

**В.М. Анісімов, М.Т. Анісімов канд. техн. наук**  
(Україна, Дніпропетровськ, Національний гірничий університет)

## **РОЗРОБКА СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ У ГІРНИЧОМУ ВУГІЛЬНОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

Гірнича вугільна промисловість є досить розвиненою і важливою для України. Видобуток і переробка вугілля характеризуються не тільки великими об'ємами сировини, складністю, насиченістю і розгалуженістю процесів, а також низкою вимог до кінцевих продуктів. Звичайно, що управління такими технологічними процесами повинно виконуватися за допомогою відповідних систем управління.

Незважаючи на те, що галузь сформувалась майже сто років тому, проблеми управління не знайшли належного вирішення. За цей час накопичено величезну кількість наукових праць, однак, що стосується зазначеного питання, сучасні підходи управління технологічними процесами повинні здійснюватися виходячи з характеристик сировини, технології переробки, обладнання, яке при цьому застосовується, а також вимог до кінцевих продуктів. Існує декілька систем автоматичного регулювання роботи технологічного обладнання або стабілізації певних параметрів.

Цьому передують декілька причин - проблем. Одна з них - це відсутність приладів і систем поточного контролю параметрів і характеристик, слід визнати, що ближчим часом вона позитивно не буде вирішена. Друга - це відсутність дуже чіткої диференціації понять, розумінь і підходів при вирішенні питань розробки систем управління технологічними процесами. Всебічне дослідження саме другої проблеми дозволяє у певній мірі зняти питання першої і позитивно вирішити їх по створенню систем управління технологічними процесами.

Управління в загальному розумінні - це те, що буде управлятися, і те, чим це виконується, тобто об'єкт і система управління. При розробці елементів самих систем управління майже відсутні проблемні питання, (існують достатні теоретичні положення, методики розрахунків, програмні продукти і матеріальна база) визначення об'єкту в технологічному виробництві є проблемою не вирішеною, а як це робиться - наразі недосконале.

У сучасному тлумаченні об'єкт – це все те, на що впливають певним чином, щоб задовольнити ціль управління. У всіх випадках, чи то система регулювання деяких параметрів, чи система управління потребують інформації щодо значень чинників і характеристик. Якщо розглядати системи розімкнені або замкнені, то не ті і не інші побудувати неможливо без контролю певних параметрів. Для технологічних процесів контроль параметрів є дуже актуальним.

Що стосується технологічних процесів збагачення, то для виміру або відслідкування кількісно – якісних показників при видобутку вугілля потрібні певні уточнення. Різні корисні копалини видобуваються і збагачуються різними технологічними процесами, і в кожному разі вони мають певні характеристики і чинники, і в кожному разі потрібно контролювати деякі з них або всі. При збагаченні вугілля ці характеристики такі: гранулометричний склад (ГС), фракційний склад

(ФС); щільність вугілля і породи, їх гідрофільність і гідрофобність – це чинники. Якщо процес збагачення відбувається у водному середовищі, то до зазначених характеристик додаються: процентне або масове співвідношення частин корисної копалини і води, а також чинники води: в'язкість, щільність, енергетичний стан. При використанні флотаційного процесу в суміш частин корисної копалини і води додається повітря і загальна кількість чинників знову зростає.

Корисна копалина окремо або в суміші проходить послідовно переробку – збагачення за допомогою певної кількості апаратів. У результаті дії обладнання практично всі характеристики змінюються. Все це є причиною того, що в збагаченні відсутні прилади, котрі б контролювали в реальному часі значення всіх чинників і характеристик, і, напевно, їх ще довго не буде. Справа в тому, що головні характеристики вугільної сировини, яка піддається переробці – збагаченню, досить розгалужені, а для таких умов розробляти системи визначення дуже складно. З чинниками, які визначаються прямими або побічними вимірами, справа дещо краща. У виробництві розроблені і обмежено використовуються деякі, наприклад, для контролю попільності, вологості, щільності, а це для розробки і функціонування систем управління існуючими методами, недостатньо.

Незважаючи на це збагаченню підлягає значна кількість сировини, а технологія збагачення практично некерована. В достатній мірі відпрацьовані методи контролю кількості і якості продуктів технологічного процесу, але не в поточному часі. Якщо представити процес збагачення у натуральній формі, то це досить продовгувата і розгалужена суміш – структура з конкретними характеристиками, а контроль відповідних характеристик, параметрів і кількісно – якісних показників виконується в певних її точках.

Слід пам'ятати, що розрахунок кількісних і якісних показників у технологічних процесах виконується детерміновано, за даними випробування з використанням закону збереження. На жаль, це положення в існуючих системах регулювання і наукових працях не використовується належним чином.

Такий стан справ свідчить про те, що для створення систем управління такими технологічними процесами потрібен інший підхід. Перш за все потрібно визначити технологічний об'єкт управління. Отже, із вищенаведеного бачимо, що за об'єкт управління слід приймати корисну копалину, яка входить у процес і представляється певними характеристиками в суміші з водою та іншими складовими, які теж представляються характеристиками, а також точки, в яких виконуються певні їх зміни за допомогою обладнання, тобто характеристики обладнання, характеристики взаємних відношень, взаємного впливу складових до виходу кінцевих продуктів. На такому об'єкті, виходячи з методик визначення характеристик і параметрів, слід вказувати точки, де це виконується. Таким чином, технологічний об'єкт – це цілком конкретна фізична матеріальна величина, що має певні розміри, конфігурацію і представляється комплексом характеристик і чинників.

В окремих випадках, з усього технологічного процесу може бути взята деяка його частина, однак в цьому разі слід виділити точки технологічного процесу, одна з яких буде початком об'єкта а друга - його кінцем. Причому ці точки повинні бути в тих місцях, де згідно з об'єктивними обставинами і технологією

контролюються певні параметри, які є визначальними для створення системи управління. Таких точок у технологічному процесі декілька. Неодмінно в об'єкт повинно включатись обладнання – його параметри, причому в тих точках, де воно розташовано в процесі збагачення. Тільки таке формування об'єкта є основою створення системи управлінням технологічним процесом.

Слід зауважити, що у зазначених точках визначають тільки деякі чинники з всієї сукупності. Де брати значення інших чинників, то вже інше питання, тільки слід пам'ятати, що управління буде достатнім у тому випадку, якщо враховуються всі чинники. Таке визначення об'єкта сформовано на основі аналізу сучасного стану в галузі, існуючих наукових праць та результатів виконаних теоретичних і практичних досліджень.

Чітке визначення об'єкта управління – це технологічний процес у повному обсязі, є первинною базою для розробки системи управління. Для технологічного процесу збагачення вугілля за допомогою відсадочних машин (ВМ) об'єкт управління визначений в межах точок технологічної схеми, початкова – це точка визначення характеристик і кількості вугілля, що подається до операції підготовки машинних класів, заключна – це точка визначення якості одержаних продуктів відсадочної машини.

Отже об'єкт управління – це корисна копалина, робоче середовище, обладнання, прилади, системи і методи контролю параметрів, транспортні та інші пристрої – і все це представлене певними характеристиками. Наведений підхід у розробці системи управління технологічним процесом збагачення правомірний для інших технологічних процесів і в цілому для технологічної схеми. Таке формування об'єкта дозволяє розробляти системи регулювання любого з апаратів схеми, оскільки від початку схеми до певного апарата характеристики і параметри являються визначеними.

Як бачимо з результатів виконаних робіт, при розробці систем управління технологічними процесами одним з найважливіших і неодмінних етапів є обґрунтоване формування об'єкта управління. На основі цього положення стало можливим створення системи управління технологічним процесом відсадки при збагаченні вугілля на основі характеристик вугілля, середовища, обладнання, методик визначення характеристик, взаємного співвідношення фаз і вимог до кінцевих продуктів.

Система управління технологічним процесом збагачення вугілля процесом відсадки є складовою частиною системи управління технологічним процесом в цілому. В разі потреби система може використовуватись автономно.

Доречи, згідно з офіційними показниками, втрати тільки для процесу відсадки складають близько 0,3 % від кількості переробленої сировини, що є досить сумнівним. Професійний аналіз звітних даних роботи підприємств галузі свідчить, що реальні є набагато більші. Використання розробленої системи управління збагачувальним процесом – це вирішення головних питань, а саме: виключення втрат і одержання продуктів потрібної якості. Створена система управління процесом збагачення вугілля з використанням положення про формування технологічного об'єкта пройшла випробування у виробництві.

Система досліджувалась у різних режимах роботи з використанням конкретних цілей і критеріїв управління. Реалізована на базі комп'ютерних технологій і мікроконтролерних елементів система адаптується відносно характеристик переробленої сировини і режимних параметрів технологічного процесу. В режимі одержання відходів за якістю, рівних якості вмістних порід відхилення не перевищувало 1,5 % попільності для процесу відсадки, для важкосередовищних апаратів цей показник значно менший. У сучасному стані виробництва ця різниця на порядок вища. Одержання відходів такої якості виключає втрати у вугільній галузі.

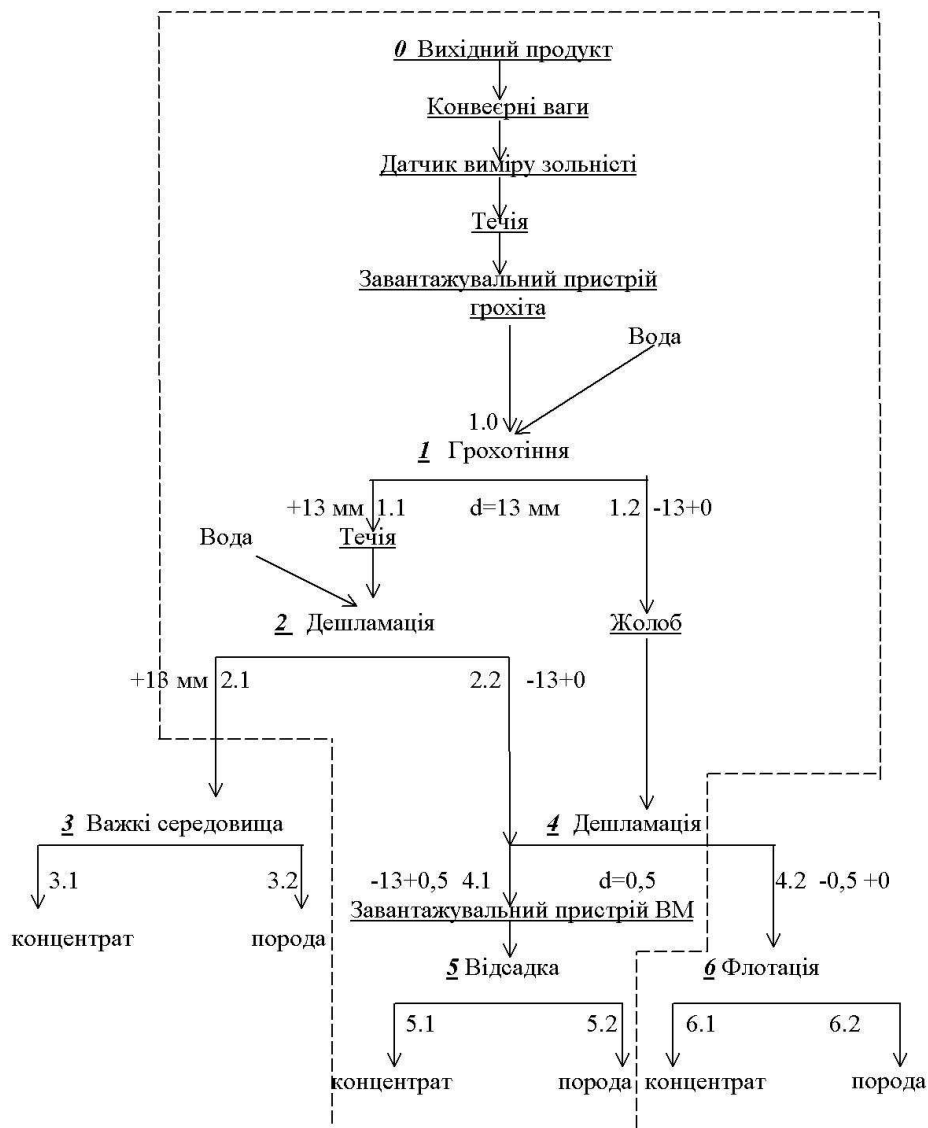
Щодо одержання продуктів потрібної якості питання вирішується однозначно – без похибки, це обумовлюється тим, що різниця у щільності вугілля і породи досягає  $1000 \text{ кг/м}^3$ , а вибір щільності розподілу складових сировини відбувається у зазначених межах цієї різниці, тому похибку вдається звести до мінімуму.

В сучасному виробництві якість продуктів збагачення нормується відповідно до вимог споживачів, так, наприклад, для коксівної галузі попільність не повинна перевищувати 7,5 %, для енергетичної вона дещо більша і знаходиться в межах 10,0 %. При вказаному режимі системи управління адаптується до відповідних галузевих норм якості, а також до характеристик вхідної сировини.

Неодмінне виконання етапу “формування об'єкта управління” технологічними процесами обумовлює специфічні умови при розробці систем. Як розробляти систему управління, це вже інше питання.

У технологічній схемі збагачується рядове вугілля, що характеризується багатьма параметрами, основними з яких є: ГС, ФС, щільність часток вугілля і породи, зольність вугільної і породний складових. Зазначені характеристики вважаються постійними, що є великою помилкою, через яку виникають утрати пальної маси при збагаченні. Визначаються ці характеристики за даними випробування зі значним інтервалом часу – квартал, у даний час – рік. Виконаний комплекс робіт теоретичного плану і практичних досліджень дозволив розробити методику, за допомогою якої надається можливість одержувати ГС і ФС збагачуваного матеріалу в реальному режимі часу на вході технологічної схеми збагачення.

Так, при створенні системи управління процесом відсадки за початкову границю об'єкта управління потрібно приймати не тільки ВМ, а і те устаткування, по якому проходить вугілля, перш ніж потрапити в неї. Рядове вугілля, просуваючи по технологічному устаткуванню і транспортним системам, змінює свої характеристики. Дані зміни необхідно відслідковувати. Вирішити це можливо, якщо об'єкт керування відобразити у вигляді окремих структур, зв'язаних технологічними параметрами і зображуючиз реальний технологічний процес. Таким чином, в об'єкт керування входять такі апарати: частина конвеєрної стрічки, укладеної між конвеєрними вагами і розвантажувальною голівкою, течія, завантажувальний пристрій грохота, грохіт, завантажувальний жолоб дешламатора, дешламатор, завантажувальний пристрій ВМ, ВМ (рисунок).



Загальний вигляд об'єкта керування, який реалізує процес відсадки

Зміни характеристик збагачуваного матеріалу за попереднім аналізом можливо визначати за допомогою конвеєрного золоміра, що передбачається на початку технологічної схеми. Оскільки існуючі збагачувальні фабрики спроектовані так, що золомір ні технологічно ні конструктивно не можна розташувати перед ВМ. Таким чином виникає питання про формування об'єкта керування. Як об'єкт керування необхідно приймати корисну копалину, робоче середовище, обладнання, всі технологічно зв'язані апарати, по яких проходить збагачуваний матеріал і які знаходяться між точкою визначення характеристик збагачуваного матеріалу і ВМ, у тому числі і ВМ.

Такий розроблений підхід може бути використаний для управління будь-яким технологічним апаратом у технологічній схемі збагачення.