

О.Б. Владико, Д.В. Мальцев

## АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ РУДНОЇ СИРОВИНИ

*Розглянуто методи підвищення якості на підприємствах країни. Проаналізовано діючі методи контролю якості продукції на провідних підприємствах Японії та США та шляхи їх вдосконалення. Розглянуто роботи українських вчених, присвячені контролю якості на вітчизняних рудних підприємствах і заходам щодо її підвищення до рівня, який існує в країнах Євросоюзу. Розроблено загальну методику комплексного контролю якості на підприємствах, які використовують геотехнологічні способи видобутку корисних копалин.*

---

### АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА РУДНОГО СЫРЬЯ

*Рассмотрены методы повышения качества на предприятиях страны. Проанализированы методы контроля качества продукции на ведущих предприятиях Японии и США и пути его совершенствования. Рассмотрены работы украинских ученых, посвященные контролю качества на рудных предприятиях страны и мерам его повышения до уровня, который существует в странах Евросоюза. Разработана общая методика комплексного контроля качества на предприятиях, которые используют геотехнологические способы добычи полезных ископаемых.*

---

### ANALYSIS OF MODERN METHODS OF QUALITY CONTROL OF CRUDE ORE

*Methods to improve the grade of the enterprises of our country are considered. The methods of quality control by US and Japanese scientists produced and still being produce at the leading enterprises of these countries and ways to improve are considered. The works of Ukrainian scientists in the field of quality control at ore enterprises in this country and measures to improve it to the European Union standard are reviewed. A general method of comprehensive quality control in the enterprises using geotechnical methods for extraction fossil is developed.*

---

#### ВСТУП

Проблема підвищення якості продукції є багатогранною й однією з найважливіших технологічних проблем на сучасному етапі розвитку гірничовидобувної галузі країни. На гірничовидобувному виробництві вона знаходиться в тісному взаємозв'язку з іншою важливою проблемою – підвищенням економічної ефективності використанням надр і ціноутворення продукції.

Протягом останніх років, на жаль, не дуже активно вивчалася можливість підвищення якості рудної сировини, що видобувається на території України. Сучасні економічні умови характеризуються змінами ринку, ускладненням видобувного обладнання й умов видобутку корисних копалин, організаційної діяльності на гірничому підприємстві. Великий вплив на гірниче підприємство спричиняє зовнішнє середовище, яке постійно змінюється і висуває нові вимоги до видобутку корисних

копалин. Від нього і залежить ефективність та конкурентоспроможність підприємства. Для їх підвищення необхідно створити ефективну систему методів, засобів, принципів контролю, аналізу й оцінки продукції гірничого підприємства.

Сьогодні одним з найбільш поширених на підприємстві є контроль готової продукції, що відправляється замовнику. Але для поліпшення якості необхідно здійснювати комплексний контроль на всьому виробничому ланцюгу підприємства. Комплексні індикатори якості, що відображають ефективність функціонування різних підсистем підприємства, слугують основою для формування інтегральних узагальнюючих показників, використовуючи значення яких, можна приймати ефективні управлінські рішення. Таким чином, від рівня контролю якості залежить собівартість і прибуток від реалізації продукції.

*Виділення невирішених завдань.* Основним завданням статті є розгляд існуючих сучасних методів контролю якості та забезпечення впровадження методу контролю якості продукції на конкретному рудному підприємстві, що потребує розробки систем контролю якості за комбінованою технологією отримання окисів урану на уранових родовищах України [1].

*Зв'язок проблеми з науково-практичними завданнями.* Виробництво уранових руд, як стратегічної сировини України, пов'язане зі складними умовами і підвищеними витратами на видобуток. Тому для зниження витрат та підвищення вилучення корисної копалини частковим вирішенням проблеми є розробка та застосування комплексного контролю якості видобутку урану з використанням геотехнологічних способів.

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Великі наукові здобутки після апробації способів підвищення якості отримали японські вчені Г. Тагуті, К. Ісікава та ін. [2 – 4]. Головне в роботі Г. Тагуті – це під-

вищення якості з одночасним зниженням витрат. Згідно з його досягненнями економічний фактор (вартість) і якість аналізуються спільно. Обидва фактори міцно пов'язані загальною характеристикою – функцією втрат. К. Ісікава запровадив загальну участь працівників в управлінні якістю; введення регулярних внутрішніх перевірок функціонування системи якості; безперервне навчання кадрів; широке впровадження статистичних методів контролю. Джозеф Джуран орієнтувався на широке використання методів контролю якості і, як правило, абсолютно орієнтувався на замовника продукції. Його знають як засновника методів покращення і менеджменту якості. Арманд Фейгенбаум запропонував принципи управління та контролю якості продукції. Завдяки його працям змінились організаційні структури підприємств, з'явилися центральні відділи контролю якості тощо [5]. М.Г. Новожилов, Я.Ш. Ройзен, А.М. Ерперт [6] розглядали якість продукції як сукупність споживчих властивостей продукції, що визначається у фіксованих умовах споживання. Вчені вивчали основні питання оцінки якості рудної сировини, шляхи та засоби її підвищення на гірничо-збагачувальному підприємстві. Ними наведено виробничий досвід усереднення рудної сировини перед збагаченням, надано відомості про технологію й організацію усереднення сировини на устаткуванні, яке використовується при збагаченні. Визначено експериментальні та теоретичні дослідження взаємозв'язку якісних характеристик рудної сировини та показників збагачення, наведено відомості про економічну ефективність стабілізації якості гірничорудної сировини. Досвід Європейського Союзу – це шлях введення єдиних стандартів для всіх його країн. Для підвищення якості продукції були розроблені єдині законодавчі вимоги, стандарти і процеси перевірки, утворена Європейська координаційна рада з випробувань та сертифікації, створено Європейський комітет з оцінки та сертифікації систем якості.

*Постановка завдання.* Провести аналіз сучасних світових методів підвищення якості на підприємствах; розглянути існуючі методи визначення якості та шляхи їх підвищення; розглянути практичні методи підвищення якості для гірничорудних підприємств України; запропонувати комплексний показник якості при застосуванні сучасних свердловинних способів видобутку корисних копалин; навести приклад визначення якості за розробленою методикою для умов видобутку корисних копалин підземним способом з використанням геотехнології.

## ОСНОВНА ЧАСТИНА

Одними з перших, хто звернув увагу на підвищення якості продукції та пов'язав її з витратами, були американські вчені Джозеф Джуран і Арманд Фейгенбаум [5]. Для цього вони запропонували заходи щодо співвідношення ціни на товар і його якості. Але для видобування корисних копалин ці заходи можна інтерпретувати наступним чином:

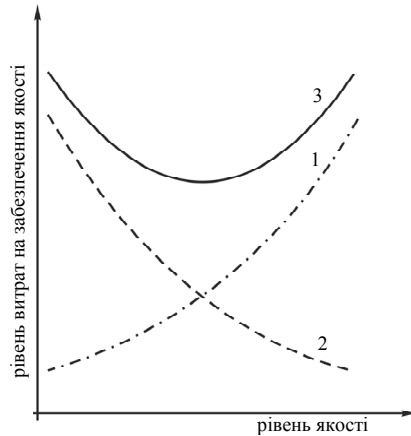
- потрібно забезпечити контроль за якістю корисної копалини;
- не допускати низького рівня якості корисної копалини, що видобувається;
- виявляти корисну копалину, що не відповідає вимогам покупця до і після її реалізації.

Ці заходи були прийняті за основу деталізації співвідношення витрат і якості продукції (рис. 1).

Визначені заходи вимагають відповідних витрат, які умовно можна розділити на три категорії.

*Перша категорія витрат* – профілактичні. Вони обумовлені діями щодо запобігання можливих втрат і заходами, спрямованими на забезпечення якості. До них входять: недопущення перевищення норми забруднення корисної копалини, навчання і підвищення кваліфікації персоналу підприємства, взаємодія з постачальниками для підвищення якості устаткування. Чим бі-

льше буде зусиль у цьому напрямку, тим вище буде рівень якості, але й витрати вищі. Зв'язок витрат і рівня якості прямий.



*Рис. 1. Співвідношення витрат і якості продукції:*  
 1 – витрати на забезпечення й оцінку якості;  
 2 – витрати на внутрішній та зовнішній брак;  
 3 – сукупні затрати

*Друга категорія* – витрати, пов'язані з оцінкою рівня якості. Вони обумовлені вимірюванням рівня якості, контролем і підтвердженням виконання вимог замовника. Часто більшу частку в цій категорії становлять витрати на вихідний контроль готової продукції. Очевидно, встановивши на виході повний контроль, споживач, з великою часткою ймовірності отримає продукцію відповідно до встановлених характеристик або властивостей. Тому якість буде високою, але це коштуватиме дорожче. Знову спостерігається прямий зв'язок: якість підвищується – витрати зростають.

*Решта витрат* – ті, що обумовлені помилками. До них відносять: невідповідну вимогам замовника корисну копалину через внутрішні технічні та технологічні обставини ведення видобутку; виявлення невідповідності якості сировини після відвантаження її споживачеві.

Рівень витрат перших двох категорій зростає з підвищенням якості, а останньої – зменшується. Питання в тому, як розподілити зусилля та ресурси за цими на-

прямами, щоб діяльність в галузі якості була найбільш ефективною? Прагнення підвищувати якість при одночасному зниженні витрат на неї мимоволі потребує виконання розрахунків: що вигідніше? Вдосконалити існуючу технологію видобутку або посилити вихідний контроль готової продукції?

Мета керування якістю, виражена як якість з мінімальними витратами на неї, призвела до знаходження оптимального співвідношення між витратами і обґрунтування оптимальних рішень, оптимального рівня якості і, як наслідок, оптимального рівня невідповідності умовам замовника. Але вдосконалення технології контролю та поліпшення якості продукції має свої розумні межі, при його підвищенні до певного рівня витрати на виробництво зростають на стільки, що його нерентабельно буде реалізувати, тому потрібно завжди втримувати оптимум витрат та якості.

Яскравим представником американської школи управління є Вальтер Шухарт, його підхід був спрямований на забезпечення стабільності продукції та зменшення відхилення показників продукції від оптимальних. Ним вперше була запропонована контрольна карта. Контрольні карти [7 – 8] – це подання даних, які отримані в ході технологічного процесу, у вигляді точок (або графіка) в порядку їх надходження в часі. Вони дозволяють контролювати робочі характеристики процесу, показують відхилення цих характеристик від оптимального значення, а також рівень статистичної стабільності процесу. Їх можна використовувати для вивчення можливостей процесу, щоб допомогти визначити досяжні цілі якості та виявити зміни середніх характеристик і мінливість процесу, які вимагають коригувальних або запобіжних дій.

Контрольні карти ґрунтуються на чотирьох положеннях [7 – 8]:

1. Всі процеси відхиляються від заданих характеристик.
2. Невеликі відхилення окремих точок є непрогнозованими.
3. Стабільний процес змінюється випадково, але так, що групи точок знаходяться в прогнозованих межах.

4. Нестабільний процес змінюється випадково, але так, що групи точок знаходяться за прогнозованими межами.

Одним із варіантів збору даних про хід промислових процесів є контрольний аркуш. Це бланк, на якому заздалегідь надруковано назви і діапазони контрольованих показників, для того щоб можна було легко і точно записати дані вимірювань і впорядкувати їх для подальшого використання. Він використовується для отримання відповіді на питання: як часто зустрічається досліджувана подія?

Передбачаються наступні етапи виконання збору даних з використанням контрольних аркушів [7 – 8]:

1. Формулювання питань щодо конкретних вимог до якості.
2. Вибір необхідних методів аналізу даних і підтвердження їх ефективності.
3. Правильне позначення точок збору даних в технологічному процесі.
4. Розробка форми бланків для збору даних (форми контрольних аркушів).
5. Підготовка інструкції з виконання збору даних.
6. Ретельна перевірка розроблених бланків та інструкцій.
7. Інструктаж і навчання робітників.
8. Періодичні перевірки здійснення процесу збору даних і отриманих результатів.

*Японський досвід керування якістю.* Вважається, що кращий світовий досвід у керуванні якістю продукції є японський і його без особливих ускладнень можна перенести на гірниче виробництво. Виходячи з нього, поліпшення якості продукції формується через постійне вдосконалення та конкурентоспроможність. Це досягається шляхом відходу від кінцевого контролю продукції до контролю на кожному етапі виробництва та припинення практики надання продукції тільки на підставі вартості, завдяки зведенню до мінімуму сукупних витрат. При цьому на якість виробленої продукції більш істотно впливає наявність технічно досконалого устаткування, ніж

технології видобування. Для утримання та підвищення якості потрібно організувати систему постійного навчання персоналу та керівництва видобувної компанії. Японські інженери для поліпшення якості продукції пропонують участь кожного робітника у програмі поліпшення її якості.

Перше, що вони запропонували для цього – створення гуртків якості, впровадження принципів командної роботи, які покликані зруйнувати створені традиційним управлінням бар'єри як між структурними підрозділами, так і між людьми. Для підвищення якості продукції треба шукати і викорінювати причини всіляких втрат, аналізуючи технологію й організацію виробничих процесів. Звернувшись до «стиків» процесів, японські інженери помітили, що багатьох зайвих витрат можна було б уникнути завдяки автоматизації технології виробництва і, як наслідок, зниженню впливу людського фактору. Такі технології автоматично не допускають виконання наступних операцій, якщо на попередніх є порушення технологічного процесу.

Для визначення втрат від низького рівня якості слід враховувати не тільки фактичні втрати, які виникли внаслідок невідповідності продукції обговореним межах якості, а й потенційні втрати, що виникнуть, якщо зміниться ринок цієї продукції.

Переймаючи японський досвід, слід зменшити наявність продукції на складах до мінімально необхідного запасу, також треба розрахувати оптимальні терміни й обсяги поставок, мінімізувавши сумарні витрати на її зберігання і транспортування. Для умов України головною проблемою, стосовно описаних методів підвищення якості та зниження собівартості, є невчасні логістика та складування корисних копалин. Для вирішення цих недоліків українських підприємств потрібно мати відповідальних постачальників, здатних постачати якісну сировину в потрібний час за погодженою ціною; мати відповідальних перевізників, з якими побудовані відносини на довготерміновій взаємовигідній основі. Японські інженери не зупинились тільки

на поліпшенні контролю над запасами продукції на складах, вони звернулися до узгодження темпів процесів всередині компанії, а далі перейшли до узгодження внутрішніх процесів виробництва і процесів «споживання». Такі їхні міркування щодо організації процесів призвели до відомого принципу «точно під час». Не варто вживати ніяких дій, поки немає конкретних споживачів їх результатів.

До традиційної схеми ціноутворення японські інженери внесли свої нюанси. Відштовхнувшись від сталої ринкової ціни, вони, віднімаючи привабливий для себе рівень прибутку, розраховували величину витрат, яка не може бути перевищена без шкоди для конкурентоспроможності компанії. Озброївшись цими цільовими витратами, вони спочатку проектували процеси, що забезпечують конкурентоспроможну ціну на ринку, і не менше, ніж у конкурентів, норму прибутку компанії, що дало перевагу над ними.

У гірничій справі присутня висока варіативність процесів, яка більш ретельно була розглянута японським ученим Г. Тагуті. Він з кінця 1940-х років займався вдосконаленням промислових процесів і продукції та розвивав методологію математичної статистики, яка напряду пов'язана з оптимізацією процесів виробництва й якістю продукції, що дозволяє аналізувати спільно економічний фактор (вартість) і якість. Тагуті акцентував увагу на етапах, що передують проектуванню виробу, оскільки надавав великого значення економічним чинникам зниження витрат. Функція втрат Тагуті стала одним з інструментів аналізу існуючої в компанії ситуації з якістю і призвела до кардинального переосмислення того, що треба робити для підвищення якості. В першу чергу треба прагнути зменшувати варіабельність системи та процесів. Варіабельність системи характеризує розкид деяких характеристик щодо номінального значення. Чим вона менша, тим краще (в сенсі точності результату) функціонує система. Виникають реальні втрати, які несе компанія, оскільки характеристики

продукції, що випускається, перевищують допустимі, узгоджені з покупцем вимоги до їхнього рівня. Таким чином, чим жорсткіші вимоги покупців і більша варіабельність процесів, тим вони значніше.

Філософію якості (за Тагуті) можна звести до наступних базових постулатів:

– ми не можемо знизити витрати без впливу на якість;

– ми можемо підвищити якість, не збільшуючи витрат;

– ми можемо знизити витрати за рахунок підвищення якості;

– ми можемо зменшити витрати за рахунок зниження варіабельності, що автоматично веде до підвищення якості й ефективності.

Тагуті пропонує оцінювати якість величиною збитку, що наноситься суспільству з моменту поставки продукції – чим менший цей збиток, тим вища якість. Основу його концепції забезпечення якості складає теорія втрат або шкоди від неналежної якості. Коли ми розмірковуємо про збиток для суспільства, перше, що спадає на думку – шкідливі викиди відпрацьованих газів, пилу, утворення відвалів із шкідливими відходами виробництва. Однак Тагуті розглядає збиток для суспільства в більш широкому аспекті. Він асоціює можливі втрати з будь-яким виробництвом продукції, яке після переробки потрапляє до споживача.

Ідея мінімізації суспільних втрат сама по собі досить абстрактна, і її складно пов'язати з поточними завданнями конкретної компанії. Якщо ж розглядати збиток, що наноситься суспільству, як довготривалі витрати компанії, вважаючи ці поняття еквівалентними, то таке формулювання набуває більшого практичного сенсу.

Як зазначалося вище, витрати, пов'язані з якістю, зазвичай ототожнюють з вартістю утилізації браку або переробок дефектної продукції й іншими, цілком відчутними витратами. Разом з тим, як вже було показано, ці «відчутні» витрати являють собою лише верхівку айсберга. Виходячи з цього, треба шукати шляхи приблизної оцінки прихованих витрат і втрат, можливих у віддаленій

перспективі, оскільки вони суттєво збільшують витрати, у тому числі і які пов'язані з якістю. Для цієї мети Тагуті вводить поняття функції втрат від неналежної якості або Quality Loss Function (QLF) [9].

Спосіб побудови QLF залежить від типу використовуваних показників якості, тобто тих параметрів, які ми вимірюємо, щоб оцінити технічний рівень чи якість виробу. Існують наступні п'ять видів показників якості.

1. «Найкраща – номінал». Треба прагнути до номіналу з мінімальною варіабельністю. До числа таких параметрів відносяться, наприклад, гранулометричний склад руди, агломерації.

2. «Чим менше – тим краще». Необхідно мінімізувати вихідні параметри, такі як, наприклад, збіднювання або засмічення корисної копалини.

3. «Чим більше – тим краще». Необхідно максимізувати вихідні параметри, такі як, наприклад, кількість корисної копалини, що видобувається.

4. Дискретний показник «атрибут», який використовується для класифікації або підрахунку, наприклад, кількості появ деяких подій (простоїв устаткування).

5. Динамічна характеристика, величина якої залежить від вхідних даних, наприклад, кількість домішок (засмічення) у корисній копалині (гірничої маси) від виду задіяного обладнання.

*Український досвід керування якістю.* У 1975 році на передових підприємствах Львівської області з'явилися комплексні системи керування якістю продукції. Метою їх створення було виробництво продукції, яка б відповідала кращим світовим аналогам У зв'язку з цим було впроваджено на підприємствах метрологічне забезпечення виробництва, багатоступінчастий аналіз дефектів і статистичний контроль якості. Були створені групи якості і стали розроблятися програми підвищення якості продукції, вводилася атестація, а також було створено мережу закладів із підвищення кваліфікації фахівців в галузі якості продукції [10].

1978 року була розроблена комплексна система управління якістю продукції й ефективним використанням ресурсів у Дніпропетровську. Передові підприємства Дніпропетровської області пішли шляхом використання методів керування для вирішення завдань підвищення ефективності виробництва. Вони розробили і впровадили низку нових елементів системи, що дозволяють керувати не тільки якістю продукції, але і всіма видами ресурсів, що використовуються при її виробництві. На базі комплексної системи керування була створена і перевірена на практиці нова комплексна система, що забезпечила оптимально збалансованими якісними і кількісними показниками всю господарську діяльність підприємства і соціальний розвиток колективу.

У дніпропетровській системі якості було змінено і розширено напрям підвищення ефективності й якості роботи підприємства, підрозділів, кожного працюючого. Істотно розширено коло завдань спеціальних функцій керування якістю.

Методи керування, використовувані на підприємствах Дніпропетровської області, дозволили організувати на основі спільних стандартів ефективну взаємодію між організаціями-розробниками, підприємствами виготовлювачами і споживачами продукції.

За останні 25 – 50 років серед багатьох вчених, які працювали над вдосконаленням і поліпшенням якості в гірничорудній промисловості, слід відзначити роботи М.Г. Новожилова та інших [6], де виділяється якість продукції як сукупність споживчих властивостей, які визначаються у фіксованих умовах споживання, а також ступінь задоволення певних потреб у конкретних соціально-економічних умовах. Виходячи з цього, сьогоденний український досвід у керуванні якістю продукції потребує вдосконалення і відповідних змін.

Оцінка якості може здійснюватися в зіставленні з можливостями виробника і потребами споживача при здійсненні постійного контролю. Основним завданням під-

вищення якості продукції є розробка критеріїв її оцінки. Таким чином, критерії оцінки якості продукції залежать від:

- ефективного планування якості продукції та її контролю в промисловості;

- контролю якості на рівні розвідки, видобутку корисних копалин, а також збагачення і англомерації;

- матеріального стимулювання працівників щодо підвищення якості продукції;

- комплексна інформаційна система, яка б дозволила слідкувати за якістю продукції, що отримуємо, з візуалізацією підконтрольних процесів через локальну або світову мережу;

- впливу якості продукції на ціноутворення.

Для вирішення цих питань можна використати досвід американських та японських інженерів, які поліпшили якість на своїх виробництвах. Оскільки вони досягли не тільки підвищення якості продукції, а збільшили її обсяг і вартість. Також це дозволило поліпшити моральний стан робітників на підприємствах і впевненість у завтрашньому дні. Додаючи американський і японський досвід до українського, можна відзначити:

- якість продукції забезпечується в процесі роботи всього підприємства;

- стратегічно випускати якісну продукцію вигідніше ніж неякісну;

- щоб підвищити якість треба задіяти весь персонал підприємства;

- для підвищення якості важлива проста і дієва система контролю якості на підприємстві.

*Європейський досвід керування якістю.* Щоб об'єднати європейський ринок були введені єдині стандарти якості Євросоюзу, гармонізовані національні стандарти якості, розроблено єдині підходи до технологічних регламентів керування якістю, а також єдину систему сертифікації. Це було зроблено для того, щоб гарантувати високу якість в Європейському Союзі, захистити споживачів і розробити стандарти якості, які б відповідали і перевищували найкращі американські й японські стандарти [10].

У процесі підготовки до відкритого загальноєвропейського ринку були вироблені єдині стандарти, єдині підходи до технологічних регламентів. Зазначені стандарти повинні гарантувати високу якість, захистити споживачів європейських країн, від низько-сортної продукції, стимулювати виробників на підняття якості своєї продукції.

Для нормального функціонування європейського ринку продукція, що поставляється, має бути сертифікована незалежною організацією. Крім сертифікації продукції проводиться акредитація випробувальних лабораторій і працівників, які здійснюють контроль і оцінку якості продукції. Найважливіший аспект їх діяльності – контроль над задоволенням вимог споживача та вирішення конфліктів, які мають місце між виробником і постачальником продукції.

Великі та середні компанії приватного бізнесу інтенсифікують процеси в сфері підвищення якості продукції і також посилюють контроль за якістю продукції. Якість стала фактором забезпечення конкурентоспроможності європейських країн. Для її реалізації розроблено такі документи:

- єдині законодавчі вимоги (директиви);
- єдині стандарти;
- єдині процеси перевірки, щоб переконатися, що фірма відповідає вимогам ринку.

Для підвищення якості продукції було утворено Європейську координаційну раду з випробувань і сертифікації та Європейський комітет з оцінки та сертифікації систем якості. До складу комітету входять організації з сертифікації практично з усіх європейських країн.

Європейський ринок ставить серйозні завдання перед підприємствами інших країн, що мають намір потрапити до нього. Для того, щоб вистояти в конкурентній боротьбі, найбільші фірми Європи об'єднують зусилля для вибору прогресивних форм і методів керування якістю продукції, пов'язують з їх впровадженням гарантію стабільної якості продукції. Вона, як відомо, включає стабільну технологію, належну систему підтримки технологічної точності устаткування й оснастки, метрологічні за-

соби контролю та випробувань продукції, ефективну систему підготовки кадрів.

Зона діяльності Європейського фонду управління якістю полягає в наступному:

- підтримувати керівництво західноєвропейських компаній для створення переваг у загальній конкуренції та прискоренні процесу створення якості продукції;
- стимулювати і за необхідності допомагати всім учасникам західноєвропейської спільноти щодо поліпшення якості та зміцнення культури європейської якості.

Виконавши огляд основних способів контролю якості, можна зробити висновок, що для умов України, яка рухається у напрямку євроінтеграції, питання контролю якості постає як одне з головних аспектів розвитку українських підприємств, котрі зможуть конкурувати на європейському ринку. Тому для нашої країни потрібно розробити власний перехід на європейські стандарти якості за рахунок підвищення якості продукції з ефективним його контролем. Було запропоновано комбіновану систему оцінки контролю якості на гірничорудних підприємствах України, яку викладено нижче.

#### МЕТОДИКА КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ З ВИДОБУТКУ КОРИСНИХ КОПАЛИН ГЕОТЕХНОЛОГІЧНИМ СПОСОБОМ В УМОВАХ УКРАЇНИ

Задля виконання згаданої вище методики потрібно зробити наступні дії:

1. Розбити виробничий процес підприємства на невеликі частини для контролю якості.
2. Визначити параметри контролю якості усіх точок виробничого процесу.
3. Перевірити окремі частини виробництва на відповідність технологічному процесу, де виконується контроль якості на підприємстві.
4. Розробити планування контролю якості на гірничорудному підприємстві.
5. Зробити висновки щодо рівня контролю якості у порівнянні з іншими підприєм-



емствами, які працюють в аналогічних умовах видобутку та за подібними технологіями.

Після визначення потрібних дій розглянемо методику більш детально.

**Крок 1.** Розділити виробничий процес підприємства на невеликі частини для забезпечення відповідного контролю якості. Зміст розділення підприємства на частини полягає у тому, щоб знайти вузли у технологічному процесі підприємства, де контроль якості був би найефективніший та такий, що координує ланцюг виробництва.

**Крок 2.** Визначення параметрів контролю якості усіх точок виробничого процесу, отриманих з першого кроку, в яких окреслюється низка характеристик підконтрольної сировини з визначенням ймовірного виходу із зазначених меж на конкретному вузлі контролю якості. Контроль якості для конкретного вузла умовно поділяється на три рівні. Перший рівень – низька якість (якість, яка не відповідає потрібним якісним показникам на цьому етапі, і, якщо є таке відхилення, тоді кінцева якість продукції з імовірністю 60% може не відповідати потрібним характеристикам). Другий рівень – середня якість продукції. Третій рівень – висока якість.

**Крок 3.** Перевірка окремих частин виробництва у конкретних вузлах на відповідність якості сировини, що проходить через неї. Цей контроль зводиться до того, що потрібно протоколювати (заносити дані у відповідну таблицю контрольної карти) постійно якість сировини, яка проходить через конкретний вузол.

**Крок 4.** Планування контролю якості здійснюється двома способами: внутрішній і зовнішній контроль якості. До першого відносяться розрахунок за контрольними картами якості на усіх вузлах, окреслених на першому кроці, з визначенням ймовірних відхилень за годину, зміну, добу, місяць та рік, прогнозуванням кінцевої якості продукції з урахуванням усіх відхилень на контрольних вузлах результатами внутрішнього контролю складається загальний звіт якості. До зовнішнього контролю яко-

сті відноситься контроль отриманої якості продукції на умовах виробництва – споживач. Одержується відгук споживача.

**Крок 5.** Виконати розрахунок та аналіз комплексного коефіцієнта контролю якості. Зробити висновки щодо рівня контролю якості у порівнянні з іншими підприємствами, які працюють у подібних умовах та за подібними технологіями. За висновками запропонувати усунення помилок у виробничих процесах і визначити заходи поліпшення якості на підприємстві.

Застосування визначеної методики можна розглянути на прикладі конкретного підприємства, що діє на території України. Найбільш придатною для використання даної методики є шахта «Смолінська» ДП «Східний гірничо-збагачувальний комбінат» (ДП «СхідГЗК»), що розроблює бідну уранову руду Ватутінського родовища. Для його умов була запропонована технологія отримання сировини з використанням геотехнології. Описана методика більш стосується цієї технології [1].

**Згідно з першим кроком** потрібно розділити виробничий процес підприємства на такі частини, в яких би забезпечився потрібний контроль якості. Відповідно до аналізу техніки та технології на підприємстві технологічний процес був поділений на блоки, які відповідають вимогам. Окрім визначених блоків, потрібно розуміти, що зв'язок між блоками забезпечують вузли, які найбільш підходять для контролю якості продукції. Перерахуємо визначені блоки, які закінчуються вузлом контролю якості.

1. Спорудження підготовчих виробок.
2. Буріння в камері.
3. Знеміщення руди для подальшого процесу вилуговування.
4. Процес вилуговування.
5. Транспортування продуктивного розчину на поверхню.
6. авантаження продуктивного розчину до збагачувальної фабрики.

**Згідно з другим кроком** визначимо параметри контролю якості на всіх вузлах між блоками, в яких потрібно підтримувати низку характеристик для забезпечення

потрібної якості. Опишемо параметри контролю якості між блоками у вигляді «1 – 2», що означає вузол між першим та другим блоками процесів (було визначено на першому кроці методики з описом допустимого рівня якості):

1 – 2 – правильне розташування підготовчих виробок;

2 – 3 – точність виконання бурових робіт;

3 – 4 – отримана система тріщин для подальшого вилуговування з урахуванням вірогідного середнього розміру отриманої англомерації;

4 – 5 – якість процесу вилуговування, рівень розчинення уранових сполук у продуктивний розчин, швидкість процесу вилуговування тощо;

5 – 6 – вірогідні втрати продуктивного розчину при транспортуванні та завантаженні у відповідні ємності для подальшого перевезення.

**Згідно з третім кроком** треба виконати перевірку окремих частин виробництва у визначених вузлах на відповідність якості сировини, що проходить через неї. Результати такого контролю заносяться до контрольної карти.

Форма контрольної карти розробляється для кожного вузла окремо. У будь-якому випадку в ньому зазначаються:

– номер вузла (наприклад, вузол № 4 – 5);

– таблиця реєстрації даних контрольованих параметрів (наприклад, густина розчину);

– місце контролю параметрів (ділянка);

– посада і прізвище працівника, який реєструє дані;

– дата та час збору даних;

– тривалість спостереження та найменування контрольного приладу;

– інформація про прилад спостереження, його перевірку, похибку тощо.

Під час підготовки контрольної карти потрібно стежити за тим, щоб кількість контрольованих параметрів була, по можливості, найменшою, а форма таблиці була проста та мінімально необхідна для заповнення та наступного її аналізу. У частині контрольної карти в таблиці фіксації результатів замірів у відповідній графі просявляються певні значення й інші умовні знаки, які відповідають змісту спостережуваних подій (табл. 1).

ПОПЕРЕДНІ ДАНІ ОТРИМАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ КОНТРОЛЬНИХ ЗАМІРІВ НА ВУЗЛІ 4 – 5 ЩОДО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОЦЕСУ ВИЛУГОВУВАННЯ НА ДІЛЯНЦІ №5

Таблиця 1

№ з/п контрольного заміру	Густина розчину кг/м <sup>3</sup> (1,1 – 1,3 кг/м <sup>3</sup> )	Густина розчину, що не відповідає заданим значенням, кг/м <sup>3</sup>	Абсолютне відхилення від граничного значення, од.
1	–	1,60	+0,3
2	1,15	–	–
3	1,18	–	–
4	–	1,05	–0,5
5	1,23	–	–
6	1,20	–	–
7	1,19	–	–
8	–	1,08	–0,5
9	1,21	–	–
10	1,22	–	–
...	...	...	...
<i>i</i>	<i>i</i>	<i>i</i>	<i>I</i>
...	...	...	...
<i>n<sub>i</sub></i>	<i>n<sub>i</sub></i>	<i>n<sub>i</sub></i>	<i>n<sub>i</sub></i>

**Згідно з четвертим кроком** потрібно забезпечити планування контролю якості всередині підприємства та після того, як продукція залишила його межі. Першим організовується внутрішній контроль якості. Для цього за результатами отриманих контрольних замірів з контрольних карт формуємо списки для обчислення результатів, а саме – розраховуємо середнє значення, величину відхилень від середнього і середнє арифметичне відхилення. Для зазначених величин з табл. 1 контрольних замірів на вузлі 4 – 5, де робився контроль якості процесу вилуговування на ділянці №5, визначимо реальну якість цього вузла:

а) знаходимо відповідність до норми за простим алгоритмом, візуально знаходимо значення, котрі виходять за допустимі межі й отримаємо, що 67,7% знаходяться у рамках допустимих значень, а 33,3% – ні, оскільки три значення з десяти не потрапили до другого стовпчика; далі визначимо величину абсолютної різниці між максимальними і мінімальними отриманими значеннями за досліджений період, яке становить з нашого прикладу:  $x_s = x_{max} - x_{min} = 1,23 - 1,15 = 0,08 \text{ кг/м}^3$ . Накопичуємо подібні значення за певні періоди (година, зміна, доба тощо) і знаходимо середньоарифметичне з нього. Отримане значення середньої величини абсолютної різниці змінює свою сутність згідно з методикою і перетворюється в абсолютне погіршення якості продукції. Припустимо, за результатами розрахунків це значення становить  $X = 0,1$  часток од. Далі визначається рівень погіршення якості вузла, тому робимо потрібні підрахунки:  $(0,1 \cdot 100\%) / 10 = 1\%$ , де 10 – це коригуючий коефіцієнт, який визначається виключно для даного вузла. Після накопичення даних проводимо оцінку якості дослідженого вузла за такими категоріями: не відповідає якості, якщо значення, де не було помічено порушень у технологічному процесі, не перевищує 10%; середня якість, якщо значення, де не було помічено порушень у технологічному процесі, коливається у про-

міжку від 10 до 90 %; висока якість, якщо значення де не було помічено порушень в технологічному процесі, становитиме понад 90%. Подібне розділення визначається для кожного вузла окремо технологістами. Розрахункова якість отримання контрольних замірів характеризується як середня, оскільки значення якості дослідженого вузла до потрібної категорії базується на загальному рівні погіршення якості, де не було помічено порушень у технологічному процесі, і становить  $67,7 - 1 = 66,7\%$ . Результати якості щодо кожного вузла вносяться до звітів якості, форма яких розробляється на кожному підприємстві окремо;

б) зовнішня сигналізація якості. Процент, який визначається, залежить від загального обсягу продукції, що поставляється споживачам, які дали негативний відгук. Наприклад, відсоток негативних відгуків становитиме 5, це означатиме, що ми отримали 5% відмов.

**Згідно з п'ятим кроком** визначимо комплексний рівень якості сировини, яка залишає підприємство. Для цього кожному вузлі призначаємо коефіцієнт його важливості, базуючись на знанні технологічних процесів, та отримуємо розрахунковий внутрішній коефіцієнт, який визначається як сума внутрішніх оцінок якості з четвертого кроку, поділеного на кількість вузлів. Визначимо попередні значення для дослідженого підприємства (табл. 2).

Тепер визначаємо комплексний рівень якості продукції, яку випускає підприємство за певним алгоритмом. Для цього потрібно відняти від внутрішнього коефіцієнта якості зовнішній, що становитиме  $79,38 - 5 = 74,38\%$ . Тоді, згідно оцінки комплексного коефіцієнта якості (табл. 3), він має середній рівень якості. Причому граничні значення комплексного коефіцієнта якості, що характеризують якість, визначаються групою спеціалістів для кожного технологічного процесу окремо.

Номер вузла	Коефіцієнт важливості вузла, од.	Внутрішня оцінка якості вузлів з четвертого кроку, %
1 – 2	7	90,00
2 – 3	10	90,40
3 – 4	40	57,50
4 – 5	40	66,70
5 – 6	3	92,30
Внутрішній коефіцієнт якості продукції		79,38

ОЦІНКА КОМПЛЕКСНОГО КОЕФІЦІЄНТА ЯКОСТІ

Таблиця 3

Комплексний коефіцієнт якості $Kk$	Характеристика якості	Оцінка та пропозиції щодо утримання та покращення якості
$Kk > 0,81$	високий рівень	Підтримка якості продукції на даному рівні. Передача досвіду щодо контролю якості на інші підприємства
$0,41 < Kk < 0,8$	середній рівень	Розробка заходів з підвищення рівня якості до високого
$Kk < 0,41$	низький рівень	Розробка невідкладних заходів з підвищення рівня якості. Якщо рівень якості підвищити не вдається, треба вдаватися до зміни технологічних процесів або зупинки підприємства

Як видно з табл. 3, досліджуване підприємство відноситься до середнього рівня якості. Необхідно розроблювати заходи з підвищення рівня якості підприємства до високого рівня.

ВИСНОВКИ

Виконаний аналіз методів контролю якості показав, що близько 50-ти останніх років якість продукції постійно вдосконалювалась із удосконаленням методів його контролю. Наша країна бере в цьому процесі участь, але для доступу на європейській ринку потрібно переорієнтуватися на європейські методи контролю якості.

Розроблена попередня методика визначення комплексного коефіцієнта якості для підприємства з видобутку корисних копалин із застосуванням геотехнології в очисних роботах, яка дозволяє визначити рівень якості на підприємстві та заходи, які потрібно впровадити для її підвищення. Методика розроблена з урахуванням світового досвіду методів контролю якості і дозволить зробити плавний перехід до європейського рівня якості продукції. А використання комплексного коефіцієнта якості та планування його рівня дозволить підприємствам легше інтегруватись до ринків країн Європейського Союзу і реалізовувати свою продукцію на них більш вигідно.



## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мальцев Д.В. Новый подход к добыче урана для Новокопальского месторождения / Д.В. Мальцев, О.Б. Владыко // *Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць ІГТМ НАН України*. – Д.: Поліграфіст. – 2015. – № 120. – С. 202 – 212.

2. Какар Р. Философия качества по Тагути: анализ и комментарий / Р. Какар // *Методы менеджмента качества*. – 2003. – № 8. – С. 23 – 31.

3. Адлер Ю.П. Статистический контроль – условие совершенствования качества продукции (о методах Г. Тагути и их применении) / Ю.П. Адлер // *Автомобильная промышленность США*. – 1987. – № 121 – С. 30 – 38.

4. Адлер Ю.П. Новое направление в статистическом контроле качества – методы Тагути / Ю.П. Адлер // *Качество и надежность изделий*. – 1988. – № 2. – С. 3 – 23.

5. Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика) / Дж. Форрестер. – М.: Прогресс, 1974. – 340 с.

6. Новожилов М.Г. Качество рудного сырья черной металлургии / Новожилов М.Г., Ройзен Я.Ш., Эрперт А.М. – М.: Недра, 1977. – 415 с.

7. Системы, методы и инструменты менеджмента качества: учеб. пособ. / [Кане М.М., Иванов Б.В., Корешков В.Н., Схиртладзе А.Г.]. – СПб.: Питер, 2008. – 560 с.

8. Управление качеством продукции. Инструменты и методы менеджмента качества: учеб. пособ. / [Пономарев С.В., Мищенко С.В., Белобрагин В.Я. и др.]. – М.: РИА «Стандарты и качество». – 2005. – 248 с.

9. Оно Т. Производственная система Тойоты. Уходя от массового производства / Т. Оно; пер. с англ. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2005. – 192 с.

10. Липидус В.А. Всеобщее качество (TQM) в российских компаниях / В.А. Липидус. – М.: ОАО «Типография «Новости», 2000. – 432 с.

## ПРО АВТОРІВ

Владико Олександр Борисович – к.т.н., доцент кафедри підземної розробки родовищ Національного гірничого університету.

Мальцев Дмитро Валерійович – к.т.н., доцент кафедри підземної розробки родовищ Національного гірничого університету.

