

Results. The method of determination of optimal annual volumes of liquidation of the overburden lag in the course of changing the ore productivity of the open pit, as well as the criterion of evaluation of open pit options in the conditions of the elimination of the overburden lag is developed.

Scientific novelty. The proposed methodology for determining the annual volume of liquidation of the overburden lag when changing the ore productivity of the open pit allows you to take into account the relationship between the mining regime and the productivity of the open pit, providing the standard of ready-to-remove minerals.

Practical significance. The results of the performed research can be used by design organizations and mining enterprises in determining the performance of the open pit on ore.

Keywords: *iron ore open pits, overburden works, overburden factor, lag of overburden works*

УДК 691.175:678

© Н.П. Мельниченко

**ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНОГО
КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БЕТОНІВ, ПРИЗНАЧЕНИХ
ДЛЯ РЕМОНТУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

© N. Melnychenko

**USE OF WASTES OF THE MINERAL COMPLEX FOR THE PRODUCTION
OF CONCRETES INTENDED FOR REPAIR OF BUILDING
CONSTRUCTIONS**

Мета. Основна мета дослідження полягає у підвищенні якості бетону з використанням залізовмісних відходів гірничо-збагачувального комбінату. З цією метою було вивчено властивості зазначеного бетону в період змінної температури навколишнього середовища.

Методика. Вимірювання нормальної щільності цементної тіста та його реологічних властивостей проводили за стандартною методикою. Пластична міцність цементної тіста та суміші визначалася за допомогою методу усадки і вимірювалася глибиною занурення в суміш розчину сталевго конуса. З напівфабрикату цементної маси та різнокомпонентної суміші виготовляли зразки призм $40 \times 40 \times 160$ мм, які були досліджені на згинання та стиснення. Під час формування зразків ущільнення виконувалося на лабораторній віброплатформі.

Досліджено вплив залізовмісних відходів Інгулецького гірничо-збагачувального комбінату на властивості бетонів, призначених для ремонтну будівельних конструкцій. Результатами експериментів доведено, що використання залізовмісних добавок при виготовленні бетону підвищує його адгезію до ремонтної конструкції та збільшує діапазон температур його використання у зимовий період часу.

Наукова новизна полягає у тому, що теоретично доведено й експериментально підтверджено досягнення високих значень міцності при стисканні та адгезії до будівельних конструкцій і морозостій-

кості бетону на відходах ГЗК, призначеного для виготовлення та ремонту конструкцій, який твердіє в умовах знакозмінних температур за рахунок його модифікації комплексною добавкою, що складається із залізовмісної мінеральної речовини і натрієвих солей вищої жирної й кремнієвої кислот. Розроблено оптимальний склад комплексної добавки на основі залізовмісної мінеральної речовини та суміші натрієвих солей вищої жирної й кремнієвої кислот, який забезпечує максимальне зниження впливу знакозмінних температур на експлуатаційні властивості бетону.

Практичне значення досліджень полягає в установленні меж використання залізовмісних відходів гірничо-збагачувальних комбінатів для виробництва бетонів, що дає можливість отримати бетон з модифікованим залізним цементом, який може використовуватися для ремонтів у період змінної температури. Крім того, адгезія бетону на відходах ГЗК до відремонтованої конструкції значно перевищує адгезію бетону, що містить інші добавки. Це також значно знижує вартість бетону за рахунок зменшення кількості використаного цементу.

Ключові слова: відходи гірничо-збагачувального комплексу, бетон, адгезія, залізовмісна добавка

Постановка проблеми. В період економічної нестабільності в Україні досить гостро стоїть питання зменшення собівартості продукції та економне використання природних ресурсів. Багато уваги приділяється пошуку шляхів здешевлення будівництва нових і ремонту старих будівель та споруд за рахунок застосування в якості заповнювачів у будівельних сумішах відходів гірничо-збагачувальних комбінатів. Особливо це стосується промислових споруд ГМК, так як переважна більшість з них була збудована ще в шестидесяті роки та практично вичерпала свій ресурс. Тому завдання пошуку шляхів продуктивного використання шламових мас для здешевлення будівництва з одночасним підвищенням його якості є вельми **актуальним**.

Як показує **аналіз останніх досліджень**, проблемі використання та переробки вторинних ресурсів гірничо-збагачувального комплексу (ГЗК) приділяється багато уваги. Це пов'язане з тим, що відходи, які складуються на земельних ділянках та у хвостосховищах, негативно впливають на навколишнє середовище, займають території, на яких можна було б розмістити об'єкти сільськогосподарства, забруднюють водойми. Їх токсичні складові випаровуються, вивітрюються та просочуються у ґрунт. На гірничо-збагачувальних комбінатах України щорічно утворюється близько 60 млн т. відходів збагачення. Якщо прийняти, що середній вміст заліза в їх складі – 12 мас.%, то в хвостосховищах до теперішнього часу закладовано 360 млн т. заліза при щорічному прирості цього показника 7,2 млн т. [1]. У межах гірничих відводів Кривбасу накопичено понад 6 млрд т. відходів видобутку і переробки руд, в тому числі близько 3 млрд т. зосереджено в шламонакопичувачах, які є за своїм речовинним складом техногенними родовищами залізовмісної сировини. Вирішення цієї проблеми переважно відбувається за напрямками: розробка технологій для вторинного використання ресурсів, розробка технологій утилізації промислових відходів, а також використання відходів в інших галузях промисловості, що дозволить знизити їх негативний вплив на навколишнє середовище.

У вітчизняній промисловості накопичено багато досвіду використання вторинної сировини ГЗК для виготовлення будівельних матеріалів. Але, як показує аналіз досліджень, питання використання розчинів та виробництва бетону на модифікованому залізом цементі, призначеного для виконання ремонтних робіт в період дії знакозмінних температур, **вивчено недостатньо**. Проведені дослідження [2] показали, що «хвости» збагачення залізних руд при активації їх вапном і цементом дозволяють отримати матеріал міцністю до 10 МПа, силікатами натрію – до 40 МПа, а при активації силікатами натрію і техногенним склом – до 60 МПа. Використання залізовмісних речовин для виготовлення пористих бетонів [3] дозволяє підвищити міцність пористого бетону на 35÷40 %, підвищити морозостійкість бетону та знизити витрату цементу на 50 кг/м³. Бетон, модифікований добавками на основі заліза, дає гарні результати при бетонуванні в період дії знакозмінних температур [4], що має важливе значення, оскільки виконання ремонтів не може бути обмеженим лише періодом дії позитивних температур. У зв'язку з чим **в дослідження закладалась ідея** вивчення властивостей бетону на відходах ГЗК, модифікованого залізом цементу, в період дії знакозмінних температур.

Задачі досліджень формувались відповідно до потреб промисловості. А саме: використання відходів ГЗК з метою скорочення їх обсягів та розробка складу бетонів для ремонту будівельних конструкцій будівель та споруд ГЗК в період дії знакозмінних температур. Звичайне погіршення властивостей бетону, що спостерігається при заморожуванні, розвиток поверхневого й структурного тріщиноутворення, випадки передчасної руйнації бетонних елементів пояснюються відсутністю оптимальної технології його виготовлення й укладання. При цьому виявляються марними окремі ефективні технологічні заходи, що не відповідають суміжним технологічним операціям, властивостям вихідних матеріалів і конкретним умовам проведення ремонтних робіт.

Викладення матеріалу досліджень. Роботи в галузі дослідження впливу властивостей навколишнього середовища на властивості будматеріалів з відходів ГЗК належать до комплексних досліджень. Умови ж твердіння зазначеного бетону, який застосовується для виготовлення ремонтних елементів, суттєво відрізняються від умов твердіння цього ж бетону в конструкціях. Насамперед це стосується процесів переносу мас і водовиділення. Ремонтний прошарок бетону за своєю конфігурацією належить до плоских конструкцій і відрізняється від основної маси конструкцій наявністю великої площі відкритої поверхні, через яку бетон охолоджується, волога мігрує з нього, як у зовнішнє середовище, так і в бетон ремонтваної конструкції. Отже, переносити закономірності формування властивостей бетону в будівельних конструкціях на бетон ремонтних елементів неприпустимо, тому треба вивчати вплив зазначених особливостей конфігурації цих елементів на процеси, що відбуваються при твердінні бетону.

Крім того, бетон, який застосовується для виготовлення ремонтних елементів, повинен володіти цілою низкою специфічних властивостей, таких, як вла-

сна знижена деформативність, така ж під дією навантаження, підвищеною міцністю при стисканні. Важливе значення має міцність зчеплення ремонтного бетону з бетоном ремонтної конструкції та з арматурою для армованого ремонтного елемента.

Аналіз наукових джерел і даних виробництва, основні положення теорії дисперсних систем, а також відомі дослідження в галузі застосування бетону на відходах ГЗК в умовах змінних температур навколишнього середовища дозволили сформулювати робочу гіпотезу досліджень:

– забезпечення необхідних експлуатаційних властивостей бетону, призначеного для виготовлення та ремонту бетонних і залізобетонних конструкцій, що твердіє в умовах знакозмінних температурних впливів навколишнього середовища, досягається шляхом керування його структуроутворенням за рахунок модифікації його структури комплексною добавкою на основі суміші натрієвих солей вищої жирної й кремнієвої кислот і залізвмісної мінеральної речовини;

– модифікація структури такого бетону зазначеною комплексною добавкою дозволить знизити вплив знакозмінних і негативних температур навколишнього середовища на його властивості і, як наслідок, знизити його деформативність і підвищити міцність при стисканні, міцність зчеплення з бетоном ремонтної конструкції; підвищення довговічності одержаного бетону для ремонту бетонних і залізобетонних конструкцій в умовах дії знакозмінних і негативних температур із заданим рівнем проектних властивостей стає можливим в результаті спрямованого керування технологічним процесом бетонування.

Одним із факторів, що визначають якість бетонів і розчинів, які наносяться на поверхню будівельних конструкцій, як при їх посиленні, так і при опрацюванні, є адгезія цементного тіста до основи, на яку воно наноситься. Спільна робота будівельної конструкції й бетону, який на неї наноситься, забезпечується якістю їхньої контактної зони, що, відповідно до [5], характеризуються насамперед суцільністю контакту та його міцністю.

Процеси структуроутворення в контактній зоні між матеріалом будівельної конструкції й бетоном, який на неї наноситься, відрізняються від процесів структуроутворення, що проходять в об'ємі бетону і цементного тіста. Це положення обумовлюється тим, що в контактній зоні один з елементів цієї системи – поверхня будівельної конструкції, знаходиться у твердому стані. Отже, більшість реакцій взаємодії між матеріалом будівельної конструкції й компонентами бетону, який на неї наноситься, будуть проходити лише на межі їхнього поділу. Ступінь цих взаємодій визначає міцність їхнього контакту (контактного прошарку). Відповідно до [6], міцність контактної прошарку насамперед формується за рахунок адгезії нанесеного бетону до поверхні будівельної конструкції та їхнього механічного зачеплення.

Питанням вивчення впливу механічного зачеплення «нового» і «старого» бетонів на міцність їхнього контакту присвячено достатню кількість робіт провідних вчених. Проблему впливу адгезійної складової на міцність контактної

прошарку бетонів розглянуто в ряді робіт [7], проте на сьогоднішній день немає достатньо повних даних для описання цього впливу, тому було проведено роботу з дослідження адгезії бетону до матеріалів будівельних конструкцій. Відповідно до [7], робота адгезії може бути описана рівнянням $W_a = W_1 \cdot n$, де W_1 – енергія одиничного адгезійного зв'язку; n – кількість зв'язків. Отже, при однаковій величині енергії одиничного адгезійного зв'язку збільшення кількості зв'язків (контактів) приведе до збільшення адгезії. Збільшення ж кількості зв'язків n відбувається при адсорбції компонентів цементу – компонента бетону, нанесеного на поверхню конструкції. Вірність цього положення доведено в [2, 3].

Результати досліджень показали, що введення в портландцемент комплексної добавки, яка складається з залізовмісної речовини й молекулярно-колоїдної лужної ПАР, за рахунок збільшення ступеня конденсації компонентів цієї системи на поверхні конструкції, забезпечує високу міцність зчеплення «нового» бетону з матеріалом конструкції. При цьому міцність їхнього контакту залишається достатньо високою і при дії негативних температур.

В роботі [6] зазначено, що перед початком укладання бетонної суміші на поверхню конструкції у зимовий час необхідно видаляти пил з цієї поверхні та прогрівати її до температури, не менше 5 °С на глибину, не менше 10 см. Це здійснити, особливо у стислих умовах ремонтних робіт, досить складно і потребує значної витрати енергії.

Тому дослідження бетонів на відходах ГЗК, які можна використовувати для виконання ремонтних робіт в умовах дії знакозмінних температур, є актуальними.

При проведенні експериментів, як заповнювачі використовувалися матеріали, які застосовуються для виробництва бетону: дніпровський річковий пісок та відходи Інгулецького ГЗК (табл. 1).

Таблиця 1

Властивості дрібного заповнювача

| Вид заповнювача | Істинна щільність, кг/м ³ | Насипна щільність, кг/м ³ | Часткові залишки на ситах, % | | | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|------|------|-------|------|
| | | | 2,5 | 1,25 | 0,63 | 0,315 | 0,16 |
| Класифіковані відходи ГЗК | 2650 | 1520 | 16,1 | 22,9 | 52,7 | 7,8 | 0,5 |
| Пісок річковий дніпровський | 2600 | 1490 | - | 12,1 | 26,9 | 32,6 | 28,4 |

Як залізовмісний компонент комплексної добавки застосовувалися: закис заліза – FeO, і гірські породи родовищ Криворізького залізорудного басейну, що переважно складаються з кварцу – SiO₂, сидериту – FeCO₃ і магнетиту – Fe³⁺₂Fe²⁺O₄ (табл. 2, 3).

Вибір у якості залізовмісного компонента комплексної добавки гірських порід родовищ Криворізького залізорудного басейну зумовлено висновками, що вони можуть бути використані в бетонах, призначених для підсилення будівельних конструкцій.

Таблиця 2

Хімічний склад гірських порід родовищ Кривбасу

| Склад основних компонентів, % | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------|-----|
| SiO ₂ | Fe·O·Fe ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | FeCO ₃ | CaO |
| 58,0 | 20,8 | 17,5 | 10,0 | 1,0 |

Як органічний компонент комплексної добавки, базуючись на даних роботи, використовується олеат натрію. Як силікатний компонент комплексної добавки застосовано силікат натрію, що характеризується розміром силікатного модуля 2,8.

Таблиця 3

Мінералогічний склад гірських порід родовищ Кривбасу (%)

| Кварц | Залізо | Магнетит | Гематит | Сидерит | Силікати заліза | Оксид сірки | Оксид кальцію |
|-------|--------|----------|---------|---------|-----------------|-------------|---------------|
| 52 | 8,2 | 20,8 | 1,9 | 10,0 | 6,5 | 0,3 | 0,3 |

Параметрами, що варіюють, для цієї системи були: вміст у цементному тісті олеату й силікату натрію, температура цементного тіста й основи. Вихідним параметром – міцність зчеплення цементного тіста з бетонною основою. Цементне тісто виготовлялося на Криворізькому портландцементі, в який вводили комплексну добавку комплексів «залізовмісна речовина – олеат натрію – силікат натрію» – «ЖОСН». Вміст залізистої речовини у цементному тісті в усіх випадках складав 19% від маси цементу. Для виробництва опоряджувального розчину застосовували портландцемент М400 Криворізького гірничо-цементного комбінату, олеат натрію у кількості 0,2% від маси цементу та силікат натрію – у кількості 1% від маси цементу. Частина цементу (19%) було замінено на тонкозернисту фракцію шламів ІнГЗК. В якості дрібного заповнювача використовували Дніпровський річковий пісок.

В умовах експерименту введення в цементне тісто комплексної добавки «ЖОСН», при позитивних температурах цементного тіста й основи, приводить до збільшення міцності їхнього зчеплення, що перевищує міцність зчеплення з цією основою цементного тіста, яка містить інші добавки.

Розрахунками встановлено, що оптимальним за величиною адгезії цементного тіста до бетонної поверхні при позитивній температурі системи є вміст у цементному тісті олеату натрію в кількості 0,2%, а силікату натрію – 1% від маси цементу.

Протягом часу при дії низьких позитивних і негативних температур формування адгезійного зчеплення в усіх випадках продовжується (рис. 1, 2). Збільшення міцності зчеплення цементного тіста з бетонною основою відбувається швидше при використанні комплексної добавки «ЖОСН», що пояснюється меншим впливом температур на структуру води в цьому цементному тісті.

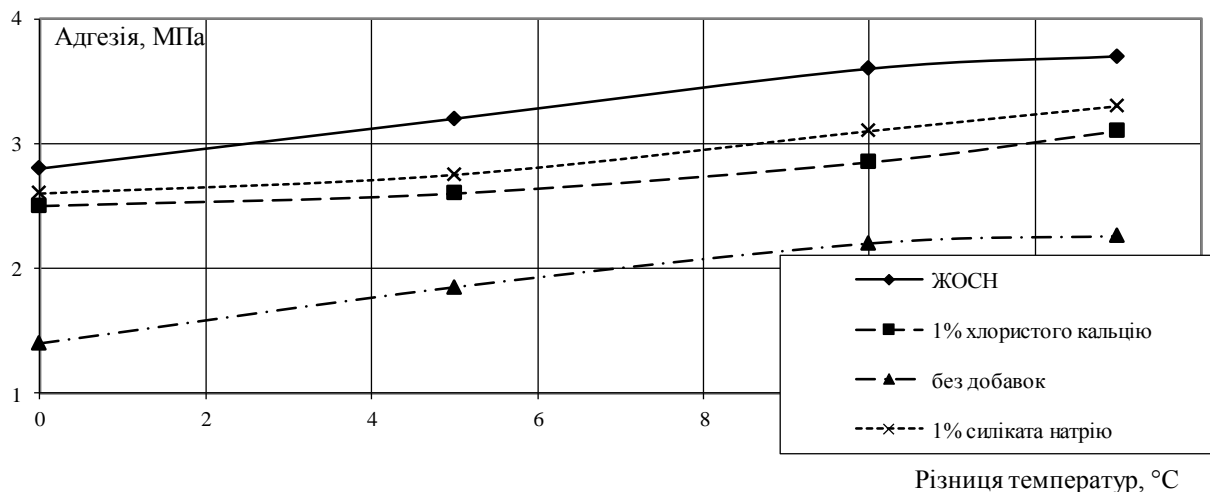


Рис. 1. Адгезія при температурі 5°C

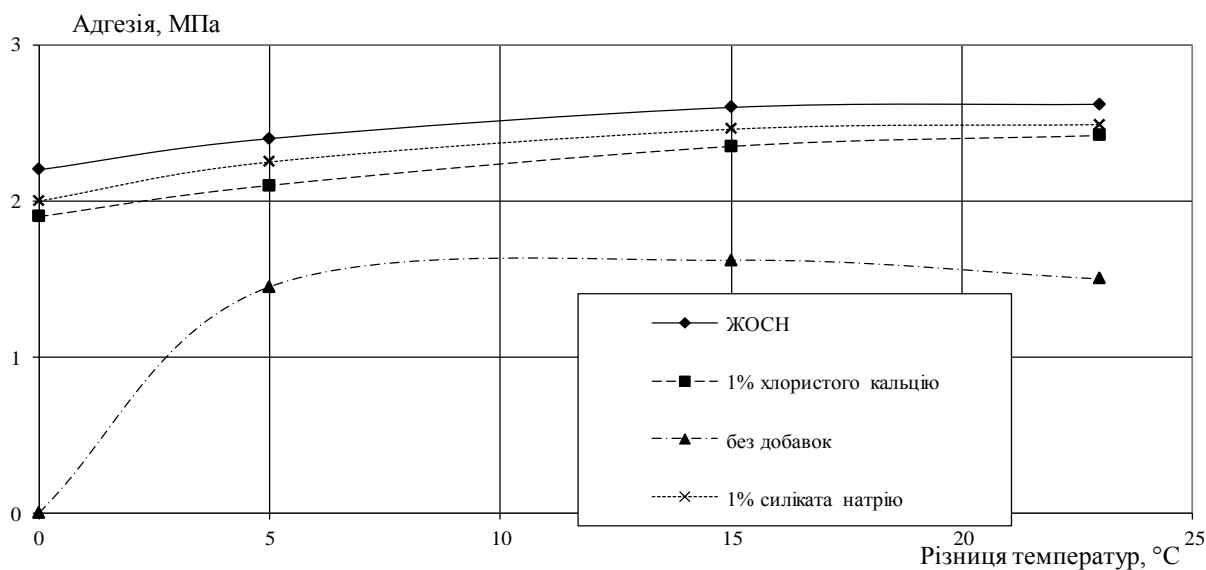


Рис. 2. Адгезія при температурі -5°C

Отже, введення в цементне тісто комплексної добавки «ЖОСН» приводить до збільшення міцності зчеплення цементного тіста з бетонною основою. Причому, комплексна добавка «ЖОСН» забезпечує більшу адгезію і знижує вплив на неї температури системи. При цьому мінімальне зниження міцності зчеплення з основою спостерігається в цементному тісті, яке містить комплексну добавку «ЖОСН». Очевидно, що добавка «ЖОСН» за рахунок підвищеної водоутримуючої спроможності перешкоджає міграції вологи з цементного тіста до ос-

нови, що й забезпечує його підвищену адгезію. Для підтвердження цього висновку було визначено водоцементне відношення в цементному тісті за висотою його прошарку. Для цього після нанесення цементного тіста на основу, після однієї години витримки, з нього зрізалися прошарки, завтовшки ($1 \pm 0,2$ мм). Відібрану пробу зважували й висушували до постійної маси при температурі 105°C . Водоцементне відношення в кожному прошарку визначалося за формулою $V/C = P_v/P_c$, де P_v – маса води в пробі; P_c – маса цементу в пробі.

В умовах експерименту зниження температури основи до негативної призводить до збільшення водоцементного відношення в зоні контакту цементного тіста з основою. В умовах експерименту зниження температури системи «цементне тісто – основа» призводить до зменшення адгезійного зчеплення елементів системи. При цьому введення в нашу систему комплексної добавки «ЖОСН» у межах експерименту знижує вплив температури на величину адгезії, що пояснюється зниженням температури втрати рухливості цементним тістом і участю у формуванні міцності контакту вуглеводневих радикалів олеїнової кислоти.

Висновки. На основі виконаних автором досліджень отримано науково нові результати: теоретично доведено й експериментально підтверджено досягнення високих значень міцності при стисканні та адгезії до будівельних конструкцій і морозостійкості бетону на відходах ГЗК, призначеного для виготовлення та ремонту бетонних і залізобетонних конструкцій, який твердіє в умовах знакозмінного температурного впливу навколишнього середовища за рахунок його модифікації комплексною добавкою, що складається із залізовмісної мінеральної речовини і натрієвих солей вищої жирної й кремнієвої кислот. Розроблено оптимальний склад комплексної добавки на основі залізовмісної мінеральної речовини та суміші натрієвих солей вищої жирної й кремнієвої кислот, який забезпечує максимальне зниження впливу знакозмінних температур навколишнього середовища на експлуатаційні властивості бетону.

Отримані результати дозволяють конкретно якісно і кількісно оцінювати умови, ступінь і область потенційного застосування бетонів на відходах ГЗК, що суттєво підвищує достовірність прогнозування та значно спрощує планування диверсифікації продукції гірничорудних підприємств.

Перелік посилань

1. Губина, В.Г. (2010). Железосодержащие отходы предприятий горно-металлургического комплекса Украины. *Геолого-мінералогічний вісник*, № 1-2 (23-24), 97-100.
2. Шишкин, А.А., Шишкина, А.А. и Щерба, В.О. (2013). Особенности использования отходов горно-обогатительных комбинатов в производстве строительных материалов. *Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури*, вип. 1(99), 9-12.
3. Шишкина, А.А., Хильченко, А.П. и Мельниченко, Н.П. (2017). Пористые бетоны на основе железосодержащих веществ. *Вісник КНУ*, №44, Кривий Ріг: ДВНЗ «Криворізький національний університет», 117-122.
4. Шишкін, О.О., Герасимова, К.В. и Мельниченко, Н.П. (2006). Властивості бетонної суміші, що містить комплексну добавку. *Строительство, материаловедение, машиностроение. Серия: Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-*

гражданского, промышленного и транспортного назначения, вып. 37, Днепропетровск, 97-102.

5. Руденко, Н.Н. (1999). *Тяжелые бетоны с высокими эксплуатационными свойствами*. Днепропетровск: Арт-Пресс.
6. Миронов, С.А. (1975). *Теория и методы зимнего бетонирования*. М.: Стройиздат.
7. Большаков, В.И. и Деревянко, В.Н. (2001). *Дисперсно-армированные покрытия строительных конструкций и технологического оборудования*. Днепропетровск: Gaudeamus.

АННОТАЦИЯ

Основная цель исследования заключается в повышении качества бетона с использованием железосодержащих отходов горно-обогатительного комбината. С этой целью было изучено свойства указанного бетона в период переменной температуры окружающей среды.

Методика. Измерения нормальной плотности цементной теста и его реологических свойств проводили по стандартной методике. Пластическая прочность цементного теста и смеси определялась с помощью метода усадки и измерялась глубиной погружения в смесь стального конуса. Из полуфабриката цементной массы и разнокомпонентной смеси изготавливали образцы призм 40×40×160 мм, которые были исследованы на изгиб и сжатие. При формировании образцов уплотнение выполнялось на лабораторной виброплатформе.

Исследовано влияние железосодержащих отходов Ингулецкого горно-обогатительного комбината на свойства бетонов, предназначенных для ремонта строительных конструкций. Результатами экспериментов доказано, что использование железосодержащих добавок при изготовлении бетона повышает его адгезию к ремонтной конструкции и увеличивает диапазон температур его использования в зимний период времени.

Научная новизна заключается в том, что теоретически доказано и экспериментально подтверждено достижение высоких значений прочности при сжатии, адгезии к строительным конструкциям и морозостойкости бетона на отходах ГОК, предназначенного для изготовления и ремонта конструкций, который твердеет в условиях знакопеременных температур за счет его модификации комплексной добавкой, состоящей из железосодержащего минерального вещества и натриевых солей высшей жирной и кремниевой кислот. Разработан оптимальный состав комплексной добавки на основе железосодержащего минерального вещества и смеси натриевых солей высшей жирной и кремниевой кислот, обеспечивающих максимальное снижение воздействия знакопеременных температур на эксплуатационные свойства бетона.

Практическое значение исследований заключается в установлении границ использования железосодержащих отходов горно-обогатительных комбинатов для производства бетонов, что дает возможность получить бетон с модифицированным железным цементом, который может использоваться для ремонтов в период переменной температуры. Кроме того, адгезия бетона на отходах ГОК к ремонтируемой конструкции значительно превышает адгезию бетона, содержащего другие добавки. Это также значительно снижает стоимость бетона за счет уменьшения количества использованного цемента.

Ключевые слова: *отходы горно-обогатительного комплекса, бетон, адгезия, железосодержащая добавка*

ABSTRACT

Purpose. The main purpose of the research is to improve the quality of concrete using iron-containing wastes of the mining and processing complex. For this purpose, the properties of the obtained concrete have been studied in the period of sign-variable ambient temperatures.

The methods. The measurements of the normal density of the cement paste and its rheological properties were carried out according to a standard procedure. The plastic strength of the cement paste and the mortar mixture was determined with the help of StrotsNIIIil and was measured by the depth of immersion in the solution mixture of the steel cone. From the semi-final cement paste and mortar mix, 40 x 40 x 160 mm beam samples were prepared, which were examined for bending and compression. During the formation, the images were condensed on a laboratory vibroplatform.

Findings. The use of iron-containing wastes of mining and processing enterprises for the production of concretes makes it possible to obtain concrete that can be used for repair work during the period of alternating temperatures. Moreover, the adhesion of concrete to the structure being repaired considerably exceeds the adhesion of concrete containing other additives.

The originality is the determination of the optimal composition of concrete on the basis intended for carrying out repair work directly on the territory of the mining and processing complex.

Practical implications. The use of concretes with modified iron cement will allow performing repair work during the alternating temperatures. And it will also have a significant reduction in the cost of concrete due to a reduction in the amount of cement used and the cost of repair work for a set of lowering the cost of transportation services

Keywords: *Adhesion, concrete, iron-containing additive, oleate waste of mining and processing complex*

УДК 622.235:622.271

© А.А. Скачков

МЕТОДОЛОГІЧНЕ ПІДґРУНТЯ РОЗРОБКИ СИМЕТРИЧНОГО ПІДРИВАННЯ В УМОВАХ ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО ЕНЕРГОНАСИЧЕННЯ МАСИВУ ГІРСЬКИХ ПОРІД ВИБУХОМ

© A. Skachkov

METHODOLOGICAL BASIS FOR THE DEVELOPMENT OF SYMMETRIC BLASTING IN CONDITIONS OF DIFFERENTIAL ENERGY ACCUMULATION OF THE ROCK MASSIVE BY EXPLOSION

Мета досліджень – обґрунтування загального підходу щодо розробки технології руйнування масиву скельних гірських порід в умовах симетричної дії свердловинних зарядів; фор-