

Список літератури

1. Про затвердження Державної програми розвитку та реформування гірничо-металургійного комплексу на період до 2011 р. - Затверджено законом України від 28 липня 2004 р. № 967-2004-п [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/967-2004-%D0%BF>. - Назва з екрану. - (Дата звернення 12.03.2014).
2. Загальнодержавна програма розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 р. - Затверджено Законом України від 21 квітня 2011 р. № 3268-VI [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/3268-17>. - Назва з екрану. - (Дата звернення: 11.03.2014).
3. Устройство для улавливания ленты конвейера : пат. 1214556 СССР : ГК В 65 G 43/06 / **В.А. Мелашенко, И.П. Кудряшов, В.С. Замыцкий, В.Д. Федосеев**, заявитель и патентообладатель **В.А. Мелашенко**. – SU 1646961 A1.
4. **Harrison A.** (1979), A new development in conveyor belt monitoring, Mach. & Prod. Eng'g, Vol 32, p 17.
5. **Harrison A.** (2007), Remote NDT monitoring of belt damage and safety factor analysis, 9th ICBMH, Newcastle, NSW, Australia.
6. (2008). Non-Linear Belt Transient Analysis. Bulk Solids Handling. Vol. 23, No.4, pp 240-245 (in press)
7. (1992), Modern Belt Take-ups and Their Dynamic Motion. Bulk Solids Handling, Vol. 12., No.4, pp 581-584 (1992).
8. **Mitesh Kadakia** (2007), Wear Resistance of Rubber Conveyor Belt, NIBA Education / Technical Committee, Belt-line Reprint December 2007.
9. Dynamic Simulation on the Belt Conveyor on Emergency Braking, Xi Pingyuan ; Sch. of Mech. Eng., Huaihai Inst. of Technol., Lianyungang, China; Song Yandong, Intelligent Computation Technology and Automation, 2009. ICICTA '09. Second International Conference on (Volume:2).

Рукопис подано до редакції 17.03.14

УДК 691: 692: 620: 624.01

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

СУЧАСНІ КОНСТРУКЦІЇ ЗОВНІШНІХ ОГОРОДЖЕНЬ БУДИНКІВ 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. Окреслені основні шляхи підвищення ефективності використання теплоізоляційних матеріалів в сучасному будівництві, зокрема, на прикладі використання панелей «Сендвич», матеріалів на мінеральній основі «Rockwool», газонаповненого бетону та бетонів з теплоізоляційними наповнювачами, «теплої» цегли та інших матеріалів. 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. Вітчизняний рівень техніки, технології, теоретичні і прикладні знання про процес дозволяють стверджувати, що в будівництві будинків з підвищеним теплозахистом, матеріали, унікальні по своїх властивостях і сферам застосування, будуть затребувані в усе більшій мірі.

Ключові слова: панелі «Сендвич», «тепла» цегла, теплоізоляція, бетон, газонаповнений бетон, теплоізоляційні наповнювачі, «тепла» шпукатурка

Проблема та зв'язок з науковими та практичними задачами. Протягом сторіч наші предки накопичили великий досвід збереження теплоти в будинках. У дерев'яних будинках, які були широко поширені в Росії до середини ХХ-го століття, по периметру зовнішньої стіни влаштувалися додаткові дерев'яні стінки висотою до 1 м і відстанню до 0,4 м від зовнішньої стіни будинку. Цей простір заповнювався сухою землею і щільно закривався кришкою з дощок. Така конструкція додаткового утеплення будинку одержала назву "призьба". "Призьба" також була місцем відпочинку й прийняття їжі, у російському фольклорі є безліч згадувань про неї.

У конструкціях будинків приймалися різні заходи щодо зниження тепловтрат, у тому числі значної товщини цегельні стіни (більше 0,5 м), навіть для будинків не вище трьох поверхів. Крім того в конструкціях вікон застосовувалися подвійні рами з відстанню між ними 0,25 м. У теплі періоди року внутрішні рами, так звані «зимові» рами, знімалися й зберігалися в приміщеннях, а перед настанням холодів ці рами встановлювалися у віконні прорізи.

У простір нижньої частини, між подвійними рамами, укладалась вата або сухий мох, а зверху вони закривалися кольоровим папером із прикрасами.

Використання подвійних рам з теплоізолюваною нижньою частиною вікна й значним повітряним прошарком між рамами дозволяли скоротити більшу частину тепловтрат будинку [1].

Аналіз досліджень і публікацій. Нагадаємо деякі основні визначення даного напрямку. Відповідно до сучасних уявлень огороджувальні конструкції, будинків і споруд (будівельні

конструкції: стіни, перекриття, покриття, заповнення прорізів, перегородки і т. ін.) обмежують об'єм будинку (споруди) і розділяють його на окремі приміщення. Їхнє основне призначення полягає у захисті (огороженні) приміщень від температурних впливів, вітру, вологи, шуму, радіації й т.ін., у чому властне і складається їхня відмінність від несучих конструкцій, що сприймають силові навантаження. Зазначена відмінність є досить умовною, тому що часто огорожувальні і несучі функції об'єднуються в одній конструкції (стіни, перегородки, плити перекриттів і покриттів і ін.) [2-4].

Огороджувальні конструкції поділяють на внутрішні й зовнішні. Внутрішні, в основному, служать для поділу внутрішнього простору будинку й звукоізоляції, а зовнішні, головним чином, для захисту від атмосферних впливів [2-4]. За способом виготовлення огорожувальні конструкції поділяють на збірні (що монтуються з готових елементів заводського виготовлення) і ті що зводяться на місці будівництва. В останньому випадку для цегельних, бетонних і залізобетонних огорожувальних конструкцій, застосовують термін «монолітні». Залежно від конструктивного рішення огорожувальні конструкції бувають простими й комплексними (складовими). Прості («одношарові») огорожувальні конструкції, виготовляють із одного матеріалу або з однорідних штучних виробів (цегельні стіни, легко бетонні панелі, гіпсові перегородки й т.ін.). Комплексні («багатошарові») огорожувальні конструкції, складаються з декількох елементів або шарів, наприклад: несучі, ізоляційні, оздоблювальні [2-4].

Огороджувальні конструкції, визначають архітектурний вигляд будинку, тому їм часто надають особливого значення, матеріал зовнішніх стін характеризує і конструктивний тип будинку: великоблочне, великопанельне, дерев'яне (рублене або щитове), або цегельне. Стіни виконують також функцію вертикальних діафрагм твердості. Експлуатаційні якості зовнішніх огорожувальних конструкцій, повинні відповідати місцевим кліматичним характеристикам і забезпечувати необхідні санітарно-гігієнічні й комфортні умови в приміщеннях. До внутрішніх огорожувальних конструкцій пред'являються вимоги належної ізоляції від повітряних і ударних шумів, від теплоти й вологи суміжних приміщень. Необхідними вимогами до огорожувальних конструкцій є: висока міцність, твердість, стійкість, вогнестійкість, вони також повинні сприяти досягненню будинками їхньої архітектурної виразності (фактура, колір та ін.). Ще однією важливою їхньою властивістю є довговічність, ступінь якої встановлюється залежно від класу будинку й застосованих матеріалів, з урахуванням реальних умов їх зрощування в результаті зовнішніх впливів [2-4].

Викладення матеріалів і результати досліджень. Прогрес, у будівельній галузі, тісно пов'язаний із застосуванням огорожувальних конструкцій з матеріалів із поліпшеними теплоізоляційними властивостями [2-4]. Одним з перших прикладів значного підвищення теплоізоляції залізобетонних панелей, що випускалися в 70-х роках, є закінчене в 1983 р. будівництво адміністративного будинку Держбуду СРСР у Москві по вул. В. Дмитровка, буд. 26 (нині в цьому будинку розташована Верхня палата Російського парламенту - Рада Федерації) [1].

При розробці проекту будинку в 1978 р. ставилося завдання застосувати енергозберігаючі заходи для демонстрації можливостей зниження витрат теплоти на опалення й вентиляцію. Вітчизняна промисловість випускала в ті роки тільки одношарові залізобетонні стінові конструкції із зовнішньою декоративною обробкою. З таких залізобетонних плит побудована більшість житлових і суспільних будинків у період 1960-1995 рр. [1]. Товщина залізобетонної стінової панелі в той час дорівнювала $\delta=0,3$ м, а коефіцієнт теплопровідності матеріалу: $\lambda=1,51$ Вт/(м·°С), обчисливши термічний опір залізобетонної панелі, отримаємо $R=\delta/\lambda=0,3/1,51=0,198$ м²·°С/Вт.

Для підвищення термічного опору зовнішніх стін було ухвалено рішення після зборки каркасу будинку нанести способом напилювання на внутрішню поверхню зовнішніх стін шар теплоізоляційного матеріалу типу «Ізополі» товщиною $\delta=0,04$ м з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda=0,0197$ Вт/(м·°С) [1]. Матеріал має вогнестійкість і стійкість хімічного складу, не дає випарів у приміщення шкідливих газів. Нанесення напилюванням тонкого шару теплової ізоляції «Ізополі» забезпечило термічний опір цього шару $R_{i3}=\delta/\lambda=0,04/0,0197=2,03$ м²·°С/Вт. Поверхні бетонних панелей, покритих тепловою ізоляцією, однакові і загальний термічний опір теплоізолюваних зовнішніх стін у цьому адміністративному будинку склав $R_{к.і3}=R_{к.}+R_{i3}=0,198+2,03=2,228$ (м²·°С)/Вт.

Якби у побудованому адміністративному будинку зовнішні стіни збереглися в первісному вигляді заводського виготовлення, то коефіцієнт термічного опору теплопередачі дорівнював

$R_{0.із} = \delta/\lambda = 1/8,7 + 0,198 + 1/23 = 0,356$ ($m^2 \cdot ^\circ C$)/Вт. З урахуванням площі поверхні зовнішніх стін $F = 4180 m^2$, трансмісійні теплові потоки через них склали б: $Q_{пот. тр.} = 4180 \cdot (20+26)/0,356 = 540$ кВт, у результаті застосування покриття типу «Ізополі» опір теплопередачі склав: $R_{0.із} = 1/8,7 + 2,228 + 1/23 = 2,386$ ($m^2 \cdot ^\circ C$)/Вт, а величина трансмісійних теплових потоків для зовнішньої стіни із шаром напіленої теплоізоляції: $Q_{т.пот. тр.} = 4180 \cdot (20+26)/2,386 = 80,6$ кВт. Таким чином, застосування теплової ізоляції забезпечило скорочення трансмісійних втрат на величину $(540-80,6) \cdot 100/540 = 85\%$. Досвід спорудження адміністративного будинку з тепловою ізоляцією зовнішніх стін довів, що трансмісійні втрати можуть бути скорочені на 85% [1].

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 огороджувальних конструкцій [2-13,18].

Мінімальний нормативний тепловий опір огороджувальної конструкції, у Росії вводився відповідно до вимог СНиП II-3-79* «Будівельна теплотехніка» [9] у два етапи, перший - з 1 вересня 1995 р. в проектах і з 1 липня 1996 р. в будівництві, другий - з 1 січня 2000 р. для будівництва, крім будинків висотою до 3 поверхів зі стінами з дрібноштучних матеріалів, реконструкції й капремонту.

У Республіці Білорусь нові національні норми СНБ 2.04.01-97 «Будівельна теплотехніка» [10] вступили в дію з 1 травня 1998 р. й діють дотепер. Нові енергоефективні вимоги до огороджувальних конструкцій, уперше були уведені Україною раніше інших країн СНД наказом Держбуду в грудні 1993 р. й підвищуються із квітня 2007 р. відповідно до ДБН В.2.6-31:2006 «Конструкції будинків і споруд».

Теплова ізоляція будівель» [11], підтримавши загальну тенденцію підвищення нормативних вимог аналогічно з нормами Росії й Республіки Білорусь (табл. 1), нормами інших розвинених країн.

Таблиця 1
Зіставлення мінімально припустимого значення опору теплопередачі огороджувальних конструкцій житлових і цивільних будинків, $R_{q \min}$, ($m^2 \cdot ^\circ C$)/Вт

По-знач-ки	Вид огороджувальної конструкції	Україна з 01.04.2007 температурна зона				Росія				Біло-русь
		I	II	III	IV	01.07.1996	с 01.07.1996			
		кількість градусо-днів								
		>3501	3001-3500	2501-3000	<2500	4000	2000	4000	2000	
1	Зовнішні стіни	2,8	2,5	2,2	2,0	1,6	1,2	2,8	2,1	2,0-2,5
2а*	Покриття й перекриття неопалюваних горючих	4,95	4,5	3,9	3,3					
2б		3,3	3,0	2,6	2,2	2,5	1,8	4,2	3,2	3,0
6а*	Вікна, балконні двері, вітрини, вітражі, світлопрозорі фасади	0,6	0,56	0,5	0,45					
6б		0,5	0,5	0,5	0,45	0,45	0,3	0,45	0,3	0,6

* Прим.: відповідають значенням, уведеним у дію із січня 2008 р.

Повсюдне введення нових норм теплоізоляції спричинило застосування при будівництві промислових і суспільних будинків навісних панелей типу «Сендвич» для встановлення стін і перекриттів (наприклад, торгово-розважальних центрів, супермаркетів та ін.).

Панелі типу «Сендвич» являють собою два профільованих листа із тонколистової сталі захищеної пластмасовим покриттям товщиною 0,5 мм, зазор між ними заповнюється теплоізоляційним шаром з пінополіуретану, товщиною від 50 до 150 мм, що міняє термічний опір панелі «Сендвич» від 2,5 до 7,6 ($m^2 \cdot ^\circ C$)/Вт.

У панелях «Сендвич» можуть також бути використані й інші теплоізоляційні матеріали.

На рис. 1 представлено фото покрівельного покриття й стін з панелями «Сендвич» на сталевих конструкціях, а на рис. 2 показано пристрій покрівельного покриття із шаром теплоізоляційних із плит «Rockwool» по залізобетонній основі.



Рис. 1. Монтаж покрівельного покриття й стін панелями "Сендвич" на сталевих конструкціях

Монтаж панелей «Сендвич» відбувається з малими витратами праці, тому що вони мають ширину 900 мм і довжину 1200 мм, а питома маса панелей 14 кг/м². Щільність швів між зібраними панелями забезпечується гумовими прокладками й герметиком типу «Макрофлекс». Наявність шарів теплоізоляції товщиною від 3 до 150 мм дозволяє виконати вимоги будівельних норм і збільшити термічний опір перекриття (наприклад, у кліматі Москви до нормованої

величини $R_{пер} = 3,2 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт}$ [1, 3].

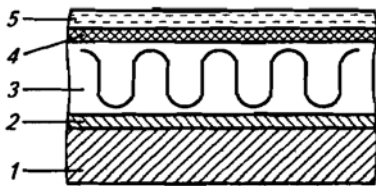


Рис. 2. Пристрій покрівельного покриття із шаром теплоізоляційних плит «Rockwool» по залізобетонній підставі [1]: 1 - несуча залізобетонна плита; 2 - прокладка поверхні гарячим бітумом, що виконує роль пароізоляції; 3 - теплоізоляційні плити «Rockwool»; 4 - шар гідроізоляційного клеючого складу; 5 - гідроізоляційний килим з рулонних направляючих матеріалів

При реконструкції масової забудови 60-их років минулого століття використовується метод нанесення теплоізоляційних плит з полістиролу й мінеральної вати. У нашій країні є великий позитивний досвід значного скорочення тепловтрат будинків завдяки нанесенню на зовнішню поверхню стіни шарів теплоізоляції й декоративної обробки [1, 3].

На рис. 3 показано теплоізоляцію зовнішніх стін існуючих будинків і графіки зміни температур по глибині будівельних конструкцій: *а* - конструктивне рішення зовнішньої стіни без ізоляції; *б* - конструктивне рішення зовнішньої стіни з ізоляцією [1]. Технологія застосування наступна, зверху, на залізобетонну плиту перекриття 1 наноситься шар гарячого бітуму 2, що виконує роль пароізоляції від проникнення вологого повітря через перекриття. Одночасно шар гарячого бітуму є шаром, що приклеює теплоізоляційні плити накладені на нього 3. Зверху теплоізоляційних плит наноситься проклеюючий гідроізоляційний шар 4, на який наноситься з рулону шар гідроізоляційного килима 5.

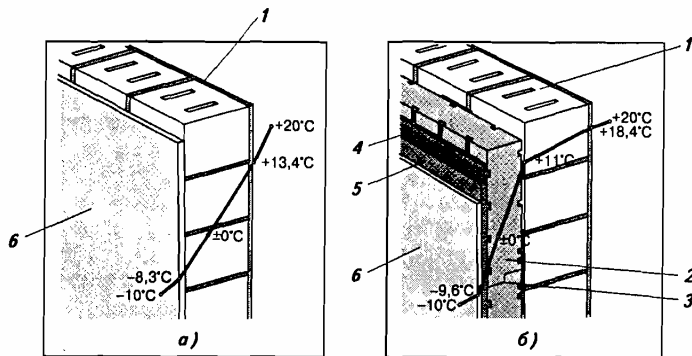


Рис. 3. Теплоізоляція зовнішніх стін існуючих будівель і графіки зміни температур по глибині будівельних конструкцій *а* - без ізоляції; *б* - з ізоляцією [1]: 1 - зовнішня стіна з щільних цегляних блоків; 2 - теплоізоляційна плита з полістиролу 3 - замкові з'єднання сусідніх плит; 4 - сітка для нанесення обробного матеріалу (штукатурка); 5 - шар гідроізоляційного килима; 6 - шар зовнішньої силікатної фарби

Для виконання вимог по теплозахисту будинків освоєне виробництво тришарових конструкцій зовнішніх стінових панелей. Як тепла ізоляція широке застосування отримали плити типу «Rockwool» (що переводиться як «кам'яна вовна»). Вони виготовляються із базальтових вулканічних порід (каменя) шляхом попереднього розплаву породи при температурі 1500 °С. З розплавленої кам'яної маси й розливу її на обертові диски, одержують волокна, які скручуються й утворюють тверді плити товщиною від 50 до 150 мм. Серед скручених волокон утримуються часточки повітря, що підвищує теплоізоляційні властивості матеріалу. Плити «Rockwool» мають малу вагу, їх щільність 140 кг/м³, низьку теплопровідність $\lambda = 0,036 \text{ Вт / (м} \cdot \text{°C)}$.

Відомий європейський виробник теплоізоляційних матеріалів - компанія «Rockwool», заснована в Данії в 1937 р., відкрила свій перший завод з виробництва продукції на основі мінеральної вати в м. Хедехузені, неподалік від Копенгагена (у наш час компанія виготовляє теплоізоляційну продукцію на 21 заводі, розміщеному в 14 країнах світу, а ще 14 представництв роз-

ташовані в країнах Європи та Північної Америки. На підприємствах компанії працюють понад 7500 чоловік) [12,13,18]. Матеріал теплоізоляції вогнетривкий і може застосовуватися для теплоізоляції трубопроводів з високою температурою (наприклад, димових каналів). Теплоізоляція «Rockwool» виробляється в Росії (м. Залізничний Московська область) і широко застосовується в будівництві.

Теплоізоляційні матеріали типу «Rockwool» (Роквул), по застосуванню умовно можна поділити на п'ять основних груп: 1 - ізоляція плоских покрівель; 2 - ізоляція зовнішніх стін; 3 - загальобудівельна ізоляція; 4 - технічна ізоляція; 5 - ізоляція для виробництва тришарових залізобетонних і «Сендвич» панелей; 3 - загальнобудівельна ізоляція; 4 - технічна ізоляція; 5 - ізоляція для виробництва тришарових залізобетонних і «Сендвич» панелей.

До важливих характеристик теплоізоляційних матеріалів типу «Rockwool» відносять:

1. Незаймистість - теплоізоляційний матеріал здатний витримати, не плавлячись, температуру понад 1000 °С (абсолютна пожежна безпека). У той час як сполучний компонент випаровується при температурі всього 250 °С, волокна залишаються неушкодженими й зв'язаними між собою, зберігаючи при цьому міцність і створюючи захист від вогню. Утеплювачі «Rockwool» (Роквул) відносять до групи незаймистих будівельних матеріалів - завдяки своїм властивостям ці матеріали дозволяють істотно сповільнити процес руйнування несучих конструкцій будинку.

2. Низька теплопровідність - утеплювачі «Rockwool» (Роквул) мають високі теплоізоляційні властивості (відповідно - низький коефіцієнт теплопровідності є одними із кращих у своєму класі, розрахунковий коефіцієнт теплопровідності від 0,042 до 0,046 Вт/(м·°К)). Навіть при використанні утеплювача «Rockwool» (Роквул) в умовах підвищених температур характеристики теплопровідності залишаються високими.

3. Гідрофобність - теплоізоляція «Rockwool» (Роквул) є гідрофобним матеріалом (не всмоктує в себе вологу). Це важлива якість, оскільки волога, проникаючи в пори матеріалу, погіршує теплозахисні властивості теплоізоляційного матеріалу.

4. Звукоізоляція - теплоізоляція «Rockwool» (Роквул) істотно знижує рівень звуку в сусідніх приміщеннях, зменшуючи ризик виникнення вертикальних звукових хвиль між поверхнями стіни й поліпшуючи повітряну звукоізоляцію приміщення.

5. Стійкість до деформацій - утеплювач «Rockwool» (Роквул) має особливу структуру, що забезпечує високу опірність механічним впливам. Структурно теплоізоляційний матеріал виглядає як перехресні вертикальні й горизонтальні волокна, що виключає однобічну спрямованість і збільшує твердість матеріалу [12,13,17-19].

Висновки й шляхи подальших досліджень. Перспектива розвитку панельних огорожувальних конструкцій, полягає у використанні збірок 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, удосконалюванні конструкцій збірних елементів і їхніх сполучних вузлів, що пов'язане з необхідністю зниження ваги конструкції й будинку в цілому, застосуванням для виготовлення місцевих будівельних матеріалів).

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 тепловодоснабжению: 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 П-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. Теплова ізоляція будівель».
12. Строительные услуги : : Стальные конструкции - Украина: <http://sku.com.ua/topmenu/building-services/>
13. Rockwool - базальтовая минеральная вата продам 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 вироби 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.**// Збірник Будівельні матеріали, вироби 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-terploizolyaciya/5.htm>.

Рукопис подано до редакції 17.03.14

УДК 621.926: 34.16

В.С. МОРКУН, д-р техн. наук., проф.,
А.В. ПИКИЛЬНЯК, главный специалист по информационным технологиям,
Н.Н. БЕРЕЖНОЙ, д-р техн. наук, проф., Криворожский национальный университет
Е.И. НАЗИМКО, д-р техн. наук, проф., Донецкий национальный технический университет"

АНАЛИЗ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ ПУЛЬПЫ В ПРОЦЕССЕ ФЛОТАЦИИ

Приведено описание метода, позволяющего эффективно управлять составом газовой фазы пульпы в процессе флотации с использованием динамических эффектов высокоэнергетического ультразвука, на базе технологии ультразвуковых фазированных решеток.

Ключевые слова: фазированная решетка, ультразвук, флотация, пульпа, газовая фаза, управление

Проблема и ее связь с практическими задачами. В настоящее время не существует единой теории, описывающей однозначно такой важный этап, как взаимодействие твердой минеральной частицы с поверхностью воздушного пузырька и образование флотационного комплекса "минерал-пузырек".

Анализ исследований и публикаций. Главной причиной различия флотационного поведения минералов является различная гидратированность поверхности, которая обусловлена энергией взаимодействия диполей воды с ионами решетки твердой фазы и определяется степенью некомпенсированности зарядов на поверхности частиц. Активность поверхности минералов по отношению к воде и флотационным реагентам определяется ее энергетическим состоянием.

Результаты взаимодействия минерала с водой зависят не только от его свободной поверхностной энергии, но и от энергии взаимодействия молекул воды между собой, т.е. от явлений адгезии и когезии.

Исследованиями **Б.В. Дерягина** и др. установлено, что свойства гидратных слоев отличаются от свойств воды в объеме. Они имеют повышенную вязкость, пониженную растворяющую способность и скорость диффузии растворенных веществ. Эти особенности связаны с высокой прочностью сцепления ориентированных диполей воды между собой и с поверхностью минерала. Гидратированность частиц определяется в основном устойчивостью гидратного слоя, а не его толщиной.

Исследованиями **А.Н. Фрумкина** установлено, что под прилипшим к твердой поверхности пузырьком воздуха остается остаточный гидратный слой толщиной от 3 до 400 Å. Остаточный слой расположен по всей площади основания пузырька и не препятствует прилипанию. Это объясняется особым состоянием молекул воды в нем. При этом образуется как бы новая пленочная фаза, отличная по свойствам от свойств воды в объеме. Толщина остаточного слоя тем меньше, чем более гидрофобна поверхность минерала. Структура и устойчивость гидратных слоев зависит также и от состояния воды.

Флотируемость минерала определяется суммарным эффектом, вызываемым гидратным слоем молекул воды и адсорбционным слоем реагента.