

8. Данченко В.М., Грінкевич В.О., Головка О.М. Теорія процесів обробки металів тиском: Підручник. Дніпропетровськ: Пороги, 2008. – 370 с.
9. Теоретичні основи обробки металів тиском: Монографія у 2 т./ Б. М. Ілюкович, А. П. Огурцов, М.Є. Нехаєв, С.В.Єршов. – Дніпропетровськ: РВА «Дніпро-ВАЛ», 2002. – Т1. – 518 с.
10. Коломогоров В.Л. Механіка обробки металів тиском. – М.: Металлургія, 1986. – 688 с.
11. Гун Г.Я. Теоретические основы обработки металлов давлением. – М.: Металлургия, 1980. – 456 с.
12. Унксов Е.П., Джонсон У., Колмогоров В.Л. и др. Теория пластических деформаций металлов / Под. ред. Унксова Е.П., Овчинникова А.Г. – М.: Машиностроение, 1983. – 598 с.

Рукопис подано до редакції 02.04.2019

УДК658.512.011.56.01.77

С.О. ПОПОВ, д-р техн. наук, проф., Є.К. БАБЕЦЬ, канд.техн.наук, доц.,
Є.В. ВАСИЛЕНКО, аспірант, Криворізький національний університет

ПРОБЛЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧИМ ПРОЦЕСОМ НА ПІДЗЕМНИХ ЗАЛІЗОРУДНИХ ГІРНИЧОДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ УКРАЇНИ

Мета. Одним із напрямків подальшого розвитку вітчизняного підземного залізорудного гірничодобувного виробництва є автоматизація управління виробничим процесом на шахтах (АСУВП). Впровадження АСУВП стикається із серйозною проблемою, яка полягає у відсутності методичного, програмного, організаційного і технічного забезпечення розробки повнофункціональних таких систем. З метою розробки теоретичних основ створення повнофункціональних таких систем авторами були виконані дослідження проблематики і складностей їх розробки і впровадження та висвітлення вузлових аспектів їх структури і функціонування.

Методи. Для досягнення поставленої мети було застосовано методи пошуку, огляду і аналітичної і обробки бібліографічної інформації, методи мозкового штурму, методи сітьового моделювання, методи структурного аналізу.

Наукова новизна. Новими науковими результатами виконаних досліджень і розробок авторів є визначення і розкриття суті проблем і складностей, які виникають в процесі розробки і впровадження АСУВП підземних залізорудних гірничодобувних підприємств; розробка структури управління цим процесом згідно до принципів Демінга-Шухарта управління системами, що розвиваються; розробка моделі виробничого процесу на залізорудних шахтах і моделі структури системи управління цим процесом з визначенням інформаційних і управлінських зв'язків.

Практична значимість. Розробки, виконані авторами мають значення для практики розробки методичної бази, математичних методів, програмного забезпечення та створення технічної бази АСУВП на вітчизняних підземних залізорудних гірничодобувних підприємствах. Результати роботи мають значення для правильного організації управління всіма процесами, які виконуються на підземному залізорудному підприємстві. До основних з цих процесів відносяться: розкриття рудних покладів, технологічні процеси очисного виймання руди, управління геомеханічним станом гірничого масиву, транспорт видобутої руди, підйом руди на поверхню, переробка руди у товарний продукт. Особливо важливим фактором є забезпечення безпеки здійснення виробничих процесів, які виконуються у підземних умовах. Це у першу чергу відноситься до безпеки геомеханічних умов, які формуються як природними факторами, так і факторами, які залежать від методів виконання технологічних процесів.

Результати. Розроблені основи створення повнофункціональних АСУВП для залізорудних шахт.

Ключові слова: автоматизація, управління, виробничий процес, залізорудні гірничодобувні підприємства.

doi: 10.31721/2306-5435-2019-1-105-46-52

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними задачами. Одним з найбільш важливих напрямків подальшого розвитку залізорудної гірничодобувної промисловості України є автоматизація управління виробничим процесом на підприємствах цієї промисловості.

Вказаний напрям особливо важливий для гірничодобувних підприємств, які здійснюють розробку родовищ залізних руд підземним способом. На даний час ці підприємства виробляють до 15-20% товарної залізорудної продукції України, при цьому, виробничий процес на них здійснюється у вкрай складних підземних умовах, і характеризуються підвищеною технологічною складністю, високою динамічністю, небезпечністю. Крім того, функціонування цих підприємств здійснюється в умовах жорсткої конкуренції на ринках залізорудної продукції за її якісними, економічними характеристиками.

Автоматизація управління виробничим процесом у таких умовах є одним з найважливіших засобів забезпечення конкурентоспроможності гірничодобувних підприємств, стабільності їх виробничої діяльності та економічної безпеки. Однак, на даний час на жодному вітчизняному підземному залізорудному підприємстві не застосовуються повнофункціональні автоматизовані

системи управління виробничим процесом (АСУВП). Причиною цього є відсутність програмних розробок і апаратних засобів реалізації такого управління. На цих підприємствах автоматизоване управління тільки певними ланками їх виробничо-технологічної системи.

Описана ситуація висуває актуальну проблему, яка полягає у гострій необхідності розробки повнофункціональної АСУВП підземного гірничодобувного виробництва.

Аналіз досліджень та публікацій. Огляд і аналіз літературних джерел за даним напрямом показав, що розробками у ньому займалось відносно невелика кількість вчених, а саме: Астаф'єв Ю.П., Тестер Ю.Б. Назаренко В.М., Давидкович А.С., Каграманян С.Л., Малишев В.А., Глушков Н.Т., Барський Л.А. і ряд інших. Однак роботи цих авторів в основному спрямовувались на два напрями автоматизації у гірничодобувному виробництві, а саме: управління ресурсним забезпеченням підприємств, та розробкою автоматизованих систем управління конкретними технологічними процесами (АСУТП).

Таким чином, повнофункціональної АСУВП на класичній теоретичній і методологічній основі таких систем та програмно-апаратних засобів їх реалізації для вітчизняних гірничодобувних підприємств вони так і не зробили.

Постановка задачі. Відповідно до вказаної проблеми авторами було поставлено за мету визначити фактори, які мають місце на вітчизняних підземних залізрудних підприємствах і ускладнюють розробку та впровадження повнофункціональних АСУВП, а також визначення особливостей розробки і застосування таких систем у їх виробничій діяльності.

Викладення матеріалу та результати. Основною метою застосування АСУВП є забезпечення необхідних технічних і економічних результатів здійснення виробничого процесу у задані часові періоди. Це досягається за рахунок наявності у таких системах програмних і апаратних засобів розв'язання задач управління виробничим процесом за принципами, так званого циклу управління Демінга-Шухарта [1], який включає оптимізацію планування виробничого процесу, організацію, контроль ходу його виконання, техніко-економічний аналіз і оцінки результатів виконання процесу з отриманням висновків за цим аналізом, які представляють основу для розробки подальших управлінських рішень з підвищення ефективності виконання виробничого процесу у його наступних періодах.

Наряду із цим слід відмітити, що на даний час на вітчизняних підземних залізрудних гірничодобувних підприємствах мають місце значні складності з впровадженням таких систем. Суть цих складностей, причини її виникнення та методи їх усунення, викладені далі.

Автоматизована система управління виробничим процесом - *Advanced Manufacturing Management* (АММ-система) (за міжнародною термінологією) представляє складову так званих ERP-систем (*Enterprise Resource Planning System* - систем планування ресурсів підприємства), тобто ERP-система повинна включати, як один з базових елементів АММ-підсистему [2].

Системи рівня ERP вже застосовуються на деяких підприємствах України у інших галузях. До найбільш відомих серед них відносяться: OneBox; 1С:ERP; [MSDynamicsERP](#); Парус-Підприємство; BASERP; [DeloPro](#); [HansaWorld](#); Галактика ERP; IFS Applications; Універсал. Однак, серед цих систем тільки 1С:ERP і Галактика ERP мають певне відношення до гірничодобувної галузі, тобто в їх структуру введені певні модулі для розв'язання задач планування за підходами, характерними саме для підприємств цієї галузі. У той же час розроблених повноструктурних АММ-підсистем цього напрямку вказані ERP-системи не мають.

Таким чином виникає парадоксальна ситуація коли на підприємстві функціонує автоматизована система, яка здійснює розв'язання задач управління ресурсним і фінансовим забезпеченням підприємства у той же час відсутня система управління самим виробничим процесом, який здійснює це підприємство, і який визначає необхідні характеристики ресурсних та фінансових потоків у ньому. За методологією управління підприємством, яку повинні реалізувати ERP-системи ці дві складові повинні функціонувати у інтегрованому комплексі, адже вони є взаємопов'язаними і взаємозалежними за їх функціями, характером задач та інформаційними потоками. Тобто вихідна інформація АММ-підсистеми є вхідною для ERP-системи, і навпаки для забезпечення розв'язання задач АММ-підсистеми вона повинна отримати інформацію з ERP-системи.

За цим слід все ж зауважити, що розробники вказаних ERP-систем передбачили їх відкриту конфігурацію, яка дозволяє вбудовувати в їх структуру програмні модулі з необхідними функці-

ями і призначенням. Це надає можливість формувати інтегровані систем управління шляхом адаптації відповідних ERP-систем до розв'язання специфічних задач гірничодобувного виробництва і створювати єдиний проблемно-орієнтований комплекс управління.

Головною причиною вище вказаного недоліку сучасних ERP-систем є специфіка їх методичної бази, а саме – методи управління ресурсними і фінансовими потоками підприємств регламентуються загальною інституційною базою держави у цій сфері, а методи і формування цих потоків та їх параметрів визначаються конкретним видом виробництва, його технології, техніки, організації, які визначаються специфікою конкретного виду виробництва. Тому, якщо загальна частина ERP-систем може бути розроблена на основі загальних правил то АММ-підсистема може бути розроблена тільки у взаємодії спеціалістів з управління виробничим процесом конкретного підприємства з програмістами високого професійного рівня.

Цілком зрозуміло, що адаптація таких систем до управління підземним залізородним гірничодобувним виробництвом повинна враховувати цілий комплекс особливостей, умов, зв'язків, специфічних задач, які мають місце у цьому виробництві, модулі для розв'язання яких повинна мати АММ-підсистема. Ці особливості розглянуті далі.

Підземна розробка залізородних родовищ в Україні характеризується певною специфікою, яка проявляється у таких його аспектах. Вітчизняні залізородні шахти мають високу продуктивність з вилучення з надр гірських порід зі значною міцністю. Так кожна залізородна шахта за рік вилучає з надр від 1,5 до 3,5 млн.т гірничої маси з коефіцієнтом міцності $f=6-10$ до $f=18-20$. Це утворює інтенсивний потік гірської маси різних видів, які обробляються і переробляються за різними технологіями, засобами та організацією процесів.

Відповідно до високих темпів виймання гірничої маси постійно зростає і глибина розробки. Так, з початку масового підземного видобутку залізних руд з кінця 60-х років глибина шахт України зросла з 200-400 м до 1400-1500 м у найближчій перспективі планується досягнення глибин 1600-1800 м. За цим, геомеханіці, геофізичні, гідрогеологічні умови розробки на залізородних шахтах постійно змінюються і ускладнюються.

Виробничі об'єкти шахт (виймальні ділянки, добувні блоки, панелі, вибої) є вкрай динамічними. Вони постійно змінюють свої параметри і місце знаходження по мірі відпрацювання запасів із заміною одних виймальних ділянок на інші. В результаті цього, шахта постійно зростає за масштабами у просторі. За цим, зростає і масштабність та складність систем вентиляції, транспорту, водовідливу, енергозабезпечення, особливо швидко зростає небезпечність розробки за ускладненням геомеханічних умов розробки на великих глибинах.

Специфікою геомеханічних умов розробки є постійне зростання зони обвалення порід, зростання розмірів мульди їх зсуву, величини гірського тиску та відповідне зниження стійкості гірських масивів. Крім того, на поведінку масивів гірських порід на великих глибинах впливає багато факторів, які мають ймовірнісний характер, тобто їх виникнення, розвиток і дію важко прогнозувати, а це суттєво ускладнює прийняття рішень з організації безпечності розробки і управління виробничим процесом у таких умовах. Це визначає необхідність наявності у АММ-системах функцій підтримки прийняття управлінських рішень (СППУР) [3] за відповідними складовими виробничого процесу, включаючи і управління безпечністю його виконання.

Слід вказати на те, що залізородні гірничодобувні підприємства відносяться до категорії виробничих об'єктів підвищеної небезпеки [4]. Вони характеризуються вкрай небезпечними умовами за технологічними і геотехнічними аспектами розробки не тільки для їх працівників, а створюють і значну загрозу для навколишнього середовища. Це обумовлене масштабним і вкрай негативним впливом їх діяльності на навколишнє середовище за порушенням природного стану масивів гірських порід, повітряного і водного басейнів.

Вкрай негативним фактором є нестабільні зовнішні економічні умови в результаті значних коливань ринкових цін на залізородну продукцію та постійним зростанням цін на виробничі ресурси. Так за останні 10 років ціни на цю продукцію зростали і падали аж у 3 рази і прогнозувати подальші тенденції цих змін дуже важко. Ціни на виробничі ресурси за цей період зросли аж 4 рази. Все це в комплексі вкрай негативно впливає на рентабельність виробництва і відповідно на фінансові можливості, ресурсне забезпечення виробництва.

Розробка АММ-підсистем повинна враховувати і те, що шахта, як промисловий виробничий об'єкт, відноситься до категорії складних систем, управління якими повинно здійснюватись за особливими підходами і принципами [5].

Ця система представляє сукупність елементів (виймальних ділянок, добувних блоків, панелей, об'єктів вентиляції, водовідливу, енергозабезпечення, транспорту, підйому, які складаються з безлічі машин, агрегатів, установок, робочих місць), які всі взаємопов'язані і взаємозалежні за структурою виробничого процесу і параметрами їх функціонування.

Весь процес підземного гірничодобувного виробництва представляє проходження предмету праці (поток руди) через окремі робочі місця і агрегати, і представляє багата стадійний процес, який включає певні стадії, етапи, процеси, роботи, операції. На кожній з них вбувається об'єднання різного виду ресурсів з одержанням продукту цього етапу, тобто потоку руди, який набуває певних технічних і економічних характеристик за цим етапом.

До таких етапів відносяться: розкриття запасів руди, їх підготовка, відпрацювання запасу (нарізання, відбійка, випуск, доставка), відкатка, підйом, рудопідготовка, збагачення. Можливість виконання гірничих робіт на цих етапах забезпечується системами: вентиляції, водовідливу, енергопостачання, охорони праці. Всі ці процеси і системи є елементами загальної і вкрай складної виробничо-технологічної системи гірничодобувного підприємства.

Цю систему необхідно розглядати також і як складну соціальну систему, тобто систему, що складається зі спеціалізованих трудових колективів, які представляють основний ресурс підприємства і мають свою структуру, зв'язки і залежності.

Правильне управління всіма елементами складної виробничої системи гірничодобувного підприємства в комплексі для забезпечення злагодженого і оптимізованого їх функціонування є ключовим важелем досягнення ефективності виробничого процесу і автоматизація цього управління є найважливішим засобом організації такого функціонування.

Підземне гірничодобувне підприємство незважаючи на високу структурну і організаційну складність та масштабність все ж є системою керованою, тобто ця система спроможна сприймати управлінські дії і відповідним образом реагувати на них. Ця система являє єдність організації, методів та засобів, які забезпечують досягнення поставлених перед підприємством виробничих завдань.

До таких завдань відносяться: випуск залізорудної продукції у необхідній кількості з необхідною продуктивністю, асортиментом товарної залізорудної продукції різних видів; необхідними споживчими характеристиками цієї продукції; забезпечення доходів від її реалізації за нормою прибутковості виробництва; виконання зобов'язань з різних видів податків, фінансових відрахувань та ін.; створення належних умов праці; реалізація заходів з мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище.

Все це є елементами загального завдання з оптимального управління виробництвом, успішне розв'язання якого (в комплексі цих елементів) можливе тільки на основі найбільш повної автоматизації управління виробним процесом, як основи організації заходів з реалізації всіх вказаних завдань.

Автоматизація процесу управління виробничим процесом, як мета створення АММ-підсистеми, базується на моделі об'єкту управління. Ця модель повинна з необхідною ступеню деталізації і точності описувати структуру, методи і технологію виробничого процесу та є основою організації функціонування АММ-підсистеми залізорудних шахт.

Логіка розробки такої моделі авторами наведена далі. Структурними елементами виробничо-технологічної системи шахти (ВТСШ) є ділянки, цехи і окремі робочі місця. Через управління діяльністю цих елементів реалізується управління і всією цією системою.

Основою моделі ВТСШ є порядок формування продукції виробництва P (товарної залізної руди), як результату виконання сукупності певних дій і витрат ресурсів (робіт, операцій, праці, матеріалів, енергії), цей процес може бути відображений у вигляді графу [6, 7]

$$P = \{p, uU\},$$

де вершини p – елементи схеми формування (вузли, підузли, робочі місця); u – дуги, які характеризують взаємозв'язок елементів виробничо-технологічної системи; U – сукупність всіх елементів схеми виробничо-технологічної системи.

Дуги p характеризують входимість одних позицій в інші (так у нашому випадку, що елементи p_i входить у позицію p_j) тобто кожен вузол системи має свої підпорядковані елементи. Множина дуг U відображає повну функціональну схему системи, тобто дуга $u=(p_i, p_j)$ має місце в графі P , якщо p_i включається в p_j безпосередньо в процесі виробництва на конкретному вузлі виробничо-технологічної системи. Кожній дузі u у системі U ($u \in U$) поставлена у відповідність

певна технологічна операція. Кожна позиція у виробничому процесі може проходити ряд технологічних операцій, при цьому черговість виконання цих операцій регламентована, тобто кожній позиції p_i поставлений у відповідність граф

$$p_i \leftrightarrow p_i^0 = \{O; v\},$$

де O – операції, виконувані над позицією p_i , а дуги v вказують на черговість операцій O , тобто відношення $v \in$ відношення порядку. Кожній операції O ставиться у відповідність множина

$$O \leftrightarrow O^0 = \{R; r; s(r, R)\},$$

яка характеризує робочі місця, де виконується операція O^0 , ресурси і способи обчислення показників $s(r, R)$ з параметрів використання ресурсів і тривалості операцій.

Конструкторсько-технологічна підготовка виробництва фактично зводиться до побудови графу $P = \{p, u\}, \{p_i^0, O^0\}$.

Вище описані тільки основи побудови моделі виробничо-технологічної систем підземного гірничодобувного підприємства і здійснення виробничого процесу. У розгорнутому вигляді ця модель є дуже складною за структурою, зв'язками та масштабами, тому розв'язання задач управління цим процесом може бути реалізований тільки на основі автоматизації.

Далі наведена загальна схема АММ-підсистеми (рис. 1), яка реалізує описану модель виробничого процесу.

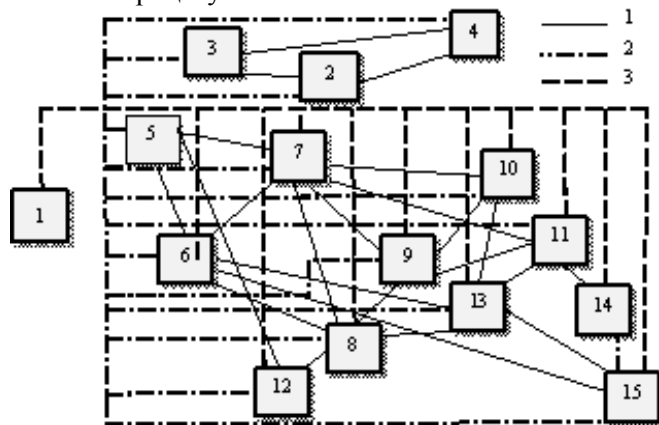


Рис. 1. Схема АММ-підсистеми підземного залізрудного гірничодобувного підприємства

На цьому рисунку лінії визначають: 1- підпорядкованість відносин; 2- потік керуючої інформації; 3- основні інформаційні потоки. Блоки 1- орган управління АММ-підсистемою (формує економічну й технічну політику виробничого процесу, виробничу, наукову інформацію); 2- служба організації й диспетчеризації потоків інформації; 3- підсистема організації реалізації управлінських рішень; 4- підсистема математико-алгоритмічне забезпечення; 5- підсистема конструкторсько-технологічної підготовки виробництва; 6- підсистема економічного планування і аналізу; 7- підсистема об'ємно-календарного і календарного планування; 8- підсистема контролю ресурсопотоків і оцінки виконання плану; 9- підсистема диспетчеризації і оперативного коректування плану; 10- підсистема техніко-економічного забезпечення виробництва виробничого процесу; 11- підсистема матеріального забезпечення виробничого процесу; 12- підсистема контролю і аналізу виробничих показників; 13- підсистема бухгалтерського обліку і нарахування зарплати; 14- підсистема управління геомеханічним станом надр; 15- підсистема управління підземним будівництвом.

тико-алгоритмічне забезпечення; 5- підсистема конструкторсько-технологічної підготовки виробництва; 6- підсистема економічного планування і аналізу; 7- підсистема об'ємно-календарного і календарного планування; 8- підсистема контролю ресурсопотоків і оцінки виконання плану; 9- підсистема диспетчеризації і оперативного коректування плану; 10- підсистема техніко-економічного забезпечення виробництва виробничого процесу; 11- підсистема матеріального забезпечення виробничого процесу; 12- підсистема контролю і аналізу виробничих показників; 13- підсистема бухгалтерського обліку і нарахування зарплати; 14- підсистема управління геомеханічним станом надр; 15- підсистема управління підземним будівництвом.

Вище були вказані функції, які виконує АММ-підсистема у рамках ERP-системи. У даному підрозділі ми зупинимось на одній з них, але яка є визначальною для всіх інших складових АММ-підсистеми і їх функцій, спрямовуються на реалізацію рішень, що приймаються при виконанні саме цієї функції – мова йде про розробку плану виробничого процесу.

Описана вище модель виробничої системи гірничодобувного підприємства і виробниче завдання, яке ставиться перед ним є основою розробки плану виробничого процесу на певний період часу. Цей план розоряється у межах АММ-підсистеми. Функціонування всіх інших елементів АММ-підсистеми зводяться до організації, забезпечення, контролю і визначення фактично отриманих результатів цього плану.

План виробництва містить елементи прогнозування результатів виробничої діяльності і розрахункову частину плану. Змістом план розглядається, як модель виробничого процесу, відповідно до якої повинно здійснюватись виробництво. План, крім формування виробничого завдання, містить завдання, що визначають форму організації праці, технологію та управління [8]. Однак, навіть для тих випадків, коли управління виробничим процесом може бути зведено до процедур регуляторного характеру, розрахунок параметрів плану є головним засобом організації і координації, корегування виробництва та використання ресурсів.

План роботи виробничої системи повинен складатись з планів трьох рівнів, які охоплюють і різний рівень структури виробничого процесу, відповідно що і методи побудови цих планів є також різними. Найбільш проста модель застосовується для планування роботи самих дрібних підрозділів виробничо-технологічної системи підприємства, тобто до робочих місць. Ці плани повинні представляти у вигляді нескладних аналітичних залежностей, які мають назву виробничих функцій. Плановою моделлю більш високого рівня є балансова модель. Ця модель описує потоки ресурсів між окремими цехами (дільницями) виробничої системи підприємства. Це динамічна модель представляється у матричній формі і може бути достатньо глибоко і деталізованою. Балансові моделі є основою розв'язання задач оцінки завантаження потужностей виробничо-технологічної системи гірничодобувного підприємства і прогнозування фінансових показників її роботи.

Моделлю найвищого рівня є модель об'ємно-календарного планування. За цією моделлю весь плановий період розбивається на часові періоди, але структура виробництва не подрібнюється до самих робочих місць. За цієї моделлю розробляється технологічний граф виробництва і за періодами та розподілом лімітованих ресурсів за виробничими підрозділами.

Результатом розв'язання задачі об'ємно-календарного планування є закріплення операцій за ділянками виробничої системи шахти в задані дискретні інтервали часу. Мета розв'язання задачі об'ємно-календарного планування полягає у розподілі обсягів виробництва і витрат ресурсів у часі, що забезпечує у подальшому розв'язання задачі календарного планування.

Розробка автоматизованих систем управління завжди стикається з такою складністю. З одного боку розробники таких систем мають певні можливості, які визначаються наявністю комп'ютерної техніки, засобів розробки програм, методичного забезпечення розв'язання задач відповідного характеру, наявності спеціалістів належного рівня, кваліфікації і напрямів. З іншого боку вони стикаються з певними обмеженнями, які описані далі.

Розробка програмного забезпечення АММ полягає у розв'язанні двох базових задач: задачі обробки даних; задачі прийняття управлінських рішень. Всі інші задачі є похідними від розв'язання цих задач [9, 10].

Обробка даних принципово може бути автоматизована незалежно від того, у яких саме сферах управління вона необхідна (адміністративній, організаційній, технологічній, економічній). Разом із тим можливості розв'язання задач автоматизації процесів прийняття управлінських рішень є доволі обмеженими. Це обумовлене тим, що за сучасним рівнем інтелектуалізації автоматизованих систем вони поки не можуть повністю замінити людину-фахівця з управління. Автоматизовані системи прийняття рішень поки можуть використовуватись тільки у якості засобів надання об'єктивної і певним чином систематизованої інформації для прийняття рішення людиною, а також як консультант, який може запропонувати певні варіанти рішень, але остаточне рішення приймає людина.

Такі можливості мають «Автоматизовані системи підтримки прийняття рішень», які поки не можна вважати достатньо методично підготовленими для самостійного прийняття ними управлінських рішень. Принципово на даний час можуть бути автоматизовані такі функції управління: пошук і передача документації; рішення окремих класів задач проектування і технологічного нормування, календарного планування, обліку і контролю, складання звітностей, прогнозування техніко-економічних показників виробництва.

Висновки та напрямок подальших досліджень. На основі викладеного вище матеріалу можна зробити такі висновки:

1. Одним із найбільш важливих напрямків подальшого розвитку вітчизняного підземного залізрудного гірничодобувного виробництва є автоматизація управління виробничим процесом на шахтах. На даний час впровадження таких систем стикається із серйозною проблемою, яка полягає у відсутності розробки необхідного методичного, програмного, організаційного і технічного забезпечення таких систем управління, яке враховує специфіку технології і умов функціонування залізрудних шахт.

2. Авторами визначені основні причини, які ускладнюють розробку і впровадження повнофункціональних автоматизованих систем управління виробничим процесом (АСУВП) в практику підземного залізрудного гірничодобувного виробництва, до яких відносяться складні геотехнічні і економічні умови здійснення виробничого процесу та високий вплив стохастичних факторів на технологічні, технічні і організаційні рішення виконання цього процесу, який є

дуже специфічним для кожного підземного гірничодобувного підприємства.

3. До основних задач управління виробничим процесом на залізорудних шахтах відповідно до принципів Демінга-Шухарта, є: розробка обґрунтованого плану виробничого процесу на задані періоди часу; розробка проектів основних виробничих об'єктів шахт, які постійно змінюють своє місце і параметри відповідно до конкретних гірничотехнічних умов їх функціонування; проектно-технологічна підготовка виробництва (розробка плану організації робіт) при високій стохастичності факторів, які впливають на його виконання; контроль виконання виробничого процесу за його плановими параметрами; техніко-техніко-економічний аналіз результатів виконання процесу; прийняття рішень про подальший розвиток виробництва на основі результатів цього аналізу. Можливості розв'язання всіх цих задач повинні бути закладені у АСУВП.

4. Авторами розроблена модель виробничого процесу на залізорудних шахтах і модель структури системи управління цим процесом з визначенням управлінських зв'язків і її елементами. Ці моделі повинні бути покладені в основу структури АСУВП.

5. Подальшим напрямом робіт з вказаного напрямку є розробка АСУВП управління виробничим процесом для конкретних вітчизняних залізорудних шахтах.

Список літератури

1. Репин В.В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. М.: РИА «Стандарты и качество», 2008. 408 с.
2. O'Leary, Daniel L. Enterprise resource planning systems. Cambridge University Press, 2000. 232 с.
3. Системы поддержки принятия решений / В. Г. Халин, Г. В. Черновой. М.: Юрайт, 2015. 494 с.
4. Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки». Відомості Верховної Ради України, 2001, №15. С.73.
5. Колесников А.А., Веселов Г.Е., Попов А.Н., Кузьменко А.А., Погорелов М.Е., Кондоратьев И.В. Синергетические методы управления сложными системами. – М.: Либроком, 2013. 248 с.
6. Моделирование и управление горнодобывающими предприятиями / С.Л. Каграмян, А.С. Давидкович. М.: Недра, 1989. 360 с.
7. Кирсанов М.Н. Графы в Maple. М.: Физматлит, 2007. 168 с.
8. Афанасьев Н., Селезнева Г. Планування і контроль на підприємстві. К.: Инжэк, 2012. 448 с.
9. Іванюта П.В. Управлінські інформаційні системи в аналізі та аудита. К.: ЦНЛ. 2007. 270 с.
10. Косинський В.І. Сучасні інформаційні технології. К.: Знання, 2012. 317 с.

Рукопис подано до редакції 05.04.2019

УДК[622.34:622.232]:622.012

І.П.КУШНЕРЬОВ, Ю.Ю.КРИВЕНКО, кандидати техн. наук, доценти
Криворізький національний університет

ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВІДПРАЦЮВАННЯ ПОТУЖНИХ КРУТОСПАДНИХ РУДНИХ ПОКЛАДІВ НА ГЛИБОКИХ ГОРИЗОНТАХ

Мета. Удосконалення систем розробки з відкритим очисним простором шляхом активного впливу по забезпеченню стійкості оголень порід та застосування високопродуктивної техніки, що дає можливість впроваджувати їх на глибоких горах зонтах шахт, збільшувати камерні запаси в блоці і, таким чином, покращувати показники добування корисних копалин.

Методи досліджень. Аналіз існуючих технологій виймання рудних покладів, узагальнення результатів досліджень деформаційних процесів та стійкості оголень порід, теоретичне та практичне встановлення параметрів очисного виймання рудних покладів на глибоких горизонтах у єднанні з самохідним обладнанням для розробки нових технологій.

Наукова новизна. Обґрунтовані необхідність та можливість застосування камерних систем розробки на глибоких горизонтах рудних шахт. Вперше встановлені залежності, які пов'язують інтенсивність випуску та доставки рудної маси з параметрами під поверхово-камерної системи розробки та часом відпрацювання запасів камер та тимчасових стелін. Результати дослідів використані при розробці основ технології виймання рудних покладів в умовах активної дії гірського тиску.

Практична значимість. Розроблена інноваційна технологічна схема очисного виймання потужних крутоспадних рудних покладів та керування рудооточуючим масивом порід на глибоких горизонтах розширює область застосування камерних систем розробки, дозволяє значно знизити втрати корисних копалин на виймковій дільниці та підвищити ефективність добування руд.

Результати. Виконано аналіз сучасного стану застосування камерних систем розробки рудних покладів на досягнутих глибинах шахт. Встановлені залежності, які пов'язують інтенсивність випуску та доставки рудної маси з