

РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРІАНТУ ПОЧАТКУ РОЗКРИВУ ТА РОЗРОБКИ МОТРОНІВСЬКО-АННІВСЬКОЇ ДІЛЬНИЦІ МАЛИШЕВСЬКОГО РОДОВИЩА

Б.Ю. Собко, М.А. Чебанов, Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», Україна

Наведені рекомендації щодо вибору оптимального варіанту початку розкриття та розробки Мотронівсько-Аннівської ділянки Малишевського розсипного титано-цирконієвого родовища.

Розвиток гірничодобувних підприємств в сучасних ринкових умовах вимагає постійного контролю ринку попиту і споживання продукції, що випускається, підготовки і введення в експлуатацію нових ділянок. В програмах розвитку країни відмічалось також, що в перспективі випереджаючими темпами буде зростати необхідність в мінеральній та паливно-енергетичній сировині. Нарощування темпів виробництва в цій сфері буде визначатись принципами розумної достатності, мінімізації техніко-економічних витрат за рахунок скорочення затрачуваних при освоєнні надр матеріальних, енергетичних, трудових ресурсів та економії запасів мінеральної сировини шляхом підвищення повноти та комплексності видобутку корисних копалин. При цьому питанням вдосконалення існуючих технологічних схем розробки руд і проектуванню нових, перспективних технологічних рішень по відкритому видобутку розсипів повинне приділятися першочергове значення, як з точки зору підвищення продуктивності гірничотранспортного устаткування, так і підтримки ефективності роботи підприємства в цілому.

Однією з найбільш перспективних ділянок як по запасах титано-цирконієвих руд, так і по географічному розташуванню є Мотронівсько-Аннівська ділянка Малишевського титано-цирконієвого родовища. Проектний контур затверджених запасів Мотронівсько-Аннівської ділянки наведено на рис.1.

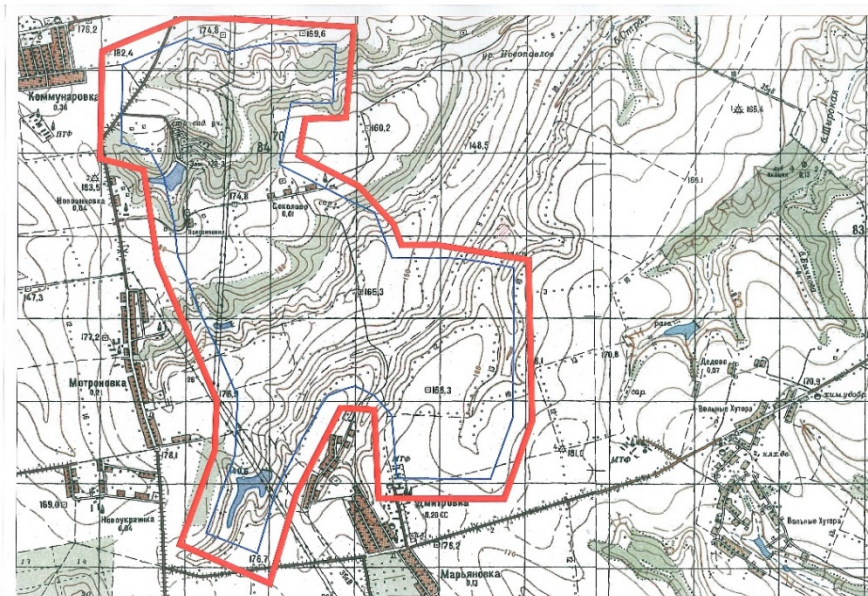


Рис. 1. Проектний контур затверджених запасів Мотронівсько-Аннівської ділянки

Таким чином, розробка рекомендацій щодо обґрунтування оптимального варіанту розкриття та розвитку кар'єра при розробці розсипних титано-цирконієвих руд на Мотронівсько-Аннівській ділянці є своєчасним та актуальним завданням.

При веденні гірничих робіт без заглиблювальних робіт в кар'єрі, що має місце при розробці горизонтальних родовищ, робоча зона переміщується горизонтально по мірі відробки покладу. Його поперечний розріз постійний. Між уступами підтримуються робочі площадки, ширина яких має бути, як правило, постійною. Визначається вона як мінімально допустима за вимогами правил безпеки та технологічними умовами. Проте конфігурація робочої зони в плані та її довжина може змінюватися внаслідок зміни розмірів кар'єра в плані, викривлення фронту робіт через тимчасову консервацію бортів та окремих уступів чи зменшення швидкості просування гірничих робіт на окремих ділянках.

При розробці пологих родовищ мають місце деякі заглиблювальні роботи та поступове збільшення висоти робочої зони. Але ці зміни проходять незначними темпами, саме тому закономірності формування робочої зони на пологих та горизонтальних родовищах мають багато спільного.

Напрямок відробки зумовлює спосіб розтину. Воно також може здійснити вплив на транспортні затрати. Від напряму відробки залежить розподіл розкриву по роках розробки, втрати на розубожування, якісні показники видобувної корисної копалини та економічні результати розробки. Оптимальний варіант відробки кар'єра, як показує практика, може забезпечити на кар'єрі середньої потужності економічний ефект, який обчислюється мільйонами та десятками мільйонів гривень. Саме тому задача вибору раціонального розвитку гірничих робіт є однією з головних задач при проектуванні кар'єрів.

В залежності від геологічної будови родовища, форми кар'єру, виду транспорту, системи розробки раціонального напрямку розвитку гірничих робіт може характеризуватися ломаною лінією складної форми. Саме цьому вибір оптимального напрямку розвитку гірничих робіт потребує аналізу та техніко-економічної оцінки варіантів в динаміці за довгий час. Критерієм при виборі оптимального варіанту служить максимум отриманого прибутку, а для родовищ з стабільною якістю корисної копалини – мінімальний середній (з початку розробки) коефіцієнт розкриву. Визначення оптимального напрямку розвитку гірничих робіт здійснюється методом варіантів, графічно-аналітичним, аналітичним.

Задача визначення оптимального розвитку гірничих робіт досліджена в роботах вчених А.І. Арсентьева, Н.Д. Бевза, В.Г. Близнякова, та інших дослідників. Методика визначення цієї задачі з застосуванням ЕОМ розроблялася такими дослідниками: В.М. Аленічаєвим, Д.Г. Букейхановим, співробітниками Національного гірничого університету України, Свердловського гірничого інституту тощо.

Для визначення оптимального напрямку розвитку гірничих робіт при розробці однорідних родовищ (з витриманим по потужності та простягання покладу якістю корисної копалини) рекомендується приймати графічно-аналітичний метод А.І. Арсентьева [2]. При цьому використовуються наступні критерії.

Мінімальні середні (з початку розробки) питомі експлуатаційні затрати

$$\frac{\sum Z_i}{\sum C_i} \rightarrow \min \quad (1)$$

Середній (з початку розробки) коефіцієнт гірничої маси

$$\frac{\sum Q_i}{\sum M_i} \rightarrow \min \quad (2)$$

Середній (з початку розробки) коефіцієнт розкриву

$$\frac{\sum V_i}{\sum P_i} \rightarrow \min \quad (3)$$

В виразах - Z_i – сумарні затрати на розробку родовища з початку будівництва кар'єру до i -го року; C_i - цінність отриманої за цей період продукції; Q_i – сумарний об'єм гірничої маси, добутого з початку розробки до i -го року; M_i – сумарна кількість вилученого корисного компоненту з добутого до i -го року корисної копалини; V_i - сумарний об'єм розкриву; P_i – сумарний об'єм корисної копалини добутий з початку розробки до i -го року.

До теперішнього часу варіант початку місця розтину відпрацювання родовища оцінювався при розробці ТЕО кондицій корисної копалини при підрахунку запасів, в передпроектних розробках як з обґрунтуванням земельного відводу, так і генерального плану об'єктів будівництва кар'єра. При цьому передбачається розгляд варіантів освоєння з оцінкою геологічних запасів, підрахованих при заданому значенні бортового вмісту корисних копалин в крайовій пробі (кг/м³) та масовій долі умовної корисної копалини в крайовій виробці з різноманітними підрахунками, контурами, що відрізняються одне від одного за кількістю блоків та запасів в них, а також місцем початку розтину родовища.

Найістотніше підвищення ефективності відкритих гірничих розробок може бути досягнуто шляхом реалізації нових підходів до вибору місця розтину і початку розробки горизонтальних родовищ. Суть цих нових підходів – в динамічному системному підході до встановлення параметрів кар'єрів, порядку розробки родовищ, до розвитку робочої зони, формуванню транспортних комунікацій, істотному підвищенню кутів укосів робочих та граничних бортів кар'єрів.

Одним із напрямків підвищення ефективності розробки родовищ корисних копалин є вибір обґрунтованих рішень на стадії проектування гірничодобувного підприємства із врахуванням динаміки гірничого виробництва, невизначеності вихідної інформації, обмеженості та непоправності мінеральних ресурсів, значного розриву часу від прийняття рішення до його реалізації, а також принципової важкості зміни цих рішень у процесі функціонування об'єктів, які стали особливо актуальними в умовах перехідного періоду, так як для багатьох запроєктованих і діючих кар'єрів розтин та розвиток, а також етапи розробки родовищ, раніше визначались по економічним умовам, що відмінні від законів ринкової економіки.

Виробництво розкривних та видобувних робіт на Мотронівсько-Аннівській ділянці може здійснюватися як розкривними комплексами устаткування безперервної дії, так і із застосуванням автотранспортної системи розробки. При цьому можливі різні варіанти принципових схем розкриву та напрямку розробки родовища від яких залежить строк гірничо-капітальних робіт та певний проміжок часу для виходу кар'єру на виробничу потужність, що значно впливає на окупність капіталовкладень проекту та на розбудову гірничозбагачувального комплексу в цілому.

В роботі розглянуто п'ять варіантів розтину кар'єра і принципових схем напрямку розвитку гірничих робіт.

Порівняння варіантів розробки кар'єра було проведено за двома різними критеріями. Спочатку було визначено та проведено порівняння за критерієм об'ємів розробки та переміщення розкривних порід, які необхідні при запланованому обсягу видобутку рудних пісків - 2,7 млн. м³ протягом перших 10 років. В наступному було визначено, який вплив чинять п'ять варіантів розвитку кар'єра на доходи підприємства при реалізації кінцевої продукції, так як концентрація корисних мінералів в різних частинах кар'єрного поля істотно змінюється.

Розтин кар'єра при варіанті 1 здійснюється на східному фланзі і розвивається в північному напрямку. Довжина розкривної траншеї становить приблизно 2,6 км.

Для аналізу розвитку кар'єра розрахунковий контур ділянки був розбитий на 14 блоків. Для цих секторів були проведені розрахунки об'ємів розкривних порід, рудного піску та коефіцієнту розкриву.

При варіанті 2 схема розтину і розвитку кар'єра відбувається з південно-західної частини кар'єрного поля. Розтин кар'єра при даній схемі передбачається з південного заходу ділянки розробки і його розвиток буде відбуватися спочатку в північному напрямку. При цьому варіанті на початку робіт коефіцієнт розкриву є не вигідним. Причиною тому служить дуже короткий фронт робіт при сильному розносі системи бортів з обох сторін.

При варіанті 3 розтин відбувається з центру кар'єрного поля. Він виник на основі детального аналізу растрових карт та в результаті гірничо-геометричного аналізу.

Недоліком даного розвитку гірничих робіт є розкривна траншея, яка залишається відкритою до завершення розвитку гірничих робіт у східному напрямку. Ця траншея вимагає

збільшених обсягів необхідних зовнішніх відвалів, оскільки перехід до внутрішнього відвалоутворення може відбутися значно пізніше. Позитивним моментом при цьому є те, що за допомогою цієї траншеї могли б уловлюватися і відводитися підземні води, що надходять з північного заходу.

Варіант 4 - схема розтину і розвитку розробки кар'єра зі сходу центральної частини. При цьому варіанті відстань до зовнішнього відвалу на півночі ділянки розробки є найкоротша, але відстань транспортування сировини до збагачувальної фабрики найдовшою.

При варіанті 5 схема розтину кар'єрного поля починається північніше села Дмитрівка. Поряд з найменшим коефіцієнтом розкриття для видобутку рудного піску, для цієї частини ділянки характерно дуже високий вміст руди в період перших років.

Відстань транспортування розкриття до зовнішнього відвалу збільшується приблизно на 3,5 км. Відстань до збагачувальної фабрики збільшується порівняно з варіантом 4 на 2,0 км. При цьому, кар'єр після розтину розвивається в трьох напрямках.

На рис.2 представлений графік порівняння об'ємів розкривних робіт по роках відпрацювання кар'єру.

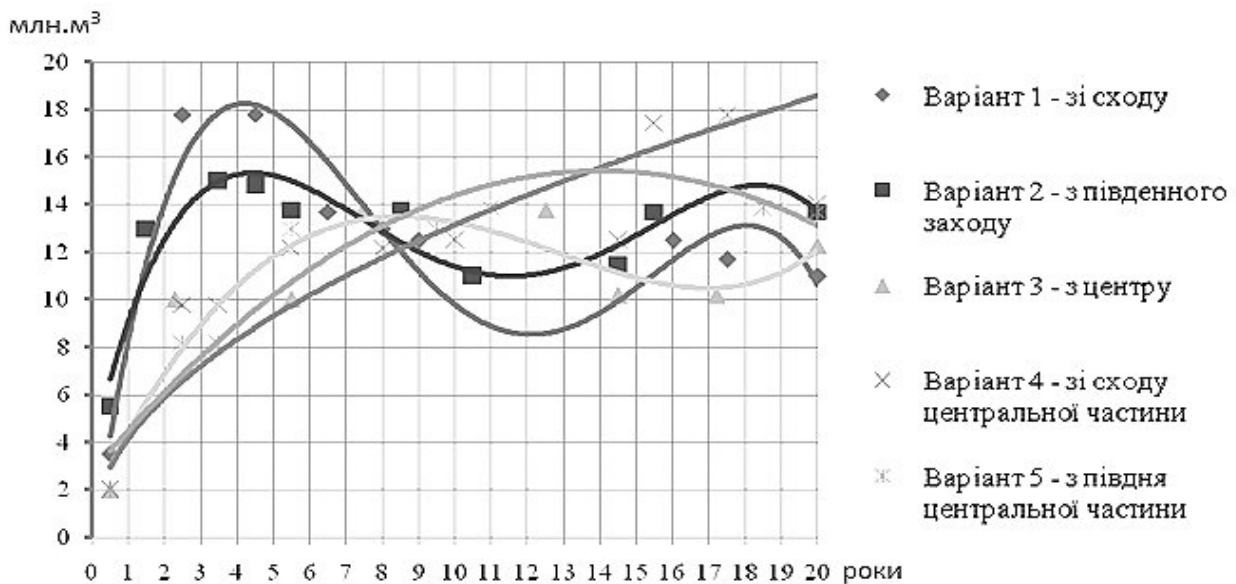


Рис. 2. Графік залежності об'ємів розкривних робіт по роках відпрацювання кар'єру

З даних графіка видно, що в більшості випадків об'єми розкривних робіт припадають на перші 5 років. На основі даних графіків можна зробити висновок, що сприятливими варіантами для розтину родовища є третій, четвертий та п'ятий варіанти. Це відображається в об'ємах розкривних робіт, які припадають на перші 5 років існування кар'єра. Перші два варіанти порівняно з третім, четвертим та п'ятим мають відносно великі об'єми розкривних робіт, які сягають 16 млн. м³, коли в останніх трьох варіантах, об'єм розкривних робіт дорівнює приблизно 10 млн. м³, що значно скорочує експлуатаційні затрати.

Найбільш сприятливими для наших умов буде варіант 5, оскільки за даними геологічної розвідки потужність розкриття на початку розробки родовища буде найменша, що дасть можливість отримувати прибуток вже в перші роки існування кар'єра.

Оскільки одним з основних критеріїв вибору варіанту розтину та розвитку кар'єрного поля являється видобуток корисної копалини в найкоротший термін і отримання найбільшого прибутку в перші роки відпрацювання кар'єру. Для цього ми визначимо залежності об'ємів видобутку корисних копалин при різних варіантах розтину і розвитку кар'єра.

На рис.3 представлений графік залежностей об'ємів видобутку корисної копалини по роках відпрацювання кар'єра при різних варіантах розтину і розвитку кар'єра.

З даних графіку робимо висновок, що при варіанті 5 маємо найбільші об'єми корисної копалини, що сягають - до 280 тис. т на рік за перші 5 років експлуатації кар'єру, а при варіанті 4 - маємо найменші обсяги видобутку - до 180 тис. т/рік.

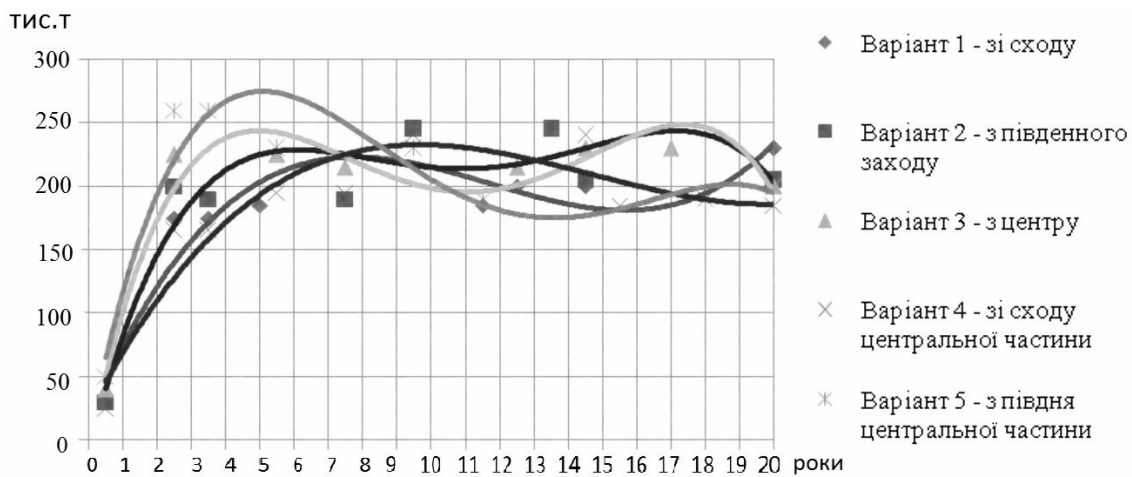


Рис. 3. Графік залежності об'ємів видобутку корисної копалини по роках відпрацювання кар'єру

Відомо, що основним критерієм вибору раціонального варіанта розтину та розвитку кар'єра має бути найбільший обсяг видобутку корисної копалини в перші роки існування підприємства. Тому проведені дослідження дозволили встановити, що найбільш раціональним варіантом розтину та розвитку кар'єра при розробці Мотронівсько-Аннівської ділянки є варіант 5 при якому, порівняно з четвертим варіантом, ми можемо видобути на 100 тис. т/рік корисної копалини більше.

Не менш важливим критерієм вибору ефективного варіанта розкриття та розвитку кар'єру є коефіцієнт розкриття.

На рис.4 представлені графіки залежності коефіцієнтів розкриття від років відпрацювання кар'єру.

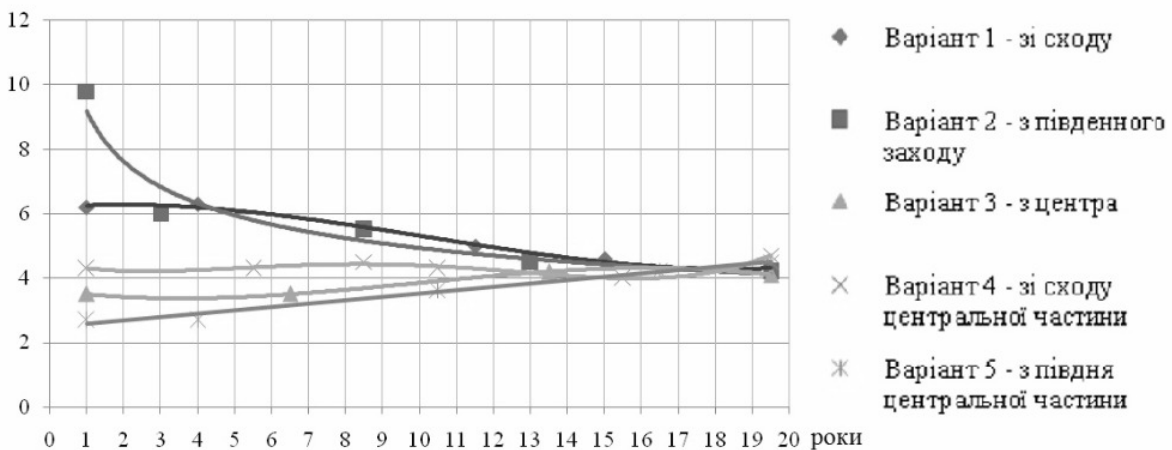


Рис. 4. Графіки залежності коефіцієнта розкриття по роках відпрацювання кар'єру

На основі даних, наведених на рис.4 можна вибрати варіанти, які є більш раціональними для вибору місця розробки кар'єра. Основним критерієм для цього є найменший коефіцієнт розкриття, який припадає на перші роки розробки. Найбільш оптимальний та зручний для ділянки є розробка з півдня центральної частини кар'єрного поля (варіант 5). Це зумовлено низьким коефіцієнтом розкриття на початку розробки родовища, який становить від 3 до 3,5. За перші 20 років він збільшується по лінійній залежності і сягатиме приблизно 4-5.

У табл. 1 представлені об'єми видобутку важких мінералів накопичених за період перших 10 років розвитку кар'єра, за різними варіантами розвитку гірничих робіт у порівнянні з базовим варіантом 1.

Об'єми видобутку важких мінералів за перші 10 років

Варіанти розробки	Накопичений період 10 років, тис.т	Абсолютна різниця, тис.т	Видобуток руди,%
Варіант 1 - відпрацювання розкривними комплексами обладнання безперервної дії. - Схід	1 641,1	0	100
Варіант 2 - автотранспортна система розробки - Південний захід	1 725,2	+84,1	105,12
Варіант 3 - обладнання безперервної дії - Центр	1 912,4	+271,3	116,53
Варіант 4 - автотранспортна система розробки - Північний схід	1 673,5	+32,4	101,97
Варіант 5 - автотранспортна система розробки - Південь	2 105,0	+463,9	128,27

Аналіз даних, наведених в табл. 1 показав, що при варіанті розтину та розвитку кар'єра 5 можливий видобуток корисної копалини з вмістом важких мінералів на 28% вище в період перших 10 років, ніж при варіанті 1 при однаковому обсязі виробництва рудного піску на рік - 2,7 млн. м³. При цьому, якщо взяти за основу середній вміст рудних мінералів, то 464 тис. т (без урахування втрат відпрацювання та збагачення) складається з наступних часток рудних мінералів: циркон - 40 тис.т; ільменіт - 270 тис.т; рутил - 76 тис.т; ставроліт і дистен -77 тис.т.

За приблизними цінами реалізації товарних титанових концентратів за 2014-2015 р.: циркон 547 євро / т (13675 грн /т), ільменіт 140 євро/т (3500 грн /т) і рутил 474 євро/т (11850 грн/т). Обсяг прибутку за перші 10 років при використанні схеми розтину та розвитку кар'єра по варіанту 5 збільшився б приблизно на 90 млн. євро.

Таким чином, проведені дослідження дозволили встановити найбільш оптимальний варіант початку розкриття та розробки Мотронівсько-Аннівської дільниці Малишевського розсипного титано-цирконієвого родовища.

Список літератури

- 1.Лазников А. М., Собко Б. Е. Краснопер В. П. К вопросу выбора рациональных землесберегающих технологических схем разработки россыпных титано-циркониевых руд. //Сб. научн. трудов НГУ, 2010.- №35.- С.39-44.
2. Хохряков В. С. Проектирование карьеров.– 2е изд., перераб. и доп.– М.: Недра, 1980. – 336с.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОНУСНЫХ ДРОБИЛОК ККД-1500/180

*Е.К. Бабец, В.И. Чепурной, С.И. Ляш, З.С. Добровольская, С.И. Корняшик,
Научно-исследовательский горнорудный институт
ГВУЗ «Криворожский национальный университет», Украина*

Приведены основные положения методического обеспечения комплексного обследования технического состояния конусных дробилок ККД-1500/180.

Актуальность работы. Длительный опыт эксплуатации конусных дробилок ККД-1500/180 показывает, что техническое состояние дробилок подвергается существенным изменениям с потерей проектных параметров и работоспособности, что в конечном итоге, приводит к возрастающей опасности возникновения аварийных ситуаций.