

Конспект лекцій

Модуль 1

В якості облицьовувального каменю використовують гірські породи: вивержені, виливані, метаморфічні та осадові. Зразки цих порід мають різні зовнішні обриси – форми.

Добування блоків облицьовувального каменю має ряд особливостей порівняно з добуванням інших корисних копалин. Ці особливості зумовлені спеціальними вимогами щодо блоків, будови геологічного тіла і петрографічною структурою самої породи. Значна частина облицьовувальних порід, що залягають у надрах, має чіткі геологічні межі, під якими треба розуміти поверхні, при переході через які розкривається безперервність властивостей порід. Чітко виражені геологічні межі мають мармури, вапняки, піщаники, кварцити, доломіти й деякі інші камені. Однак значна частина покладів природних облицьовувальних каменів не має таких меж.

Облицьовувальні породи інтрузивного походження мають множини форм геологічних тіл. Так, для гранітів, сієнітів і діоритів характерне залягання у формі батолітів, штоків, дайок. Габронорити, лабрадорити найчастіше залягають у формі лаколітів, штоків, інколи дайок. Ефузивні породи – базальти, утворюють потужні покриви значних площ (тисячі квадратних кілометрів), деякі залягають у формі дайок і пластових інтрузій, а ефузивні аналоги діоритів – андезити залягають у формі куполів, потоків, дайок і лаколітів. Туфам властиві форми вулканічних тіл, насамперед лавових потоків, вулканічних і лавових куполів, неків, лавових покривів і полів. Вапнякові туфи мають пластоподібне залягання, утворюючи терасовидні масиви.

Метаморфічні породи, такі як мармури мігматити, гнейси, мармуризовані вапняки залягають у формі пластів, лінз та інших тіл.

Осадочні породи – гіпси, піщаники, вапняки, тощо залягають у формі пластів, лінз, рифів, прошарків згідного і незгідного залягань відносно вміщуючих порід. Форми геологічних тіл визначають спосіб обробки, схему і порядок розкриття запасів облицьовувального каменю, технологічні засоби і методи видобування блоків.

Загальну схему утворення магматичних, метаморфічних і осадових гірських порід зображено на рис. 14.1.

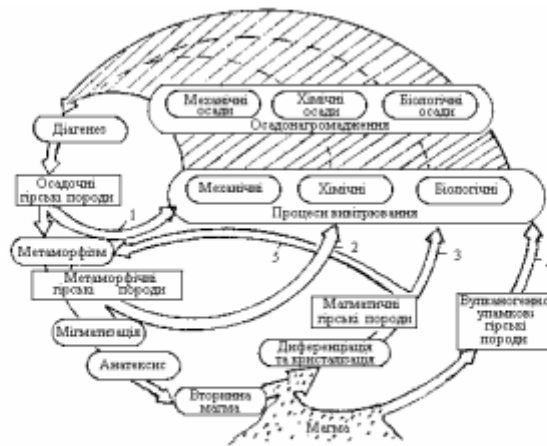


Рис. 14.1. Загальна схема утворення магматичних, метаморфічних і осадочних гірських порід

Кожен вид облицювального каменю відноситься до певних геоструктурних районів. Так, породи групи гранітів поширені у багатьох геологічних районах Балтійського і Українського щитів тощо, складчастих гір по узбережжю Білого моря, Онезького озера, в горах Уралу, Кавказу, Сибіру та ін. Мармури, мармуризовані вапняки належать до таких геоструктурних регіонів як гірський Крим, Карпати, Альпійська і Причорноморська западини та ін. В межах України вулканічні туфи належать до складчастих утворень Закарпаття. Пісковики добувають у межах Волинсько-Подільської плити, Донецького басейну. Родовища гіпсових каменів розміщені на схилах складчастих утворень Карпат, частково в Донецькому складчастому утворенні.

Форми геологічних тіл зумовлюють в абсолютній більшості випадків близьке розміщення до денної поверхні свіжої частини покладу граніту, що, у свою чергу, зумовлює низьку потужність розкриву і присутність вивітреної породи у верхніх частинах родовища, які зменшують якісні показники облицювального каменю і ускладнює його розробку.

Наявність систем природних тріщин, які утворюють окремість породи і визначають форму і розміри структурних блоків, зумовлює можливий вихід кондиційної блочної продукції з масиву і вибір технології видобутку блоків.

Декоративність каменю визначається структурою і текстурою породи і ставить у залежність від неї видобуток блоків та їх переробку на продукцію, що впливає на повноту і якість вилучення природного облицювального каменю при його добуванні.

Породи групи гранітів мають підвищений вміст радіонуклідів, а отже вони характеризуються вищою радіоактивністю, що можна пояснити наявністю в них радіоактивних мінералів (циркону, апатиту, ортиту тощо). Викладені особливості геологічної будови родовищ групи гранітів визначають можливі області використання продукції з каменю в будівництві та специфіку технології добування блоків, що забезпечує мінімальний контакт людини з породою.

Значна частина лабрадоритної сировини і габро-анортозитів характеризується дуже цінною властивістю – іризацією, тобто властивістю утворювати радужні відблиски на поверхні каменю.

Найчастіше іризація каменю зональна, колір її змінюється від жовтого чи зрідка червоного до зеленого, синього і фіолетового.

Досить важлива гірничо-геологічна характеристика залягання облицювальних гірських порід – природна тріщинуватість масивів, яка має вирішальний вплив на вибір технології та комплексів устаткування для добування блоків каменю і подальшу їх обробку.

Тріщини – це розриви суцільності породи без видимого зміщення, розміри яких у напрямку простягання і падіння на декілька порядків вищі за їх ширину. Тріщини поділяють на системні і позасистемні. Системні тріщини мають близьке просторове орієнтування і через це приблизно паралельні одна одній. Позасистемні тріщини розвинені в горизонтальній чи слабопохилих областях. Кожна тріщина характеризується своїми параметрами, з яких основними елементами її залягання є – азимут простягання, кут падіння. На сьогодні існує кілька класифікацій тріщин гірських порід, з яких найпоширенішою є геометрична система.

У практиці найчастіше використовують генетичну класифікацію Р. Болка, що ґрунтується на класифікаційних ознаках Г. Клооса, згідно з якою тріщини поділяються на поздовжні S, поперечні Q, діагональні D і положисто-пластові L. Ця класифікація найбільш підходить для масивів вивержених гірських порід.

Існуючі методи вивчення тріщинуватості гірських порід можна об'єднати у дві групи: статистичні і геофізичні. Статистичні методи використовують безпосереднє спостереження за тріщинами та їх вимірювання у відслоненнях і кар'єрах, вивчення тріщинуватості бурінням геологорозвідувальних свердловин, протікання води в свердловинах, спостереження за блочністю у діючих кар'єрах шляхом вимірювання блоків і вибраного каменю. Геофізичні методи ґрунтуються на електро-, магніто- і сейсмозв'язці, каротажу свердловин. Родовищам вивержених облицювальних порід властиві певні закономірності розвитку природних тріщин у масиві. Зокрема, гранітні інтрузії та тріщини окремоостей в них мають багато особливостей, які являють практичний інтерес, тому треба коротко зупинитися на основних з них.

Усі системи тріщин окремоостей мінералізовані гізингеритом – водним силікатом оксиду заліза несталого складу. Ця обставина відіграє свою позитивну роль, оскільки зелено-чорний та смолянисто-чорний колір мінералізації дає змогу легко фіксувати тріщини навіть у кернах, глибах і не змішувати їх з випадковими і штучними тріщинами. Друга важлива особливість полягає у різною мірою розкритості тріщин окремоостей залежно від належності до системи і глибини її положення.

Під блочністю треба розуміти теоретично можливий вихід з масиву блоків каменю, що відповідають вимогам промисловості. Дослідженнями визначено, що теоретичний вихід блоків (теоретична блочність) цілком і повністю залежить від природної тріщинуватості і, в першу чергу, від таких показників її, як неортогональність системи тріщин, відстаней між ними, кутів падіння тріщин тощо. Для обґрунтування області застосування способів

руйнування, пропонується класифікація природної окремості за формою і розмірами структурних блоків (рис. 14.2), в основу якої покладено:

– відстані між суміжними тріщинами тієї самої системи, за усереднене значення яких береться лінійна тріщинуватість за напрямом, перпендикулярним до системи тріщин;

– кутові величини між тріщинами суміжних систем, що перетинаються між собою, значення яких обчислюють за різницею полюсів кутів падіння та азимутів простягання тріщин;

– вписуваність у структурний блок природної окремості взятого класу кондиційних прямокутно-паралелепіпедних блоків за розмірами і об'ємами.

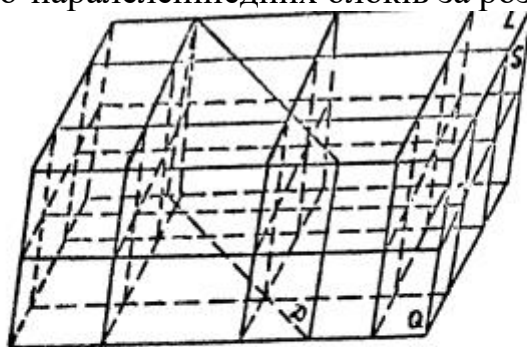


Рис. 14.2. Площини тріщин окремості: S – поздовжні; Q – поперечні; L – пологі; D – діагональні

Анізотропність – найхарактерніша особливість кристалів, зумовлена тим, що швидкість зростання кристалів у різних напрямках різна.

Переміщення кар'єрних вантажів

Переміщення кар'єрних вантажів є одним з основних технологічних процесів у виробничому циклі. Сутність процесу полягає в переміщенні основних кар'єрних вантажів – розкривних порід і корисної копалини – від вибоїв до пунктів їхнього розвантаження. Для переміщення допоміжних вантажів (деталей машин, колійних і мастильних матеріалів, вибухових речовин та ін.) застосовують переважно спеціальні види транспорту.

Кар'єрний транспорт має такі характерні особливості: одностороння зосереджена напрямленість і масовість (до десятків, іноді сотень мільйонів тонн гірської маси за рік); відносно короткі відстані переміщення (від декількох десятків метрів до 15...20 км); високі питомі показники вантажообігу, швидка оборотність рухомого складу, значна щільність, підвищена тривкість і абразивність, неоднорідна кускуватість гірської маси, ударні впливи при навантаженні і розвантаженні; жорстка залежність інших технологічних процесів від надійності роботи транспорту – їхньої об'єднуючої ланки. Крім того необхідно врахувати також велику питому вагу технологічних простоїв рухомого складу в транспортному циклі; нестационарність пунктів навантаження гірської маси і розвантаження розкривних порід. Все це обумовлює систематичну перебудову транспортних комунікацій на уступах у кар'єрі і на відвалах; велику крутизну підйому (спуску) гірської маси з кар'єру; залежність місця розташування кар'єрних

транспортних комунікацій від елементів будови покладу; високу питому вагу витрат на транспортування гірської маси у витратах на видобуток корисної копалини (зазвичай не менше 40 %, а в окремих випадках до 65...75 %).

На кар'єрах застосовуються практично усі відомі види і технічні засоби переміщення вантажів.

Кількість гірської маси, що переміщується за одиницю часу, характеризує вантажообіг кар'єру, що залежить від масштабу гірничих робіт і продуктивності виймально-навантажувального устаткування. Найбільші обсяги у вантажообігу на кар'єрі складають породи розкриття, найменші – господарські технічні вантажі.

За напрямком перевезень і їх обсягом вантажообіг кар'єру можна розділити на окремі вантажопотоки. Якщо вантажі на поверхні кар'єру переміщуються в одному напрямку по одних транспортних комунікаціях, то вантажопотік називається зосередженим, у протилежному випадку – розосередженим. На практиці при значному вантажообігу вдаються до розділення вантажів за призначенням. У цьому випадку корисна копалина і породи розкриття переміщуються по різноманітних транспортних комунікаціях, різноманітних видах транспорту. Вантажообіг кар'єру й окремих вантажопотоків змінюється в часі відповідно до розвитку гірничих робіт.

Кількість транспорту для кожного екскаватора або вибою розраховується за його продуктивністю, дальністю транспортування, схемою обміну у вибої і на відвалі. Продуктивність транспортного комплексу на кар'єрах у значній мірі залежить від схеми під'їзду автосамоскида або навантажувача до вибою й установки його біля екскаватора або навантажувального обладнання. Залежно від розмірів робочих майданчиків і способу розкриття робочого горизонту всі схеми подачі розділяються на три групи: наскрізні; прямі із петлевым розгортанням; із тупиковим розгортанням. За кількістю автотранспорту, що знаходяться одночасно у вибої, застосовують одинарну та спарену (групову) їх установку. Спарена установка автотранспорту забезпечує більш високу продуктивність транспортного комплексу завдяки збільшенню коефіцієнта використання виймально-навантажувального обладнання в часі.

Ефективність роботи кар'єрного транспорту в значній мірі визначається оперативністю і якістю виконання допоміжних робіт, які для кожного виду транспорту мають свою специфіку.

Допоміжні роботи на автотранспорті поділяють на дорожні роботи і роботи з експлуатації рухомого складу. Особливо великою трудомісткістю відрізняються дорожні роботи, що включають будівництво, ремонт і утримання доріг.

Відвалоутворення

При відкритій розробці родовищ корисних копалин переміщуються величезні маси розкривних порід або у відпрацьований простір (внутрішні відвали), або на спеціально відведені для цієї цілі майданчика за межами кар'єру (зовнішні відвали). Штучний насип, що утвориться внаслідок

складування розкривних порід, називається відвалом, а сукупність виробничих операцій із приймання і розміщення розкривних порід на відвалі – відвалоутворенням. У технологічному ланцюзі розробки родовищ відвалоутворення є завершальною ланкою.

При внутрішньому відвалоутворенні відпадає необхідність у додаткових площах для розміщення відвалів, скорочуються роботи з рекультивації відвалів, зменшується відстань для переміщення порід розкриття. Якщо виймання корисної копалини провадиться на повну потужність при горизонтальних або слабо похилих шарах, то створюють переважно внутрішні відвали, а при похилих і крутих покладах – зовнішні відвали.

Для формування зовнішніх відвалів як транспортне устаткування застосовують автомобільний транспорт, Для переміщення порід розкриття на відвалах застосовують механічні лопати, відвалоутворювачі, відвальні плуги, скрепери і бульдозери.

До основних параметрів відвалів відносяться: висота і кількість уступів (ярусів), кут укосу уступу, приймальна спроможність відвалу, довжина відвального фронту робіт. Висота уступу залежить від фізико-механічних властивостей як складу порід, що відсипають у відвал, так і складу порід, що лежать у його основі, а також від засобів механізації відвальних робіт. Кількість відвальних уступів залежить від площі відвалу і загального обсягу розкривних порід. Кут укосу відвальних уступів зазвичай відповідає куту природного укосу порід, розміщуваних у відвалі. Приймальна спроможність відвалу відповідає обсягу породи, яку можна розмістити на відведеній під відвал площі при максимальному його заповненні.

Залежно від напрямку переміщення фронту робіт розрізняють три способи його переміщення: паралельний, віялоподібний і криволінійний.

Процес відвалоутворення починається зі зведення початкового насипу і включає розвантаження і складування розкривних порід, планування відвалу і переміщення транспортних комунікацій на відвалі. Початковий насип споруджується для створення мінімального фронту відвальних робіт при необхідній висоті відвального уступу. Транспортні комунікації й відвальне устаткування розміщують на площадці насипу, що має ширину 7...10 м.

Розміщення розкривних порід на відведеній площі – це основний процес відвалоутворення, кінцевою метою якого є остаточне формування відвалу з заданими параметрами.

Бульдозерне відвалоутворення почали застосовувати в останні роки після створення потужних бульдозерів на кар'єрах із авто та залізничним транспортом. Область застосування бульдозерів: складування м'яких, мало- і середньоміцних напівскельних порід при висоті відвалів більш 20 м.

Перевагами бульдозерного відвалоутворення є: висока приймальна спроможність відвального тупика, проста організація і малий термін будівництва відвалів, невеликі капітальні й експлуатаційні витрати. Недоліки – залежність продуктивності бульдозера від типу порід і погодних та кліматичних умов, велика витрата палива.

Процес відвалоутворення автомобільним транспортом включає розвантаження автосамоскида на верхній площадці відвального уступу, переміщення породи під укiс або планування її на відвалі, ремонт і утримання дорiг на відвалі. Два останні види робіт виконують переважно бульдозерами.

При виборі раціонального способу механізації відвальних робіт у першу чергу враховують фізико-механічні властивості порід, топографію місцевості (відвального поля), умови залягання родовища й ін. Головні принципи механізації гірничих і відвальних робіт – це принцип поточності виробництва і принцип незалежності процесів. Реалізація цих принципів має забезпечити найвищу продуктивність праці і найкращі техніко-економічні показники за рахунок безперервності процесів екскавації, транспортування й відвалоутворення та створення умов, що дозволяють запобігти простоеві машин суміжних процесів.

Планування і керування являють собою сукупність дій колективу співпрацівників з встановлення і регулювання показників виробничої діяльності кар'єру. Система планування і керування гірничими роботами на кар'єрах включає перспективне й оперативне планування, а також оперативний контроль та облік.

Безперервність системи планування, обумовлена безперервністю самого виробництва, має на меті органічно зв'язати перспективне планування, яке передбачає оперативне планування і проявляється у встановленні сполучених і взаємопогоджених виробничих завдань на такі суміжні планові періоди: п'ятирічний із розбивкою по роках, річний із розбивкою по кварталах, кварталний із щодобовою розробкою по декадах, декадний із щодобовою розбивкою.

Поточне планування гірничих робіт полягає в упорядкуванні річних і кварталних планів гірничих робіт, місячних планів буро-пiдривних, виймально-навантажувальних, транспортних і відвальних робіт, графіків планово-попереджувальних ремонтів устаткування, побудові технологічних графіків робіт на уступах, розрахунках декадних (недільних) добових планів робіт. На цій стадії планування провадиться розподіл гірничого устаткування по уступах і визначається його розставлення. Поточні плани гірничих робіт складають виробничо-технічний, геологічний і маркшейдерський відділи, а також відділи головного механіка і головного енергетика кар'єру.

Оперативне планування гірничих робіт полягає у визначенні плану-наряду на зміну для кожної бригади, машини і механізму. Оперативний план розробляється під керівництвом головного інженера кар'єру начальниками дільниць, цехів і служб, дільничними геологами і маркшейдерами.

На оперативній нараді (щодня по селектору), яка є функціональною ланкою оперативного планування, вирішуються питання координації виробничої діяльності ділянок, служб і цехів із затвердженням конкретного графіка допоміжних робіт, заходів щодо ліквідації аварій, розподілу техніки, а також здійснюється контроль виконання окремими ділянками і службами

попередніх планових завдань, заслуховуються звіти начальників цих служб про виконану роботу.

Оперативне керування здійснюється безупинно протягом зміни, завданням його є організація і регулювання виробничого процесу таким чином, щоб забезпечити оптимальне виконання змінного плану. Коригування оперативного плану, викликане зміною виробничої ситуації (вихід із ладу екскаватора, невідповідність якості руди в запланованому вибої і т.п.), провадиться протягом зміни, тобто в інтервалі оперативного керування.

Оперативний контроль і облік – проміжна ланка, що акумулює потік інформації, що змінює його, переводячи зі сфери виробництва в сферу керування і в зворотному напрямку, у вироблену інформацію, необхідну для прийняття рішень у процесі планування і керування. Завдання оперативного урахування полягає в накопиченні та перетворенні оперативної інформації з метою одержання основних показників роботи виробничого устаткування і кар'єру в цілому.

Для вирішення завдань планування, керування й урахування на потужних кар'єрах створюються автоматизовані системи керування (АСК), що включають комплекс методів і технічних засобів для забезпечення ефективного функціонування кар'єру. Організаційна структура АСК залежить від виробничої й організаційної структур гірничого підприємства, наявності інформаційного обчислювального центру (ІОЦ), рівня забезпечення його засобами обчислювальної техніки.

Застосування ЕОМ і математичних моделей дає можливість в найкоротші терміни розглядати й оптимізувати численні варіанти поточних і оперативних планів, організації і регулювання виробничого процесу. Проте вибір математичних моделей, які найбільше підходять у конкретній ситуації, а також вибір оптимального варіанта з кількості аналізованих, залишається функцією людини.

Способи розкриття

Вибираючи спосіб розкриття родовища природного облицьовувального каменю, враховують наявність підйомно-транспортних засобів та гірничо-геологічні умови цього родовища, такі як рельєф, тип і розміри покладу корисної копалини, потужність розкривних порід та. ін. Найсприятливіші умови мають родовища рівнинного типу з мінімальними обсягами розкривних порід, що характерно для більшості гранітних родовищ України. За робочий беруть той варіант з них, який найповніше задовольняє основні технічні та економічні вимоги.

Найбільш економічним є безтраншейне розкриття, коли як підйомно-транспортне устаткування можуть застосовувати кабель- та дерик-крани. При цьому розробку родовища можна розпочинати відразу після монтажу устаткування, а на гірничо-капітальні роботи в такому разі потрібні мінімальні витрати.

Мінімальна ширина в'їзної траншеї внизу залежить від гірничо-технічних параметрів і параметрів виймально-транспортного устаткування. Вона коливається в інтервалі 12...16 м.

Родовища каменю, які залягають вище від панівного рівня поверхні, розкривають напівтраншеями. Таке просторове розміщення покладу дає змогу реалізувати деякі технологічні переваги, зокрема основний напрям вантажопотоку – згори вниз, завдяки чому вдається використати при транспортуванні власну вагу корисної копалини.

Готуючи породи до виймання, найчастіше застосовують буро-підривні роботи, а саме – метод шпурових або свердловинних зарядів. При цьому для збереження монолітності корисної копалини залишають запобіжний шар, товщина якого залежить від методу ведення буро-підривних робіт. Наприклад, при одночасному підриванні 3...5 шпурів товщина запобіжного шару має становити 600...1000 мм, потім цей шар відробляють безвибуховим способом (буроклиновою чи каменерізальною машинами).

На кар'єрах з добування блоків середньої міцності при відпрацюванні верстви скельового розкриву здебільшого використовують каменерізні машини СМ-580А – при міцності порід до 30 МПа, і СМ-177А та СМ-428 – при міцності до 50 МПа. У випадку більш високої міцності порід каменерізні машини працюють ривками, різко підвищуючи зношення інструмента.

Для розкриття нижче лежачого горизонту потрібно провести основну та флангову розрізні траншеї.

Останніми роками підривання скельового розкриву здебільшого проводять з попереднім щілиноутворенням і залишають захисний шар потужністю 3 м. Параметри свердловин для цього способу наведені в табл. 14.1.

Таблиця 14.1

Основні параметри підривних робіт з попередніми щілиноутвореннями (за І. Бражником та І. Вода)

Діаметр свердловини, мм	Відстань між свердловинами, м	Щільність заряджання, кг/м ³ при коефіцієнті міцності (за М. М. Протод'яконовим)		
		4...6	6...12	12...16
До 100	0,8 ... 1	0,4	0,5	0,7
> 100	1,2 ... 1,5	0,7	0,8	1,0

Питома витрата амоніту № 6 ЖВ для відбивання скельового розкриву на кар'єрах з добування блоків із граніту та подібних до нього порід становить 0,5...0,7 кг/м³, на кар'єрах з добування порід середньої міцності – 0,4...0,5 кг/м³.

Практика видобування блоків показує, що найбільший вихід блоків маємо у випадку розміщення та напрямку просування фронту гірничих робіт кар'єру паралельно або ортогонально одній з крутопадаючих систем тріщин, яка має мінімальні міжтріщинні відстані в межах кар'єрного поля або добувної ділянки. Висоту уступу або підуступу беруть такою, що дорівнює або кратна відстані між пологопадаючими тріщинами:

$$H_y = nd,$$

де d – відстань між первинно-пластовими тріщинами, м; n – кількість міжтріщинних відстаней.

На орієнтовну картограму наносять паралельні лінії, що відповідають азимутам простягання систем тріщин вимірюваних ділянок. У здобуту сітку із систем тріщин вписують прямокутники максимально можливої площі – основи товарних блоків.

Кар'єрне поле поділяють на природно-технологічні зони за показниками інтенсивності тріщинуватості: до 0,15; від 0,16 до 0,30 і понад 0,30 тріщин на 1 м погонної довжини покладу або з виходом блоків із масиву: понад 45; від 25 до 45 %. Для цього складають погоризонтні плани блоковості.

Використовуючи методику В. В. Ржевського, перетворюють поетапний графік на календарний. За заданою виробничою потужністю кар'єру за товарними блоками каменю Q_k та їх запасами Z_i , визначають строк служби кар'єру і окремих етапів t_i , за формулою:

$$t_i = Z_i / Q_k, \text{ років.}$$

За графіком режиму обчислюють продуктивність кар'єру за пухким, скельовим розкритом і околлям, ділячи запаси кожного етапу на строк його відпрацювання. Підсумувавши об'єми скельового розкриття та околля, визначають продуктивну потужність кар'єру за некондиційною корисною копалиною.

Ширину робочої площадки визначають за формулою

$$Ш_{p.n.} = A_n + П_1 + П_p + П_n + П_{уз} + П_{доп} + П_2, \text{ м,}$$

де A_n – ширина відокремленого моноліту, м; $П_1$ – ширина смуги безпеки між нижньою бровкою уступу та майданчиком для розколювання монолітів і обколювання блоків, $П_1 = 10$ м; $П_p$ – ширина майданчика для розколювання монолітів і обколювання блоків, $П_p = 10$ м; $П_n$ – ширина проїзної частини (у випадку двосмугового руху для БелАЗ-540 $П_n = 10$ м, для КрАЗ-256 і

МАЗ-503Б – 8 м); $П_{уз}$ – ширина узбіччя (у випадку двосмугового руху $П_{уз} = 1,5$); $П_{доп}$ – ширина смуги для розміщення допоміжного устаткування, $П_{доп} = 6...7$ м; $П_2 = 3$ м.

Висота уступу у гранітному кар'єрі згідно з правилами безпеки не повинна перевищувати 20 м. Загалом висота верстви при правильному веденні гірничих робіт визначається відстанню між горизонтальними тріщинами окремості. За умовами робіт для відокремлення блоків від масиву параметри кар'єрів для групи граніту й мармуру наведено нижче.

<i>Висота видобувного уступу за різних способів добування блоків, м</i>		
Спосіб	Порода	
	Граніт	Мармур
Буроклиновий	< 6	< 6
Буропідривний		
– шпуровий метод	< 6	Не допускається
– свердловинний метод	< 10	Не допускається
Каменерізними машинами з кільцевою фрезою	–	1,09
Комбінований (буроклиновий і буропідривний)	–	< 1,06
<i>Мінімальна ширина робочої площадки, м</i>		
Підступ при бульдозерному прибиранні околя	6...8	–
Транспортний горизонт	50...60	15...20

При складанні календарного плану гірничих робіт основну увагу слід приділяти розподілу вибухових і підготовчих робіт у часі й просторі, оскільки розкривні роботи на кар'єрах з добування блоків облицьовувального каменю не є домінуючими. Календарний план має забезпечувати:

- стабільну роботу кар'єру з добування блоків заданих розмірів;
- своєчасну підготовку нових горизонтів, потрібний резерв готових до виймання запасів, потрібну ширину робочих майданчиків і прямі заглиблення;
- можливість нарощування виробничої потужності.

Річний і кварталний обсяги розкривних робіт за ділянками визначають згідно з планом підготовки запасів за відповідний календарний період та поточним коефіцієнтом розкриву. Погашення витрат на розкривні роботи планують відповідно до розрахункового коефіцієнта погашення розкриву та календарного плану розбиття підготовлених запасів, розкривних робіт і видобування сировини.

Родовища облицьовувально-декоративного каменю у вітчизняній та зарубіжній практиці освоюють відкритим способом. Цей спосіб зумовлюється такими гірничо-геологічними особливостями: великими розмірами родовищ; формою та глибиною залягання каменю з урахуванням потужності, вимірюваної десятками метрів і більше; наявністю системи природних тріщин, які утворюють паралелепіпедну окремість і обумовлюють виймання блоків у формі прямокутних паралелепіпедів та визначають можливість виходу блоків із масиву; близьким розміщенням корисного свіжого покладу до денної поверхні, яке, з одного боку, зумовлює малу потужність розкриву, а з другого – присутність вивітреної породи у верхніх частинах родовищ.

Згадані гірничо-геологічні умови в поєднанні з вимогами, щодо якості облицьовувального каменю, істотно відрізняють кар'єри блокового каменю від відкритих розробок вугільної, рудної та нерудної промисловості. Класифікацію типів масивів наведено в табл. 14.2

(за Дегтяренком М. В.).

Відстань між тріщинами для різних типів масивів, м.

Тип масиву	1а	1б	1в	2а	2б	2в	3а	3б	3в
Тріщини: положисті	11,5	1,5	1,5	1,5...4,5	1,5...4,5	1,5...4,5	4,5	4,5	4,5
круті	93	3...6	6	3	3...6	6	3	3...6	6

Класифікацію способів руйнування природного каменю при підготовці його до виймання наведено на рис. 14.3.

Для позначення відокремлюваних від масиву блоків згідно з рис. 14.4 використовують такі терміни: блок, положиста панель, крута фронтальна та торцева панель, моноліт. Отже, можна виділити два класи схем підготовки блоків до виймання (рис. 14.5): шарові – коли відокремлюваний від масиву моноліт каменю завжди має один розмір, що дорівнює розміру блока; і суцільні – коли відокремлюваний моноліт за трьома розмірами кратний розмірам видобуваного блока.



Рис. 14.3. Класифікація способів руйнування природного облицьовувального каменю при підготовці його до виймання

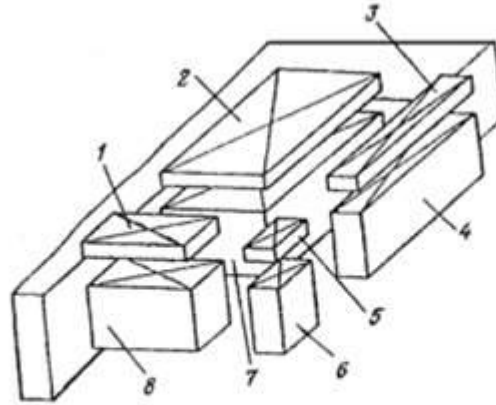


Рис. 14.4. Схема поділу моноліту на блоки:

- 1 – торцева положиста західка; 2 – положиста панель;
 3 – фронтальна положиста західка; 4 – фронтальна крута панель;
 5 – блок; 6 – фронтальна положиста західка;
 7 – моноліт уздовж фронту уступу; 8 – торцева крута панель

Оскільки у практиці масив розсікається здебільшого крутими та положистими тріщинами окремоті, які є природними площинами відслонення, кількість штучних площин відслонення зменшиться. Тоді питома площа відслонення для масивів типів 1а–1в (див. рис. 14.5) складе:

$$S_{\text{ном}} = \frac{a+b}{ab} - (K_s + K_Q);$$

для масивів типів 2а–2в

$$S_{\text{ном}} = \frac{a+b}{ab} - (K_s + K_Q) + (1-hK)/h;$$

для масивів типів 3а–3в

$$S_{\text{ном}} = \frac{a+b}{ab} - (K_s + K_Q) + 1/h$$

де K_s , K_Q , K_L – коефіцієнти лінійної тріщинуватості за крутими повздовжніми S, поперечними Q та положистими L тріщинами.

Клас	Спосіб розробки	Підкласи технологічних схем	Підклас	Індекси підкласу схеми	Схема	
Шарова	Блоками	Одноетапний	Положистими (горизонтальними) шарами	Шарова блоково-положиста	1 а	
			Крутими (вертикальними) шарами	Шарова блоково-крута	1 б	
	Західками	Багатоетапний	Фронтальними західками положистими (горизонтальними) шарами	Шарова фронтально положиста	2 а	
			Фронтальними західками крутими (вертикальними) шарами	Шарова фронтально крута	2 б	
			Торцевими західками положистими (горизонтальними) шарами	Шарова торцево-положиста	2 в	
			Торцевими західками крутими (вертикальними) шарами	Шарова торцево-крута	2 г	
	Панелями	Багатоетапний	Положистими (горизонтальними) панелями	Шарова панельно положиста	3 а	
			Фронтальними крутими (вертикальними) панелями	Шарова панельно фронтальна	3 б	
	Суцільна	Монолітами	Торцевими крутими (вертикальними) панелями	Шарова панельно торцева	3 в	
			Монолітами вздовж фронту уступу	Суцільна фронтальна	4 а	
Монолітами вздовж торця уступу			Суцільна торцева	4 б		

Рис. 14.5. Класифікація технологічних схем підготовки блоків до виймання

За напрямком посування фронту робіт у плані розрізняють суцільні, заглиблювальні поздовжні, поперечні, віялові або кільцеві системи розробки з різним напрямом виймання в профілі (рис. 14.6). Для різних форм покладу застосовують: СПО і СПД – суцільну поздовжню систему, відповідно одно- та двобортну; ЗДО і ЗДД – заглиблювальні, відповідно одно- та двобортну; ЗКЦ – заглиблювальну кільцеву центральну, та ін.

Потужність покладу, м	Залегання покладу	Напрямок виймання	Форма покладу в плані		
			Округла	Подовжена	Витягнута
< 10	Положисте або похиле	Горизонтальними верствами			
	Похиле	Похилими верствами			
10...50	Положисте або горизонтальне	Горизонтальними верствами			
	Похиле	Похилими верствами			
	Круте	Крутими верствами			
> 50	Положисте або горизонтальне	Горизонтальними верствами			
	Похиле	Похилими верствами			
	Круте	Крутими верствами			

Рис. 14.6. Системи відкритої розробки родовищ для різних форм покладу:

СПО і СПД – суцільна поздовжня відповідно одно- та двобортна;
 ЗДО і ЗДД – заглиблювальна відповідно одно- та двобортна;
 ЗКП і ЗКЦ – заглиблювальна кільцева відповідно периферійна та центральна

Із численних технологічних схем виконання гірничих робіт при добуванні блокового каменю розглянемо основні, що найчастіше зустрічаються й використовуються при добуванні блоків із порід середньої міцності та міцних порід, оскільки добувати блоки із цих порід складніше й трудомісткіше, ніж із м'яких.

Шарову верстову фронтально-положисту схему, зображену на рис. 14.7, застосовують при розробці масивів типів 1б, 1в. Блоки готують до виймання виймальними горизонтальними або положистими верствами. Ширина та висота західки дорівнює ширині та висоті блоку, довжина – кільком довжинам блоку каменю. Схема підготовки двостадійна, а спосіб підготовки – термоклинний. Уступ розробляють панелями, які залежать від висоти уступу, і можуть складатися з однієї чи двох-трьох горизонтальних (положистих) верств. Панель уступу поділяється на: резервний блок L_p ; блок підготовки торцевої площини відхилення $L_{Б.Т.}$ шляхом установа термічного газоструминного різання на всю висоту уступу, що дорівнює ширині панелі уступу A_p ; блок підготовки фронтальних площин відслонення встановленням рядкового буріння довжиною $L_{Б.Ф.}$ через відстань, що дорівнює ширині західки; блок виймання та вантаження $L_{В.В.}$, в якому за допомогою гідроклинових установок моноліт відокремлюють, розколюють на блоки і вантажать кранами в транспортні засоби; блок штабелювання й

прибирання околя $L_{ш}$, де околя каменю штабелюють бульдозерами і вантажать екскаваторами або навантажувачами в автосамоскиди.

Шарову панельно-положисту технологічну схему, показану на рис. 14.8, застосовують також при розробці масивів типів 1б та 1в. Блоки готують до виймання виймальними положистими (горизонтальними) панелями (див. рис. 14.5, індекс 3а).

Схема підготовки блоків до виймання – двостадійна, спосіб підготовки для масиву типу 1в – термовибуховий. Панель поділяють на такі блоки: резервний L_p ; підготовки торцевої площини $L_{Б.т.}$; виймання та вантаження $L_{вв}$; штабелювання та прибирання околя $L_{ш}$, коли виконують ті самі технологічні операції, що й за технологічною схемою, яку називають шаровою фронтально-положистою; підготовки фронтальної площини відслонення $L_{Б.ф.}$ та вертикальних площин відслонення розколюванням $L_{Б.р.}$ на блоки, що виконують перфораторами з відокремленням моноліту від масиву гідроклиновою установкою (масив типу 1б) або порохонними зарядами (масив типу 1в).

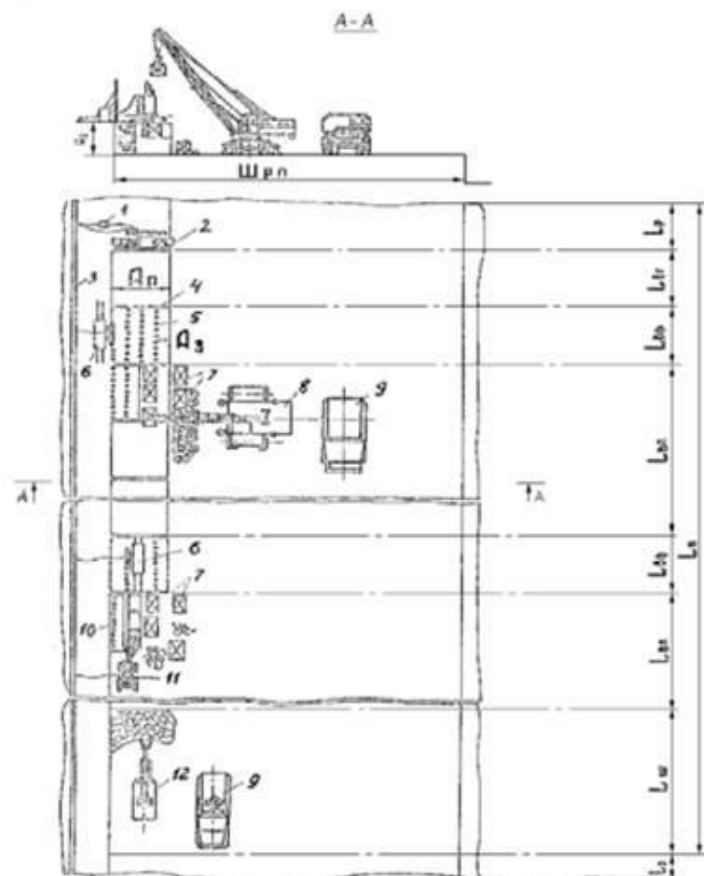


Рис. 14.7. Шарова фронтально-положиста технологічна схема видобування гранітних блоків та термоклинного способу підготовки їх до виймання та розробки масивів типу 1б, 1в (за М. В. Дегтяренком):

- 1 – бак для пального; 2 – установка термічного різання; 5 – шпури для відокремлення та поділу моноліту; 6 – установка рядкового буріння;
- 7 –товарні блоки; 8 – крани; 9 – автосамоскид; 10 – моноліт;
- 11 – гідроклинна установка; 12 – екскаватор для прибирання околя

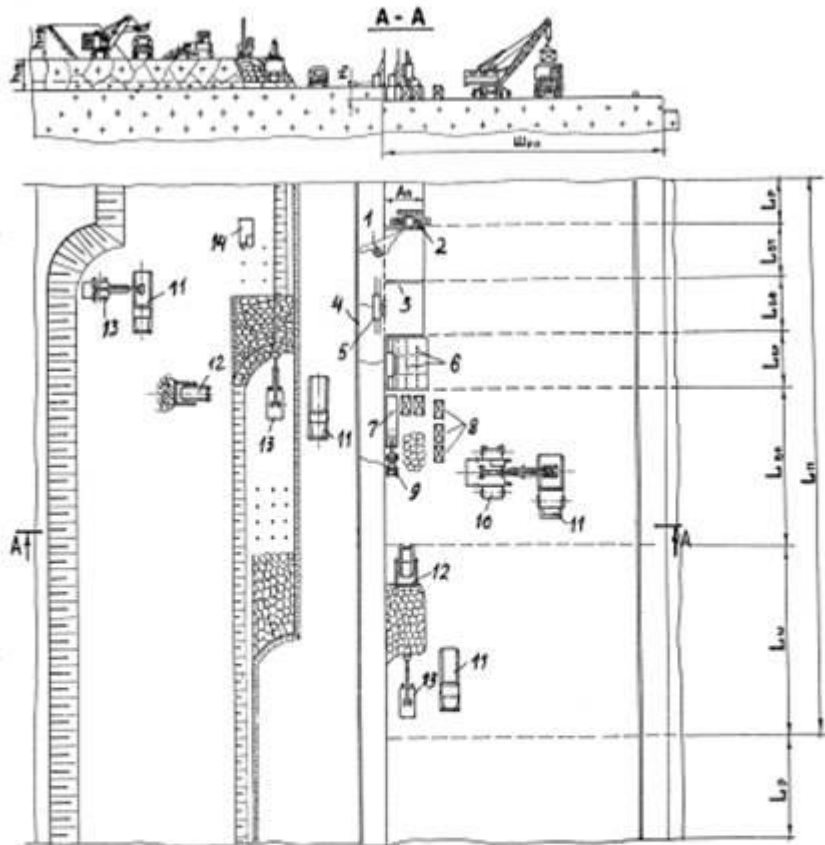


Рис. 14.8. Шарова панельно-положиста технологічна схема видобування гранітних блоків при термовибухоклиновому способі підготовки їх до виймання та розробки масивів типів 1б, 1в:
 1 – бак для пального; 2 – установка для термічного різання; 3 – щілина, утворена термічним різанням; 4 – пневмомагістраль, 5 – установка рядкового буріння; 6 – шпури для відокремлення та поділу моноліту; 7 – моноліт, відокремлений від масиву; 8 – товарні блоки; 9 – гідро-клинова установка; 10 – кран вантажопідйомністю не менш, як 25 т; 11 – автосамоскид; 12 – бульдозер; 13 – екскаватор для прибирання околя; 14 – буровий верстат

Шарову панельно-фронтальну технологічну схему рекомендовано застосовувати при розробці масивів типів 2б, 2в. Підготовку й виймання блокового каменю виконують виймальними фронтальними крутими (вертикальними) панелями (див. рис. 14.5, індекс 3б). Схема підготовки – двостадійна, спосіб підготовки блоків до виймання – термоклинний.

Суцільну фронтальну технологічну схему застосовують при розробці масивів типів 2б, 2в, 3б, 3в. Підготовку моноліту проводять уздовж фронту уступу, виймання суцільне. При розробці масивів типів 2б і 2в робочі блоки по фронтальній площині відокремлюють термічним різанням, суцільним оббурюванням, ченелерами, агрегатами проходження щілин, канатними установками або бурять вертикальні шпури та відокремлюють моноліт від масиву вибухами порохових зарядів.

Наступна лекція

Під час розкриття родовищ природної облицювальної сировини та підготовки до виймання блоків каменю застосовують механічні, фізико-технічні та вибухові способи руйнування гірських порід. Крім того, усі ці

способи можуть застосовуватися в різних поєднаннях. У такому разі їх називають комбінованими. Найбільшого поширення набули вибухові і механічні способи, причому питома вага механічного руйнування порід зростає, а вибухового спадає.

При застосуванні вибухової технології для виймання природного облицьовувального каменю на кар'єрах як вибухову речовину найчастіше використовують димний порох. Найпоширенішими способами вибухового відбивання монолітів порохами є такі:

- свердловинне відбивання на скид;
- шпурове;
- парнозближене свердловинне або шпурове;
- контурне пороховими зарядами.

Щоб забезпечити відносно високу продуктивність видобування блоків каменю з достатнім ступенем цілісності його монолітності, використовують контурне відбивання. Напрявлене розколювання гірських порід легко досягається одночасним підриванням відрізків детонуючого шнура (ДШ) у шпурах, розміщених в один ряд.

Луганським філіалом НДІБВ Держбуду України розроблено комплект гідроімпульсного устаткування, до якого належать скельолами для поодинокого мікропідривання з механічними підривачами, а також скелелами для групового підривання з електромагнітними підривачами; подовжувачами робочого органу, які дають змогу виконувати мікробибух кількома зарядами по довжині шпура.

Як ВР використовують порох марки "Беркут" або "Сокол" у латунних гільзах багаторазового використання, а також заряди до скельоламів типу ЗСК-І, які серійно випускаються промисловістю.

Механічні способи підготовки каменю до виймання, зокрема буроклиновий досить широко застосовують, забезпечуючи високу монолітність породи і не порушуючи її декоративних властивостей. Серед буроклинових способів розколювання каменю перевагу надають розколюванню простими клинами, складними клинами зі щітками, довгими зубчастими клинами; при цьому клини розміщують у шпурах круглого перерізу, у шпурах овального перерізу, пробурених спеціальним інструментом.

Останніми роками при видобуванні блоків часто застосовують гідроклиновий спосіб з гідроклиновими установками. Вони полегшують умови праці робітників, дають змогу поліпшити якість блоків і підвищити продуктивність добувних робіт. Для відколювання блоку каменю від масиву або від відокремленого моноліту в наміченій площині розколювання спочатку пробурюють ряд шпурів, у які вставляють один або кілька закладних клинів з гідравлічним приводом.

Сутність способу видобування блоків з використанням буріння, ударно-врубових машин та концентраторів напруження полягає в тому, що по контуру відокремлюваного блоку на всю його висоту бурять щілину або ряд шпурів (свердловин) впритул один до одного, внаслідок чого

утворюється щілина. Перемички, якщо вони утворюються, також розбурюють.

Для підготовки до виймання м'яких облицювальних порід міцністю до 20 МПа, а також порід середньої міцності часто застосовують каменерізні машини з баровими різальними органами, що являють собою плоску видовжену конструкцію з відношенням довжини до ширини 1:6, по периметру якої переміщується ланцюг з твердосплавними різакми. Використання довжини робочого органу становить 85–90 %. Ланцюг переміщується по барі, який обертається навколо своєї осі.

На кар'єрах з видобування мармурових блоків досить часто використовують каменерізні машини з кільцевими фрезами конструкції А. М. Столярова.

Поряд із штучними обробними матеріалами для зовнішньої обробки будівель і споруд усе частіше застосовують облицювальні плити з пісковіку. Для їх виготовлення застосовують дискові каменерізні машини. Незважаючи на те, що пісковік не набирає полірованої фактури, вироби та плити з нього характеризуються високими декоративними властивостями.

При підготовці блоків до виймання з порід середньої міцності найчастіше застосовують канатне пиляння, в тому числі й алмазними канатними пилками, які успішно використовують для видобування блоків із високоміцних порід. Канатні пилки застосовують переважно в умовах м'якого клімату та гористої місцевості. Для їх використання достатньо мати невеликий фронт гірничих робіт. На практиці найчастіше використовують канатні гелікоїдальні пилки, які працюють за принципом пиляння з вільним абразивом та алмазоканатні пилки.

Для видобування блоків з покладів порід, які характеризуються плитчастою будовою (до них насамперед належать вапняки), застосовують гідромолоти. При виготовленні гідромолота базовою машиною може бути гідравлічний екскаватор. Установка являє собою потужний високочастотний ударний механізм зі змінним робочим інструментом. Для видобування блоків із плитчастих вапняків найчастіше застосовують гідромолот типу СОІ-146, створений на базі гідравлічного екскаватора 70-4121.

Великі блоки каменю можна підготувати до виймання з масиву за допомогою гвинтових підймальних пристроїв, запропонованих Ю. Г. Карасьовим.

У підготовці до виймання блоків облицювального каменю одним з найпоширеніших у вітчизняній і зарубіжній практиці способів є нарізання облицювального каменю прямоструминними і пульсуючими термореактивними пальниками, які забезпечують напрямлене руйнування породи високотемпературним і високошвидкісним струменем. Нині на вітчизняних кар'єрах працюють або експериментально апробуються термогазоструминні, термогазо-динамічні, термомеханічні та плазмові пальники.

Впровадження в кар'єрну технологію видобування блоків термогазоструминного способу підготовки каменю до виймання дало змогу:

– зменшити обсяг важких і трудомістких робіт з очищення вибоїв порівняно з проходкою розрізних і флангових траншей буровибуховим способом;

– підвищити якість блоків та знизити втрати каменю в процесі переробки його на продукцію;

– упорядкувати системи розробки родовищ і підвищити культуру виробництва на кар'єрах блочного каменю;

– збільшити вихід блоків із видобутої корисної копалини.

Високочастотний контактний елетротермічний спосіб розколювання каменю, реалізований в установці “Елетра” ІГС ім. О. О. Скочинського, яка базується на електрометричному руйнуванні порід струмом промислової частоти з використанням установки УРН-400, слід вважати перспективним для кар'єрів з видобутку блоків облицьовувальних каменів.

Невибухові руйнівні засоби (НРЗ) відокремлення каменю ґрунтуються на використанні спеціально обпалених карбонатних порід зі спеціальними добавками. НРЗ – це порошкоподібний матеріал світло-сірого кольору з різними відтінками, пилюватий, не горючий і невибухонебезпечний, який має лужні властивості. Нині розроблені декілька композиційні складів невибухових руйнівних засобів.

Останнім часом у світовій практиці каменеvidобування все ширше використовуються водоструминний метод нарізання каменю. Промислове випробовування і подальше вдосконалення проходять установки для нарізання каменю з допомогою струменю води під високим тиском у США, Франції, Чехії, Словаччині, Німеччині та в інших країнах. Внаслідок реалізації заходів щодо комплексного використання мінеральної облицьовувальної сировини з'являється можливість розширити не тільки сировинну базу, а й номенклатуру видів товарної продукції, що дає змогу покращити якісні та кількісні показники роботи підприємства, знизити собівартість одиниці продукції, зробити її конкурентноспроможною.