

УДК 628.543.081; 677.02. 628.518:539.16

ТАРАСОВА Т.В.

ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України», м. Київ

ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ЯК СИРОВИННИХ РЕСУРСІВ ДЛЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Стаття визначає проблемні питання утилізації техногенної сировини у виробництві будівельних матеріалів. Показано, що вибір напрямку утилізації відходів можливий лише в результаті вирішення ряду складних організаційних і науково-технічних проблем.

У практику будівельного проектування в рамках всесвітньої концепції сталого розвитку впроваджуються нові підходи до екологічної оцінки будівельних матеріалів, які визначені в міжнародних стандартах серії ISO 14000 «Система управління якістю навколишнього середовища», в тому числі, стандартами, що орієнтовані на екологічне якість продукції. Вони спрямовані на вирішення основних екологічних проблем – ресурсозбереження і запобігання забруднення навколишнього середовища при будівництві та експлуатації будівель і споруд.

Багато промислових відходів за своїм хімічним складом і технічними властивостями близькі до природної сировини, тому їх використовують замість первинних сировинних ресурсів у галузі будівельної індустрії. Можливість використання тих чи інших відходів у будівельній індустрії встановлюється на підставі їх всебічного дослідження та обумовлена агрегатним, фракційним, хімічним станом, фізико–механічними властивостями [1-2].

Відходи, які можна використовувати в якості сировинних компонентів для виробництва в'язучих і їх похідних (бетонів, розчинів, сухих сумішей), розділяють на дві групи: мінеральні та органічні. Першорядне значення для виробництва будівельних матеріалів мають мінеральні відходи. Залежно від переважаючих хімічних сполук розрізняють відходи силікатні, карбонатні, вапняні, гіпсові, лужні тощо.

П.І.Боженівим [3] запропоновано розділяти багатотоннажні промислові відходи мінеральної групи у момент виділення їх з основного технологічного процесу на три класи: А; Б; В.

Продукти класу А (кар'єрні залишки і відходи збагачення) мають хіміко–мінеральний склад та властивості відповідних гірничих порід. В основному, ці мінеральні вторинні ресурси використовуються як глиниста, карбонатна чи силікатна сировина для отримання кераміки, автоклавних матеріалів, вапна, портландцементу тощо, а також як заповнювачі у бетони.

Продукти класу Б отримані як побічні продукти в результаті фізико-хімічних процесів, що відбуваються при звичайних або високих температурах. Сфера можливого використання цих промислових відходів більш широка, ніж продуктів класу А. До цієї групи відносяться: металургійні шлаки, золошлаки, шлами гліноземної і хімічної промисловості, пил газоочистки виробництва феросиліцію та інші. Ці продукти можуть використовуватися як в'язучі матеріали і мінеральні добавки у бетонах і розчинах .

Продукти класу В утворюються у результаті фізико-хімічних процесів, що відбуваються у відвалах. Цими процесами можуть бути: самозапалення, розпад шлаків і утворення порошку. Типовими представниками відходів цього класу є горілі породи вугільних териконів.

Основною перешкодою для широкого використання у будівельній промисловості багатьох видів потенційно корисних відходів є їх утворення у нетехнологічній формі. Так, вагомим недоліком, що ускладнює транспортування та переробку червоного шламу (відходів глиноземного виробництва), є вологість та надмірний вміст лугів. Проблемою утилізації

відходів, що накопичені у відвалах та накопичувачах, є їх нестабільні фізико-хімічні характеристики. Так, відходи вуглевидобутку, наприклад, відрізняються від відходів вуглезбагачення помітними відмінностями структурно-механічних і фізико-технічних параметрів, що не дозволяє використовувати їх в якості сировини для виробництва будівельних матеріалів. Тому відходи, наприклад, вуглевидобутку використовують в основному для закладки виробленого простору, планування територій, підсилення доріг і іноді як добавку у виробництві цегли. З метою уникнення проблем з неоднорідною сировиною, для більшості відходів необхідно проводити спеціальну «масопідготовку», що включає додаткове усереднення, сортування, сепарацію, гомогенізацію тощо.

Істотна частка промислових відходів утилізується сьогодні саме у будівельній індустрії як спеціальні добавки чи основні компоненти до в'язучих, бетонних та сухих будівельних сумішей. Низка нормативних документів, наприклад, СНиП 2.05.02.-85. «Автомобильные дороги» [4], визначають, що у зв'язку із наявністю у відходах токсичних речовин, що можуть мігрувати у суміжні середовища з будівельних матеріалів для дорожнього будівництва, «при застосуванні відходів виробництва слід враховувати їх агресивність і токсичність по відношенню до навколишнього природного середовища». Однак у зв'язку з відсутністю єдиних методичних підходів до комплексної еколого-гігієнічної оцінки будівельних матеріалів, гігієнічний контроль за використанням відходів в будівельних матеріалах, що експлуатуються у різних умовах, фактично відсутній, а теоретичні та практичні дослідження в цій області носять епізодичний характер. Згідно прийнятої у будівництві стандартної класифікації хімічних добавок, добавки (мінеральні та органічні) розділяють по основному ефекту дії, а саме: добавки, що регулюють тужавлення бетонних сумішей і твердіння бетонів, гідрофобізатори, що зменшують змочування тощо.

Якість добавок для бетонів і розчинів повинна відповідати вимогам нормативно-технічної документації, підтверджуватися документом про якість і контролюватися за методиками, що наводяться в нормативній документації на добавки конкретного виду (ДСТУ, ГОСТ, ТУ). Ефективність дії добавок оцінюють за методами та вимогами спеціальної технічної чи проектно-технологічної документації. Відомо, наприклад, що мінеральні добавки можуть впливати на склад бетонної суміші, реологічні властивості пластичного бетону, ступінь гідратації портландцементу, міцність та водопроникненість бетону, зменшення утворення тріщин, спротиву сульфатної агресії тощо[5].

Комплексні добавки багатофункціональні і здатні впливати на декілька характеристик бетонної суміші і бетону. Склад таких добавок можна «проектувати» таким чином, щоб їх компоненти посилювали ефекти кожного та не мали негативного впливу на довговічність конструкцій. Умовно всі комплексні добавки можна розділити на три групи: суміші електролітів; суміші поверхнево-активних речовин; суміші електролітів та поверхнево-активних речовин.

Серед факторів, що впливають на вибір методів поводження з відходами фізичні і хімічні властивості, доступність і практичне освоєння технологій, капітальні і експлуатаційні витрати, законодавчі та нормативні обмеження. В галузевих наукових установах будівельної індустрії є достатній науково-дослідницький досвід щодо можливості використання різних відходів в якості основних компонентів чи корегуючих добавок у в'язучих чи бетонах, в основному, ці дослідження стосуються лише вивчення технологічних властивостей виробів (показники міцності, водо-, корозійної стійкості і т.ін.). Дуже рідко вивчаються міграційні процеси екотоксикантів в компаундах та виробках з відходів, емісія цих шкідливих речовин у довкілля. Тобто, в повному обсязі не вивчається фізико-хімічна стабільність самих компаундів і комплексний вплив їх на природне середовище. Без цих пошуків неможливо давати гарантії безпеки виробам, до складу яких входять токсичні відходи. Заміна первинної сировини мінеральними відходами також не повинна погіршувати якість будівельних матеріалів.

Треба відзначити, що питання впливу будівельних матеріалів, вироблених на основі відходів на об'єкти довкілля залишаються недостатньо вивченими. Відсутність спеціальних методів аналітичних досліджень часто не дозволяє оцінити екологічну небезпечність будівельних виробів та матеріалів, що виробляються на основі токсичних відходів. Існуючі національні нормативні стандарти цю проблему не охоплюють в повному обсязі. Є випадки, коли без проведення спеціальних наукових досліджень впроваджуються добавки на основі шкідливих відходів коксохімічного виробництва, гальванічних відходів машинобудівних виробництв тощо, що негативно впливає на якість та безпечність продукції.

На сучасному етапі розвитку будівельної індустрії до матеріалів та конструкцій висуваються все більш жорсткі вимоги не тільки щодо якості та експлуатаційних властивостей, але й щодо довговічності та екологічної (санітарно-гігієнічної) безпеки. Розширення сфери утилізації відходів у виробництві будівельних матеріалів потребує вирішення ряду організаційних і науково-технічних проблем. Перш за все, це стосується заходів щодо поліпшення якості національних стандартів та нормативів (ДБН, ДСТУ), які визначають загальні вимоги до сировинних компонентів будівельних матеріалів та виробів, що визначають на основі всебічного дослідження їхніх якісних характеристик, у тому числі агрегатного, фракційного, хімічного стану, фізико-хімічних властивостей.

Унікальними підприємствами для утилізації багатотоннажних відходів є цементні заводи, на яких технологічними процесами передбачено попередній контроль хімічного складу, методи корекції та усереднення сировинної суміші [6]. Виробничий потенціал по випуску клінкера складає 18 млн.т/рік, 73 % портландцементного клінкеру спалюють за «мокрою» технологією [7].

Використання відходів як альтернативного палива для цементних печей - це ще один досить ефективний напрям утилізації відходів. Так, наприклад, в деяких країнах Європи частка заміщення традиційних видів палива його альтернативними видами у цементній промисловості становить, у середньому, біля 25%, а на деяких пічних агрегатах, що працюють на сухому способі виробництва, досягає 60 і більше відсотків[8].

Перехід на сухий спосіб виробництва для багатьох вітчизняних цементних заводів нині є досить проблематичним, бо переведення технологій на сухий спосіб виробництва цементу потребує значних фінансових витрат.

На думку Л.Б. Бернштейна [9], переваги мокрого способу виробництва, які, перш за все, полягають у екологічній чистоті цього технологічного процесу, недооцінені. Хоча собівартість цементу при мокрому способі виробництва дійсно вища, проте цей недолік може бути компенсований можливістю широкого використання як палива горючих відходів. Екологічні нормативи викидів пилу, оксидів азоту, важких металів, які для сухих печей є недосяжними, легко досягаються на печах мокрого способу, що відкриває широкі перспективи для використання як палива техногенних відходів. Для цього потрібні також додаткові витрати і в цементному виробництві, які необхідно враховувати при розробці проекту з реконструкції.

Технологія виготовлення цементу дозволяє використовувати вторинні матеріали на всіх стадіях його виробництва, а саме:

- для підготовки сировинних матеріалів і приготування з них однорідної суміші заданого складу;
- під час випалювання сировинної суміші матеріалів до спікання з отриманням клінкеру;
- під час розмелювання клінкеру, у тому числі з гіпсом та домішками.

Відомо, що для отримання портландцементного клінкеру потрібного складу сировинну суміш готують з двох компонентів: вапнякового, який складається переважно з вуглекислого кальцію (карбонатна порода), та глинистого, до якого входять SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , що забезпечує у сировинній суміші необхідну кількість та співвідношення окислів. Замість

природного глинистого компоненту використовують багатотоннажні відходи (шлаки, золи та інші), що мають потрібний склад. Для регулювання вмісту в суміші того чи іншого окислу в неї вводять корегуючі домішки. Якщо в сировинній суміші недостатньо кремнезему, додають трепел, речовини з високим вмістом SiO_2 (пісок, опоку, діатоміт та інші); при нестачі глинозему (Al_2O_3) застосовують боксити, алюмінієві шлаки або глину з високим вмістом Al_2O_3 . Як носій заліза застосовують піритні огарки, колошниковий пил та червоні шлами.

Хімічний склад сировинної суміші повинен відповідати вимогам щодо якості клінкеру, яка визначається коефіцієнтом насичення вапняком (КН), силікатним модулем (СМ), глиноземним модулем (ГМ) або за допомогою очікуваного фазового складу клінкеру – C_2S ; C_3S ; C_4AF ; C_3A [11].

Придатність вторинних ресурсів для виробництва портландцементного клінкеру встановлюють на основі дослідження їх хімічного і мінерального складу та технологічного вивчення. У процесі приготування сировинної суміші з'являються неминучі коливання її хімічного складу, пов'язані з неоднорідністю сировинних компонентів і похибками в дозуванні, тому її склад необхідно ретельно коригувати. Коригування складу сировинної суміші до заданих характеристик здійснюють за результатом хімічного аналізу. Кількість сировини, яка необхідна для виробництва 1 т цементу, визначається на основі матеріального балансу [1,2,10,11].

Особливістю сучасного виробництва портландцементу, особливо на стадії випалювання клінкеру, є використання у фізико-хімічних і теплотехнічних процесах великої кількості побічних домішок, які можуть додаватись у випалювальний матеріал з відходами інших галузей промисловості і паливом [1-3]. З використанням сировини і палива різної якості та різноманітного компонентного складу посилюється і ускладнюється відповідно взаємний вплив фізико-хімічних і теплотехнічних процесів. Багатокомпонентність цементних сировинних сумішей, використання відходів промисловості, які містять різні домішки, застосування добавок суттєво ускладнюють процес взаємодії складових сировинної суміші при випалюванні, що потребує додаткового вивчення хімічних процесів для передбачування можливих взаємодій.

Доцільність широкого використання доменних шлаків у цементній галузі доведено численними дослідженнями і практичним досвідом утилізації [1,2,10,11,12].

Перспективним є застосування золи чи золошлакових відходів разом з відпрацьованими формувальними сумішами [12]. Зміною співвідношення цих матеріалів можна моделювати хімічний склад другого важливого компоненту сировинної суміші – глини.

Приблизний хімічний склад деяких відходів, що використовуються як сировина у цементному виробництві, представлено у табл. 2.

Таблиця 2. Приблизний хімічний склад відходів, що використовуються як сировина у цементному виробництві [12]

Найменування відходів	Склад оксидів, %				
	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO
Зола (Зміївська ТЕС)	2,9	49,4	22,4	17,8	2,0
Золошлакові відходи (Зміївська ТЕС)	2,8	50,6	26,1	13,0	1,9
Відпрацьовані формувальні суміші (Центроліт, м. Куп'янськ)	1,8	90,3	1,4	2,4	0,8
Хвости збагачення залізних руд	1,9	60,2	1,3	21,8	3,4

Для часткової заміни сировинних компонентів у приготуванні клінкеру, можна використовувати й інші відходи, що підходять за складом. До них, насамперед, належить червоний шлам, який є комплексною сировиною з високим вмістом оксидів алюмінію, заліза, натрію, титану, кальцію, кремнію; (масова частка становить відповідно: Al_2O_3 – 12–16%, Fe_2O_3 –48–56%, Na_2O – 1,8–5%, TiO_2 – 5–6%, CaO – 7,7–8,0%, SiO_2 – 46–62%)[13].

Як показують дослідження, при використанні бокситів одного й того ж родовища коливання хімічного складу червоного шламу є незначними. Це вигідно вирізняє його серед інших матеріалів, які застосовують при виробництві портландцементу. Наприклад, у глинах і піритних огарках вміст головних компонентів коливається від 30 до 50%. У червоному шламі найбільші коливання хімічного складу не перевищують 10%. Використання червоного шламу як комплексної добавки може зацікавити заводи, які працюють на сировині з заниженим вмістом глинозему. Тонкодисперсна будова червоного шламу (90% часток мають $r < 10$ мкм) виключає необхідність попереднього розмелювання матеріалу. Характерною особливістю червоного шламу, як компоненту сировинної портландцементної суміші, є наявність у ньому деякої кількості домішок (оксидів титану, фосфору, ванадію) та лугів, що має певний вплив на процес формування клінкерних мінералів [13]. Недоліками шламу є підвищений вміст лугів і необхідність використання корегуючих домішок для підвищення вмісту Al_2O_3 та Fe_2O_3 у сировинній суміші. Управління проходженням хімічних реакцій і процесами кристалізації можливе шляхом підбору режиму випалювання шихти.

За даними, державного науково-дослідного інституту «УКРДЦЕМЕНТ» перспективним напрямом є використання подрібнених і сталеплавильних шлаків, хімічний склад яких при певних умовах не зумовлює зміни у складі суміші, що подається на випалювання. Схожість хімічного та мінерального складу портландцементного клінкеру і відвальних відходів вуглевидобутку також дозволяє використовувати ці відходи у виробництві цементу. Однак, при цьому необхідно враховувати ряд факторів: здатність сировини розкладатись на оксиди при відносно низьких температурах, відсутність утворення проміжних сполук, які важко розкладаються, швидкість взаємодії компонентів, можливості зменшення енерговитрат [8].

Потрібно мати на увазі, що не всі експлуатаційні умови, які відповідають вимогам щодо виробництва клінкеру, є ідеальними для знешкодження відходів. Руїнування органічних відходів потребує не тільки високих температур, але і тривалого часу оброблення, а також достатньої кількості кисню і належного перемішування органічних речовин з киснем.

У разі, якщо відходи не подаються у піч належним чином, можуть виникнути умови, за яких вони не будуть повністю знешкоджені.

Під час використання цементних печей для утилізації відходів критично важливими є їхня відповідна конструкція і експлуатація, наприклад, умови експлуатації футеровки у різних зонах печі різні. У зонах підсушування, підігрівання, декарбонізації і охолодження матеріал футеровки зазнає температурних і корозійних впливів, а у зоні спікання – термічних, хімічних та механічних впливів. Будь яке впроваджуване на заводі технічне рішення повинно забезпечувати комплекс позитивних ефектів щодо енергозбереження, продуктивності, екології та якості. Тому необхідно проводити серйозні дослідження процесів та механізмів клінкероутворення, гідратації та твердіння цементних систем з урахуванням впливу всіх компонентів відходів. З метою попередження експлуатаційних проблем необхідно детально оцінити вплив небезпечних відходів на циркулюючі летючі хімічні елементи, а саме: хлор, сірку або луги [6].

Головні технологічні процеси виробництва цементу супроводжуються виділенням великої кількості пилу, оксиду азоту, двооксиду сірки, оксидів вуглецю [14].

Крім того, можуть утворюватися поліхлоровані дибензодіоксини та дибензофурані (ПХДД/ПХДФ), леткі органічні сполуки (ЛОС), метали та їхні сполуки, хлорид водню (HCl) і

фторид водню (HF). Понад 80% пилу, що виноситься газами на цементних заводах, виділяється випалювальними печами. Для забезпечення захисту навколишнього середовища від пилу цементних виробництв, де використовуються небезпечні відходи як альтернативна сировина або паливо, необхідно досліджувати на вміст металів та вилуджування органічних речовин. Для постійного дотримання нормативів викидів пилу необхідно застосовувати відповідні пиловловлювачі [14,15].

Серед факторів, що впливають на вибір методів поводження з відходами – фізичні та хімічні властивості, доступність і практичне освоєння технологій, капітальні і експлуатаційні витрати, законодавчі і нормативні обмеження. Деякі відходи можуть бути корозійно агресивними до матеріалу обладнання, яке не призначене для цього типу сировини. Зазвичай, це стосується систем попередньої обробки, зберігання та подавання відходів.

Відходи з високим вмістом хлору та сірки, наприклад, деякі мінеральні кислоти, також можуть негативно впливати на виробництво клінкеру, або якість продукту. Високий вміст сірки може призвести до відповідних небажаних викидів. Треба мати на увазі, що при певних температурних умовах і при наявності хлорних сполук, викиди в атмосферу можуть містити небезпечні діоксини та фурани [15].

Вплив на екологічну обстановку можуть мати окремі типи відходів та відповідні умови зберігання і поводження з відходами. Спалювання відходів підлягає жорсткому регулюванню, оскільки наслідком цього процесу є утворення специфічних викидів, на які можуть бути необхідні окремі дозволи. Однією з проблем є розроблення технічного рішення безпечного способу подавання небезпечних відходів у піч. Важливо, щоб спільне перероблення небезпечних відходів у цементних печах здійснювалось тільки у відповідності з найкращими наявними методами і у відповідності з вимогами, встановленими щодо контролю викидів.

Директивою Європейського парламенту та Ради ЄС «Про спалювання відходів»(2000/76/ЄС) встановлено нормативи викидів для установок термічного перероблення відходів. Спільне спалювання небезпечних відходів може відбуватися тільки за умов дотримання вимог щодо контролю відходів, які завантажуються (стосовно вмісту важких металів, теплотворної здатності, вмісту золи, хлору і т.д.), ретельного контролю за технологічними параметрами процесу, моніторингу викидів [14,15]. Вимоги до технологічних регламентів щодо поводження з токсичними відходами у цементному виробництві повинні включати всі позиції, що стосуються безпеки процесів за аналогією з регламентами хімічних виробництв.

Треба відмітити, що в теперішній час лише обмежена кількість аналітичних лабораторій розвинутих країн здатні проводити аналізи на діоксини різного ступеню складності. В Україні проведення таких досліджень дуже проблематичне у зв'язку з відсутністю задовільних методик та сучасних приладів для контролю [17].

Згідно з «Технічними керівними принципами екологічно обумовленого спільного перероблення небезпечних відходів у цементних печах», прийнятими на конференції сторін Базельської конвенції у жовтні 2011р., здоров'я та безпека повинні бути свідомо вибраними пріоритетами, інтегрованими у всі аспекти діяльності під час перевезення небезпечних відходів. Також повинні бути чітко визначені загальні та конкретні вимоги до персоналу, ієрархії підпорядкування, індивідуальні ролі та обов'язки.

Основними оціночними критеріями безпосередньої безпеки будівельних матеріалів для людини залишаються санітарно-гігієнічні властивості і характеристики радіаційної та пожежної безпеки. До санітарно - гігієнічних характеристик матеріалу відповідно до СанПіН відносяться: наявність у матеріалі шкідливих для здоров'я речовин, клас їх безпеки; наявність запаху (бальна оцінка від 1 до 6 балів); дифузійна активність (ГДК пилу в повітрі робочої зони за ГОСТ 12.1.005-88) [18]. Пожежна безпека оцінюється за показниками: горючість, займистість, поширення полум'я, димоутворювальна здатність і

токсичність (група пожежної безпеки визначається по НПБ 244-97). Радіаційно-гігієнічні властивості матеріалу визначають по класу безпеки матеріалу: за змістом в них природних радіонуклідів (ПРН) за ГОСТ 30108-94 – за показником питомої ефективної активності - А еф., Бк/ кг[19].

Незважаючи на досягнуті успіхи вітчизняних та закордонних вчених у сфері теорії гідратації та твердіння в'язучих речовин, до цього часу у теоретичних та експериментальних дослідженнях залишається багато нерозкритих питань, що стосуються механізмів гідратації в гетерогенних цементних системах, і факторів, які впливають у підсумку на довговічність цементного каменю. Практично не досліджені міграційні процеси екотоксикантів у компаундах та у виробках з відходів, емісія цих шкідливих речовин у навколишнє середовище, тобто у повному обсязі не вивчається фізико-хімічна стабільність самих компаундів та їхній комплексний вплив на природне середовище і здоров'я людей. Наслідки впливу небезпечних хімічних речовин, що містяться в матеріалі, важко прогнозуються, так як недостатньо вивчено, наприклад, їх синергічний ефект і інше.

Висновки

Різноманіття та нестабільність хімічного, фізичного і гранулометричного складу промислових відходів потребують проведення досліджень у найближчій перспективі за такими напрямками:

- розробка методів переробки відходів з метою стабілізації і усереднення їх складу і властивостей;
- удосконалення методів і розробки ефективного устаткування для ведення автоматичного контролю за якістю техногенної сировини з метою її вибіркового відбору; розробки устаткування для її переробки (повітряною, магнітною, електричною і механічною сепарацією).

Розв'язання проблеми відходів у країні потребує:

- перегляду та зміни системи надання дозволів на поводження з відходами, особливо на розробку, дослідження та демонстрацію методів переробки відходів,
- впровадження відповідних нормативних документів, що передбачають більш жорсткі вимоги щодо оптимальних та безпечних умов розташування установок перероблення відходів.
- поліпшення системи технічного та технологічного контролю за проектуванням та будівництвом об'єктів та споруд, пов'язаних з поводженням з відходами, в тому числі підвищення вимог до якості проведення державної екологічної експертизи проектної і передпроектної документації тощо.

1. Краткий справочник технолога цементного завода. – М.:Стройиздат, 1974. – С.65–66.
2. Волженский А.В., Буров Ю.С., Колокольников В.С. Минеральные вяжущие вещества. – М.: Стройиздат, 1973. – 479с.
3. Боженков П.И. «Комплексное использование минерального сырья для производства строительных материалов. – Л.-М.:Стройиздат, 1963. – 245с.
4. СНиП 2.05.02.-85. «Автомобильные дороги», Госстрой СССР – М. : ЦИТП, 1986. – 27с.
5. Добролюбов Г., Ратинов В.Б., Розенберг Т.К. Прогнозирование долговечности бетона с добавками. – М.: Стройиздат, 1983. – 212 с.
6. Дороганич С.К. Работы института Гипроцемент по модернизации цементной промышленности России // Цемент и его применение. – М.: март – апрель 2011. – С.5.
7. Лопатев П.С. Цементная промышленность Украины. Перспективы развития // CementIndustry. BestPractices.Development Perspectives”. – Kiev:2013, С 3–5.

8. Юдович Б.Э., Дмитриев А.М., Лямин Ю. А., Зубехин С. А. Цементная промышленность и экология. // Промышленность стройматериалов и стройиндустрия, энерго- и ресурсосбережение в условиях рыночных отношений // тез.докл. Междунар. конф. – Белгород, 6–9 октября, 1997. – С.32–38.
9. Бернштейн Л.Г. Цементная промышленность России. Мифы, реальность и перспективы // Цемент - исследование, испытания, проектирование. – 2009. – С.1
10. Сычев М.М. Технологические свойства шихт. М.: Госстройиздат, 1962. – 160с.
11. Бутт Ю.М., Тимашев В.В. Портландцемент (минералогический и гранулометрический составы, процессы модифицирования и гидратации). – М. : Стройиздат. – 1974. – 165 с.
12. Бабич М.В. Второе социальное предназначение цементных заводов. [Электронный ресурс] Режим доступа: cement.org.ua/doc_lib/cem_zavod.doc
13. Корнеев В.И., Сусс А.Г., Цеховой А.И. Красные шламы - свойства, складирование, применение. М.: Металлургия, 1991. – 144 с.
14. Технические руководящие принципы экологически обоснованной совместной переработки опасных отходов в цементных печах // Конференция Сторон Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением (10-е совещание) // Картахена, Колумбия, 17–21 октября 2011 г.
15. Guidelines for the Selection and Use of Fuels and Raw Materials in the Cement Manufacturing Process: Fuels and Raw Materials. World Business Council for Sustainable Development, Geneva, Switzerland, 2005. – 35 p.
16. Юдович Б.Э., Дмитриев А.М., Лямин Ю. А., Зубехин С. А Цементная промышленность и экология// Промышленность стройматериалов и стройиндустрия, энерго- и ресурсосбережение в условиях рыночных отношений // тез.докл. Междунар. конф., Белгород: 6–9 октября, 1997. – С.32–38.
17. Хазинов В.А., Погребняк В.Г., Хазинова В.В. Диоксины и их образование в процессе коксования угля // Экотехнологии и ресурсосбережение. – М. – 2000, №6. – С. 49–55.
18. СанПіН 2.2.7-029-99. «Гігієнічні вимоги до поводження з промисловими відходами і визначення класу небезпеки для здоров'я населення».
19. ГОСТ 30108-94* «Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов».

Тарасова Т.В.

ПРОБЛЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Статья посвящена проблемным вопросам утилизации техногенного сырья в производстве строительных материалов. Показано, что выбор направления утилизации отходов возможен лишь в результате решения ряда сложных организационных и научно-технических проблем.

Tarasova T.V.

THE PROBLEM OF USING WASTE AS A RAW MATERIAL RESOURCES FOR BUILDING MATERIALS

Article is devoted to topical issues of technological utilization of raw materials in the manufacture of building materials. It is shown that the choice of direction is only possible disposal by solving a series of complex organizational and technical problems.