

# The ways of management the cost of material resources during realization of construction projects

Oleksandra Shishkina<sup>1</sup>, Ksenia Rozhkova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Technology of building products, materials and structures  
Department, Kriviy Rih National University,  
UKRAINE, Kriviy Rih, Ostrovskogo street, 21,  
E-mail: shishkina\_tbvk@mail.ru

<sup>2</sup>Economic cybernetics and project management  
Department, Kriviy Rih National University,  
UKRAINE, Kriviy Rih, Ostrovskogo street, 21,  
E-mail: Rozhkova\_ekiup@yahoo.com

The ways of management the cost of material resources during realization of build projects are considered. One of the ways of using the material resources in construction is given – the use of various additives to reduce the cost of the most valuable components.

It is marked that concrete from suds is one of the effective building materials. The reasons of deceleration of hydration of cement in concrete from suds are set.

The necessity of increase of physical and mechanical properties of concrete from suds is given. It is set that one of ways is using of complex addition which consists of ferriferous matter and polyalcohol. It is well-proven that the ferriferous matter, as a component additive, accelerates the process of cement hydration and forms a mineral-organic matter, which will consolidate the walls of air bubble. Simultaneously, mineralization is occurs foam and improves durability concrete from suds.

It is well-proven that polyalcohol, as substance which extinguishes foam, increases the dissolution of calcium oxide, which is released during cement hydration.

It is set that simultaneously lead in concrete from suds complex addition leads to some increase in density of concrete. This is explained by the formation of new substances which contain a significant amount of chemically bound water.

As a result of these experiments identified that porosity of the concrete from suds which contains complex additive by 10-14% lower than the porosity of concrete from suds which contains no complex additive.

It is set that introduce complex additives in concrete from suds leads to increase its durability. This increase considerably by the more porosity of concrete, namely its density is less. Herewith durability is increased to 300%. An optimal content of complex addition is determine, it provides the maximum growth of concrete durability - 0,5...1,0% of cement weigh.

Opportunity to save durability by the replacement of cement with inert minerals in the production of concrete from suds is noticed.

# Шляхи управління вартістю матеріальних ресурсів при реалізації будівельних проектів

Олександра Шишкіна<sup>1</sup>, Ксенія Рожкова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Кафедра технології будівельних виробів, матеріалів та  
конструкцій  
Криворізький національний університет  
УКРАЇНА, м. Кривий Ріг, вул. Островського, 21, E-mail:  
shishkina\_tbvk@mail.ru

<sup>2</sup>Кафедра економічної кібернетики і управління проектами  
Криворізький національний університет  
УКРАЇНА, м. Кривий Ріг, вул. Островського, 21,  
E-mail: Rozhkova\_ekiup@yahoo.com

*Розглянуто шляхи управління вартістю матеріальних ресурсів при реалізації будівельних проектів. Приведені результати досліджень впливу комплексної добавки, яка складається з залізовмісної речовини та поліспирту, на фізико-механічні властивості пінобетону. Встановлено, що сумісне введення компонентів комплексної добавки збільшує міцність та знижує пористість пінобетону у більший ступені, чим при введенні лише поліспирту або тільки залізовмісного компоненту.*

**Ключові слова** – вартість, проекти, пінобетон, міцність, добавка, залізо, поліспирт, щільність, цемент.

## I. Вступ

Будівельна галузь є однією з найважливіших галузей народного господарства, від якої залежить ефективність функціонування всієї системи господарювання в країні. Важливість цієї галузі для економіки будь-якої країни можна пояснити наступним чином: капітальне будівництво, напевне, як ніяка інша галузь народного господарства, створює велику кількість робочих місць і споживає продукцію багатьох галузей народного господарства. Економічний ефект від розвитку цієї галузі полягає у мультиплікаційному ефекті коштів, вкладених у будівництво. Адже з розвитком будівельної галузі будуть розвиватися: виробництво будівельних матеріалів і відповідного обладнання, машинобудівна галузь, металургія і металообробка, нафтохімія, виробництво скла, деревообробка і фарфоро-фаянсова промисловість, транспорт, енергетика тощо. І, вочевидь, як ніяка інша галузь економіки, будівництво сприяє розвитку підприємств малого бізнесу, особливо того, який спеціалізується на оздоблювальних і ремонтних роботах, на виробництві та встановленні вбудованих меблів і т. ін.

## II. Результати досліджень

Зростання будівельної галузі неминує викликає економічний ріст у країні і виникнення необхідних умов для розв'язання багатьох соціальних проблем. Але на сучасному етапі її розвитку говорити про будь-яку конкурентоспроможність цієї галузі не представляється можливим.

Однією з причин такого положення є неможливість прогнозів щодо фактичної майбутньої вартості будівництва. В ідеальному випадку сучасне планування повинне поєднувати позитивний досвід попередньої системи господарювання і те нове, що диктується зміненими умовами і позитивним зарубіжним досвідом.

Від правильності та точності прогнозів залежать успіхи і невдачі підприємницької діяльності, важливою складовою якої є здійснення інвестицій саме у капітальне будівництво. Для проектів з будівництва будь-яких об'єктів як цивільного, так і промислового будівництва важливою проблемою є невідповідність проектної вартості будівництва фактичним витратам при його здійсненні. Така невідповідність унеможливує складання точних та виважених планів фінансових потоків як інвестора, так власне будівельної організації.

На сучасному етапі в Україні складання проектної (кошторисної) вартості будівництва здійснюється за методикою, розробленою державним комітетом України з будівництва, архітектури та житлово-комунальної політики. Але прогнозуванню саме фактичної майбутньої вартості проектів не приділяється належної уваги. Тому виникає нагальна потреба в проведенні досліджень у цій сфері та розробці певних методичних підходів щодо формування достатньо реальних фінансових планів та прогнозів, які стосуються майбутньої вартості будівництва. Метою такого дослідження є визначення відхилень проектної вартості будівництва та її кінцевої вартістю, вивчення причин виникнення відхилень по основним елементам витрат та розробка шляхів їх скорочення.

Для досягнення поставленої мети на першому етапі необхідно дослідити в динаміці, наскільки ж фактична вартість будівництва відрізняється від її проектної вартості. Попереднє дослідження виконано на базі будівельного підприємства, яке здійснює будівництво об'єктів як промислового, так і цивільного призначення. За даними цього дослідження було виявлено, що кінцева вартість будівельних проектів у декілька разів перевищує її заплановану (проектну) вартість. При подальшому дослідженні було встановлено, що найбільшу питому вагу вартості будівельних робіт займає вартість будівельних матеріалів, яка значним чином і впливає на невідповідність проектної та фактичної вартості. По різних об'єктах вартість матеріальних ресурсів є різною, але узагальнюючи, можна вказати, що майже 80% вартості будівельного проекту становлять витрати на будівельні матеріали.

Таким чином, можна зробити висновок, що пошук шляхів оптимізації використання саме матеріальних ресурсів в будівництві є одним з головних етапів процесу удосконалення управління будівельними проектами в цілому.

Одним із таких шляхів використання матеріальних ресурсів в будівництві є підвищення застосування різноманітних добавок, які підвищують якість

матеріальних ресурсів та зменшення застосування в їх складі за рахунок цього найбільш коштовних компонентів.

Справедливість цього положення демонструє приклад застосування комплексної добавки для підвищення якості пінобетону – одного з ефективних будівельних матеріалів, який забезпечують якісну теплову ізоляцію будинків та споруд, за рахунок чого зменшується вартість їх експлуатації.

Пінобетон, як і будь-який інший бетон, має дві стадії свого існування: у вигляді структурованої рідини (бетонної суміші) і у вигляді твердого каменя. Пінобетонна суміш є за своєю суттю мінералізованою піною, а, отже, пінобетон – є отверділою піною. В даному випадку процес твердіння піни відбувається унаслідок введення в неї в якості стабілізаторів речовин, що тужавіють (зокрема, що полімеризуються або гідратують) (1).

Пінобетон представляє собою дисперсну систему «продукти гідратації цементу – вода – піноутворювач – пухирці повітря». При цьому продукти гідратації цементу є отверджувачами піни. Особливістю формування властивостей пінобетону є те, що процеси гідратації цементу в таких бетонах ускладнюються адсорбцією поверхнево-активних полярних молекул піноутворювача на частинках цементу. В адсорбційних оболонках на поверхні зерен цементу молекули поверхнево-активних речовин (ПАР) орієнтуються їх активними групами до поверхні цементу, звертаючи вуглеводні ланцюги у оточуючу водну середу, що призводить до гідрофобізації зерна цементу (2) і, як наслідок, уповільнюється його гідратація.

Підтвердженням цього є аналіз результатів проведених нами експериментів, у ході яких було виявлено, що введення цементу у піну призводить до зменшення її кратності та підвищення щільності пінобетонної суміші.

Тобто, для підвищення фізико-механічних властивостей пінобетону необхідно створити такі умови у міжплівковій рідині пінобетонної суміші, за яких молекули ПАР не будуть перешкоджати гідратації часток цементу. Цього можна досягти, якщо ввести в пінобетонну суміш таку речовину, на якій молекули ПАР будуть адсорбуватися переважніше, ніж на частинках цементу. Аналіз літератури (3) показав, що у ряді відносної розчинності олеатів, розташованих в порядку її зменшення, першим стоїть олеат кальцію, а останнім — олеат заліза (4). Ефективність збірної дії олеатів тих або інших металів по відношенню до мінералів з різними катіонами характеризується їх розчинністю. Отже, міцність закріплення і стійкість молекул ПАР, хемосорбованих залізовмісними мінералами, є значнішою в порівнянні з кальцієвими мінералами, оскільки олеати заліза мають меншу розчинність, ніж олеати кальцію. Це означає, що поверхнево-активна речовина – піноутворювач, в першу чергу буде адсорбуватися на залізовмісній речовині (4), що і забезпечить більший доступ води до частинок цементу. Тобто, при введенні в піноцементну суміш

залізовмісної речовини, можна досягти того, що зерна цементу будуть максимально доступні молекулам води, в наслідок чого міра їх гідратації значно збільшиться. І, як наслідок, підвищиться міцність пінобетону.

Згідно з теорією флотації (4), піноутворювачі, як ПАР, вступають в реакцію зі сполуками заліза, при цьому утворюючи мінерально-органічні речовини, які також будуть закріплювати стінки повітряного пухирця. Одночасно з цим буде проходити так звана мінералізація піни, що саме вже сприяє підвищенню стіткості і міцності пінобетону.

Ще одним з шляхів підвищення міцності пінобетону є зміцнення його пір за рахунок введення в нього речовин, що полімеризуються. Основний механізм їх дії в цементних системах полягає в тому, що вони утворюють на поверхні пір і капілярів тонку міцну плівку (5). Проте, спільним недоліком відомих полімерів є те, що вони не впливають на піноутворювач, який залишається, як на внутрішніх поверхнях стінок пір пінобетону, так і усередині цих стінок, тим самим уповільнюючи і обмежуючи процес гідратації цементу, що призводить до зменшення міцності пінобетону.

В той же час відомо про існування речовин, які називають піногасниками, що володіють високою поверхневою активністю і здатні витіснити піноутворювач (який є поверхнево-активною речовиною) з границі розділу фаз (6, 7), тобто з внутрішньої поверхні пор у пінобетоні. До таких речовин, наприклад, відносяться поліспирти. Тобто, при введенні до складу пінобетонної суміші, поліспирт буде проникати всередину повітряної бульбашки, і, витісняючи з її поверхні молекули ПАР, закріпиться на ній.

А так як відомо (8), що поліспирти здатні розчиняти в значній кількості ідкі луѓи, окиси кальцію, стронцію і барію, сірчаноокислий натр, мідний купорос і багато інших солей, то це означає, що поліспирт збільшить ступінь розчинення оксиду кальцію, який виділяється при гідратації цементу, що сприятиме підвищенню ступеню гідратації цементу на внутрішній поверхні повітряної бульбашки. В наслідок цього на внутрішній поверхні повітряної бульбашки в пінобетоні утвориться підсилений шар цементного каменю, за рахунок чого, згідно теорії пластичності, підвищиться міцність пінобетону.

Отже, при введенні у пінобетон залізовмісної речовини та поліспирту повинно спостерігатися підвищення ступеню гідратації цементу як на внутрішній поверхні повітряних бульбашок, так і в середині стінок пор, що призведе до підвищення міцності пінобетону.

Для підтвердження даного положення була проведена дослідна робота, результатом якої є визначення впливу комплексної добавки, яка складається з поліспирту та залізовмісної речовини на фізико-механічні властивості пінобетону.

У дослідженнях були використані портландцемент та шлакопортландцемент ВАТ «Кривий Ріг цемент», які відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-46-96. Як

органічний компонент добавки був застосований поліспирт пропандіол 1,2, у якості залізовмісної речовини використовувалися сполуки заліза, й у тому числі відходи збагачення залізних руд і гірські породи Криворізького залізорудного родовища. Для отримання піни застосовували піноутворювач ПО-2.

Результати проведених експериментів показали, що введення в пінобетон лише поліспирту призводить до збільшення щільності бетону на 5-10%, а введення окремо залізовмісного компоненту знижує її на 5%. Введення у бетон одночасно поліспирту та залізовміщуючого компоненту також призводить до деякого збільшення щільності бетону. Це явище можна пояснити тим, що компоненти комплексної добавки в процесі формування структури бетону сприяють утворенню нових речовин, які містять підвищену кількість хімічно зв'язаної води.

За результатами наступних дослідів, які були проведені нами, було встановлено – пористість пінобетону, що містить комплексну добавку, на 10-14% нижча за пористість бетону, що не містить добавку. При цьому спостерігається оптимум вмісту залізовмісного компоненту, при якому пористість буде мінімальна.

Аналіз результатів наступної групи експериментів показав, що введення комплексної добавки в пінобетон призводить до збільшення його міцності, це збільшення тим значніше, чим більше пористість бетону, тобто менше його щільність.

Так для пінобетону щільністю  $350 \text{ кг/м}^3$  введення комплексної добавки призводить до підвищення його міцності в 3,5 рази, для пінобетону щільністю  $500 \text{ кг/м}^3$  – в 3 рази, а пінобетону щільністю  $600 \text{ кг/м}^3$  – в 2,5 рази.

Оптимальний вміст комплексної добавки, при якому забезпечується максимальний приріст міцності бетону складає 0,5...1,0% від маси цементу.

В ході експериментів було виявлено, що вплив залізовміщуючого компоненту комплексної добавки перевищує вплив поліспирту на міцність бетону. Так залізовміщуючий компонент забезпечує приріст міцності при рівних умовах на 50%, а поліспирт на 20%. Одночасне ж застосування поліспирту та залізовмісної речовини призводить до збільшення міцності бетону на 300%. Це явище можна пояснити тим, що залізовміщуючий компонент виконує роль не тільки формувача нових сполук, але й структуроутворюючого компонента системи – мікронаповнювача. Встановлений у експериментах факт, що чим менша щільність пінобетону, тобто більша його пористість, тим ефективніше використання поліспирту, підтверджує висунуту гіпотезу про «укріплення» стінок пір пінобетону прошарками продуктів взаємодії поліспирту з компонентами цементу, а також оксидів заліза з піноутворювачем.

В той же час величина фізико-механічних властивостей пінобетону обмежується нормативними документами. Звичайно ж нема необхідності перевищувати величини. Тобто, якщо за нормами міцність пінобетону який має середню щільність  $600 \text{ кг/м}^3$  повинна бути 2,5 МПа, а при введенні отриманої

комплексної добавки міцність пінобетону складе 6 МПа, то такий метод застосування добавки не доцільний. В той же час виникає можливість зменшити міцність пінобетону з комплексною добавкою з 6 МПа до потрібних 2,5 МПа за рахунок заміни частини цементу інертними мінеральними речовинами.

Проведеними дослідженнями встановлено, що для цього достатньо замінити 11,5% цементу тонкодисперсними відходами збагачення залізних руд, які одночасно виконують роль і мінеральної добавки і залізовміщуючого компонента.

В наслідок такої заміни міцність пінобетону становила 2,6 МПа, середня щільність  $603 \text{ кг/м}^3$ , а витрата цементу зменшилася на 11,5 %.

Результати наступних дослідів показали, що введення до складу пінобетону комплексної добавки приводить до підвищення його морозостійкості на 30-100%.

При цьому на 25-40% знижується вплив позитивних температур на формування фізико-механічних властивостей бетону за рахунок модифікації його пористої структури, що відбувається шляхом підвищення ступеня зв'язування води.

Розроблена комплексна добавка і технологія її застосування була впроваджена ТОВ «Прспект СМ» (м. Кривий Ріг) при виробництві стінових блоків.

Для виробництва бетонної суміші застосовувався Криворізький портландцемент типу ПЦ ІІ/Б-ІІІ-400. У виробництві використовували водну суспензію комплексної добавки під назвою «Добавка РМ-1», яку вводили в бетонну суміш у кількості 0,01% від маси цементу (0,5 л. суспензії на  $1 \text{ м}^3$  готової бетонної суміші). Склад бетону (витрата цементу, води і заповнювача) був прийнятий аналогічний робочому складу пінобетону, що випускається підприємством.

Бетонну суміш отримували за прийнятим на виробництві методом: змішування цементу, заповнювача і води з добавкою з наступним змішуванням отриманої суміші з попередньо отриманою піною.

Щільність бетонів у віці 28 діб складає: того, що випускається підприємством –  $598 \text{ кг/м}^3$ , пропонованого, –  $593 \text{ кг/м}^3$ , міцність бетону, відповідно 2,24 МПа і 2,48 МПа, що відповідає вимогам норми.

З 01.08.2007 р. по 31.08.2008 р. здійснено випуск стінових блоків з пінобетону на основі комплексної мінерально-органічної добавки в об'ємі  $7556 \text{ м}^3$ .

Отримані результати дозволили зробити висновок:

Введення добавки РМ-1 до складу пінобетону в умовах виробництва ТОВ «Прспект СМ» в кількості  $0,5 \text{ л/м}^3$  дозволяє понизити витрату цементу на  $50 \text{ кг}$  на  $1 \text{ м}^3$  пінобетону із збільшенням вмісту річкового піску при збереженні його фізико-механічних властивостей (клас по міцності при стиску, середня щільність).

Зниження витрат за статтю «Матеріали» при використанні розробленого бетону, що містить комплексну добавку склало  $29,63 \text{ грн/м}^3$ . Загальний економічний ефект від впровадження бетону на основі комплексної мінерально-органічної добавки склав 223884 грн.

Таким чином, на підставі проведених експериментів можна зробити наступні

## Висновки

1. Сумісне введення у пінобетон поліспирту та залізовмісної речовини, як компонентів комплексної добавки, збільшує щільність пінобетону на 5-10%, що підтверджує утворення нових речовин, які місять підвищену кількість хімічно зв'язаної води.

2. Введення комплексної добавки у пінобетон призводить до збільшення його міцності, це збільшення тим значніше, чим більше пористість бетону, тобто менше його щільність. Оптимальний вміст комплексної добавки, при якому забезпечується максимальний приріст міцності бетону складає 0,5...1,0% від маси цементу.

3. Введення комплексної добавки у пінобетон забезпечує можливість зменшення витрати цементу при отриманні пінобетону, що призводить до зменшення вартості матеріальних ресурсів при реалізації будівельних проектів.

## Література

- [1] Фридрихсберг Д. А. Курс коллоидной химии / Д. А. Фридрихсберг: [учеб. для вузов] — [2-е изд., перераб. и доп.]. — Л.: Химия, 1984. — 368 с.
- [2] Стольников В.В. – Воздухововлекающие добавки в гидротехническом бетоне / Под редакцией Рибендера П.А. – Л.: Государственное энергетическое издательство, 1953. - 168 с.
- [3]. Глембицкий В. А. Флотация железных руд /В. А. Глембицкий, Г. А. Бехтля – Недра, 1964. – 346 с.
- [4]. Вопросы теории и технологии флотации: [труды института Механобр.]. – вып. 124. – Л.: Отраслевое бюро технической информации института Механобр, 1959. – 392 с.
- [5] Касторных Л. И. Добавки в бетоны и строительные растворы : [учебно-справочное пособие] / Л. И. Касторных – Ростов н/Д.: Феникс, 2005. – 221 с. – (Строительство).
- [6] Лукьянов А. Б. Физическая и коллоидная химия / А. Б. Лукьянов – М.: Химия, 1980. – 224 с.
- [7] Воюцкий С. С. Курс коллоидной химии / С. С. Воюцкий: – [учеб. для вузов] — [2-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Химия, 1975. – 512 с.