

2. **Здешиц В.М.** Визначення неоднорідностей та порожнеч в гірському масиві методом спектрального сейсмічного профілювання / **В.М. Здешиц, В.Д. Сидоренко, В.А. Сорокопуд, О.С. Намінат** // Вісник Криворізького технічного університету. - Кривий Ріг: КТУ. - Вип. 29, 2011. - С. 78-82.
3. **Здешиц В.М.** Виявлення підземних порожнеч в гірському масиві методом спектрального сейсмічного профілювання / **В.М. Здешиц, В.Д. Сидоренко** // Гірничий вісник. - 2013. - Кривий Ріг - Вип. 96. - С. 93-97.
4. Инструкция по наблюдениям за сдвижением горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных месторождений. / М-во. цветн. мет. СССР. Горное управление: Введена 03.07.86. - Разработана ВНИМИ, ВНИПИгорцвет. - М.: Недра, 1988. - 112 с.
5. Инструкция по производству маркшейдерских работ. - М.: Недра, 1987. - 240 с.
6. **Монахов А.В., Сазонов А.В., Шолох Н.В., Яковенко А.Л.** Развитие процесса сдвижения при отработке слепых рудных залежей в Криворожском бассейне // Вісник Криворізького технічного університету, 2011. - Кривий Ріг - Вип. 29. - С. 82-87.
7. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных работ в Криворожском железорудном бассейне. Ленинград: ВНИМИ, 1975. - 68 с.
8. **Сидоренко В.Д., Федоренко П.Й., Шолох М.В.** Автоматизация маркшейдерских работ: Навчальний посібник. -2-е вид., перероб. і доп. Кривий Ріг: Мінерал, 2006. - 344 с.
9. **Сидоренко В.Д., Шолох Н.В.** Использование GPS-аппаратуры для наблюдений за сдвижением горных пород и земной поверхности в Кривбассе / Збірник доповідей науково-технічної конференції «Сталий розвиток гірничо-металургійної промисловості» 18-22 травня 2004 р., том 1, Кривий Ріг, КТУ, 2004. - С. 97-100.
10. **Шолох М.В.** Дослідження впливу близьких до поверхні пустот на експлуатацію залізрудних родовищ Кривбасу / **М.В. Шолох, К.С. Єзев** // Вісник Криворізького технічного університету. - Кривий Ріг, 2011. - Вип. 28. - С. 39-43.
11. **Шолох Н.В.** Направления развития системы обработки маркшейдерско-геологической информации / Н.В. Шолох, А.Л. Топчий // Разработка рудных месторождений. - Кривой Рог, 2010. - Вып. 93. - С. 94-97
12. **Baranowski M.** Zastosowanie fotogrammetrii w miernictwie podziemnym / **M. Baranowski** // Prz. gorniczy. - 1974. - Vol. 30. - № 11. - P. 571-577.
13. **Herzinger C. M.** Ellipsometric determination of optical constants / **C.M. Herzinger, B. Johs, McGahan and J. A. Woollan.** - 1995. - 123 p.
14. Deeper open pits // International Mining. - № 10. - 2009. - P. 52-55.

Рукопис подано до редакції 01.04.15

УДК 691: 692: 620: 624.01

В.В. СУРГАЄВ, канд. техн. наук, доц., Криворізький національний університет

ЗАСТОСУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ ЗОВНІШНІХ ОГОРОДЖЕНЬ БУДІВЕЛЬ З ПІДВИЩЕНИМ ТЕПЛОЗАХИСТОМ

Виконано історичний огляд, проведено аналіз стану енергозбереження при будівництві і експлуатації промислових і громадських будівель, наведені проблемні питання в даному аспекті досліджень. У наш час у будівництві все більш широкое поширення отримують технології зниження тепловтрат огорожувальних конструкцій, з використанням теплоізоляційних матеріалів на мінеральній основі «Rockwool» і панелей «Сендвич», пінобетону, «теплої» цегли.

Прогрес у даній галузі пов'язаний також з постійним зростанням жорсткості вимог до теплової захищеності будинків і загальною тенденцією до зниження енергозатрат і енергозбереженням у будівництві і при експлуатації будинків. Вітчизняний рівень техніки, технології, теоретичні і прикладні знання про процес дозволяють стверджувати, що в будівництві будинків з підвищеним теплозахистом, случений перліт, термоперліт, неопор-бетон, лігноперліт і інші розглянуті матеріали, унікальні по своїх властивостях і сферам застосування, будуть затребувані в усе більшій мірі.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Прогрес науки й технології в ХХ столітті обумовив радикальний перехід до широкого використання викопних палив, а в якості теплоносіїв стали використовувати пару й гарячу воду. На початку минулого століття для нагрівання води й пари стали використовувати чавунні котли «Стребеля» і «Стреля», у системах опалення знайшли широке застосування чавунні радіатори. У 30-х роках ХХ-го століття з'явилися перші теплофікаційні установки, які вирішували місцеві завдання тепlopостачання. Масове житлове будівництво в СРСР відбувалося вже з урахуванням накопиченого з початку ХХ-го століття досвіду вирішення завдань тепlopостачання, широко застосовувалися гідравлічні елеватори, чавунні радіатори, водяні насоси, електроприводи, електродугове зварювання.

Починаючи з 30-х років ХХ-го століття, широке поширення отримали централізовані системи тепло- й електропостачання міст і селищ країни, вироблення й споживання енергії в передвоєнні роки в 10 разів перевищило дореволюційний рівень.

У другій половині ХХ-го століття в країні розгорнулося масове житлове будівництво, спочатку у вигляді цегельного п'ятиповерхового, а згодом і 9-14 поверхового повнозбірного із залізобетонних елементів, а з 80-х років і двадцятиповерхового з повнозбірного із монолітного залізобетону [1].

Аналіз досліджень і публікацій. Сучасні тенденції розвитку огорожувальних конструкцій пов'язані з використанням збірних великорозмірних конструкцій індустріального виготовлення з високим ступенем заводської готовності: великих стінових панелей (офактурених і зашкленених); укрупнених комплексних перекриттів з готовою підлогою; об'ємних елементів (блоків) з обробкою всіх поверхонь; удосконалюванням конструкцій збірних елементів і їхніх сполучних вузлів, що пов'язано з необхідністю зниження ваги конструкції і будинку в цілому, застосуванням для виготовлення місцевих будівельних матеріалів [2-4].

Застосування збірних конструкцій також вимагає особливої уваги до конструктивних рішень з'єднувальних вузлів і якості виконання з'єднань (стикам, зв'язкам, кріпильним і закладним деталям), що дозволяє виключити можливість руйнування сумісних елементів протягом терміну служби, встановленого для будинку (споруди) у цілому.

Викладення матеріалів і результати досліджень. В Україні й Росії, із прийняттям Закону України «Про енергозбереження» (Введений в дію Постановою ВР № 75/94-ВР від 01.07.94, ВВР, 1994, № 30, ст.284) й аналогічного Федеративного закону Російської Федерації №28-ФЗ от 03.04.1996 г. «Про енергозбереження» були розроблені місцеві норми теплотехнічного проектування цивільних будинків з урахуванням енергозбереження (ТБН, рос. ТСН), аналогічні норми були прийняті й у Республіці Білорусь. У цих нормах зафіксовані вимоги по збільшенню приведенного термічного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій [2-13,18].

Розглянемо утеплювачі «Rockwool» на прикладах продукції: «Domrock» - служить для утеплення дахів, перегородок, мансард; щільність 22 кг/м³; «Rockmin» - утеплення дахів, перегородок, мансард; щільність 35 кг/м³; «Supergrock» - служить для утеплення дахів, перегородок, мансард; щільність 45 кг/м³; «Rockton» - утеплення, акустична ізоляція; щільність 50 кг/м³; «Panelrock» - утеплення фасадів під облицювання типу сайдінг; щільність 70 кг/м³; «Wentirock max» - вентилявані фасади; щільність 70 кг/м³; «Fasrock Lamella» - утеплення фасадів мокрим методом; щільність 90 кг/м³; «Fasrock max» - утеплення фасадів мокрим методом; щільність 105 кг/м³; «Fashrock» - утеплення фасадів мокрим методом; щільність 145 кг/м³; «Mongrock max» - утеплення плоских дахів на бетоні та профнастилі; щільність 145 кг/м³; «Dachrock max» - утеплення плоских дахів на бетоні та профнастилі; щільність 150 кг/м³; «Stroprock» - утеплення підлог на ґрунті; щільність 16 кг/м³ [12,13,18].

Сортамент продукції на основі мінеральної вати типу «Rockwool» досить великий, тому для того щоб читач міг отримати уявлення про властивості матеріалів, розглянемо лише декілька найпоширеніших теплоізоляційних матеріалів на основі порівняння характеристик, опису властивостей і галузей застосування, а також наведемо деякі аналоги.

«Rockmin». Опис: негорюче утеплення й акустична ізоляція. Застосування вентиляваного покриття для горищ, дерев'яних балкових перекриттів, підвісних стель, легких каркасних стін і перегородок, підлог на лагах.

До основних технічних властивостей (характеристикам) можна віднести наступні: теплопровідність λ , 0,039 Вт/(м·°С); щільність, 26 кг/м³; характерне навантаження від власної ваги, кг/м³; класифікація по займистості НЗ - виріб незаймистий. Розміри, упакування та інші прикладні характеристики: довжина, 1000 мм; ширина, 600 мм; товщина варіюється від 50 до 200 мм; R (опір теплопередачі), від 1,25 до 5,10 (м²·°С)/Вт, також, упакування містить від 3 до 9 м², у піддоні від 75 до 180 м². Застосування нормується: ДСТУ Б В.2.7-98-2000. До аналогів можна віднести: «Rockmin Plus», «Domrock», «Megarock», «Supergrock» [12,13,18].

«Wigofol 100». Опис: вітрозахисна ізоляція, монтується на зовнішніх стінах з легкою каркасною або сталеву конструкцією. Застосування: у зовнішнім облицюванні й системах вентиляваних фасадів, добре захищає стіни будинку від вітру й від усякого роду вологи зовнішнього походження.

Переваги:

захист термоізоляції від висмикування волокон або запилення; запобігає переохолодженню будинку, утримуючи його високі теплові показники;

важко займистий; стабілізований від впливів ультрафіолетового опромінення, завдяки чому матеріал може бути під впливом сонячних променів до 3 місяців;

легке проведення монтажу (надруківка на плівці полегшують готування належної нахльостки); захищає термоізоляцію стін ззовні перед атмосферними опадами й не контрольованим потоком повітря, значно знижуючи втрати теплової енергії будинку;

високий S_d (0,01 м) гарантує належну вентиляцію стін будинку, захищаючи від конденсації вологи усередині конструкції й можливого в такому випадку появою грибка й цвілі [12,13,18].

До основних технічних властивостей (характеристикам) відносять наступні: поверхнева вага, $100 \text{ г/м}^2 \pm 5\%$; проникність водяної пари $\geq 2200 \text{ г/м}^2$; коефіцієнт $S_d^* \sim 0,01 \text{ м}$

(*Примітка. Важлива характеристика S_d , називається «Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke» і її поняття введене в п. 3.7 DIN 52615.

У російській технічній літературі вона звичайно зветься «дифузійно-еквівалентна товщина шару повітря» або «повітряний еквівалентний проміжок». S_d характеризує товщину шару повітря в метрах, що має рівну паропроникність із шаром матеріалу товщиною d у метрах і коефіцієнтом паропроникності m , тобто.: $S_d = d \cdot \mu$, м. $\mu_{\text{СНИП}} = \delta_B \cdot d / S_d$, де δ_B - паропроникність повітря при певній температурі.

Зробимо два важливих, на наш погляд, зауваження.

По-перше, очевидно, що S_d , на відміну від μ , характеризує не матеріал, а будівельну конструкцію.

По-друге, у технічних свідоцтвах деяких фірм, що поставляють дану продукцію на ринки країн СНД, наприклад, імпорتنі сухі суміші або утеплювачі (відзначимо, що це матеріали), вказується опір паро проникненню R , а не μ .

Посилання ж на товщину d матеріалу, при якій був виміряний опір паропроникненню, відсутні. Така характеристика непотрібна для проектувальників, тому що характеризує тільки конкретну одношарову або окремих шар багатошарової конструкції. Не знаючи товщини d , неможливо знайти розрахункове значення коефіцієнта паропроникності матеріалу. Відзначимо, що для того щоб зрозуміти зміст фізичної величини, треба зрозуміти її розмірність. У СНиП П-3-79* Додаток 3*: кожний матеріал характеризується коефіцієнтом паропроникності μ , мг/(м·год·Па) (кількість водяної пари в міліграмах при певній температурі, що проходить через 1 м матеріалу за 1 годину при різниці тисків в 1 Па). Саме ця характеристика й потрібна для проектувальників, які повинні оцінювати дифузійну водяної пари в конструкції при застосуванні різних матеріалів [9, 14-16].

У цьому ж нормативному документі введене поняття опору паропроникності R , (м²·год·Па)/мг, одношарової або окремого шару багатошарової огорожувальної конструкції. Кількісне вираження для R характеризує конкретну огорожувальну конструкцію, а саме, опір 1 м² конструкції дифузії водяної пари за 1 годину при різниці тисків по обидва боки в 1 Па) міцність на розрив уздовж 180 Н/5 см; міцність на розрив поперек 110 Н/5 см; температурний режим від -40 °С до +120 °С.

Продукція компанії «Foliarex» сертифікована і має інші дозвільні документи відповідно до законодавства України. Схожі матеріали: «Strotex 1300 Basic», «Strotex 1300V» [12,13,18].

«КТ Спеціал». Опис: легкі універсальні теплоізоляційні мати (рулони), виготовлені зі скловолокна за запатентованою технологією волокноутворення TEL. Застосування: для використання в не несучих навантаження конструкціях, при новому будівництві й реконструкції горищних приміщень, міжповерхових перекриттів, підлог по лагах перегородок.

До основних технічних властивостей (характеристикам) можна віднести наступні: теплопровідність, λ , 0,042 Вт/(м·°С); класифікація по займистості: НЗ - виріб незаймистий; розміри й упакування наступні: довжина, 8500×2 мм; ширина, 1220 мм; товщина, 50+50 мм; кількість м² в рулоні 20,74; кількість упакувань на піддоні, 25.

Схожі матеріали: «Каркас М40 - TWIN», «КТ Класік», «КТ Класік - Еко» [12,13,18].

«Alfagock». Мати "Alfagock" застосовуються для теплоізоляції невеликих резервуарів і низькотемпературних труб, трубопроводів і т.п. Технічні характеристики: теплопровідність λ при 10 °С, 0,034 Вт/(м·°С); теплопровідність λ при 40 °С, 0,038 Вт/(м·°С); теплопровідність λ при 100 °С, 0,047 Вт/(м·°С); теплопровідність λ при 150 °С, 0,058 Вт/(м·°С); теплопровідність λ при 200 °С, 0,070 Вт/(м·°С); щільність, 60 кг/м³; Робоча температура, t , 250 °С; класифікація по зай-

мистості НЗ - виріб незаймистий. Розміри й упакування: довжина 5000 мм; ширина 1000 мм, товщина 40-60 мм; кількість м² у рулоні, 5,0. Застосування нормується: ДСТУ Б В.2.7-98-2000.

Схожі матеріали: «Rockmata», «Wired mat», «Techrock», «Firebatts» [12,13,18].

«Fasrock max». Опис: незаймисте утеплення й акустична ізоляція. Застосування: зовнішні стіни; каркасні стіни; підвальні переkritтя над гаражами й проїздами. До основних технічних властивостей (характеристик) можна віднести наступні: теплопровідність λ , для товщ. >100 мм, 0,037 Вт/(м·°C); теплопровідність λ , для товщ. 80-100 мм, 0,039 Вт/(м·°C); характерне навантаження від власної ваги, 1,0 - 1,05 кН/м³; класифікація по займистості НЗ - виріб незаймистий.

Розміри, упакування інші прикладні характеристики: довжина, 1000 мм; ширина, 600 мм; товщина, 80 - 200 мм, R (опір теплопередачі), від 2,05 до 5,55 (м²·°C)/Вт; Кількість м² в упаковці: 1,8 - 1,2; кількість м² у піддоні 36-14,4. Застосовується відповідно до норм: ДСТУ У Б В.2.7-99-2000.

Схожі матеріали: «Fasrock», «Fasrock LL», «Frontrock max-E» [12, 13, 18].

«Wentirock max». Опис: незаймиста акустична ізоляція. Застосування: для зовнішніх стін з фасадним облицюванням і стін, що обгороджують; високих перегородок. Технічні характеристики: теплопровідність λ , 0,036 Вт/(м·°C); щільність (середня), 55 кг/м³; класифікація по незаймистості НЗ - виріб незаймистий. Розміри й упакування: довжина, 1000 мм; ширина, 600 мм; товщина, 100-150 мм; R (опір теплопередачі), 2,75-4,15 (м²·°C)/Вт, кількість м² в упаковці 3,0-2,4; кількість м² в піддоні 75-45. Застосування нормується: ДСТУ У Б В.2.7-99-2000.

Схожі матеріали: «Panelrock», «Rockton», «Panelrock F», «Wentirock max-F» [12,13,18].

«Mongrock max». Опис: незаймисте утеплення. Застосовується для: плоскої покрівлі по профнастилу або масивному переkritтю під руберойд або плівку ПВХ; для покрівель, де передбачене пересування тільки з метою проведення ремонту. До основних технічних властивостей (характеристик) можна віднести наступні: теплопровідність λ , 0,039 Вт/(м·°C); характерне навантаження від власної ваги, 1,45 кН/м³; Зусилля на стиск при 10 % відносної деформації, кПа >40; Міцність на розтягання перпендикулярне до поверхні, кПа >7,5; короткочасне вбирання води методом часткового занурення, кг/м² <1,0; стискаємість (відносна деформація) при навантаженні 40 кПа, % <14; стискає зусилля при крапковому навантаженні, що приводить до деформації 5 мм для товщ. 80-200 мм, кПа >70; класифікація по займистості НЗ - виріб незаймистий. Розміри й упакування: довжина, мм 1000; ширина, 600-1200 мм; товщина, 50-200 мм; R (опір теплопередачі), 2,4-1,2 (м²·°C)/Вт; кількість м² на піддоні 12-60. Застосування нормується: ДСТУ У Б В.2.7-99-2000. Схожі матеріали: «Dachrock max», «Mongrock pro», «Dachrock prof», «Spodrock» [12,13,18].

Теплоізоляційні матеріали на неорганічній основі, а до них, безумовно, відносяться й волокнисті теплоізоляційні матеріали з мінерального й скловолокна, є основними в рішенні питань теплозахисту будинків і устаткування.

Останнє пояснюється їхньою екологічною чистотою, пожежобезпечністю й довговічністю. Крім розглянутих вище матеріалів, останнім часом все більше поширення в будівництві отримують теплоізоляційні бетони - як газонаповнені (пінобетон, пористий бетон, газобетон), так і на основі легких заповнювачів (керамзитобетон, перлітобетон, полістиролбетон і т.ін.).

Найбільше активно в наш час розвиваються газонаповнені бетони, що обумовлено простою технології, доступністю сировинних матеріалів, невисокою ціною й гарними теплоізоляційними властивостями.

Спостерігається розвиток виробництва газонаповнених бетонів, особливо в Російській Федерації, вони знаходять застосування в будівництві малоповерхового житла з монолітного пінобетону або з великих елементів, що виготовляються на місці будівництва.

Постійне зростання вартості енергії збільшує питому вагу безавтоклавних пористих бетонів - пінобетонів. Серед них і неопор-бетон - легкий пористий бетон, отриманий у результаті твердіння розчину, що складається із цементу, піску, води й піни, отриманої з використанням протейнового піноконцентрату.

Задана щільність бетону досягається зміною співвідношення компонентів. Побудовано тисячі будинків і споруд, у яких неопор-бетон використали для утеплення дахів (середня щільність бетону 80-400 кг/м³), для заповнення пустотних просторів (вироблені шахти, каналізаційні системи й ін., щільність 600-1000 кг/м³), для виготовлення стінових блоків, плит і панелей (щільність 700-1400 кг/м³) [17,19].

За останні роки з використанням зазначених конструкцій побудовані різні типи будинків від котеджів і магазинів до багатоповерхових житлових будинків.

Основою цієї системи є блоки полістирол-бетону щільністю 150-550 кг/м³ при міцності 0,5-2,5 МПа. Постійні коливання вартості стирольної сировини перешкоджають широкому впровадженню пінополістирольних конструкцій що приводить до застосування неорганічних наповнювачів: шлаків, перліту, керамзиту та ін., що знижує вартість конструкції.

При інтенсивному розвитку будівництва з пінобетону, пінополістиролбетону в країні не випускаються теплі кладочні розчини й сухі суміші.

Разом з тим за рубежем (наприклад, фірма «Otavi», Германія) для поліпшення теплотехнічних характеристик будинків випускає й використовує кладочні розчини на спученому перліті. Щільність цього розчину у шві становить 500-600 кг/м³, що дозволяє ліквідувати містки холоду в кладці.

Виробництво такого матеріалу нескладно організувати на заводах, що роблять спучений перліт, або на заводах сухих сумішей. Розчин може випускатися залежно від теплопровідності використаного матеріалу стін з тим же коефіцієнтом теплопровідності й доставляється в рідкому виді на будівельний майданчик.

Із заданими теплофізичними властивостями може бути виготовлена й суха суміш, затвердіння якої може відбуватися безпосередньо на будівельному майданчику. Такі розчини можуть бути використані як при виготовленні панелей стінових конструкцій типу «Сендвич», так і при ізоляції методом заливання порожнин стін цегельної кладки й при монолітному домобудівництві.

Перлітові розчини добре зарекомендували себе при ізоляції простору між стелею верхнього поверху й покрівлею при утепленні будинків старих серій [17,19].

Науково-дослідною організацією «Теплопроект»* (*Примітка: «Теплопроект» - науково-дослідна організація, що займається проектуванням і стандартизацією промислових труб, трубного господарства, теплоізоляції й т.ін.), проведені дослідження й отримані позитивні результати по композиційному матеріалі - пінополістирол бетону, що одержав умовну назву діпп-бетон.

Він представляє собою композицію, що складається з пінобетону, що утворює безперервний каркас, і гранул пінополістиролу, що заповнюють заданий об'єм у каркасі.

Щільність діпп-бетона може змінюватися від 300 до 900 кг/м³; міцність при стисненні при цьому змінюється, відповідно, від 10 до 50 кг/см²; коефіцієнт теплопровідності - від 0,065 до 0,15 Вт/(м·°К). Залежно від вмісту гранул пінополістиролу діпп-бетон може бути віднесений до незаймистих або мало займистих матеріалів.

Виготовлення цього матеріалу не вимагає великого парку форм, оскільки розпалубку можна робити через 20-30 хвилин після формування [17,19].

Поліпшити теплотехнічні характеристики будинків, що споруджуються чи знаходяться в експлуатації, можливо із застосуванням теплих штукатурок. Штукатурка може бути нанесена при виконанні робіт, як на зовнішню, так і на внутрішню поверхню будинків. До складу входять теплоізоляційний наповнювач, зв'язувальна речовина й добавки.

Крім перліту в якості наповнювачів можуть бути використані гранули пінополістиролу, піноскла й т.ін., однак, на погляд експертів, пріоритет повинен бути відданий неорганічним матеріалам, а в якості сполучного - цементу, гіпсу.

При товщині шару 4-6 см опір теплопередачі цегельних стін може бути збільшений у 1,5-2 рази. Добре поєднуються перлітові штукатурки з пористим бетоном, пінобетоном і іншими матеріалами, особливо в тих випадках, де потрібно забезпечити необхідну газопроникність [17,19].

Близько 50 років тому був отриманий у промислових умовах перший кубічний метр спученого перліту. З тих пір світовий обсяг випуску цього матеріалу досяг 20 млн м³ на рік. За рік у світі переробляється близько 2 млн т перлітових порід, а в середньому в 1990-х роках, щорічний приріст обсягів виробництва цього матеріалу склав біля 10 % [17,19].

Найбільш великим виробником спученого перліту й продукції з нього є США, де виробляється біля 7 млн м³ у рік цього продукту. Аналіз структури споживання спученого перліту в США показує, що основна його частина (до 70 %) використовується в будівництві.

На початок 1990-х років у Радянському Союзі вироблялося не менш як 2 млн м³ на рік цього матеріалу на більш ніж 60 заводах. На більшості заводів діяли вітчизняні лінії, розроблені

науково-дослідною організацією «Теплопроект». У наш час працюють 14 підприємств, які виробляють у цілому біля 600 тис. м³ спученого перліту в рік [17,19].

Спучений перліт перспективний матеріал, що далеко не вичерпав себе у вітчизняному будівництві, має великий потенціал розвитку його застосування і в штукатурках і кладочних розчинах, як засипна ізоляція стін, підлог, покрівлі, підтвердженням цьому є світовий досвід [17,19].

Термоперліт, на відміну від інших виробів з перліту, характеризується низькою вологістю формувальної маси (25 - 35 %), що дозволяє організувати його виготовлення за прокатно-конвеєрною технологією й зробити його практично безвідходним, крім того, знижена вологість формувальної маси цих виробів дозволяє на 25-30 % знизити енерговитрати на їхню теплову обробку, у результаті виходить екологічно чистий і пожегобезпечний матеріал.

Термоперліт, що не має у своєму складі органічних сполук, застосовується для ізоляції гарячих поверхонь (до 600 °С) і як вогнезахисна й вогнестійка будівельна ізоляція. Як сполучник використовуються гідроксид натрію і його солі. Мала початкова вологість дозволяє вести процес спікання в одну стадію за конвеєрною технологією протягом 1,5-2 годин при температурі 580 °С [17,19].

Лігноперлітові плити призначені для утеплення будинків, споруд і устаткування з температурою ізолюваних поверхонь до 200 °С. У якості сполучки застосовуються лігносульфонати з невеликою кількістю добавок фосфорної кислоти й кремнійорганічної рідини ГКЖ-10, 11. Лігносульфонати, відомі в техніку як концентрати сульфідно-дріжджової бражки (СДБ), є доступним джерелом сировини. Їхній вміст у матеріалі може становити від 7 до 20 % по масі.

Залежно від вмісту сполучного лігноперліт відносять до незаймистого й важко займистого матеріалу, але, на жаль, виробництво цього матеріалу так і не вийшло за рамки дослідного [17,19].

Ряд заводів країни продовжує випускати спучений вермикуліт і вироби на його основі. Часто спучений вермикуліт використовують у тих же умовах і в тих же композиціях, що й спучений перліт, перший не витримує конкуренції в силу дорожчезності сировини. Разом з тим у ряді напрямків використання вермикуліту немає рівних.

Світовий досвід, вітчизняна практика показують, що найбільш ефективно застосування вермикуліту у вогнезахисті й виробництві вогнетривів. Унікальні іонообмінні характеристики при високій розв'язаній поверхні більш раціонально використати в гідропоніці, хімічній промисловості й атомній енергетиці [17,19].

Відроджується інтерес дослідників і виробників до «теплої» цегли, спостерігається певне зростання виробництва діатомової цегли.

Введення в композицію спученого перліту дозволяє в кілька разів скоротити час теплової обробки, а отже, і витрати теплоти на його виробництво. Устаткування дозволяє на невеликих виробничих площах випускати значні обсяги продукції різних розмірів - від стандартної цегли до плит.

Дану цеглу використовують при будівництві печей, інших теплових агрегатів, у будівництві котеджів і іншому малоповерховому будівництві, як несучий конструкційний матеріал, а в багатоповерховому будівництві - як утеплювач [17, 19].

У Європейському Союзі лідером у виробництві теплоізоляційного пінобетону є німецька фірма «Неопор», з 1975 р. що запровадила свою технологію виробництва пінобетону в 40 країнах світу. Подібні технології отримали широке поширення в Німеччині, Швеції, США, Південній Кореї й ін. країнах.

Є досвід використання в бетонах легких перлітових пісків «Центрального науково-дослідного й проектного інституту житлових і суспільних будинків» (м. Москва, Росія), що дозволяє знизити їхню щільність до 600 - 800 кг/м³. З напрямками керамзитоперлітобетонів і перлітобетонами довгі роки працювали Воронезький ДСК (п. Придонской), Улан-Уденський ДБК-1, завод ЗБВ (м. Нальчик). У місті Шелехові Іркутської області більше чверті століття будують будинки з перлітобетону. На Апрелевському дослідному заводі в 1999 р. введено в експлуатацію лінію з виробництва перлітодіатомової цегли, що отримала торговельну назву термосилікор, також, за результатами досліджень теплоізоляційних матеріалів на основі перліту: лігноперліт, епсоперліт, термоперліт і перлітодіатоміт, науково-дослідною організацією «Теплопроект», введена в експлуатацію лінія по виробництву термоперліта на тому ж заводі.

Є досвід виробництва й застосування з 1992 р. неопор-бетону в Україні та Російській Федерації на заводах ЗБВ ЗАТ «Корпорація будматеріалів» (АТ «Новостром»), розроблений вітчизняний варіант технології теплоізоляційного пінобетону, що не поступається по своїм характеристиках німецькому аналогу, що досягнуто за рахунок використання «ноу-хау» і патентів вітчизняних галузевих інститутів і організацій: АТ «Новостром», НДЦБМВ (м. Київ, Україна), МДБУ (м. Москва, Росія), АТ «Науково-дослідний Інститут будівельних матеріалів ім. П.П. Буднікова» (Красково) та ін., уведені в дію ВНДІ «Залізобетон» (м. Москва, Росія) заводи полістирол бетонних конструкцій «Юнікон-ЗСК» потужністю 350 тис. м² [17].

До виробників теплоізоляційних будівельних матеріалів ставляться ЗАТ «Центр Перліт» і його засновники: Апрелевський дослідний завод тепловиробів, АТ «Теплопроект», Хотьковський АТ «Теплоізоліт», які виробляють і поставляють спучений перліт для теплих штукатурних сумішей. Лідером у цій області також є компанія «ТПІ-Кнауф» (є виробництва в містах Красногорськ, Санкт-Петербург, Краснодар), використовуючи для цього більше 60 тис. м³ спученого перліту в рік і розширює випуск цього матеріалу. Перлітоцементні плити й шкарлупи (Хотьковський АТ «Теплоізоліт», Дмитровський ЗТПВ), перлітобітумні плити (ЖЗБИ-2, м. Железнодорожськ), перлітофосфогелеві й перлітопласт-бетонні плити (АТ «Будперліт», м. Митиці) і ін.

Користується попитом пінодіатомітова цегла Інзенського заводу (ТОВ ПФ «Інзенський деревообробний завод» (Найбільше підприємство Інзенського району Улянівської області, засновано в 1905 р.). Виробник кладочних розчинів на спученому перліті - ВАТ «Головний завод».

Висновки й шляхи подальших досліджень. Технології зниження тепловтрат огорожувальних конструкцій, з використанням теплоізоляційних матеріалів на мінеральній основі типу «Rockwool» і огорожувальних конструкцій панелей «Сендвич».

Прогрес у даній галузі пов'язаний також з постійним зростанням жорсткості вимог до теплової захищеності будинків і загальною тенденцією до зниження енергозатрат і енергозбереженням у будівництві і при експлуатації будинків.

Вітчизняний рівень техніки, технології, теоретичні і прикладні знання про процес дозволяють стверджувати, що в будівництві будинків з підвищеним теплозахистом, спучений перліт, термперліт, неопор-бетон, лігноперліт і інші розглянуті матеріали, унікальні по своїх властивостях і сферам застосування, будуть затребувані в усе більшій мірі.

Список літератури

1. Варфоломеев Ю.М. Тепловые сети. / Варфоломеев Ю.М., Кокорин О.Я - М: ИНФРА-М, 2006, с. 480.
2. Строительные нормы и правила, ч. 2, раздел В, гл. 6. Ограждающие конструкции, М., 1964
3. Конструкции гражданских зданий, под ред. М. С. Туполева, М., 1968;
4. Конструкции промышленных зданий, под ред. А. Н. Попова, М., 1972.
5. МГСН 2.01-99 Энергобережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодозлектроснабжению: М.-Правительство Москвы 1999.
6. ТСН НТП-99 МО Нормы теплотехнического проектирования гражданских зданий с учетом энергобережения: М. – Администрация Московской области, 2001
7. Осипов Г.Л., Матросов Ю.А. Стратегия устойчивого развития строительного комплекса России. – Реконструкция жилья. Вып. 8, 2007. – К., УкрНИИпроектреконструкция. – С. 265-274.
8. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий. – М.: ФГУП ЦПП, 2004
9. СНиП II-3-79* «Строительная теплотехника».
10. Строительные нормы Республики Беларусь 265-274 2.04.01-97 «Строительная теплотехника».
11. ДБН В.2.6-31:2006 «Конструкції будинків і споруд. Теплоізоляція будівель».
12. Строительные услуги : : Стальные конструкции - Украина: <http://sku.com.ua/topmenu/building-services/>
13. Rockwool - базальтовая минеральная вата продаж Днепропетровск, о продукте: http://www.ati.com.ua/rockwool-bazaltovaya-mineralnaya_bbc_842902.html
14. Bogacz J / Z zagadnien ochrony cieplnej budynkow. – “Przegląd Budowlany”, 1972, №12, s.645-650 (польск.).
15. ДСТУ Б В.2.7-105-2000 (ГОСТ 7076-99) Матеріали і виробі будівельні. Метод визначення теплопровідності і термічного опору при стаціонарному тепловому режимі.
16. Соловьева Р.Ф. Определение коэффициента теплопроводности в зависимости от потенциала влажности. - Строительные конструкции, строительная физика. Вып.9, 1978. – М., ЦИНИС Госстроя СССР.
17. Вилнитис М.Я Исследования процессов высыхания и теплового потока стен из газобетона AEROC / Вилнитис М.Я., Новикс Ю.О., Паплавскис Я.М. // Зб. Будівельні матеріали, виробі та санітарна техніка, 2007. - №24 – С.101-105.
18. Применение ROCKWOOL: http://www.atmarket.kiev.ua/primenenie_rockwool.html
19. Теплоизоляция на неорганической основе. Перлитцементные плиты и скорлупы, перлитофосфогелевые и перлитопласт-бетонные плиты. Термоперлит, вспученный вермикулит: <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-126-teploizolyaciya/5.htm>

Рукопис подано до редакції 03.03.15