

Загальні відомості по маркшейдерській справі

Маркшейдерія (від нім. Markscheider, утвореного від Mark – «межа», «кордон» і scheiden – «розділяти») – галузь гірничої справи, що стосується просторово-геометричних вимірювань (маркшейдерських знімачів) у надрах Землі і на відповідних ділянках її поверхні з наступним зображенням контурів розміщення в них корисних і шкідливих (для технології переробки) компонентів, властивостей вміщуючих порід, просторового розташування виробок, процесів деформації порід і земної поверхні у зв'язку з гірничими роботами на планах, картах і розрізах; моделюванням форм залягання корисних копалин, їх показників та фізико-хімічних процесів у надрах, а також відображення динаміки виробничого процесу гірничого підприємства. Спеціалістів з маркшейдерії називають маркшейдерами.

Дані маркшейдерії синтезуються в гірській графічній документації, що являє собою креслення, отримані методом геометричної проєкції. Маркшейдерія є комплексною наукою і тісно пов'язана з багатьма науковими дисциплінами:

- математичними,
- фізико-технічними,
- астрономо-геодезичними,
- геолого-мінералогічними,
- геологорозвідувальними,
- з технологією розробки родовищ,
- будівельною справою.

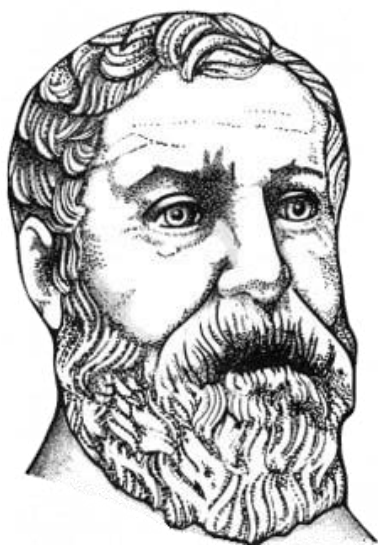
Маркшейдерія – невід'ємна частина всіх стадій гірничого виробництва. Виконання маркшейдерських робіт здійснюється маркшейдерською службою, що входить до складу гірничого підприємства або організації, що веде розвідку родовища, проектування і будівництво гірничого підприємства. При детальній розвідці родовищ корисних копалин в завдання маркшейдерської служби входить побудова опорної мережі, зйомка земної поверхні, перенесення проекту розташування розвідувальних виробок в натуру, зйомка всіх пройдених розвідувальних виробок, а також природних і штучних оголень гірських порід. Спільно з геологами маркшейдери на основі зйомок складають креслення гірничої графічної документації, що відображають обсяг виконаних розвідувальних робіт, ситуацію земної поверхні, форму і розміри тіл корисної копалини, його якість, властивості вміщуючих порід, а також беруть участь в підрахунку геологічних запасів. При проектуванні гірничих підприємств маркшейдери беруть участь у проектно-вишукувальних роботах, у проектуванні кордонів гірничих підприємств і систем розробки родовища, розміщенні будівель і споруд, що підлягають будівництву на площах залягання корисних копалин, у встановленні заходів охорони споруд від шкідливого впливу гірничих розробок, складанні календарних планів розвитку гірничих робіт; перевіряють правильність запроектованих співвідношень геометричних

елементів генерального плану поверхні, проводять підрахунок промислових запасів. При будівництві гірничих підприємств маркшейдерською службою здійснюється побудова мережі опорних пунктів і перенесення геометричних елементів проекту будівництва в натуру, перевіряється правильність виконання запроектованого співвідношення геометричних елементів при монтажі підйомних установок і армуванні шахтних стовбурів, задаються напрямки гірничих виробок, виконуються виконавчі зйомки і готується необхідна для експлуатації родовища гірська графічна документація.

При експлуатації родовищ маркшейдерською службою реєструється:

- динаміка виробничого процесу гірничого підприємства і складаються креслення гірничої графічної документації;
- у міру просування гірничих виробок уточнюються умови залягання родовищ і форма тіл корисних копалин, їх якість, властивості вміщуючих порід, складаються графіки, що відображають структуру родовищ, форму тіл корисних копалин, їх якість і розподіл корисних компонентів, властивості вміщуючих порід, а також динаміку процесу зрушення гірських порід та інші явища, знання яких необхідно для вирішення питань удосконалення технології розробки родовищ і планування розвитку гірничих робіт;
- задаються напрямки гірничих виробок, розробляються заходи щодо безпечного ведення гірничих робіт поблизу небезпечних зон і здійснюється контроль за їх виконанням;
- виробляються спостереження за зрушенням гірських порід і проявами гірського тиску, розробляються заходи охорони будівель, споруд, природних об'єктів і гірських виробок від шкідливого впливу гірничих робіт;
- проводиться облік руху промислових запасів, втрат і збіднення корисних копалин.

При ліквідації або консервації гірничих підприємств маркшейдерська служба визначає повноту вилучення корисної копалини і поповнює на момент ліквідації або консервації креслення гірничої графічної документації.



Герон Александрійський

Маркшейдерія виникла одночасно з гірничою справою. Завдання, пов'язані з вимірами у копальнях, вирішувалися з глибокої давнини. Ще в 16 – 14 століттях до н.е. в Єгипті будували на площині зменшені масштабні зображення гірських виробок. Герон Александрійський (бл. 1 століття) вперше описав спосіб підземної зйомки та її орієнтування. Коротке зведення способів вирішення маркшейдерських завдань дав німецький вчений Георгіус Агрікола (16

століття).

Перша книга, яка була повністю присвячена маркшейдерській справі, вийшла 1686 р. у Німеччині: І. Фойгель «Підземна геометрія або маркшейдерське мистецтво».

Фахівців, які займалися просторово-геометричними вимірами, пов'язаними з гірничою справою, називали гірськими геометрами. Термін «Маркшейдерія» встановився в 40-х роках ХХ століття, і йому передували терміни: підземна геометрія, гірське землемірство (А. Мартов, 1777), гірська топографія, рудникова топографія (Г.А. Тіме, 1884, 1890), маркшейдерське мистецтво, гірська геодезія (Л.А. Сакс, 1886, В.І. Бауман, 1900, 1905), гірська геометрія (П. Леонтовський, 1906).

У кінці ХІХ і в 1-ій половині ХХ століття у Російській імперії розробкою теорії і практики маркшейдерії займалися великі російські вчені: В.І. Бауман, П. Леонтовський, П.К. Соболевський, І. Бахурін, М.Г. Келль, Д.М. Оглоблін.

У СРСР маркшейдерія отримує подальший розвиток: розробляється методика геометризації родовищ і формується наукова дисципліна «геометрія надр» (П.К. Соболевський, П.А. Рижов, І.М. Ушаков та інші), створюється методика вивчення деформації гірських порід і розрахунку елементів їх зрушення (І. Бахурін, С.Г. Авершин, В. Коротков та інші). Ці роботи дозволили створити правила охорони споруд та природних об'єктів від шкідливого впливу підземних розробок в СРСР і покласти початок формуванню у складі маркшейдерії дисципліни «Зрушення гірських порід».

За кордоном у ХХ столітті подальший розвиток маркшейдерської науки отримав своє відображення в працях О. Німчіка (ФРН), К. Нойберт (НДР), Ф. Чехури (ЧССР), А. Тарци-Горноха (УНР), З. Ковальчика (ПНР) та інших вчених.

Маркшейдерська служба – функціональний, структурний підрозділ гірничодобувного підприємства, об'єднання, холдингової компанії, департаменту, міністерства.

Маркшейдерська служба функціонує при розвідці родовищ корисних копалин, будівництві гірничодобувних підприємств, будівництві та експлуатації метрополітенів, тунелів та ін. Функціями маркшейдерської служби відповідно рівня є виконання маркшейдерських робіт при освоєнні і розробці родовищ корисних копалин. Маркшейдерське забезпечення гірничих робіт здійснюється згідно з чинним законодавством, положенням про маркшейдерську службу, нормативними документами. В структурному відношенні маркшейдерської служби підприємства чи організації може бути як самостійною (маркшейдерський відділ, маркшейдерське управління, бюро спеціалізованих



Георгіє Арпікола

маркшейдерських робіт) так і входить складовою частиною до інших підрозділів (технічних, геолого-маркшейдерських та ін.). Структура та чисельність працівників маркшейдерської служби розробляються і затверджуються відповідними міністерствами з урахуванням особливості їх діяльності.

Маркшейдерська документація – номенклатура спеціально розроблених документів і формулярів (журнали, книги), а також графічних матеріалів (плани, розрізи, профілі і ін. графіки), які відображують результати кутових і лінійних вимірювань (маркшейдерських зйомок) на поверхні та в гірничих виробках. Маркшейдерська документація дає наочне, максимально повне і точне зображення виробок за їх станом на дату зйомки. Розрізняють обов'язкову та додаткову документації.

До складу обов'язкового комплексу маркшейдерської документації, який повинно мати кожне гірниче підприємство, входить первинна, обчислювальна і графічна документація. Додаткова пов'язана зі специфічними особливостями розробки родовища.

Маркшейдерські роботи – комплекс робіт (процесів), що виконуються на всіх етапах освоєння родовища корисних копалин для забезпечення правильного і безпечного ведення гірничих робіт.

За значенням, трудомісткістю і характером маркшейдерські роботи можна розділити на три види:

- капітальні роботи. До капітальних відносяться великі роботи разового характеру: створення або реконструкція опорної мережі на земній поверхні, реконструкція підземних опорних мереж, забезпечення складних збічних робіт і ін.;
- основні роботи. До основних відносяться базові, систематично повторювані роботи: здійснення сполучних зйомок і побудова підземних маркшейдерських опорних мереж, фотограмметричні зйомки кар'єру, спостереження за зрушеннями і деформаціями земної поверхні й ін.;
- поточні роботи. До поточних відносяться невеликі, постійно виконувані виробничі роботи: зйомки, завдання напрямків виробок, контроль за оперативним обліком видобутку корисної копалини, поповнення планів гірничих виробок, контроль за виконанням плану проведення гірничих виробок і ін.



Маркшейдерські роботи

Маркшейдерсько-геодезичні прилади та інструменти – всі засоби вимірювань у маркшейдерській справі та геодезії, призначені для лінійних, кутових, лінійно-кутових вимірювань, а також для роботи з графічною документацією.

Окремі прилади можуть застосовуватись самостійно або входити складовою частиною до складнішого вимірювального приладу, вимірювальної апаратури чи вимірювального комплексу. В останні роки створено багато вимірювальних комплексів, поєднаних ЕОМ (електронно-обчислювальна машина). Приклади маркшейдерсько-геодезичні приладів і інструментів:

- для лінійних вимірювань застосовують рулетки та стрічки вимірювальні металічні, рулетки вимірювальні неметалічні, рулетки лазерні, дроти інварні, довжиноміри дровотві, світлодалекоміри, радіодалекоміри, оптико-механічні далекоміри, нівеліри гіростатичні, рейки для польових і шахтних робіт, лінійки для камеральних робіт і ін.
- для лінійно-кутових вимірювань призначені тахеометри, кутоміри-тахеометри, фотограмметричні прилади, вимірювальні станції та комплекси, лазерні візирі і ін.
- для кутових вимірювань застосовують теодоліти, кутоміри, гірокомпаси, гіртеодоліти, бусолі-транспортири, екери, екліметри, тахеографи і ін.
- для роботи з графічною документацією в камеральних умовах призначені планіметри, курвіметри, пантографи, аксонографи, афінографи, електронні прилади, які поєднують кілька операцій і ін.



Нівелір



Теодоліт



Тахеометр



Гірокомпас



Гіртеодоліт



Екер



Гіробусоль

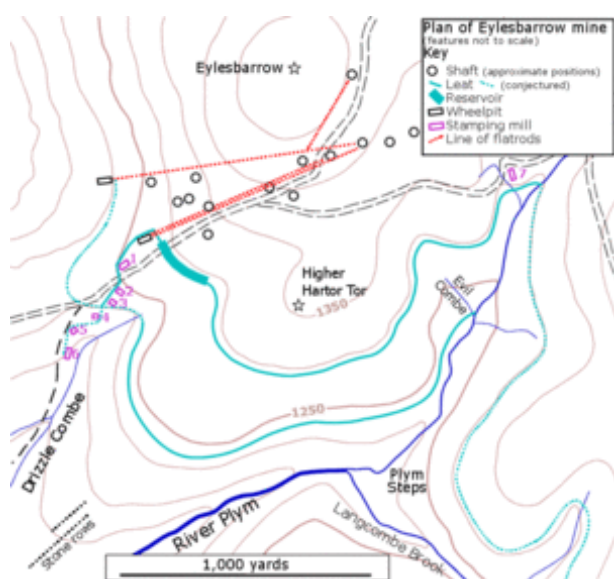


Курвіметр

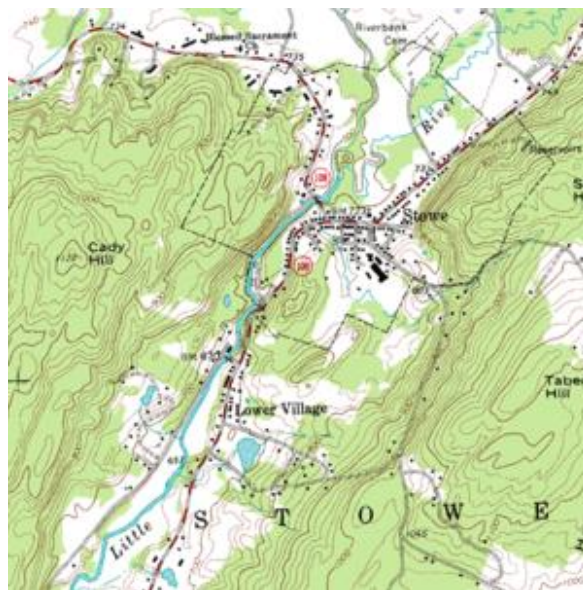
Випробовування маркшейдерських приладів – сукупність операцій, проведених з метою установлення відповідності приладу своїм технічним параметрам, розмірам і характеристикам, вимогам нормативно-технічної документації на даний прилад.

Розрізняють випробовування: державні, відомчі, приймальні, приймально-здавальні, контрольні (періодичні, типові, інспекційні), атестаційні, лабораторні, полігонні, натурні, виробничі (експлуатаційні) нормальні, прискорені.

Умовні знаки і позначення в топографії і маркшейдерії – графічні рисунки відповідних розміру, форми і кольору, якими відображаються на картах чи у графічній маркшейдерській документації відповідно об'єкти місцевості (населені пункти, річки, озера, рельєф, рослинність, залізниці, автомобільні дороги тощо) та об'єкти гірничих розробок (промислові споруди, комунікації, склади корисної копалини і відвали порід, границі родовища, цілики, устя свердловин і стволів на земній поверхні, потужність і структура покладів корисних копалин, гірничі виробки кар'єрів і шахт, кріплення виробок, небезпечні зони і запобіжні споруди у виробках, транспорт і механізми при розробках, елементи гідрогеології і дренажу, електричне обладнання і електропостачання тощо).



Зразок гірничого плану-карти



Зразок топографічної карти

Креслення гірничо-графічної документації поділяють на два види в залежності від їх змісту, способу розробки родовищ, призначення, умов залягання і ін. До першого відносять маркшейдерсько-геологічні документи, які було виконано на стадіях детальної розвідки, будівництва гірничодобувного підприємства та розробки родовищ. Вони складаються за результатами натурних вимірювань та обчислень і відображують рельєф і ситуацію земної поверхні території економічної зацікавленості гірничого підприємства, геологічні умови залягання родовища твердої корисної копалини, просторове положення та конфігурацію гірничих виробок, технологію розробки родовищ.

ща, якісну і кількісну характеристику корисної копалини. До другого виду відносять експлуатаційно-технологічні документи, в яких відображується: ведення гірничих робіт; стан провітрювання гірничих виробок та пилогазового режиму, рудничного транспорту і підйому, електротехнічного господарства, рудничного освітлення; попередження і гасіння рудничних пожеж; запобігання затоплення діючих виробок, раптових викидів вугілля й газу, гірських ударів; санітарні правила і ін..

Для кожного гірничого підприємства спеціальними нормативними документами встановлюється перелік необхідних креслень обох видів. Державними стандартами встановлені загальні правила виконання креслень, їх складання, підписів, нанесення необхідної інформації. Для багатьох об'єктів гірничого виробництва, що підлягають зображенню на графічній документації, розроблені умовні позначки, переважна більшість яких має специфічний характер і призначена для вузького кола спеціалістів відповідної гірничої галузі.

Задачі маркшейдерської справи на різних етапах освоєння родовищ корисних копалин

Як відомо освоєння родовищ корисних копалин здійснюється в кілька етапів, основними з яких є: розвідка корисних копалин, проектування та будівництво гірничого підприємства, розробка родовища корисних копалин та консервація (ліквідація) підприємства. На всіх перелічених етапах маркшейдерська служба відіграє важливу роль. Основними задачами, що вирішують маркшейдерська справа на цих етапах є наступні:

1. На етапі розвідки родовищ корисних копалин:
 - створення опорної та знімальної мережі в районі проведення розвідки;
 - зйомка земної поверхні та об'єктів геологічних спостережень;
 - складання планів, геологічних розрізів, вертикальних проекцій та іншої графічної документації;
 - винесення в натуру геологічних виробок;
 - підрахунок запасів корисних копалин.
2. При проектуванні гірничого підприємства:
 - виконання проектно-вишукувальних робіт в районі шахтного (кар'єрного) поля;
 - оформлення земельного та гірничого відводу;
 - участь в проектуванні систем розробки та споруд на земній поверхні;
 - розробка заходів охорони споруд від шкідливого впливу гірничих робіт;
 - підрахунок запасів корисних копалин в межах шахтного (кар'єрного) поля;
 - визначення проектних втрат, засмічення та збіднення корисних копалин.
3. При будівництві гірничого підприємства
 - перенесення в натуру геометричних елементів споруд та гірничих виробок;
 - контроль за дотриманням геометричних елементів споруд та гірничих виробок;

- зйомка зведених споруд та гірничих виробок;
- складання гірничої графічної документації;
- визначення об'ємів виконаних робіт.

4. При розробці родовищ корисних копалин:

- створення в районі гірничого відводу опорної та знімальної маркшейдерської планово-висотної мережі;
- передача координат X , Y та висотної позначки Z з поверхні в шахту;
- перенесення в натуру геометричних елементів гірничих виробок та контроль за їх проведенням;
- зйомка гірничих виробок та нанесення їх на маркшейдерську графічну документацію;
- вивченні форми покладів корисних копалин та розподіл в них корисного компоненту;
- облік руху запасів корисних копалин та забезпечення ними гірничих робіт;
- контроль за повнотою вилучення корисних копалин з надр;
- облік втрат та засмічення корисних копалин при їх видобутку;
- контроль оперативного обліку об'ємів виконаних гірничих робіт та видобутку корисних копалин;
- участь в поточному та перспективному плануванні гірничих робіт;
- виявлення та документація небезпечних зон;
- визначення безпечних зон проведення гірничих виробок та побудова охоронних целиків і контроль за їх дотриманням;
- спостереження за зсувом гірських порід та земної поверхні під впливом підземної розробки родовищ корисних копалин;
- спостереження за стійкістю бортів кар'єрів, відвалів та хвостосховищ;
- розробка заходів охорони споруд і виробок від шкідливого впливу гірничих робіт;
- дослідження гірничого тиску та гірничих ударів.

5. При консервації підприємства:

- завершує зйомку всіх гірничих виробок та наносить їх на маркшейдерську графічну документацію;
- контролює повноту вилучення корисних копалин з надр;
- завершує маркшейдерські роботи по рекультивациі земної поверхні;
- підготовляє та здає на зберігання обчислювальну та графічну документацію.

Інформаційні ресурси

1. <https://studfile.net/preview/7510697/>
2. http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/2161/Учебник_МД.pdf?sequence=1&isAllowed=y