мм.
Гарнітура ……; шрифт: заголовок – …., текст – ….. Абзац .... см. Міжрядковий інтервал …….

Рисунки надсилаються окремими файлами; назва файлу – порядковий номер рисунка у статті. Формати рисунка: tiff, pdf, eps, jpeg. Кольорова модель – відтінки сірого або ч/б палітра, роздільна здатність не менше 300 dpi. Рисунки, створені у програмах Excel, Visio Drawing, WordPad, CorelDRAW імпортуються у файл Word за допомогою меню Вставка/Об'єкт, щоб забезпечити можливість трансформації. Рисунки, створені за допомогою засобів Word, групуються та повинні бути доступними для виправлення.

Підписи рисунків:

Рисунок 1. – Назва рисунка

Підписи таблиць:

Таблиця 1

Назва таблиці

ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ СТАТТІ

УДК
П.І.Б. автора, вчений ступінь, посада
Найменування організації

НАЗВА СТАТТІ

Текст статті
Література

Анотації українською, російською та англійською мовами:

УДК ....
П.І.Б. автора / Назва статті // Журнал Будівельні матеріали та вироби, 201..., №... – Стор.... – Табл: .... – Рис... – Бібліографія: ... назв.
Текст реферату

УДК ....
Ф.И.О. автора / Название статьи // Журнал Строительные материалы и изделия, 201..., №... – Стр. .... – Табл.: ... – Рис... – Библиография: ... назв.
Текст реферата

UDK ....
Name, Surname of author / Name of article // Magazine Building materials and products, 201..., №... – P.... Tabl.: ... – fig.… Refs.… titles.
Text of abstract

ТОВ «Задруга»
04080, Київ, вул. Кирилівська, 86
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру, серія ДК №2000
від 08.11.2004 р.
Підписано до друку 21.12.2015 р.
Папір крейд. Друк офсетн.
Формат 64х90/8.
Ум. друк. арк. 9. Обл.-вид. арк. 8,94
Наклад 5000 прим.
Зам. № 15-56 К.: Задруга, 2015,104 с.

ISSN 2413-9890

UDK
БУДИНОК
НА ВІКА!
З Новим 2016 роком!
www.udkgazbeton.com

Неперевершена
шумоізоляція
для вашого спокою
З Новим Роком!
Суха
Основа
Підлоги
ТОВ "КНАУФ ГІПС КИЇВ", 03067, м. Київ, вул. Гарматна, 8
тел.: (+38 044) 277-9900; факс: (+38 044) 277-9901
e-mail: info@knauf.ua; www.knauf.ua
KNAUF