

УДК 066.9

І.В. Денис, студент, керівники О.І. Соловей, В.П. Розен
НТУУ «КПІ» Ін-т енергозбереження та енергоменеджменту. Київ, Україна.

ОПТИМІЗАЦІЙНА СХЕМА ПАЛИВНОГО ПОСТАЧАННЯ ДЛЯ ЦЕМЕНТНОГО ЗАВОДУ

Стаття присвячена аналізу цементного виробництва та вибору оптимального палива для виробництва цементу. Оптимальне рішення знаходиться симплекс методом.

Статья посвящена анализу цементного производства и выбору оптимального топлива для производства цемента. Оптимальное решение находится симплекс-методом.

The article deals with the analysis of cement production and selection of optimal fuel for cement production. The optimal solution is a simplex method..

Сучасне життя суспільства без ефективного функціонування будівельного комплексу просто неможливе. Рівень його розвитку впливає на формування пропорцій і темпів розвитку галузей народного господарства, розміщення продуктивних сил і розвиток регіонів. Будівництво створює нові і реконструює діючі основні фонди (будівлі і споруди, призначені для всіх видів виробничої і невиробничої діяльності людей). Від розвитку цієї галузі залежить будівництво житла, створення нових міст і сіл, окремих мікрорайонів, постійна реконструкція житлових фондів, будівництво промислових і сільськогосподарських підприємств, транспортних об'єктів, лікарень, шкіл, торгових центрів тощо, будівельний комплекс підтримує в належному стані обороноздатність країни, створює передумови для зростання виробництва в усіх галузях господарства.

Будівельний комплекс як одна з найбільш капіталоємних і диференційованих виробничих систем справляє вагомий вплив на визначення темпів, масштабів і розміщення виробництва. Тому при розміщенні капітального будівництва враховується наявність будівельної організації в регіоні. В той же час слабкість будівельної бази стримує тут промислове будівництво, створення великих комбінатів, галузевих і територіально-виробничих комплексів, фондоємної важкої промисловості, які потребують великих обсягів робіт з капітального будівництва. [3]

Виробництво цементу, як відомо, вимагає значної кількості енергії, і витрати на енергоносії становлять близько 35-40% від собівартості кінцевого продукту, причому частка безпосередньо палива перевищує половину цієї величини.

Ключовим споживачем газу в Україні є електроенергетика, на частку якої припадає близько 40% від усього обсягу споживання газу. розрахунки показують, що до 2015р. додатково буде потрібно 10,8 млрд. куб м газу, а до 2020 р. - ще 50,7 млрд. куб м.

Таким чином, виходячи з вищесказаного, в умовах дефіциту вибір між енергетикою і цементною промисловістю, при порівнянних обсягах споживання, представляється непростим.

Одним із шляхів газозмінення в цементній промисловості є переведення заводів на вугільне паливо. Для порівняння, частка вугілля в паливно-енергетичному балансі Китаю - понад 80%, у країнах Західної Європи - 45-55%, у США - 54%, а в Україні - 5%. Нові технології спалювання вугілля, що застосовуються в західних країнах не тільки більш екологічно чисті, але і більш енергоефективні. У зв'язку з цим, збільшення вугілля в паливному балансі української цементної промисловості при використанні нових методів його спалювання є економічно обґрунтованим кроком.

Технологія виробництва цементу

Процес виробництва цементу складається з наступних основних технологічних операцій:

- 1) видобуток сировинних матеріалів і доставка їх на завод;
- 2) дроблення і помел сировинних матеріалів;
- 3) приготування та коригування сировинної суміші;
- 4) випал суміші (одержання клінкеру);
- 5) помел клінкера з добавками (одержання цементу).

Вибір способів виробництва цементного клінкеру визначається рядом факторів технологічного і техніко-економічного характеру: властивостями сировини, його однорідністю і вологістю, наявністю достатньої паливної бази в районі будівництва та ін.

У природній вологості сировини більше 8-10% виявляється доцільним мокрий спосіб. Мокрий спосіб більш вигідно застосовувати також при використанні двох м'яких компонентів (глини та крейди), так як подрібнення їх легко досягається розбавленням у воді. Сухим способом раціонально отримувати цементний клінкер при однорідному за складом сировину у разі, якщо вологість його не перевищує 8-10%. Напівсухий дає гарні результати при виготовленні клінкеру з досить пластичних сировинних матеріалів, коли при грануляції суміші утворюються міцні і термостійкі гранули. При гарній фільтрації сировинних шламів перевагу слід віддавати комбінованим способам.[1]

В Україні переважає мокрий спосіб виробництва. У найближчі роки намічається широке впровадження в цементну промисловість сухого способу.

Головний вплив на навколишнє середовище при виробництві цементу пов'язаний з наступними чинниками:

- пил (викиди з димових труб і швидко випаровуючих компонентів)
- газоподібні викиди в атмосферу (NO_x , SO_2 , CO_2 , VOC , інші)
- інші викиди (шум і коливання, запах, технічна вода, відходи виробництва і т.д.)
- споживання ресурсів (енергія, сировина)[4]

Важливою проблемою сучасного виробництва є захист навколишнього середовища від викидів пилу і шкідливих газів в атмосферу. Висока концентрація пилу у викидах завдає величезної шкоди природному середовищу, призводить до безповоротної втрати великої кількості сировини та готового продукту. Виробнича пил - це дрібні тверді частинки, що виділяються при дробленні, розмелі і механічній обробці різних матеріалів, навантаження і розвантаження сипучих вантажів тощо, а також утворюються при конденсації деяких парів.

Актуальність вибору сухого способу виробництва цементу

При мокрому способі виробництва сировинна шихта надходить в випал з вологістю 35 - 50% і на кожен тону цементного клінкеру витрати близько 300 кг вугілля або 200 м³ природного газу. Сухий спосіб виробництва дозволяє різко скоротити витрату палива на випал клінкеру-170 кг вугілля або 110 м³ газу на 1 т клінкеру. Крім того, розміри основного технологічного обладнання при сухому способі менші, ніж при мокрому, що обумовлює зниження витрат на будівництво заводів за рахунок зменшення ваги обладнання і габаритів будівель.

Широкому впровадженню сухого способу до останнього часу перешкоджали труднощі підготовки однорідної по хімічному складу сировинної шихти, а також ускладнення при знепилюванні в процесі підготовки сировинної суміші та випалу клінкеру, пов'язані з виділенням аспіраційного повітря і газів, що відходять, які містять важко обложені тонко-дисперсні високо-омні частинки.

Разом з тим на підставі вітчизняного та закордонного досвіду можна вважати, що ці недоліки сухого способу успішно подолані. Тому доцільно організація випуску необхідної для сухого способу виробництва потужного устаткування і більш широке поширення цього прогресивного і економічного способу виробництва цементу не тільки шляхом споруди нових відповідно обладнаних цементних заводів, але також за рахунок модернізації ряду діючих заводів, що працюють по мокрому способу виробництва.

Сухий спосіб виробництва цементу, що базувався спочатку на шахтних печах, був

a_{22} - значення викидів при спалюванні вугілля, т/т;

a_{23} - значення викидів при спалюванні ТПВ, т/т;

- по викидам NO_x :

a_{31} - значення викидів при спалюванні газу, т/м³;

a_{32} - значення викидів при спалюванні вугілля, т/т;

a_{33} - значення викидів при спалюванні ТПВ, т/т;

- по викидам твердих частинок:

a_{41} - значення викидів при спалюванні газу, т/м³;

a_{42} - значення викидів при спалюванні вугілля, т/т;

a_{43} - значення викидів при спалюванні ТПВ, т/т;

$$Z = 2560x_1 + 831x_2 + 453x_3$$

$$37144350x_1 + 21000000x_2 + 4500000x_3 \geq 29400000$$

$$2,94x_1 + 100,54x_2 + 87,62x_3 \leq 11007,69$$

$$27,88x_1 + 179,06x_2 + 125,71x_3 \leq 26418,45$$

$$0x_1 + 30,09x_2 + 52,64x_3 \leq 587,08$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0$$

Оптимальний план має вигляд:

$$x_1 = 0$$

$$x_2 = 1,4$$

$$x_3 = 0$$

$$F(X) = 831 * 1,4 = 1163,4$$

Даний розрахунок показує, що для даного підприємства ХайдельбергЦемент Україна та і взагалі, для всього виробництва цементу в умовах України необхідного переходити від газового палива до вугільного палива або альтернативного виду палива, в даному випадку, до твердих побутових відходів. Це видно з отриманих результатів розрахунку оптимального палива для цементного виробництва. Хоча з екологічної точки зору, при спалюванні вугілля ми отримуємо більшу кількість викидів. Але з іншої сторони (комерційної), на території України знаходиться дуже багато залежнів даної сировини, що дозволяє значно скороти витрати на паливо та транспортування.

Висновки

Виробництво цементу вимагає значної кількості енергії, так як ключовим споживачем газу в Україні є електроенергетика, на частку якої припадає близько 40% від усього обсягу споживання газу, є доцільним перехід на більш альтернативне паливо.

Використаний метод лінійного програмування дозволяє знайти оптимальний план вибору палива для виготовлення цементу на підприємстві ХайдельбергЦемент Україна. Рекомендується перехід від газової схеми енергопостачання на вугільну.

Список використаної літератури

1. Кузнецов А.М. Технологія в'язучих речовин і виробів з них - М.: Вища школа, 1963 рік.
2. Волконський Б.В. Виробництво цементу по сухому способу - М.: Видавництво літератури по будівництву, 1971 рік.
3. Алексїїв Б.В. Технологія виробництва цементу - М.: Вища школа 1980 рік.
4. Цемент, екологія цементного виробництва: www.rucem.ru/tehnology/ecology.html.
5. Смородинський С.С., Батін Н.В. Аналіз та оптимізація систем на основі аналітичних моделей. - Мн.: БДУІР, 1997.
6. Дегтярьов Ю.І. Дослідження операцій. - М.: Вища школа, 1986.