

## Основні положення усереднення і шихтування

Якість корисної копалини визначається кількісними показниками, що характеризують склад, технологічні, фізичні і структурні властивості, які впливають на процес збагачення. Надходження в технологічні операції корисної копалини з коливаннями якісних показників приводить до зниження продуктивності, якості концентрату і вилучення корисних компонентів в концентрат. Для стабілізації процесу на оптимальному рівні корисну копалину необхідно *усереднювати* за всіма показниками якості, що негативно впливають на ефективність роботи фабрики (вміст компонентів і домішок, вміст крупних і дрібних класів крупності, подрібнюваність, вологість, вміст глини і ін.).

Усереднення і шихтування часто розглядають як одну технологічну операцію, але розрізняють і за технологічним призначенням, і за способом їх виконання.

Під *усередненням* розуміють комплекс технологічних операцій і організаційних заходів, які направлені на підвищення однорідності видобутої корисної копалини або продуктів її переробки, без дотримання наперед запланованої пропорції, що розрахована на одержання заданої якості усередненого матеріалу. В ідеальному випадку якісні показники суміші в будь-якій точці об'єму або потоку повинні бути однаковими. Абсолютна величина цих показників наперед не регламентується і частинна участь складових компонентів не змінюється з метою одержання заданого значення визначального показника (напр., зольності при збагаченні вугілля).

На відміну від усереднення *шихтування* передбачає змішування окремих компонентів в строго регламентованій пропорції з метою одержання суміші (шихти) заданої якості. При зміні якості окремих компонентів їх частинна участь може змінюватись так, щоб визначальний показник в шихті залишався на рівні заданого, який не повинен перевищувати допустимих меж коливань.

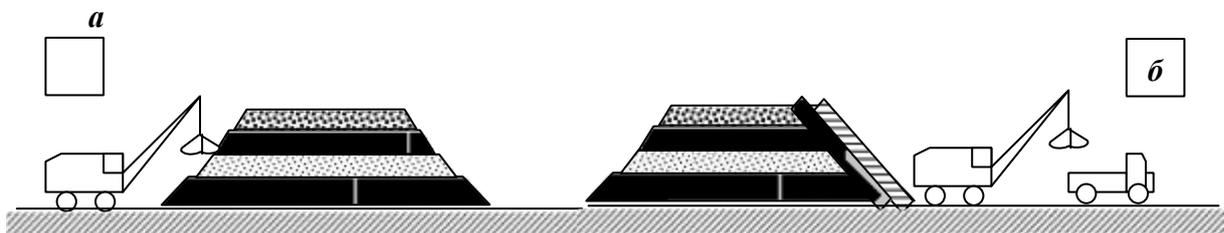
Таким чином, мета усереднення – це одержання однорідної суміші без обмеження її якості, а мета шихтування – одержання однорідної суміші заданої якості (з заданими технологічними властивостями).

Операції усереднення і шихтування корисних копалин реалізуються різними способами і на різних виробничо-технологічних стадіях.

Усереднення корисних копалин починається ще у відвантажувальних бункерах шахти або кар'єру, куди надходять видобуті на різних ділянках і з різних пластів корисні копалини неоднорідної якості. Однак усереднення

корисних копалин на цій стадії в більшості випадків малоефективне внаслідок невеликої місткості відвантажувальних бункерів і неритмічної роботи відвантажувальних пунктів.

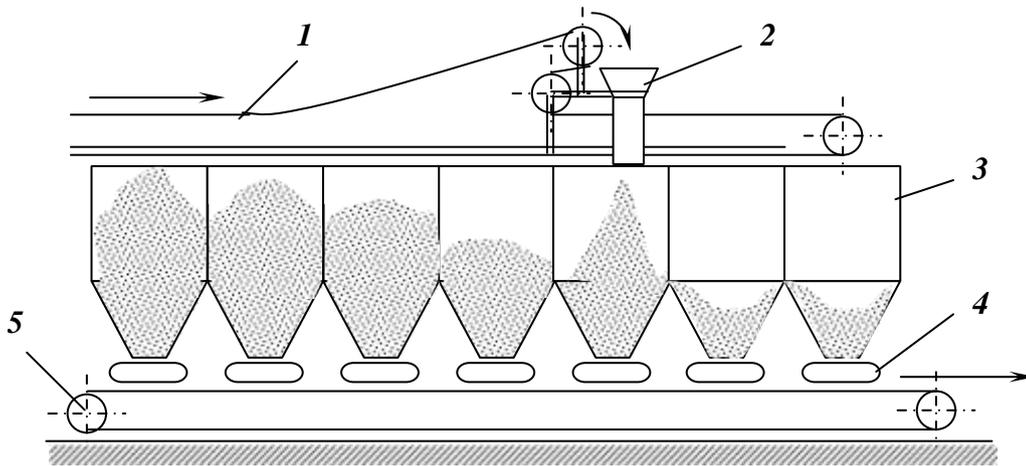
Достатньо ефективне усереднення корисних копалин досягається на складах сировини, що оснащені мостовими грейферними кранами, штабелеукладальниками, екскаваторами, забірними машинами або перевантажувачами. Усереднення корисних копалин на таких складах здійснюється шляхом закладки штабелів горизонтальними шарами по всій площі, що відведена для даного сорту, марки або шахтогрупи, і забору корисної копалини по вертикальній площині перпендикулярно до горизонтальних шарів (рис. 3.1). Усередненню на складах звичайно піддають великі маси корисних копалин, що накопичуються протягом значного часу.



**Рис. 3.1 – Схема формування штабелю (а) і забору корисної копалини зі складу (б).**

Маса корисної копалини, що відбирається для поточного виробництва складається з множини невеликих порцій, які взяті з кожного горизонтального шару. Таким чином, усереднена суміш представлена корисними копалинами різних відвантажувальних партій і різних термінів надходження. Цей спосіб усереднення дозволяє вирівняти коливання якісних показників, але частинна участь складових в одержаній суміші не регламентована і носить випадковий характер, обумовлений нерівномірністю надходження корисної копалини.

Більш ефективно усереднення досягається за допомогою акумулюючих бункерів (рис. 3.2). Послідовне завантаження чарунок акумулюючих бункерів корисною копалиною, що надходить на збагачувальну фабрику, і паралельне вивантаження із всіх або більшої частини чарунок дозволяє одержати на збірному конвеєрі достатньо однорідну суміш. На багатьох вуглезбагачувальних фабриках акумулюючі бункери виконують роль дозувальних відділень, де виконується складання шихти з вугілля різних марок або різних шахтогруп.



**Рис. 3.2 – Схема усереднення корисної копалини в бункерах.**

1 – завантажувальний конвеєр; 2 – розвантажувальний візок; 3 – бункер; 4 – живильник; 5 – розвантажувальний конвеєр.

Кожний бункер дозувального відділення призначається для прийому вугілля визначеної марки або шахтогрупи. Вивантаження вугілля з бункерів здійснюється в строго заданій пропорції у відповідності з планом складання багатомарочної шихти. Частинна участь вугілля, що вивантажується з кожної чарунки бункера, розраховується таким чином, щоб одержана суміш була не тільки однорідною за якістю, але й відповідала визначеним показникам якості (напр., за вмістом сірки, зольності, виходом летких речовин і т.п.).

Ще однією можливістю усереднення володіє транспортний цех коксохімзаводів. Сюди надходять від різних постачальників партії вугілля, які мають різні якісні характеристики. При правильному керуванні потоками і двох приймальних лініях збагачувального цеху, які працюють на один збірний конвеєр цілком реально змішувати вугілля однієї марки але різної якості уже в потоці перед бункером-силосом. Це збільшує однорідність вугільної сировини в кожному з бункерів, що в цілому збільшує ефективність усереднення всієї схеми.

Ефективність усереднення і шихтування корисних копалин залежать від кількості чарунок бункерів, що працюють одночасно. Зі збільшенням числа чарунок зростає ймовірність взаємної компенсації максимальних і мінімальних значень показників, які характеризують якість компонентів, що входять до складу суміші. Відхилення якісних показників від середніх значень зменшується і рівномірність складу корисної копалини підвищується.

Корисні копалини, що характеризуються різкими коливаннями речовинного складу, збагачують за різними технологічними схемами. При неможливості такої переробки їх ретельно усереднюють перед збагаченням.

### Оцінка якості усереднення

Оцінка якості усереднення базується на методах статистичного аналізу. Суміш умовно вважають двокомпонентною і за ступінню розподілу основного компоненту (корисного) в масі другого (породного) оцінюють якість усереднення. Основним критерієм оцінки якості усередненої сировини є *середнє квадратичне відхилення*  $\sigma$  вмісту корисного компоненту в пробах суміші від його середнього вмісту:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\alpha_i - \alpha)^2 / (n-1)}, \%$$

де  $\alpha_i$  – вміст корисного компоненту в  $i$  – тої пробі, % ;  $\alpha$  – середній вміст корисного компоненту в матеріалі, що опробується, % ;  $n$  – число проб.

Ефективність усереднення визначається порівнюванням характеристик коливань показників якості до і після усереднення. Для оцінки ефективності усереднення корисної копалини використовуються:

– *ступінь усереднення*  $C$ , що дорівнює відношенню середніх квадратичних відхилень показників якості в не усередненої  $\sigma_n$  і усередненої  $\sigma_y$  корисної копалині:

$$C = \sigma_n / \sigma_y ;$$

– *коефіцієнт зменшення середнього квадратичного відхилення* в усередненої корисної копалині:

$$K_\sigma = \sigma_y / \sigma_n.$$

Показники ефективності усереднення несуть однакову інформацію і зв'язані між собою:

$$K_{\sigma} = 1/C .$$

Найбільш ефективно усереднення досягається при поєднанні партій корисної копалини, показники якості яких різко розрізняються і не зв'язані кореляційною залежністю. В цьому випадку ступінь усереднення визначається з використанням залежності:

$$C = \sigma_n / \sigma_y = \sqrt{n} ,$$

де  $n$  – число партій корисної копалини, що поєднуються.

Чим більше число партій корисної копалини, що змішуються, тим більше ступінь усереднення. При змішуванні  $n$  порцій корисної копалини, показники якості яких зв'язані кореляційною залежністю, ступінь усереднення визначається за формулою:

$$C = \sigma_n / \sigma_y = \sqrt{n / [1 + r(n - 1)]} ,$$

де  $r$  – коефіцієнт кореляції в суміжних партіях корисної копалини. Ефективність усереднення  $E_y$  звичайно оцінюють за формулою:

$$E_y = 1 - K_{\sigma} .$$

Усереднення якості корисної копалини забезпечує стабілізацію технологічного процесу на оптимальному рівні і ефективну роботу засобів автоматизації, а також дозволяє підвищити продуктивність збагачувальної фабрики, якість концентратів і ступінь вилучення цінних компонентів.