

БУДІВНИЦТВО

УДК 691(075)

DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2022.4/44>

Коверніченко Л.М.

Криворізький національний університет

Сізий Б.С.

Відокремлений структурний підрозділ

«Криворізький фаховий коледж Національного авіаційного університету»

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДІЛИ В ПІДГОТОВЦІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Стаття присвячена дослідженню будівельних матеріалів різноманітними методами. При дослідженні якісних показників компонентів, нових складів, технологічних удосконалень і т. п. Може бути застосована єдина методична основа. Вона полягає в тому, що досліджувані явища і характеристики порівнюють у відповідних умовах. Часто ці порівняння проводять при рівних, а не відповідних умовах, наприклад при рівній міцності, рівному фазовому складі, однакових технологічних операціях, що дорівнює витраті компонента і т. п. Тим часом таке порівняння правомірно тільки в окремому випадку. Досліджено що не можна, наприклад, без урахування структурних особливостей робити висновки про ідентичність якості двох матеріалів, що володіють однаковою міцністю або іншими однаковими властивостями.

Доведено, що метод вирішення такого завдання з позицій загальної теорії, полягає в тому, що порівнюються властивості в 'яжучих речовин при їх оптимальних структурах. І тому якщо серед порівнюваних речовин було знайдено в 'яжуче з найкращими показниками якості, то по закону обов'язкової відповідності властивостей воно буде найкращим і у виробі при прийнятих технологічних умовах і режимах. Отримані відомості про показники властивостей служать, крім того, вихідними даними при подальшому проектуванні оптимального складу, повністю задовольняє заданим технічним вимогам.

Визначено, що методичні основи теорії полягають також в тому, що за допомогою методу проектування видається необмежена кількість оптимальних складів. Однак, на заключній стадії проектування з багатьох оптимальних вибирають тільки один або кілька раціональних складів, які найбільш повно відповідають конкретним технологічним умовам, заданим показниками якості та економічної ефективності. Порівняння оптимальних складів між собою при виборі раціонального роблять за розрахунковими формулами і графіками-номограмами, що дозволяє без великих експериментальним досліджень порівнювати між собою основні характеристики при оптимальних структурах.

Ключові слова: будівельні матеріали, характеристика, порівняння, вибір, структури.

Вступ

Будівельні матеріали досліджують різноманітними методами. При дослідженні якісних показників компонентів, нових складів, технологічних удосконалень і т. п. Може бути застосована єдина методична основа. Вона полягає в тому, що досліджувані явища і характеристики порівнюють у відповідних умовах. Часто ці порівняння роблять при рівних, а не відповідних умовах, наприклад при рівній міцності, рівному фазовому складі, однакових технологічних операціях, що дорівнює витраті компонента і т.п. Тим часом таке порівняння правомірно тільки в окремому випадку. Не можна, наприклад, без урахування

структурних особливостей робити висновки про ідентичність якості двох матеріалів, що володіють однаковою міцністю або іншими однаковими властивостями.

Проблема і її зв'язок з науковими і практичними завданнями. У технології виробництва матеріалів можна виділити ряд типових операцій або технологічних переділів: підготовчі роботи; транспортування і зберігання (зазвичай в бункерах або силосах) підготовлення матеріалів; дозування; подача в змішувальний апарат; перемішування від дозованих матеріалів; транспортування отриманої суміші (маси) до місця її використання; застосування суміші (маси) в конструкціях, нових

технологічних переділах і т. п. з наданням їй зв'язкового стану у вигляді матеріалу, здатного зберегти необхідну форму на наступних стадіях технології; обробка сформованих матеріалів шляхом впливу температурних, силових та інших факторів звільнення виробів або конструкцій від допоміжних форм і транспортування, коли потрібно, до місць зберігання або нової спеціальної обробки; складування виробів і конструкцій виготовлених з матеріалу; оцінка якості продукції на різних стадіях технології виготовлення суміші (маси); транспортування готової продукції до місць застосування її в будівництві.

До найбільш важливих в структуроутворенні відносяться: підготовчі операції, перемішування від дозованих матеріалів, ущільнення суміші (маси), обробка відформованих виробів.

Аналіз досліджень і публікацій. Підготовчі операції супроводжують практично всі технологічні процеси. Основне завдання підготовчих операцій полягає в розкритті потенційних властивостей вихідних матеріалів, особливо наповнювачів і в'язучої речовини. На стадії підготовчих операцій кожен матеріал-компонент суміші – виходить по можливості найбільший термодинамічний активний стан. Залежно від різновиду підготовлюваного матеріалу-операції носять різний характер: дроблення, подрібнення, помел, або розпушки; фракціонування, просівання, промивка; зволоження і зневоднення; сушка і нагрівання, випалювання та охолодження; збагачення та фізико-хімічна обробка; надання однорідності (гомогенності) і ін.

Подрібнення-одна з найбільш поширених операцій. Зменшення розмірів частинок грубозернистих матеріалів (щебню, гравію, руди, деревини та ін.) Може бути викликано необхідністю забезпечити певні відповідності між розмірами частинок матеріалу і конструктивних елементів виробів, полегшити технологічні операції на стадіях виготовлення суміші (маси), підвищити щільність і однорідність дробленого заповнювача, розділити грубозернистий матеріал на більш дрібні складові його фракції.

Дослідженнями встановлено, що забруднюючі домішки негативно впливають на якісні характеристики матеріалів. Вони знижують, як правило, їх міцність і однорідність, так як частинки заповнювача ізолюються від контакту і зчеплення з в'язучою частиною. Здатність кристалічних новоутворень на наступних стадіях технологічного процесу утворювати міцний зросток з кристалами, складовими заповнювача (наприклад,

гідратів новоутворень при твердінні цементного бетону), обумовлюється в основному чистою його поверхні. Застосування повністю очищених матеріалів дозволяє більш точно встановити технологічні параметри, полегшує вирішення завдання управління процесами спрямованого структуроутворення і отримання матеріалу із заданими властивостями, знижує кількість випадкових факторів до мінімуму, зменшуючи їх вплив на якість готової продукції.

Постановка задачі. У теоретичному плані операції, що виконуються на стадії підготовчих робіт, базуються на фізичних, механічних, хімічних, фізико-хімічних та інших закономірностях.

Основна увага приділяється забезпеченню необхідних розмірів і форми зерен і частинок, оптимального гранулометричного складу, мінімальної витрати енергії механічних машин для дроблення і подрібнення. При подрібненні дрібнозернистих і тонко дисперсних матеріалів (помелу мінерального порошку, домелу цементу та ін.) Мається на меті збільшення питомої поверхні, а отже підвищення фізико-хімічної та хімічної активності часток. Зі зменшенням розмірів кожної частки при подрібненні поверхня її швидко збільшується, тоді як обсяг частинок при додаванні уламків залишається постійним. Швидко збільшується з подрібненням поверхня, що є в гетерогенних системах завжди поверхнею розділу з іншого фазою, яка володіє особливим запасом поверхневої енергії. Якщо віднести її до одиниці поверхні, то відповідна величина становить поверхневий натяг, тобто, утворює максимальну роботу, затрачену на утворення одиниці поверхні. Поверхневий натяг впливає на багато властивостей твердих і рідких тіл.

Відповідно до принципу Гіббса-Кюрі при підвищенні ступеня дисперсності речовини збільшується її розчинність, хімічна активність і ін. [1, с. 110; 2, с. 12]. При механічному подрібненні розриваються окремі хімічні зв'язки з утворенням на поверхні вільних атомних груп і радикалів, з виникненням іонів з некомпенсованими зарядами. Утворені при подрібненні частки-уламки кристалічної решітки – є складними просторовими електричними системами, які взаємодіють із зовнішнім середовищем як складні електричні поля.

Викладення матеріалу та результати. Виникнення свіжої поверхні, наприклад, при дробленні мінералів і гірських порід, зазвичай супроводжується появою електричних зарядів, знак і величина яких залежать від характеру речовини

і розміру часток. Електричне поле виникає найбільш інтенсивно в перший момент дроблення, під впливом якої свіжо утворена поверхня має підвищену реакційну здатність.

Залежно від розташування по-різному заряджених атомів, іонів і молекул свіжо утвореними поверхню мінеральної частини заряджаються або позитивно, як, наприклад, у часток кальциту, доломіту і інших представників класу карбонатів, або переважно негативно, як, наприклад, у частинок кварцу, глинистих матеріалів та ін., або ж поверхня частинок може виявитися нейтральною, як наприклад, у графіту, тальку і ін. [4, с. 56; 5, с. 53; 6, с. 27].

Дроблення і тонке подрібнення нерідко призводять до часткового розриву хімічних зв'язків, оголення активних хімічних сполук, здатних до підвищеної активності при взаємодії з реагентами навколишнього середовища, наприклад в процесі домола портландцементу в водному середовищі, або у водному розчині поверхнево-активних речовин. Створюються сприятливі умови для протікання фізико-хімічних процесів на межі поділу фаз у вигляді змочування, адсорбції, розчинення і т.п.

Мензурку 250 см³ наповнюють до рівня в 130 см³ сухим піском і доливають до рівня в 200 см³ 3%-ним розчином їдкого натру. Після струшування пробу залишають на 24 години, а потім визначають кольори рідини над піском, порівнюючи їх з кольорами свіжоприготовленого еталона.

У сумнівних випадках випробувану пробу підігривають 2-3 години на водяній бані.

Готування еталона: беруть 2%-ний розчин аніна в 1%-ному розчині алкоголю в кількості

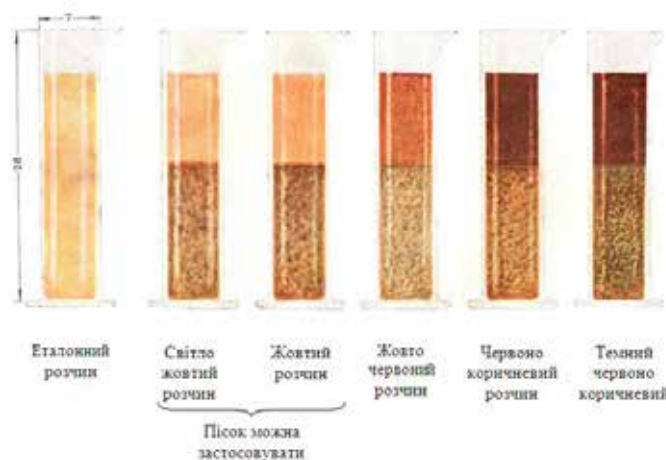


Рис. 1. Випробування піску на наявність органічних включень обробкою їдким натром

2,5 см³ на 97,5 см³ 3 %-ного розчину їдкого натру. Суміш збовтують і залишають на 24 години. Якщо рідина над піском не темніше еталона, пісок вважається задовільним; при фарбуванні темніше еталона – червонувата, коричнева й більш темна, тоді якість піску – сумнівна. Вирішальним випробуванням є визначення міцності зразків цементно-піщаного розчину.(Рис.1).

Забруднення органічними речовинами визначають колориметричним способом; це випробування необхідно, але недостатньо для ствердження про придатність піску.

Цементний розчин нормальної консистенції для виготовлення трьох зразків-балочок готують так само, як і для визначення нормальної густоти розчину, тобто цементу 500 г і піску 1500 г. На кожен намічений термін іспиту виготовляють три зразки. Для ущільнення розчину підготовлену форму з насадкою міцно закріплюють на стандартній лабораторній віброплощадці (рис.), що створює вертикальні коливання з амплітудою 0,35 мм і частотою 2800-3000 об./хв. Готовий розчин укладають у гнізда форми шаром приблизно 1 см і включають віброплощадку. Потім протягом 2 хв вібрації всі три гнізда форми рівномірно невеликими порціями заповнюють розчином. Після закінчення 3 хв від початку вібрації віброплощадку виключають і з неї знімають форму. Потім ножом, змоченим водою, зрізують надлишок розчину, загладжують поверхню зразків урівень із краями форми і маркують зразки.

Готові зразки у формах зберігають у ванні з гідравлічним затвором протягом (24 ± 2) год. Потім зразки обережно розформовують і укладають у горизонтальному положенні у ванну з водою, де зберігають їх до моменту випробування.

Після чого визначають межу міцності контрольних зразків та на піску забрудненому органічними речовинами за допомогою випробувальної машини МІІІ-100 або гідравлічного пресу.

При випробуванні зразка на стиск швидкість збільшення навантаження повинна бути близько 5 кН/с.

Межа міцності при стиску [МПа (кгс/см²)]

$$R_{ст} = P/S.$$

де P – руйнівне навантаження, Н (кгс); S – площа грані, м² (см²).

Контрольні зразки:

$$R_1=9150/25=36.6 \text{ (МПа)}$$

$$R_2=9235/25=36,9 \text{ (МПа)}$$

$$R_3=9050/25=36,2 \text{ (МПа)}$$

$$R_4=8990/25=35,9(\text{МПа})$$

$$R_5=3200/25=36,8(\text{МПа})$$

$$R_6=9100/25=36,4(\text{МПа})$$

Забруднені органічними включеннями:

$$R_1=8020/25=32,1(\text{МПа})$$

$$R_2=7980/25=31,9(\text{МПа})$$

$$R_3=8150/25=32,6(\text{МПа})$$

$$R_4=7400/25=32,4(\text{МПа})$$

$$R_5=3780/25=31,2(\text{МПа})$$

$$R_6=8090/25=32,4(\text{МПа})$$

Операції з подрібнення вихідних матеріалів часто поєднують з поділом по крупності (класифікацією). Ступінь активності до процесів структуроутворення при виготовленні матеріалів зростає з підвищенням дисперсності частинок. Великі фракції також виконують відповідальні функції в формуванні структури і властивостей. Так, наприклад, щебінь і пісок не тільки майже повністю заповнюють обсяги виробу, а й сприяють значну частину внутрішньої напруги.

Армуючі наповнювачі підвищують міцність виробу на розтягнення, або вигин зі збільшенням довжини волокон. Кількість одержуваних фракцій і межі розмірів частинок в них обумовлюються технологічними вимогами і проектним складом виробу. У порошкоподібних матеріалах фракціонування проводиться за допомогою різного роду сепарацій. Зазвичай великі частки направляються на повторний помел. Важливою характеристикою порошкоподібного матеріалу і, зокрема, показником оптимального гранулометричного складу є його щільність. В ступінь дисперсності порошкоподібного матеріалу вносяться певні обмеження, так як енергетичні потенціали поверхні після деяких переділів тонкого помелу настільки зростають, що відбувається мимовільне (спонтанне) агрегування частинок зі зменшенням питомої поверхні і збільшенням грудкуваті і неоднорідності вихідного продукту як активного компонента матеріалу. Крім того, якщо подрібнений матеріал є не тільки реакційно активним, але і складним за своїм хімічним складом, причому на подальших стадіях технології, наприклад перемішування з середовищем, утворює нові хімічні сполуки в одиницю часу, то подрібнення здійснюють з урахуванням певної оптимальної межі. Цю межу встановлюють за допомогою попередніх досліджень і з урахуванням передбачуваної технології та її основних параметрів.

У загальному випадку раціональний перерозподіл тонкості помелу встановлюють експериментальним шляхом. Він може бути значно підвищений при застосуванні додаткових речовин, здатних екранувати частки і тим самим запобігати агрегування, а також обмежується їх енергією активації.

Зі збільшенням дисперсності завжди зростає небезпека втрат активності порошкоподібного матеріалу в період тривалого зберігання в зв'язку з адсорбцією і хемосорбцією сторонніх речовин з навколишнього середовища.

Однією з важливих операцій підготовчого періоду в технології виробництва штучних будівельних матеріалів є промивка зернистих фракціонованих матеріалів-щебню, дробленого гравію, піску – з метою звільнення їх від забруднюючих домішок (пилуватих, глинистих і т.п.).

Матеріал промивають чистою водою або з додаванням в неї деяких поверхнево-активних компонентів, що сприяють швидкому просихання промитих частинок за рахунок виборчої гідрофобізації їх поверхні і подальшого зісковзування з неї крапель води. Швидке висихання особливо необхідне в зимовий час, щоб запобігти змерзання вологого заповнювача, і тоді застосування поверхнево-активних добавок особливо ефективно при зневодненні дрібних фракцій матеріалів. В процесі мокрого відділення механічних домішок від заповнювача дотримується певна послідовність операцій: зволоження, промивка, ополіскування і зневоднення. Мокра очистка нерідко поєднується з грохоченням або іншим способом фракціонування вихідного матеріалу, і тоді більш ефективним стає спосіб просівання і очищення у водному середовищі в порівнянні з мокрим грохоченням.

Висновок та напрямок подальших досліджень. Крім механічного зневоднення промитого заповнювача, здійснюваного за допомогою віджиму, відстоювання, фільтрації, центрофугування, застосуванням грохотів і гідро класификаторів, застосовують методи примусового висушування на заводах і кар'єрах із застосуванням різного роду джерел тепла – газу, інфрачервоного опромінення, електрострумів високої частоти, діелектричної сушки і т.п., а також за допомогою згаданих поверхнево-активних (гідрофобних) речовин, що вводяться з водою при промиванні. Крім мокрих використовують також сухі способи очищення із застосуванням плоских, вібраційних, або барабанного типу грохотів, пульсуючих обезпилювачів. Сухі способи дають матеріал практично сухий і тому не змерзається в зимовий час.

Список літератури:

1. Коверніченко Л.М. Заповнювачі для бетону і взаємодія їх з водою. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*. Випуск 8, Луцьк, 2017. С. 103–110.
2. Kovernichenko L, Shishkin A. Regulation of the influence of the structure of inorganic binders on their properties. *Technology audit and production reserves*. 2018. № 3/1(41).
3. Штарк Йохен, Вихт Бернд. Долговечность бетона / пер. с нем. А. Тулаганова ; под ред. П. Кривенко, Техн. ред. Е. Кавалеровой. Киев : Оранта, 2004. 301 с.
4. Fredericks J. C., Saunders N. R., Broadfoot J. T. Recent developments in positive displacement shotcrete equipment. Shotcreting, Publication Sp-14 ACI.
5. Ir O. K-, Multiple layer shotcrete tunnel lining. Shotcreting, Publication Sp-14 ACI.
6. Reading T. J. Shotcrete as a construction material. Stfpieretihg, Publication SP-14, ACI.

**Kovernichenko L.M., Syzyi B.S. TECHNOLOGICAL LOCATIONS
IN THE PREPARATION OF BUILDING MATERIALS**

The article is devoted to the study of building materials by various methods. When studying the quality indicators of components, new compositions, technological improvements, etc., a single methodological basis can be applied. It consists in the fact that the studied phenomena and characteristics are compared in the appropriate conditions. Often, these comparisons are carried out under equal, and not corresponding, conditions, for example, with equal strength, equal phase composition, the same technological operations, which is equal to the consumption of the component, etc. Meanwhile, such a comparison is legitimate only in a separate case. It has been studied that it is impossible, for example, to draw conclusions about the identity of the quality of two materials with the same strength or other identical properties without taking into account the structural features. It has been proven that the method of solving such a problem from the standpoint of general theory consists in comparing the properties of binders with their optimal structures. And therefore, if a binder with the best quality indicators was found among the compared substances, then according to the law of mandatory matching of properties, it will be the best in the product under the accepted technological conditions and regimes. In addition, the obtained information on property indicators serve as initial data for the further design of an optimal composition that fully meets the specified technical requirements.

It was determined that the methodical foundations of the theory also consist in the fact that an unlimited number of optimal compositions can be obtained with the help of the design method. However, at the final stage of design, only one or several rational compositions are selected from many optimal ones, which most fully correspond to specific technological conditions, given by indicators of quality and economic efficiency. Comparison of optimal compositions with each other when choosing a rational one is done according to calculation formulas and graphs-nomograms, which allows you to compare the main characteristics of optimal structures without large experimental studies.

Key words: building materials, characteristics, comparison, choice, structures.