

8. Mohammad Rasouli, J. Simonson, Robert W. (2010) Besant Applicability and optimum control strategy of energy recovery ventilators in different climatic conditions // *Energy and Buildings*, Vol. 42(9), 1376-1385. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.03.006>
 9. "Pryplyvno-vytiazhni ustanovky Aerostart Aerosmart 2020" [Supply and exhaust installations Aerostart, Aerosmart 2020] [Electronic resource]. URL: http://www.ccktm.com/contentimages/catalog-ukr/Aerostart_Aerosmart_ukr.pdf (date of application: 15.11.2020).
-

УДК 681.519-658.516

**ЖУЧЕНКО А. І., д.т.н., проф.; ЯРОЩУК Л. Д., к.т.н., доц.; ПОПОВИЧ Н. В., магістр;
ПОПОВИЧ О. В., магістр**

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

ЗАДАЧІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ СТВОРЕННІ СИСТЕМИ ISO

Суспільство завжди оцінювало виробництво за багатьма показниками, серед яких економічна ефективність, якість продукції та екологічна безпека. Важелями для забезпечення показників якості використовували нормативні документи та технологічні регламенти.

Одна з найбільш поширених міжнародних систем, яка покликана виконати функції узгодження чисельних національних вимог до якості та екологічності, – ISO (International Organization for Standardization). Її створення та дотримання дають суттєві результати тільки при плідній співпраці фахівців, які працюють в різних предметних областях. Актуальність дослідження пов'язано з висвітленням компетенцій фахівців з автоматизації технологічних процесів в цій кооперації розробників ISO.

Дослідження полягало у визначенні шляхів застосування компетенцій фахівців з автоматизації для створення системи ISO на прикладі виробництва глинозему. У статті на основі відомої системи (піраміди) **Дані → Інформація → Аналіз → Знання → Рішення** показано, які дії і які методи такі фахівці можуть застосовувати.

Етап **Дані** пов'язаний з аналізом технологічної системи і визначенням важливих показників перебігу технологічних процесів, місць їх відбору та методів аналізу. Запропоновано розглядати вимірювання характеристик речовин і оцінювання їх працівниками як однаково важливі методи отримання даних, що можуть підвищити надійність роботи системи контролю.

Стосовно етапу **Інформація** зазначено, що існують певні перетворення даних для отримання об'єктивних властивостей речовин та характеристик технологічних об'єктів. Враховано, що ці перетворення мають деякі відмінності для даних, які визначені технічними засобами та органолептично.

Визначено, що етапи **Аналіз** та **Знання** повинні забезпечити розуміння існуючого стану технологічних процесів і передбачають наявність знань про можливі сценарії розвитку цих процесів та про ідентифікацію поточного сценарію. В системах управління якістю найчастіше використовують методи статистичного аналізу інформації. Вказано, що аналіз інформації може бути виконаний також на основі емпіричного досвіду працівників.

Показано, що етап **Знання** пов'язаний також з етапом **Рішення**. Розроблена діаграма Ісікави, як приклад формалізації зв'язків між характеристиками речовин в технологічній системі.

Зазначено, що прийняття рішень в складних системах, якими є технологічні системи виробництв, найчастіше використовують неформальні знання фахівців. Апаратом, який може бути застосований на етапі **Рішення**, є методи штучного інтелекту, зокрема експертні системи.

Описані в статті знання фахівців з автоматизації технологічних процесів, які потрібні для створення та реалізації ISO, дозволяють обґрунтувати програму підготовки студентів або випускників для роботи в цьому напрямку діяльності.

Ключові слова: якість продукції, ISO, автоматизація, факторний аналіз, експертна система, глинозем

DOI: 10.20535/2617-9741.3.2020.217904

© Жученко А. І., Ярошук Л. Д., Попович Н. В., Попович О. В. 2020.

Постановка проблеми. Зі зростанням обсягів споживання товарів та послуг завжди важливими є якість та ціна продукції, а також рівень шкідливості впливу виробництва на довкілля. Ці результати діяльності значною мірою визначають конкурентоспроможність товару на внутрішніх та зовнішніх ринках країн. Показники якості кінцевого продукту повинні відповідати стандартам чи технічним вимогам до конкретної групи товарів або вимогам окремого замовника, показники екологічності – державним та міжнародним вимогам.

Дотримання вищевказаних обмежень стає більш імовірним за наявності на виробництві системи забезпечення якості продукції. Одна з найбільш відомих і поширених міжнародних систем, яка покликана виконати вищезазначені функції, базується на стандартах *ISO* (*International Organization for Standardization* – Всесвітня федерація національних органів стандартизації бізнес- та технологічних процесів). Ця система сформована з групи узгоджених стандартів (*ISO* 9000, 9001, 9004, 19011), які сприяють взаєморозумінню між партнерами в торгівлі послугами та товарами.

В Україні вимоги стандарту *ISO* 9001 уведено з 2001 р. Відповідний документ отримав назву ДСТУ *ISO* 9001 «Системи управління якістю» і став національним аналогом міжнародного стандарту якості.

Система побудована на отриманні та обробці даних про перебіги окремих процесів, які формують багатогранний виробничий процес. Одним з процесів є технологічний (ТП), завдяки якому створюють продукт чи послугу. Формалізація кроків по розробці та використанню *ISO* в частині вимірювань технологічних змінних та керування ТП ще не відпрацьована і є актуальною та складною задачею. Її розв'язання дозволить прискорити підготовку виробництва до сертифікації *ISO* і підтримувати систему після впровадження, спрямує підготовку спеціалістів з автоматизації в напрямок міжнародної стандартизації.

Аналіз попередніх досліджень. Різноманітні аспекти *ISO* розглянуто у численних публікаціях вітчизняних та закордонних авторів. Зокрема, назвемо праці Безродної С. М. [1], Векслера Е. М. [2], Клевцової М. О. [3], Мороз Л. В. [4], Пономарьової О. С. [5], Сіменко І. В. [6], Траченка Л. А. [7], Шевчука Д. А. [8], Панченка М. О. [9], Паршина Ю. В. [10], Юркової Е. К. [11], Еванса Дж. Р. [12], Джорджа С. [13], Чейза Р. Б. [14].

У [1-12] наведені дослідження спрямовані на розкриття положень концепції *ISO* та її особливостей як комплексної системи менеджменту. Праці, присвячені результатам та досвіду розробки *ISO* для окремих виробничих систем, наведено у [9-15], у [13] розглянуто результати реалізації положень *ISO* у виробництві алюмінію. Дослідження, описані в [4, 11-15], присвячені методам обробки даних, зокрема за допомогою статистичних методів.

Аналіз публікацій показав, що загальні питання, пов'язані зі створенням *ISO*, досліджені достатньо детально, але наразі відсутня формалізація дій фахівців з автоматизації, що повинні бути активно залучені до створення *ISO* технологічними процесами виробництв. Бракує прикладів, які дозволяють окреслити знання та уміння, необхідні для цієї діяльності.

Постановка задачі дослідження. Час створення системи управління якістю (СУЯ) та її ефективність залежать від повноти інформації про перебіг ТП виробництва, зокрема про зв'язки між ними, від можливостей технічних засобів автоматизації (ТЗА) виконувати необхідні вимірювання та керування, а також від рівня підготовки фахівців. Тому задачею дослідження є визначення послідовності етапів отримання, аналізу та синтезу знань, необхідних для підготовки та використання *ISO* (на прикладі виробництва глинозему методом спікання) з боку фахівців з автоматизації.

Викладення основного матеріалу. Стандарти *ISO* передбачають розробку «Настанови по *ISO* якості, довкіллям та безпекою продукції» (далі – Настанова) [7]. У ній висвітлюють питання інформаційного забезпечення як організаційної, так і технічної складових, зокрема розглядають процеси життєвого циклу продукції, необхідні вимірювання, аналіз результатів вимірювань тощо.

Питання, пов'язані з автоматизацією технологічних процесів, знаходять своє місце у таких розділах Настанови: «Процеси життєвого циклу продукції» (пункти «Виробництво та обслуговування», «Керування пристроями для моніторингу та вимірювань»), «Вимірювання, аналіз та поліпшення» (пункти «Загальні положення», «Моніторинг та вимірювання», «Керування неузгодженостями», «Аналіз даних», «Покращання»), «Керування екологічними аспектами» тощо.

Сучасний стан інформаційних технологій характеризується достатньо розвиненим інструментарієм для управління якістю, що розширює функції інформаційно-аналітичних (ІАС) та інформаційно-керувальних (ІКС) систем [16]. У статті, враховуючи предметну область дослідження, будемо розглядати сукупність цих систем як складову системи автоматизації технологічних процесів. Для розуміння задач цих систем пропонують використовувати умовну пірамідальну структуру, що має наступні рівні: **Дані** → **Інформація** → **Аналіз** → **Знання** → **Рішення** (керувальні впливи). При цьому **Дані** складають підґрунтя піраміди.

Така структура дозволяє розробнику СУЯ зрозуміти логіку послідовності етапів її створення. В цій піраміді під даними будемо розуміти ті значення технологічних змінних (властивості речовин), які отримують в результаті вимірювань чи органолептичного оцінювання. Інформаційний рівень забезпечує попередню обробку результатів вимірювань – структурування даних, фільтрування та отримання певних узагальнених показників, що характеризують властивості і структуру виробничих процесів. Аналітичний рівень передбачає дослідження систематизованих даних і узагальнених показників (середнє арифметичне значення, середнє квадратичне відхилення, розмах і т. ін.), зокрема їх порівняння із встановленими регламентними значеннями, зафіксованими у стандартах, нормативах і технічних умовах. Інформація про невідповідність рівня якості встановленим вимогам згідно до СУЯ надходить провідним фахівцям (експертам), які виконують її аналіз та генерують на основі своїх знань управлінські рішення щодо усунення або попередження відхилень.

Більшість таких задач виконують автоматичні та автоматизовані системи керування.

Дослідження технології виробництва глинозему були побудовані згідно до пірамідальної структури, яка відображає вербальну складову систем автоматизації ТП.

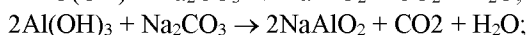
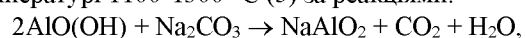
На початку створення СУЯ (етап «Дані») фахівець з автоматизації повинен визначити технологічні особливості виробництва [17].

На першому кроці створення СУЯ потрібно вивчити технологічні особливості виробництва, сировину та продукцію. Якість бокситів тим вища, чим менший у них вміст кремнезему.

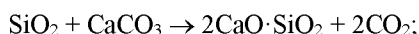
У результаті аналізу технологічної системи (ТС) виробництва глинозему методом спікання виділено такі основні її частини (рис. 1):

1) здрибнювання бокситу, вапняку та оборотних продуктів, змішування мокрого розмелу шихти в содовому розчині (апарати 1 та 2, далі – тільки номери апаратів) та коригування складу пульпи;

2) спікання пульпи при температурі 1100-1300 °С (5) за реакціями:



утворення дикальційсилікату:



та охолодження утвореного спеку (6);

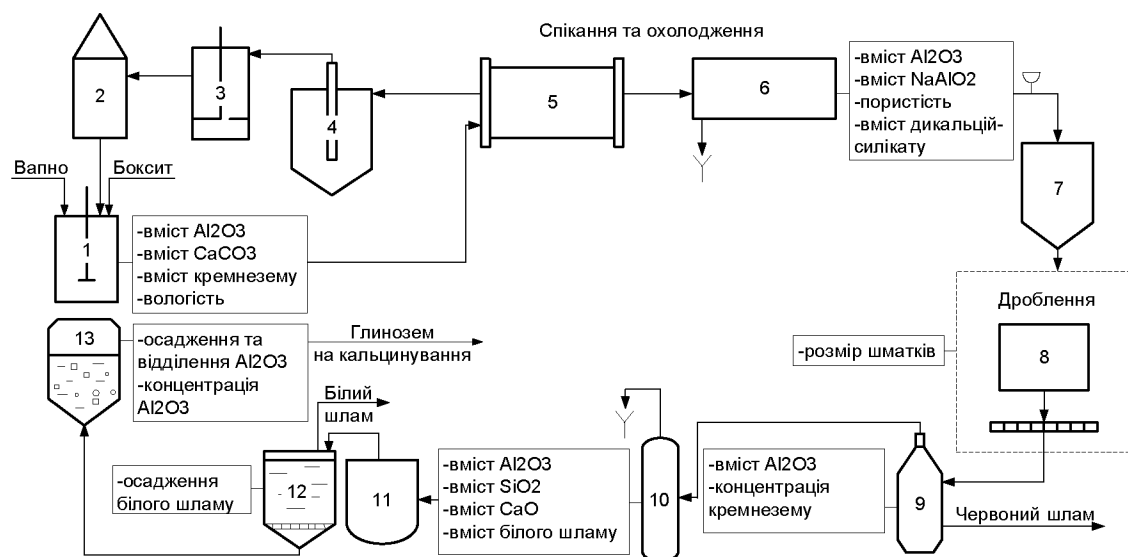
3) дроблення утвореного спеку (8) та вилуговування з нього водою алюмінатів натрію та калію (9);

4) знекремнювання розчину (10) – процес видалення з розчину алюмінатів залишків оксиду алюмінію й оксиду силіцію у вигляді білого шламу (цей шлам відділяють від алюмінатного розчину згущенням (11) та фільтруванням (12) та повертають у пульпу для подальшого спікання);

5) карбонізація розчину алюмінатів за допомогою оксиду вуглецю і осадження гідроксиду алюмінію (13).

Наступним кроком дослідження є визначення способів отримання даних [18].

З метою отримання якісної продукції для кожного етапу виробництва глинозему існують вимоги, що повинні бути дотримані на всіх робочих місцях. Дозволені значення показників якості речовин фахівці визначають за чинними нормативними документами (ГОСТ 30558-217 – глинозем металургійний; ГОСТ 14657.3-96 (ІСО 6994-86) – визначення вмісту оксиду алюмінію; ГОСТ 14657.2-96 (ІСО 6607-85) – визначення вмісту діоксиду кремнію; ГОСТ 14657.1-96 (ІСО 6606-86) – визначення втрати маси при проколванні; ГОСТ 14657.4-96 (ІСО 10213-91) – визначення вмісту оксиду заліза; ГОСТ 14657.10-96 (ІСО 9033-89) – метод визначення вмісту вологи; ГОСТ 969-91 – склад білого шламу, після процесу знекремнювання та фільтрації).



1 – змішувач шихти; 2 – скруббер-осаджувач; 3 – електрофільтр; 4 – циклон; 5 – піч спікання;
6 – охолоджувач; 7 – бункер спеку; 8 – дробарка та грохот; 9 – вилужувач;
10 – автоклав знекремнювання; 11 – загусник; 12 – фільтр для білого шламу; 13 – карбонізатор

Рис. 1 – Технологічна схема з локалізацією показників якості у виробництві глинозему спіканням

Враховуючи нормативні документи, було визначено місця відбору даних (показників якості) і розроблено відповідну схему локалізації цих даних у виробництві глинозему (рис. 1). На ній наведено інформаційні об'єкти (на цьому етапі будемо називати їх процесами), а біля них вказано важливі характеристики речовин всередині чи на виході цих апаратів. Доречно створити опис схеми і вказати характеристики речовин, пов'язані з якістю продукції.

Процес змішування: продуктом процесу є шихта, показниками якості якої є вміст Al_2O_3 , CaCO_3 , кремнезему та вологість. Вимірювання концентрації Al_2O_3 , CaCO_3 та кремнезему на цьому етапі не виконують, а приймають такими, які відповідають вимогам до сировини (боксит, вапняк).

Процес спікання та охолодження: продуктом процесу є спек. Його показники якості: вмісти Al_2O_3 , NaAlO_2 , дикальційсилікату та пористість – їх вимірюють лабораторним методом, для чого відбирають охолоджений зразок після трубчастого охолоджувача.

Процеси дроблення, вилужування, знекремнювання та карбонізації досліджують за тим же алгоритмом. Можливо також оцінювати деякі властивості зразка органолептично (зокрема, візуально) на відповідність певним вимогам. Експертами для оцінювання можуть бути оператори-технологи, які спостерігають за ТП та мають право застосовувати до них певні керувальні функції. Залучення таких експертних знань значно скорочує час отримання інформації та її аналізу.

Для виробництва глинозему характерним є те, що температури та витрати речовин, рівні та тиски в апаратах вимірюють за допомогою ТЗА.

Існує чимало різноманітних форм та видів технічного контролю [10, 15]. На основі проведених досліджень було з'ясовано, що при сучасному стані виробництва глинозему мають місце вибіркові та неперервні форми контролю, як з ручним, так і з автоматичним відбором даних. Виконавцями вибіркового контролю можуть бути лаборанти та оператори-технологи. Фахівець з автоматизації при розробці СУА повинен визначити, який саме контроль можливо чи доцільно використовувати в місцях вимірювань. Технічний прогрес сприяє появі нових ТЗА і дозволяє з часом змінити способи отримання даних.

На основі попередніх досліджень сформовано схему отримання даних про показники якості, приклад якої наведено на рис. 2. Схема містить інформацію про проміжні продукти кожного процесу виробництва, показники якості, які вимірюють, та способи їх дослідження. Системи автоматизації обов'язково мають місце на сучасних виробництвах, вони є основою для попередніх досліджень. Однак їх схеми та опис достатньо

складний для експертів інших предметних областей, які беруть участь у підготовці ISO. Спрощені схеми на зразок наведеної на рис. 2 легше сприймаються і дозволять скоротити час узгодження питань та розроблення ISO у цілому.

Згідно до наведеного опису процесів та рис. 2 можна зрозуміти, які кроки доцільно робити фахівцю з автоматизації для отримання даних. Такий аналіз ТС дозволяє також побудувати модель знань про технологію виробництва [16, 19].

Зупинимось для прикладу на особливостях отримання даних про головний процес виробництва глинозему за даною технологією – спікання. Автоматично вимірюють витрати газових потоків та температури у топці, на вході і виході печі та холодильника, розрідження у газових середовищах. Оператор-технолог, який обслуговує цей процес, як правило, має можливість спостерігати за речовиною, яка виходить з печі (чи з холодильника) та порівнювати свої висновки з результатами лабораторних аналізів. Його робоче місце повинне відповідати вимогам стандарту (ДСТУ ISO 2960-94) до робочого місця працівника.

При впровадженні системи управління якістю на виробництві фахівці з автоматизації відповідають не тільки за організацію вимірювань, а ще й за оформлення відповідних документів. СУЯ передбачає визначення зони відповідальності для кожної посадової особи.

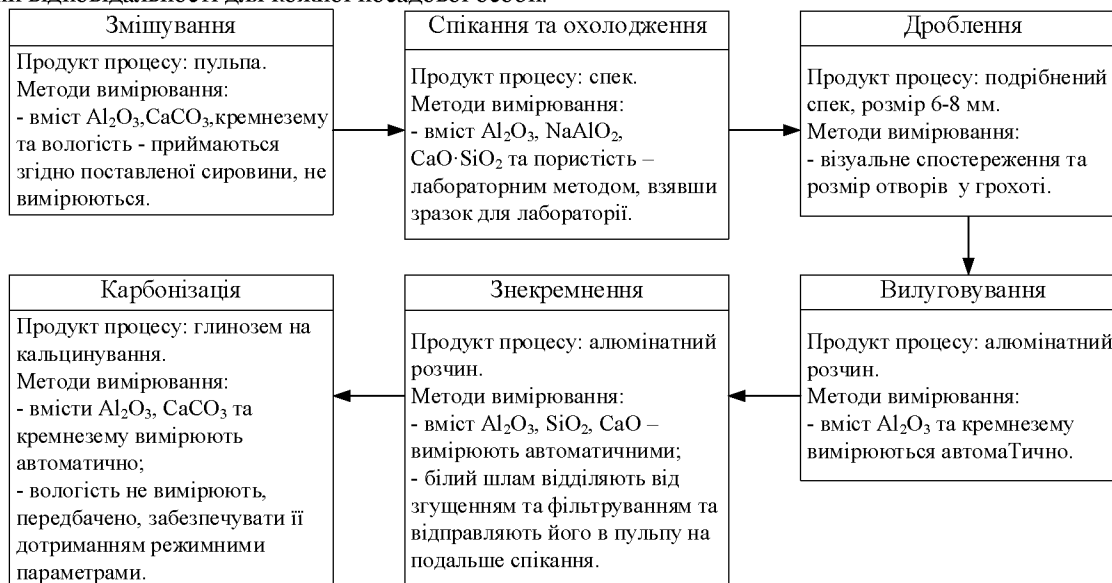


Рис. 2 – Схема отримання даних про показники якості у виробництві глинозему

Кожна структуризація даних дає можливість перейти до наступного рівня піраміди – «Інформація». Дуже часто поняття «дані» та «інформація» ототожнюють. В системі ISO вони справедливо відрізняються. Вимірювання, організовані по всій ТС виробництва (рис. 2), опрацьовані за вибраними алгоритмами, розглядатимемо як інформацію про стан цього виробництва (у тому числі стосовно якості продукції, вплив на довкілля, економічну ефективність). При автоматизації технологічних процесів дуже часто використовують алгоритми обробки даних, які забезпечують відкидання аномальних результатів, згладжування, апроксимацію, прогнозування, розрахунок числових характеристик даних, як випадкових величин тощо.

Зупинимось на таких рівнях пірамідальної структури як «Аналіз» та «Знання».

Під аналізом будемо розуміти такі алгоритми обробки інформації, які дозволять за характеристиками речовин визначити відповідність дійсного перебігу технологічних процесів заданим вимогам. Вибір алгоритму залежить від способів вимірювання, видів інформації та задач її використання. Наявність ТЗА дозволяє застосовувати різноманітні алгоритми обробки результатів вимірювань, не рідко з достатньо складними розрахунками та логікою. Ці алгоритми містять знання фахівців, внесені в програмне забезпечення і незмінні тоді, коли демонструють очікувані результати.

Деякі характеристики вимірюють лабораторно, тоді відбір проб виконують не часто – приблизно двічі за зміну. Для забезпечення оперативності контролю в цих випадках залучають операторів-технологів, які

можуть побачити та оцінити певні властивості матеріальних потоків у різних частинах ТС. Саме для тих характеристик, які вимірюють лабораторно або оцінюють візуально, аналіз інформації певною мірою залежить від особливостей та знань людини.

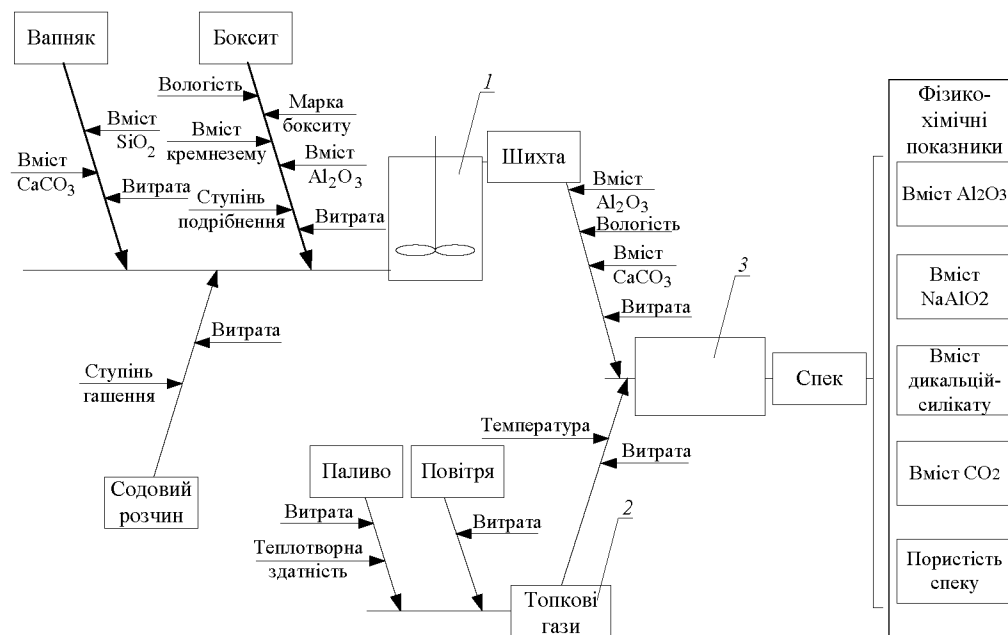
Кожна з визначених характеристик ТС повинна відслідковуватись згідно з вибраним способом вимірювання та досліджуватись у реальному часі статистичними методами [1, 4, 11, 14, 15, 20 – 22].

Результати цих вимірювань (або опрацьованих вимірювань) запропоновано вносити у різного типу карти Шухарта, на діаграму Парето та інші графічні засоби відображення мінливості перебігу процесів ТС. Така візуалізація дозволяє активніше залучати інтелектуальні можливості фахівця до аналізу і причин поведінки ТС.

Відхилення від умов відбуваються при недотриманні режимних параметрів технологічних об'єктів керування або при порушеннях в організаційній системі виробництва. Алгоритм аналізу дуже часто залежить від кваліфікації та особливостей людини, яка орієнтується по графічному зображенню. Часові зміни цих характеристик, узагальнені після аналізу, будуть надані оперативному персоналу для визначення та реалізації потрібних керувальних дій.

З метою обґрунтування зв'язків між технологічними змінними і подальшого прискорення визначення причин аварійних та передаварійних ситуацій у ТС, було створено діаграму причин і наслідків (діаграма Ісікави) для процесу спікання (рис. 3) [22, 23].

Ця діаграма дозволяє аналізувати виробництво за показниками якості готової продукції. Разом зі схемою 2 вона дозволяє обґрунтувати вибір найбільш інформативних змінних для моніторингу перебігу технологічних процесів. Ці задачі взаємопов'язані між собою, ступінь їхнього розв'язання визначає економічну ефективність роботи автоматизованого технологічного комплексу.



1 – змішувач шихти; 2 – топка; 3 – піч спікання

Рис. 3 – Діаграма причин і наслідків процесу спікання

Зупинимось на найвищому рівні пірамідальної структури – «Рішення», в термінології фахівців з автоматизації ТП це – визначення керувальних впливів (керування). На цьому етапі треба враховувати мету керування й обмеження при здійсненні рішень.

Аварійними ситуаціями доцільно вважати не тільки події, пов'язані з пожежною та вибухонебезпечністю, а також брак і погіршення якості продукції. Зупинимось на останніх двох, які найбільш притаманні для СУЯ виробництва глинозему. Так, браком можна вважати наступні події: концентрації Al_2O_3 та CaO у спеку, а також пористість спеку менші за припустимі значення. Погіршенням якості вважатимемо наближення

концентрацій Al_2O_3 та CaO_2 та пористості до припустимих значень (ступінь наближення повинна бути визначена заздалегідь). До найбільш інформативних технологічних змінних для аналізу ситуацій можна віднести також температуру газів у трубчастій печі та витрату палива на вході в топку.

Знання експертів дозволяють реалізовувати такі алгоритми роботи з інформацією (алгоритми прийняття рішень), які забезпечать вимоги до ТП [16]. Серед традиційних задач автоматизації ТП можна назвати стабілізацію важливих характеристик процесів, оптимізацію за вибраним критерієм (або сукупністю критеріїв) за наявності чи без обмежень. За останні роки до цих методів додалося керування на основі елементів штучного інтелекту, яке не використовує в явному вигляді критерії оптимальності.

Наприклад, при автоматизації виробництва глинозему альтернативними задачами можуть бути наступні: забезпечення максимального виходу цільових продуктів; досягнення оптимальних техніко-економічних показників процесу; мінімізація викидів шкідливих речовин у довкілля.

З наведених задач можна зрозуміти, що предметна область «Автоматизація технологічних процесів» ширша за предметну область «Створення та реалізація ISO».

Для таких складних ТС як виробництво глинозему, доцільно оформити зв'язок між поняттями «Інформація», «Аналіз» та «Рішення» за допомогою експертної системи (ЕС) [24].

Основою для створення бази знань такої ЕС є врахування усіх можливих факторів впливу на процеси, показники якості продукції, технологічні та економічні результати перебігу процесів та причинно-наслідкові зв'язки між ними.

На відміну від проектів по створенню традиційних систем автоматизації, розробка ISO передбачає планування робіт для постійного поліпшення її функціонування. Ці роботи йдуть комплексно – з боку задач управлінського менеджменту та з боку задач автоматизації (керування) ТС. Аналіз функціонування ТП виробництва глинозему при наявності ISO та важливі висновки щодо організації вимірювань наведено у [11].

Можливі шляхи поліпшення роботи СУЯ повинні бути визначені заздалегідь. Спеціалісти з автоматизації, маючи у своєму фаховому багажі численні алгоритми ситуаційного аналізу, можуть реалізовувати їх в залежності від особливостей розвитку ТС та вимог ринку.

Висновки. Впровадження вимог до організації технологічних процесів згідно ISO 9001 та привернення робочої ланки до виконання та підтримування необхідних показників на кожному етапі виробництва дозволить надавати ринку продукт з належною якістю і підвищить економічну ефективність кожного виробництва.

Наведений матеріал дозволяє зрозуміти, які напрямки знань, дослідження й обсяг робіт повинні бути виконані фахівцями з автоматизації ТС при створенні та підтримці СУЯ. Зокрема, показано, що крім традиційних компетенцій їм треба володіти комплексом знань по створенню ISO. Тому можна запропонувати при підготовці таких фахівців у вищих навчальних закладах увести дисципліну, пов'язану з комплексним забезпеченням якості продукції.

Список використаної літератури

1. Безродна С. М. Управління якістю: навч. посіб. для студентів економічних спеціальностей. Чернівці: ПБКФ Технодруку, 2017. 174 с.
2. Векслер Е. М., Рифа В. М., Василевич Л. Ф. Менеджмент якості: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Київ: «ВД «Професіонал», 2008. 320 с.
3. Клевцова М. О. Методи забезпечення якості продукції на малопотужному кондитерському підприємстві: дис. канд. техн. наук: 05.01.02. / Нац. техн. ун-т України «Київ. політехн. ін-т ім. Ігоря Сікорського», 2019. 170 с.
4. Мороз Л. В. Нормативно-методичне забезпечення статистичного контролю виробничих процесів та якості продукції: дис. ... канд. техн. наук: 05.01.02. / Нац. ун-т «Львівська політехніка», 2016. 199 с.
5. Пономарьова О.С. Шляхи гармонізації вітчизняної практики управління якістю з міжнародними стандартами. Економіка, фінанси, право. 2008. № 5. С. 14–16.
6. Сіменко І. В. Якість систем управління підприємствами: методологія, організація, практика: монографія. Донецьк: ДонНУЕТ. 2009. 393 с.
7. Траченко Л. А. Системи управління якістю підприємств сфери інжинірингу: монографія. Одеса: ОНЕУ. 2019. 378 с.
8. Шевчук Д. А. Управление качеством: учебник. Москва: ГроссМедиа, РОСБУХ. 2008. 216 с.

9. Панченко М. О., Бровкова О. Г. Методика впровадження системи менеджменту якості на підприємстві. Інноваційна економіка. 2014. № 6. С. 224–228.
10. Паршин Ю. В. Дослідження інформаційних потоків системи управління виробничими процесами гірничодобувних підприємств. Економічний простір. 2011. № 47. С. 247–256.
11. Юркова Е. К. Управление качеством продукции на предприятиях алюминиевой промышленности. Записки горного института. 2006. т.167. Часть 2. С. 248–251.
12. Эванс Дж. Р. Управление качеством: учеб. пос. для студ. вузов, обучающихся по специальности «Менеджмент организации» / Джеймс Р. Эванс / Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2007. 671 с.
13. Джордж С., Ваймерскирх А. Всеобщее управление качеством. TQM: Стратегии и технологии, применяемые сегодня в самых успешных компаниях / Стивен Джордж, Арнольд Ваймерскирх / . Санкт-Петербург: Виктория плюс, 2002. 256 с.
14. Чейз, Ричард, Б., Эквилайн, Николас, Дж., Якобе, Роберт Производственный и операционный менеджмент. Москва: Издательский дом "Вильямс", 2004. 704 с.
15. Траченко Л. А. Статистичні методи управління якістю продукції та їх ефективне використання на прикладі підприємства галузі пивоваріння. Торгівля і ринок України: темат. зб. наук. праць. Донецьк: ДонНУЕТ, 2005. №20. С. 146–154.
16. Информационные технологии в бизнесе / Под ред. Милана Желены. Санкт-Петербург: Питер. 2002. 1120 с.
17. Минцис М.Я., Николаев И.В., Сиразутдинов Г.А. Производство глинозема. Новосибирск: Наука, 2012. 252 с.
18. Mark P. Taylor, John J. J. Chen, Brent Richmond Young Control for Aluminum Production and Other Processing Industries. Taylor&Francis Group LLC. 2008. 252 p.
19. Попович О. В., Ярошук Л. Д. Впровадження стандарту якості у виробництві глинозему методом спікання. Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами: матеріали IV міжнар. наук.-техн. Internet-конференції, (Київ, НУХТ, 22–23 листопада 2017р.). Київ, 2017. С. 79–80. URL: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/26390> (дата звернення 01.10.20).
20. Kovaliuk Oleg, Kovaliuk Dmytro Information systems development for open data analysis, 2017 IEEE First Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON). Kiev, Ukraine, 29 May –2 June 2017. available at: <http://ieeexplore.ieee.org/document/8100391/media> (Accessed October 01, 2020).
21. Строителев В. Н., Яницкий В. Е. Статистические методы в управлении качеством. Москва: Европейский центр по качеству, 2002. 164 с.
22. Статистические методы повышения качества / Под ред. Х. Кумэ. Москва: Финансы и статистика. 1990. 304 с.
23. Исигава Каору Японские методы контроля качества. Москва: Экономика, 1988. 199 с.
24. Ярошук Л. Д. Інтелектуальні системи управління: Експертні системи – основи проектування та застосування в системах автоматизації [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Електронні текстові дані (1 файл: 2,56 Мбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 136 с. URL: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/27855> (дата звернення 01.10.20).

Надійшла до редакції 04.10.2020

Zhuchenko A. I., Yaroshchuk L. D., Popovich N. V., Popovich O. V.

TECHNOLOGICAL PROCESSES AUTOMATION PROBLEMS UNDER ISO SYSTEM DEVELOPMENT

Society has always evaluated production on many indicators, including economic efficiency, product quality and environmental safety. Regulatory documents and technological regulations were used to ensure quality indicators. One of the most common international systems that performs the functions of harmonization of numerous national requirements for quality and environmental friendliness is ISO (International Organization for Standardization).

Creation and compliance with ISO give significant results only with the cooperation of specialists working in various subject areas. The relevance of research is related to the importance of the competence of process automation specialists with ISO developers.

The research was to determine the ways of applying the competence of automation specialists to create an ISO system on the example of alumina production. The article shows what actions and methods specialists can use using a known system (pyramid): Data - Information - Analysis - Knowledge - Solutions.

Stage "Data" performs the analysis of the technological system and determines the important indicators of the technological processes, the place of their selection and methods of analysis. It is proposed to consider the measurement of the characteristics of substances and their evaluation by employees as equally important methods of obtaining data that can increase the reliability of the control system.

Regarding the "Information" stage, it is said that there are certain transformations of data to obtain the objective properties of substances and characteristics of technological objects. It is taken into account that these transformations have some differences for the data, which are determined by technical means and organoleptically. It is determined that the stages "Analysis" and "Knowledge" should provide information about the current state of technological processes and provide knowledge about possible scenarios for the development of these processes and the identification of the current scenario. Methods of statistical analysis of information are most often used in quality management systems. It is indicated that the analysis of information can also be performed on the basis of empirical experience of employees.

It is shown that the "Knowledge" stage is also related to the "Solution" stage. The Isikawa diagram has been developed as an example of the relationship between the characteristics of substances in a process system.

It is noted that for decision-making in complex systems, which are technological systems of production, often use informal knowledge of specialists. The device that can be used at the decision-making stage, it is advisable to choose methods of artificial intelligence, in particular expert systems.

The article describes the knowledge of specialists in automation of technological processes required for the creation and implementation of ISO. They justify the program of preparation of students or graduates for work in this direction of activity.

Keywords: product quality, ISO, automation, factor analysis, expert system, alumina.

References

1. Bezrodna, S. M. (2017). *Upravlinnya yakistyu* [Quality management], CHPKF Tekhnodruk, Chernivtsi, Ukraine.
2. Veksler, E. M., Rifa, V. M., Vasilevich, L. F. (2008). *Menedzhment yakosti* [Quality management], VD «Profesional», Kyiv, Ukraine.
3. Klietsova, M. O. (2019). *Methods of ensuring product quality at a low-capacity confectionery company*. Candidate's thesis. Kyiv: KPI im. Igora Sikorskogo.
4. Moroz, L. V. (2016). *Regulatory and methodological support for statistical control of production processes and product quality*. Candidate's thesis. Lviv: Nats. un-t "Lvivska politehnika".
5. Ponomareva, O. S. (2008). "Ways to harmonize domestic quality management practices with international standards", *Ekonomika, finansy, pravo*, no. 5, pp. 14–16.
6. Simenko, I. V. (2009). *Yakist' system upravlinnya pidpryyemstvamy: metodolohiya, orhanizatsiya, praktyka* [Quality of enterprise management systems: methodology, organization, practice], DonNUET, Donetsk, Ukraine.
7. Trachenko, L. A. (2019). *Systemy upravlinnya yakistyu pidpryyemstv sfery inzhynirynhu* [Quality management systems of engineering enterprises], ONEU, Odesa, Ukraine.
8. Shevchuk, D. A. (2008). *Upravleniye kachestvom* [Quality management], GrossMedia, ROSBUKH, Moscow, Russia.
9. Panchenko, M. O., Brovkova, O. G. (2014). "Methods of implementing a quality management system at the enterprise", *Innovative economy*, no. 6, pp. 224–228.
10. Parshin, Y. V. (2011). "Research of information flows of the production process management system of mining enterprises", *Economic space*, no. 47, pp. 247–256.

11. Yurkova, E. K. (2006). "Product quality management at enterprises of the aluminum industry", *Zapiski gornogo instituta*, vol. 167, part. 2, pp. 248-251.
12. Evans, J. R. (2007). *Upravleniye kachestvom* [Quality management], YUNITI-DANA, Moscow, Russia.
13. George, S., Weimerskirch, A. (2002). *Vseobshcheye upravleniye kachestvom. TQM: Strategii i tekhnologii* [Total Quality Management. TQM: Strategies and technologies], Viktoriya plus, Saint Petersburg, Russia.
14. Chase, Richard B., Aquilano Nicholas J., Jacobs F. Robert, (2004). *Proizvodstvennyy i operatsionnyy menedzhment* [Production and Operations Management], Izdatel'skiy dom "Vil'yams", Moscow, Russia.
15. Trachenko, L. A. (2005). "Statistical methods of product quality management and their effective use on the example of an enterprise in the brewing industry", *Torhivlya i rynek Ukrayiny*, no. 20, pp. 146–154.
16. Zeleny, M. (2002). *Informatsionnyye tekhnologii v biznese* [Information technologies in business], Piter, Saint Petersburg, Russia.
17. Mincis, M.Ya., Nikolaev, I.V., Sirazutdinov, G.A. (2012). *Proizvodstvo glinozema*. [Alumina production], Nauka, Novosibirsk, Russia.
18. Mark P. Taylor, John J. Chen, Brent Richmond Young Control for Aluminum Production and Other Processing Industries. Taylor&Francis Group LLC. 2008. 252 p.
19. Popovich, N. V., Yaroshchuk, L. D. (2017). "Introduction of quality standard in alumina production by sintering method", *IV mizhnarodna naukovo-tekhnichna Internet-konferentsiya "Suchasni metody, informatsiyne, prohramne ta tekhnichne zabezpechennya system keruvannya orhanizatsiyno-tekhnichnymi ta tekhnologichnymi kompleksamy"* [IV International Scientific and Technical Internet Conference "Modern Methods, Information, Software and Technical Support of Management Systems of Organizational, Technical and Technological Complexes"], Kyiv, Ukraine, Nov. 22–23, 2017, pp. 79-80, available at: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/26390> (Accessed October 01, 2020).
20. Kovaliuk O., Kovaliuk D. Information systems development for open data analysis, 2017 IEEE First Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON). Kiev, Ukraine, 29 May –2 June 2017. available at: <http://ieeexplore.ieee.org/document/8100391/media> (Accessed October 01, 2020).
21. Stroitelev, V. N., Yanitskii, V. E. (2002). *Statisticheskiye metody v upravlenii kachestvom* [Statistical methods in quality management], Yevropeyskiy tsentr po kachestvu, Moscow, USSR.
22. Kume, H. (1990). *Statisticheskiye metody povysheniya kachestva* [Statistical Quality Improvement Techniques], Finansy i statistika, Moscow, USSR.
23. Kaoru, I. *Yaponskiye metody kontrolya kachestva* [Japanese quality control methods], Ekonomika, Moscow, USSR.
24. Yaroshchuk, L. D. (2017). "Intelligent control systems: Expert systems – basics of design and application in automation systems", *KPI im. Igoria Sikorskogo*. available at: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/27855> (Accessed October 01, 2020).