

УДК 666.692

БІСЕРНІ ЗАПОВНЮВАЧІ – ПОРОРИТИ ДЛЯ БЕТОНІВ ІЗ ВІДХОДІВ ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ КРИВОГО РОГУ

BEAD FILLERS - POROURITES FOR CONCRETE FROM WASTES OF THE MINING ENTERPRISES OF KRYVIY RIH

Хільченко О.П., ст. викладач (Криворізький національний університет, м.Кривий Ріг Україна)

Khilchenko O.P., Senior Teacher (Kryviy Rih National University, Kryviy Rih, Ukraine)

Приведені оптимальні технологічні режими виготовлення бісерних заповнювачів--пороритів, а також властивості їх сировинних гранул. Виконані дослідження дозволили розробити новий спосіб виготовлення бісерного заповнювача для бетону та визначити залежність крупності сировинного порошку і часу його грануляції на властивості гранул порориту.

Reducing the raw material base is one of the main problems of the construction materials industry. In the Kryviy Rih iron ore basin, poor iron ores are used by enrichment, which gives a large amount of waste that is stored in quantity of millions cubic meters. Wastes worsen the environment in Kryviy Rih and can be considered as an artificially created raw material base for the manufacture of construction materials, including aggregates for concrete. The aim of this work is to obtain lightweight aggregates - porourites based on industrial wastes and to develop a method for their production. Standard and special methods were used to determine and study the properties of the components and the composition of the charge. To process the results of experiments, statistical analysis was used. When developing the composition of the mixture to obtain the raw granules of the porourite aggregate, the processes of crushing and mixing of raw materials and the influence of the size of the raw materials on the process of their manufacture were studied. Raw granules of artificial porous aggregate - porourite, consisting equally of silicate and shale industrial wastes, obtained with fineness of the latter less than 0.15 mm have the best performance. However, the process of manufacturing porourite granules satisfactorily proceeded at a fineness of 0.15 ... 1.15 mm. To increase the strength of raw granules with a 0.15 ... 1.15 mm shale size of technogenic raw materials, up to 2% of activated clay technogenic raw materials were added to the mixture, while their compressive strength reached 10.2 N / ok and impact strength of 5-6 times. An

increase in the amount of shale technogenic raw materials with a particle size of 3 ... 1.5 mm adversely affects the strength of raw granules; therefore, their maximum allowable particle size was limited to 1.2 mm. For the production of granules of porourite aggregate, their rapid heating was chosen at a rate of temperature increase of 90 ... 95 ° C / min to the expansion temperature, since this made it possible to obtain their lowest density. The studies performed helped us to develop a method for the production of artificial porous aggregate for concrete - porourite from waste products of Kryviy Rih enterprises.

Ключові слова: шихта, гранули, порорит, сланець, пульпа, бентоніт.
Charge, granules, porourite, slate, pulp, benton

Вступ. Будівельні матеріали виготовляють, в основному, з природної сировини [1]. Однак, щорічно здобич у великих кількостях природної сировини за наявності відходів гірничо-металургійних підприємств погіршує екологічну обстановку. Ці відходи виробництва шкідливо впливають на навколишнє середовище, так як їх часто викидають на звалище, оскільки не вважається потрібним їх використання в індустрії будівельних матеріалів [2].

Аналіз останніх досліджень. Зменшення сировинної бази є однією із головних проблем індустрії будівельних матеріалів [3].

Непомірні ціни на енергоносії приводить до зростання витрат на будівництво. Потреба в зниженні енергозатрат є актуальною. Оптимальний шлях вирішення цієї проблеми є підвищення термічного опору будівельних конструкцій споруд, що може бути досягнуте, за рахунок використання при їх будівництві економічного легкого бетону [4] з новими властивостями і значно зниженою теплопровідністю на нових пористих заповнювачах, виробництво яких економічніше ніж існуючих.

У Криворізькому залізорудному басейні великий розвиток отримало використання бідних руд шляхом їх збагачення. Збагачення залізних руд гірничо-збагачувальними комбінатами (ГЗК) супроводжується утворенням великої кількості відходів до 50...55% від їх початкової маси. Щорічно складається в сховища мільйони кубометрів відходів збагачення. Ці відходи погіршують екологію на Криворіжжі та їх можна розглядати як штучно створену сировинну базу для виготовлення будівельних матеріалів [5].

Застосування техногенної сировини для виготовлення пористих заповнювачів на Криворіжжі є актуальною, так як розширює сировинну базу і покращує екологічну обстановку.

На сьогоднішня промисловість будівельних матеріалів випускає цілий ряд штучних пористих заповнювачів. Це такі заповнювачі як: сланцепоритові та аглопоритові, щебінь, гравій, пісок; шлакова пемза; керамзит; перліт; глинозольний керамзит [7]; заповнювач на основі рідкого скла та відходів промисловості.

В теперішній час існує велика кількість технологій виготовлення штучних пористих заповнювачів і значна кількість рекомендованих складів шихти для їх виготовлення, в тому числі і з використанням відходів гірничо-збагачувальних комбінатів.

Аналіз відомих технологій отримання штучних пористих заповнювачів і складів шихти для їх приготування показав, що отримані в даний час по відомим технологіям і з відомих шихт легкі заповнювачі мають цілу низку недоліків. Зокрема, або одержувані заповнювачі не в повній мірі відповідають сучасним вимогам, або технологія їх отримання досить складна і малоефективна внаслідок високої енергоємності. [7].

Постановка мети та задач досліджень. Метою дослідження є отримання штучного бісерного пористого заповнювача-порориту виготовленого на основі відходів гірничо-металургійних підприємств Кривого Рогу .

Звідси випливають наступні завдання досліджень:

визначити вплив компонентів шихти для виготовлення бісерного пористого заповнювача-порориту з техногенних відходів на його властивості;

встановити взаємозв'язок між складом та властивостями компонентів шихти для виготовлення порориту при їх термообробці.

Методика досліджень. Дослідження шихт для отримання штучного пористого заповнювача з техногенних відходів склалися з наступних операцій: підготовки сировинної суміші, виготовлення гранул, випалення, визначення властивостей отриманого заповнювача.

Підготовка сировинної суміші полягала у фракціонуванні і дозуванні техногенних відходів в подальшому їх перемішуванні і подрібненні в кульовому млині .

Формування сировинних гранул відбувалося в грануляторі тарілчастого типу. Сировинні гранули формувалися розміром 3-5мм.

Випалення сировинних гранул здійснювалося в “трубній” печі, що оберталася.

Обпалені гранули заповнювача охолоджувалися при природній температурі після чого піддавалися дослідженню. При дослідженні вивчався вплив компонентів шихти для виготовлення штучного пористого заповнювача з техногенних відходів на його фізико-механічні властивості.

За допомогою поляризованого мікроскопу в світлі, що проходить і відбитому, проводили мікроскопічні дослідження структури сировини для виготовлення заповнювача-порориту згідно стандартних методик.

Мікроскопічні дослідження структури зразків заповнювача виконували на скануючому електронному мікроскопі .

Для проведення цих досліджень були виготовлені прозорі і поліровані шліфи.

Ці методи дали можливість встановити мінеральний склад сировини та гранул заповнювача і визначити взаємозв'язок між складом та властивостями

компонентів шихти для виготовлення штучного пористого заповнювача та процесом термообробки.

Для визначення мінерального складу кристалічної фази заповнювача застосовували рентгенофазний аналіз. Дослідження здійснювали на рентгенівському дифрактометрі.

Застосовувалися стандартні та спеціальні методи для визначення й дослідження властивостей компонентів та складу шихти, а також сировинних гранул заповнювача. Для обробки результатів експериментів використовували статистичний аналіз.

Результати досліджень. В даній роботі поставлена мета отримання легких заповнювачів- пороритів на основі відходів промисловості і розробка способу їх отримання, що відрізняється меншими енерговитратами в порівнянні з виробництвом керамзиту.

Дослідження і розробку технології виробництва порориту- заповнювача для бетону, проводили в лабораторії заповнювачів і бетонів кафедри технології будівельних виробів, матеріалів та конструкцій Криворізького національного університету.

Для визначення складу шихти використовували силікатні (пульпу), глинисті(бентонітові) та сланцеві розкриті породи кар'єрів , які не мають промислового використання . На основі вище названих компонентів були розроблені шість складів сировинних сумішей для одержання заповнювачів з різними властивостями. Застосування пиловидних матеріалів в шихті дозволило отримати сирі гранули порориту задовільної якості (таб. 1).

Таблиця 1

Якісні показники сирих гранул порориту різних складів

Шифр складу	Масова частка вологи, %	Міцність	
		при стиску, Н/ок	при ударі,
1	9,0	5,8	5
2	8,1	6.7	5
3	9,0	8.9	6
4	8,95	10,6	6
5	8,85	11,0	5
6	9,1	12,0	5

Введення в шихту менше 27% подрібненої сланцевої сировини не дозволяє отримати значно міцні гранули пористого заповнювача по ударних навантаженнях. На якість сирих гранул порориту робить значний вплив добавка в шихту до 3% активованої глинистої сировини.

Процес подрібнення сировинних матеріалів досить трудомісткий, тому були проведені дослідження впливу крупності сировини на процес виготовлення сировинних гранул порориту та їх міцності (табл. 2).

Найкращі показники сирих гранул штучного пористого заповнювача порориту, що складається порівну з силікатних техногенних відходів і зі сланцевих техногенних відходів, отримані при крупності останніх менше 0,15 мм. Однак, процес виготовлення гранул порориту задовільно протікав і при крупності 0,15...1,15 мм.

Для збільшення міцності сирих гранул при крупності сланцевої техногенної сировини 1...0,15 мм добавляли у шихту до 2% активованої глинистої техногенної сировини при цьому їх міцність при стисканні досягала 10,2 Н/ок та міцність при ударі 5-6 разів.

Таблиця 2

Зміна міцності сирих гранул при різній крупності сланцю

Масова частка (%) класів, мм			Масова частка вологи,%	Міцність	
3 – 1	1 – 0,1	0,1 – 0,01		при стиску, Н/ок	при ударі, раз
0,0	0,0	100,0	9,0	10,2	5
0,0	10	90	8,1	10,2	5
5	35	60	9,0	9,7	7
15	60	25	9,1	7,3	5
25	65	10	9,3	6,6	6
0,0	100,0	0,0	9,1	9,6	5
100,0	0,0	0,0	9,1	4,9	5

Збільшення кількості сланцевої техногенної сировини крупності 3...1.5 мм несприятливо відбивається на міцності сирих гранул тому максимально допустиму її крупність обмежили величиною в 1.2 мм.

Термообробка сировинних гранул порориту здійснювалася з метою досягнення необхідної їх міцності при одночасному зниженні об'ємної насипної щільності. Цей процес складався з наступних операцій: сушка сирих гранул, їх нагрівання до температури спучування, витримка при температурі спучування і охолодження. [7].

Сушка сирих гранул при виробництві штучного пористого заповнювача порориту виконувалась традиційним методом. У процесі досліджень встановлено, що в порівнянні з керамзитовими гранулами тривалість процесу сушки сирих гранул порориту збільшується. [7]. Це обумовлено більш низькою температурою гранул заповнювача. З метою поліпшення процесу сушіння сирих гранул штучного пористого заповнювача – порориту і зниження його тривалості практично до звичайного рівня (10...15 хв) збільшили введення в усі склади шихт до 2...2,5% глинистої активованої техногенної сировини.

Кількість зміцнюючих і повітрявтягувальних домішок була в межах 5...45% і залежала від виду домішки.

При розробці способу виготовлення гранул штучного пористого заповнювача - порориту було досліджено два режими нагріву гранул до температури спучування: повільний (швидкість підвищення температури до 45°C/хв) і швидкий (швидкість підвищення температури до 90°C/хв). Встановлено, що за першим режимом досягається більша насипна щільність готового продукту (700...750 кг/ м³), ніж за другим (400...450 кг/ м³). Отже, для виробництва гранул заповнювача-порориту було вибрано їх швидке нагрівання зі швидкістю підвищення температури 90...95°C/хв до температури спучування.

Процес термообробки гранул проводили в електро- і газових печах в продовж 10...16хв при цьому збільшувався їх об'єм і зменшувалася щільність. Після випалу гранули являють собою високопористий матеріал .

Дослідження процесу спучування матеріалу свідчать про досить невисокий температурний рівень процесів для досліджених складів шихт.

Охолодження пористого заповнювача вимагає більшого на 35...45% часу, внаслідок зменшення товщини шару, якщо термічна обробка проводиться на конвеєрних машинах. При використанні для термічної обробки трубчастої обертової печі процес охолодження нічим не відрізняється від цього процесу при виробництві керамзиту

На рис. 1.1-1.3 приведені залежності властивостей сирцевих гранул і отриманого з них штучного пористого заповнювача від крупності техногенної сировини, кількості та щільності змочувального розчину та часу грануляції.

Зерна заповнювача округлої форми діаметром 5-7 мм з огляду нагадують бісер тому він має назву бісерний.

Висновки. Виконані дослідження дозволили розробити спосіб виробництва штучного пористого заповнювача для бетону – порориту із відходів підприємств Кривого Рогу. Даний спосіб і використані компоненти шихти відрізняються від відомих і забезпечують отримання якісного легкого заповнювача-порориту для легких бетонів.

Проведені дослідження дали змогу встановити необхідну крупність Н/гранул

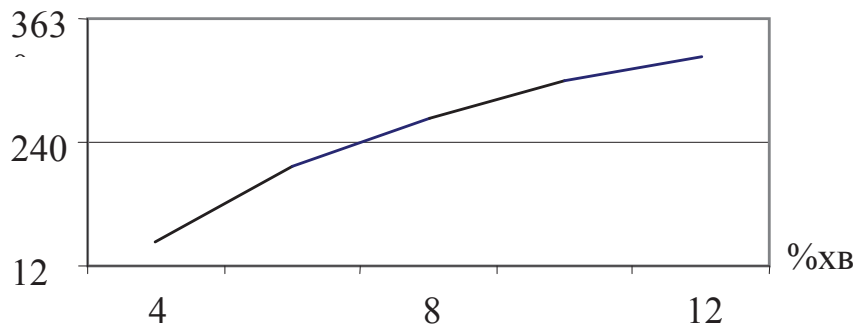


Рис. 1.1. Залежність міцності вологих сирцевих гранул від часу грануляції відходів, хв.

Н/гранул

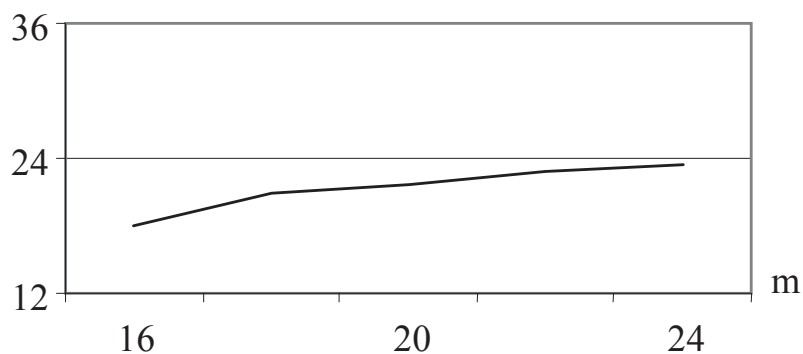


Рис. 1.2. Залежність міцності вологих сирцевих гранул від кількості змочувального розчину, m %

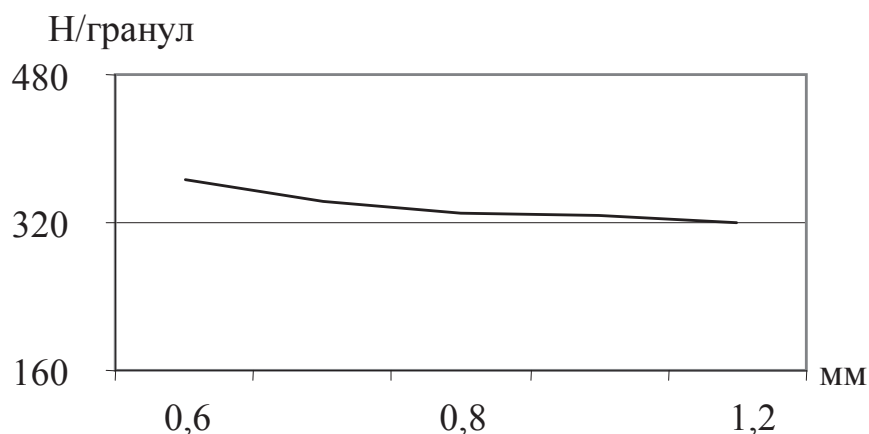


Рис.1.3 . Залежність міцності сухих сирцевих гранул від: крупності сировинного матеріалу, мм

Проведені дослідження дали змогу встановити необхідну крупність сировинних матеріалів, час їхньої грануляції в залежності від властивостей сировинних гранул штучного пористого заповнювача - порориту та встановити оптимальні їх значення:

міцність сировинних гранул при стисканні 10,1 Н/ок та міцність при ударі 6 разів; сировинні матеріали повинні бути подрібнені до частинок розміром 1,2 мм;

час грануляції порошку 4...6 хв.

Подальші проведення досліджень по використанню відходів підприємств Кривого Рогу для виготовлення будівельних матеріалів зокрема штучних пористих заповнювачів-пороритів є актуальним, так як розширює сировинну базу і покращує екологічну обстановку

1. Симонов М.З. Основы технологии легких бетонов / М.З. Симонов. – М.: Стройиздат, 1993. – 581 с.

Sy`monov M.Z. Osnovy technology`y` legky`x betonov / M.Z. Sy`monov. – М.:

Strojy`zdat, 1993. – 581 s.

2. Кривенко П.В. Заповнювачі для бетону: [Підручник] / П.В. Кривенко, К.К. Пушкар`ова, М.О. Кочевих. – К.: ФАДА ЛТД, 2001. – 399 с.

Kry`venko P.V. Zapovnyuvachi dlya betonu: [Pidruchny`k] / P.V. Kry`venko, K.K. Pushkar`ova, M.O. Kochevy`x. – K.: FADA LTD, 2001. – 399 s.

3. Барышников В.Г. Вторичные материальные ресурсы горной металлургии: [Справочник] / В.Г. Барышников, Г.И. Пашков и др. – М.: Экономика, 1986. – 344 с.

Barыshny`kov V.G. Vtory`chnnye matery`al`nye resursy gornoj metallurgy`y: [Spravochny`k] / V.G. Barыshny`kov, G.Y`. Pashkov y` dr. –M.:Экономы`ка,1986.– 344 s.

4. Онацкий С.П. Производство керамзита / С.П. Онацкий М.: Стройиздат, 1987. – 333 с.

Onaczky`j S.P. Proy`zvodstvo keramzy`ta / S.P. Onacztky`j. – M.: Strojy`zdat,1987. – 333 s.

5. Комиссаренко Б.С. Керамзитобетон для эффективных ограждающих конструкций / Б.С. Комиссаренко, А.Г.Чикноворьян. Самара: СамГАСА, 2003. –134 с.

Komy`ssarenko B.S. Keramzy`tobetон dlya efekty`vnyx ograzhdayushhy`x konstruksy`j / B.S. Komy`ssarenko, A.G.Chy`knovor`yan.–Samara: SamGASA,2003–134 s.

6. Шишкин А.А. Поризованные бетоны для ремонта строительных конструкций: Монография / А.А. Шишкин, Ю.И. Чабан. – Кривой Рог: «Минерал», 2005. – 160 с.

Shy`shky`n A.A. Pory`zovannnye betony dlya remonta stroy`tel`nyx konstruksij: Monografy`ya / A.A. Shy`shky`n, Yu.Y`. Chaban. – Kry`voj Rog: «My`neral»,2005.–160s.

7. Макридин Н.И. Искусственные пористые заполнители и легкие бетоны: учеб. пособие / Н.И. Макридин, И.Н. Максимова. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 324 с

Makry`dy`n N.Y`. Y`skusstvennye pory`stye zapolny`tely` y` legky`e betony: ucheb. posoby`e / N.Y`. Makry`dy`n, Y`.N. Maksy`mova. – Penza: PGUAS, 2013. – 324 s.