

**Горная  
книга**

A stylized graphic of an open book, with the pages represented by curved lines. The book is positioned to the left of the text 'Горная книга'.

# РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

*Председатель*

*Л.А. ПУЧКОВ*

---

*ректор МГГУ,  
чл.-корр. РАН*

*Зам. председателя*

*Л.Х. ГИТИС*

---

*директор  
Издательства МГГУ*

*Члены редсовета*

*И.В. ДЕМЕНТЬЕВ*

---

*академик РАЕН*

*А.П. ДМИТРИЕВ*

---

*академик РАЕН*

*Б.А. КАРТОЗИЯ*

---

*академик РАЕН*

*М.В. КУРЛЕНЯ*

---

*академик РАН*

*В.И. ОСИПОВ*

---

*академик РАН*

*Э.М. СОКОЛОВ*

---

*академик МАН ВШ*

*К.Н. ТРУБЕЦКОЙ*

---

*академик РАН*

*В.В. ХРОНИН*

---

*профессор*

*В.А. ЧАНТУРИЯ*

---

*академик РАН*

*Е.И. ШЕМЯКИН*

---

*академик РАН*

В.А. Букринский, М.Е. Певзнер

В.Н. Попов, П.В. Яковлев

# ИСТОРИЯ МАРКШЕЙДЕРИИ

*Под редакцией проф.,  
д-ра техн. наук М.Е. Певзнера*

*Допущено Учебно-методическим  
объединением вузов Российской Федерации  
по образованию в области горного дела  
в качестве учебного пособия для студентов  
вузов, обучающихся по специальности  
«Маркшейдерское дело» направления  
подготовки «Горное дело»*

**Высшее  
горное  
образование**



МОСКВА  
ИЗДАТЕЛЬСТВО «ГОРНАЯ КНИГА»  
2007

УДК 622.1:528

ББК 33.12

Б90

*Издано при финансовой поддержке Федерального агентства по печати и массовым коммуникациям в рамках Федеральной целевой программы «Культура России»*

*Книга соответствует «Гигиеническим требованиям к изданиям книжным для взрослых. СанПиН 1.2.1253-03», утвержденным Главным государственным санитарным врачом России 30 марта 2003 г.*

*Экспертиза проведена Учебно-методическим объединением высших учебных заведений Российской Федерации по образованию в области горного дела (письмо № 51-31/6 от 15.03.2006 г.)*

**Рецензенты:**

- проф., д-р техн. наук **А.Б. Макаров** (Российский государственный геологоразведочный университет);
- проф., д-р техн. наук **В.И. Стрельцов** (Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт ВИОГЕМ»)

**Букринский В.А., Певзнер М.Е., Попов В.Н., Яковлев П.В.**

**Б90** История маркшейдерии: Учебное пособие для вузов / Под ред. М.Е. Певзнера. — М.: Издательство «Горная книга», 2007. — 291 с. ISBN 978-5-98672-043-2

Изложены основные стадии становления и развития маркшейдерского дела — от античной эпохи до наших дней. Рассмотрены закономерности развития технических аспектов маркшейдерского дела во взаимосвязи с общими историческими тенденциями. Приведены краткие сведения о выдающихся отечественных и зарубежных деятелях маркшейдерии и горного дела.

Для студентов вузов, обучающихся по специальности «Маркшейдерское дело» направления подготовки «Горное дело». Может быть полезна всем, кто интересуется историей маркшейдерии, естествознания и горного дела.

УДК 622.1:528

ББК 33.12

ISBN 978-5-98672-043-2 © В.А. Букринский, М.Е. Певзнер, В.Н. Попов, П.В. Яковлев, 2007

© Издательство «Горная книга», 2007

© Дизайн книги. Издательство МГТУ, 2007

---

Никто не обнимет необъятного.

*Козьма Прутков. Избранные сочинения*

## **ВВЕДЕНИЕ**

**МАРКШЕЙДЕРИЯ** (маркшейдерское искусство, маркшейдерские работы, маркшейдерское дело) возникла и развивалась вместе с возникновением и развитием горного дела (горного искусства, технологии горного производства). В самостоятельную отрасль человеческой деятельности горное дело стало выкристаллизовываться в доклассовом и рабовладельческом обществе.

Исторический очерк развития маркшейдерии включает два раздела.

В первом излагается история развития маркшейдерского дела за рубежом, во втором — история развития отечественной маркшейдерии.

---

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие по истории маркшейдерии предназначено в первую очередь для студентов специальности «Маркшейдерское дело», однако определенная часть материала может представлять интерес и для специалистов-маркшейдеров, преподавателей, ученых в области горного дела, а также широкого круга интересующихся отечественной историей вообще.

Основой пособия послужили публикации и личный опыт авторов, подготовленные лекционные материалы, специальная литература.

Не претендуя на исчерпывающее изложение материала, авторы стремились четко выделить главнейшие закономерности развития маркшейдерского дела, современное его состояние, проблемы и перспективы.

Не случайно материал разделен на два раздела, посвященных соответственно зарубежной и отечественной маркшейдерии. Это обусловлено объективно существующими закономерностями исторического развития, присущими нашей стране, по сравнению в первую очередь со странами Европы.

Приложение 3 содержит «Фрагменты истории маркшейдерии и кафедры маркшейдерского дела и геодезии МГИ—МГТУ по материалам статей выдающихся ученых-маркшейдеров». Большинство приведенных во «Фрагментах...» статей, бережно сохраненных и тщательно отобранных профессором В.А. Букринским, является библиографической редкостью. Тем полезнее и интереснее ознакомиться с ними. Тексты большинства этих статей оригинальны и приведены без сокращений. Исключение составляют редакторские правки: изъятие небольших фрагментов, дословно дублирующих имеющийся в основной части пособия материал, сокращение некоторых выкладок и схем сугубо технического характера, а также некоторых фраз и оборотов, являвшихся стандартными литературными штампами 40–50 гг. минувшего столетия.

Авторы выражают уверенность в том, что изучение материалов «Пособия...» даст учащимся ключ к пониманию всей многогранности и важности маркшейдерского дела как профилирующей специальности, облегчит выбор направления деятельности будущим инженерам, поможет ориентироваться в проблематике и постановке задач будущим исследователям.

---

**ИСТОРИЯ  
РАЗВИТИЯ  
МАРКШЕЙДЕРСКОГО  
ДЕЛА ЗА РУБЕЖОМ**

---

**РАЗДЕЛ**

**1**

Где начало того конца, которым оканчивается начало?

*Козьма Прутков. Избранные сочинения*

**В** истории развития зарубежной маркшейдерии можно выделить пять периодов.

### **1.1. ПЕРВЫЙ ПЕРИОД**

**ПЕРВЫЙ** (начальный) период связан с развитием в мире горного дела. В эпоху палеолита люди перешли от собирания кремня, который использовался как орудие труда и оружие, к его добыче в породах, выходящих на поверхность, сначала открытыми работами, а позже — подземными. Строительство жилищ побудило людей добывать кроме кремня другие горные породы в виде плит. Появились первые подземные горные выработки.

В условиях античного общества и укрепления рабовладельческих отношений вначале был скачок в развитии горного дела, связанный с появлением и распространением железа. Впоследствии рабство превратилось в преграду техническому развитию. Инструменты в горной промышленности на протяжении тысячелетий оставались неизменными. Труд рабов, в которых не было недостатка, стоил весьма дешево. При относительно низком уровне развития технических средств производства античная техника достигла необыкновенного качества своей промышленной продукции. Объясняется это степенью совершенства разделения труда. Античная продукция выходила из рук рабов, а в области художественного ремесла работали свободные ремесленники. Сноровка, накапливаемая из поколения в поколение, развивала у ремесленников необыкновенные способности. К тому же науки в Древнем Египте достигли больших успехов. Своим

возникновением они обязаны практическим потребностям. Геометрия возникла из необходимости устанавливать границы земельных участков, уничтожавшиеся разливами Нила, астрономия — для вычисления периодов разлива. Египтяне знали дроби, возведение в степень, уравнение с одним неизвестным, определение объемов фигур и т.п. Им были известны начала географии, они были сведущи в медицине, знали основы механики и элементарные механизмы. При храмах существовали школы.

После покорения Египта в 332 г. до н.э. Александром Македонским в страну устремились греки, занявшие привилегированное положение. Это сделало доступным познания египетских жрецов для греческих ученых и философов. Центром науки и литературы в то время была Александрия. Она славилась своей необыкновенной библиотекой и музеем.

В Александрии жили крупнейшие греческие ученые, прославившие египетскую столицу: Солон (конец VII в. до н.э. — начало VI в. до н.э.); математик Эвклид (IV в. до н.э.); астрономы Гиппарх, Клавдий, Птолемей (II в. до н.э.); физик, механик, математик, землемер и маркшейдер Герон (II в. до н.э.); Фалес Милетский (639—548 гг. до н.э.); Пифагор (571—497 гг. до н.э.); Демокрит (460—370 гг. до н.э.); Платон (428—348 гг. до н.э.); медики Горафил и Эрасистрат; механик Архимед (287—212 гг. до н.э.); известный хронолог и географ Эратосфен (276—196 гг. до н.э.).

Самые древние сохранившиеся описания способов съемки и задания направлений горным выработкам, а также конструкций многих приборов принадлежат ГЕРОНУ АЛЕКСАНДРИЙСКОМУ (см. приложение 1).

Комбинированный прибор — диоптр Герона для нивелирования, построения прямых углов, измерения горизонтальных и вертикальных углов — стал предшественником теодолита.

Горные работы в Древнем Египте были широко развиты. Потребность в предметах роскоши была чрезмерной.

Грандиозные постройки Птолемея и Императоров требовали колоссального количества строительных материалов, драгоценных и полудрагоценных камней.

Древние в совершенстве владели методом прямоугольных координат. Гиппарх составил первые таблицы местоположений крупных населенных пунктов, в которых линии параллелей и меридианов были изображены взаимно перпендикулярными прямыми. Греческий историк Страбон писал, что в 1700 г. до н.э. фараон Сизострис распорядился всю землю страны разделить на прямоугольники (квадраты). Аналогичный характер геометрии межевания носил в Вавилоне. Линии межевания обычно направляли по полуденной линии — это давало однозначное ориентирование сети.

Известно, что в 1400 г. до н.э. египетские строители, прежде чем нанести на стенки усыпальницы рисунки, покрывали их сетью квадратов, которая служила вспомогательной объектовой системой координат.

Архитектор Древней Греции Гипподам (V в. до н.э.) составил план застройки Пирея, в котором улицы были перпендикулярны друг другу и задавали прямоугольную строительную сетку. Такой метод планирования застройки применяли и римляне.

Для построения прямых углов использовали инструменты типа земельного креста (в Греции — «звезда»); в Вавилоне и Древнем Египте использовали шнуры с узлами, расстояния между которыми образовывали пифагоровы тройки чисел 3, 4, 5; 5, 12, 13; 7, 24, 25; 8, 15, 17; 12, 35, 37; угломерными приборами служили диоптры Гиппарха и Герона Александрийского.

Для нивелирования применяли отвесы и ватерпасы с визирными приспособлениями. Линейные измерения выполняли мерными жезлами, шнурами, тросами и лентами.

Прямоугольная система координат была положена в основу Римского кадастра, «следы» которого находят и по сей день; она была распространена на всей территории Римской

империи. Такого рода и такого масштаба «координатной сетки», вынесенной в натуру, не знала ни одна страна ни до ни после этого периода. Наличие такой геодезической основы облегчало съемку местности, решение военных, административных и хозяйственных задач. Именно этим объясняется сравнительно короткий период создания «полной карты империи», составление которой было начато по указу Цезаря и завершено через 30 лет. Успеху грандиозной работы способствовали высокое мастерство исполнителей, развитая система дорог.

Около 235 г. до н.э. Эратосфен произвел первые измерения размеров Земли, о шарообразности которой древние знали со времен Аристотеля.

Он сравнил направление вертикали, проведенной к данному участку поверхности земного шара, с направлением параллельного пучка солнечных лучей в двух пунктах, отстоящих друг от друга на известных расстояниях, предположив, что Солнце находится настолько далеко, что все солнечные лучи, достигающие Землю в данный момент, практически параллельны.

Эратосфену надо было проводить одновременные наблюдения в двух отстоящих друг от друга пунктах. Надежных часов, которые можно было бы сравнивать и переносить с места на место, у него не было, поэтому он обеспечивал одновременность наблюдений, выбирая полдень (когда высота Солнца максимальна) одного и того же дня в пунктах, расположенных на одной и той же долготе. Он проводил наблюдения в Александрии, где работал, и сравнивал их с наблюдениями, проводившимися некогда в Сиене (современный Асуан), в 500 милях южнее. На рис. 1 приведена схема этого интереснейшего эксперимента.

Наблюдения в Сиене сводились к следующему: в полдень 22 июня солнечные лучи, падая в глубокий колодец, достигали воды и отражались вверх. Эратосфену было известно об этом из литературных источников — летописей.

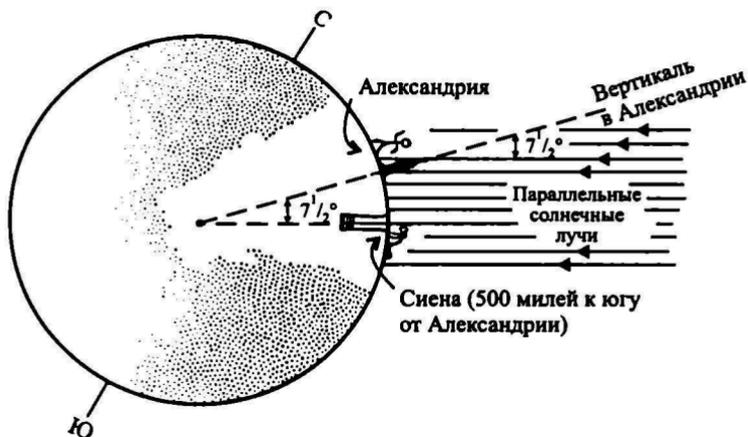


Рис. 1. Схема опыта Эратосфена

Отсюда следовало, что полуденное Солнце находилось в Сиене в этот день вертикально над головой наблюдателя — в зените. Эратосфен измерил в полдень того же дня длину тени, отбрасываемой обелиском в Александрии, и нашел, что направление солнечных лучей составляет  $7,5^\circ$  с вертикалью. Из этого следовало, что все солнечные лучи, падающие на Землю, параллельны. В этих опытах вертикали (радиусы Земли) имели различные направления. Значит, радиусы Земли в Александрии и в Сиене пересекаются в центре Земли под углом в  $7,5^\circ$ . Если этот угол соответствует 500 милям на поверхности Земли, то скольким милям будут соответствовать  $360^\circ$ ? Остальное уже сводилось к простой арифметике. Измерить расстояние в 500 миль в те времена было трудно; вероятно, такие измерения производились военными, чеканившими шаг. В настоящее время трудно установить надежность использовавшихся в то время единиц линейных измерений, но, по некоторым сведениям, его ошибка была менее 5% — замечательный успех столь ранней попытки.

Развитие естествознания, промышленности, общественных отношений оказывало влияние в том числе и на развитие

горного дела. Существенную роль играли и крупнейшие политико-географические изменения на рубеже тысячелетий. Так, расшатанный кризисами и внешними поражениями Египет в 30-х годах до н.э. был покорен Римом, который стал средоточием всех драгоценностей мира.

Вся добыча рудников Европы, Азии, Африки, столетние накопления царей, населения всех стран — все перешло в эту мировую столицу в результате подкупов великих вельмож во вражеских странах, благодаря воинам, консулам, диктаторам и императорам. Благородные металлы находились там в таком изобилии, что из золота и серебра делались не только все украшения храмов и посуда, но и доспехи воинов, уборы женщин, конская сбруя и пр. Отсутствие минеральных богатств в самой Италии не содействовало изучению горного дела. С победой над карфагенянами Рим обогатился рудниками Сардинии, Сицилии, Испании. Покорение Востока дало ему греческие и малоазиатские рудники. После победы над Персеем Рим приобрел богатые горные предприятия в Македонии. Завоевав Восточную Азию, Египет, Западную Европу (Галлию), северную Испанию, Британию, Рим приобрел рудники этих стран.

Строительство городов, пристаней, крепостей, осушение обширных болот, сооружение храмов, дворцов и памятников, дорог, мостов, каналов, устройства народных празднеств, роскошных пиров вельмож требовали больших расходов. Работы в рудниках производились рабами или окрестным населением. Положение горнорабочих было тяжелым, зачастую они работали в кандалах. Императоры не заботились о прогрессе горного дела и не поощряли людей, занимавшихся им. В 3 в. до н.э. горное дело приходит в упадок. В V в. н.э. прекратилась работа всех рудников, за исключением принадлежащих Византийской империи, да и те при разделе Империи отошли к арабам.

Горная промышленность имела следующие характерные для этого периода черты. У шахтных стволов было эллип-

тическое поперечное сечение. Стены выработок выполняли ровными и гладкими. Сеть подземных выработок была широко развита. При отбойке руды и породы применялись как механический, так и огневой способ. Орудиями труда были железные молоток, долото, топор, клин, лопата, кайло, кирка. В качестве крепи оставляли целики большой длины, шириной 4—6 м и строго следили за правилами крепления. Выработки проводились со сводом. Для водоотлива использовали специальные штольни; черпание осуществляли ведрами, архимедовым винтом, водяными колесами. Вентиляция — посредством махания большими платками. Освещение — глиняные светильники в виде плоских с фитилями, пропитанными маслом и жиром. Подъем полезного ископаемого и породы — ручным конвейером: рабочие, стоя на ступенях лестницы, передавали корзины или мешки с грузом друг другу. В некоторых случаях подъем руды производили с помощью ворота и бадьи. Обогащение — путем дробления руды и промывки ее на неподвижных каменных столах и деревянных лотках и амальгамации для извлечения золота.

В то время не было разграничения между геодезией и маркшейдерией. Геодезические и маркшейдерские работы выполнялись одними и теми же приборами и одними и теми же лицами.

Маркшейдерия в этот период осуществляла ориентирование и съемку горных выработок, нивелирование, контроль за направлениями горных выработок, проводимых в том числе встречными забоями. Определялись размеры предохранительных целиков, контролировалось их состояние.

Дешевизна рабского труда приводила к тому, что в горной промышленности работа в рудниках производилась очень простыми орудиями. На протяжении тысячелетий орудия горного производства и маркшейдерские приборы оставались неизменными.

Низкий уровень античной техники, ее консерватизм, пренебрежительное отношение к труду горнорабочих послу-

жили причиной того, что даже гениальные изобретения Герона остались «игрушками», нашедшими лишь ограниченное применение в горном деле.

Как ни примитивны были горные работы и маркшейдерские съемки, все же их выполнение отвечало требованиям практики того времени.

В одном из музеев г. Турина хранится пергамент, относящийся к XVI—XIV вв. до н.э., на котором изображены горные выработки золотого рудника. При раскопках на западе Синайского полуострова (1907 г.) древнего медного рудника, относящегося к IV в. до н.э., на одной из стенок выработки обнаружено уменьшенное изображение горных работ всего рудника. Археологи, расшифровав изображение, успешно руководствовались им в своих раскопках.

Сохранились многочисленные примеры проведения горных выработок с высокой точностью: многокилометровых водопроводных, обводных, оборонительных тоннелей в Египте, Вавилоне, Иране, Иудее, Индии, Китае, Греции, Риме.

В Древнем Риме была проведена штольня длиной около 6 км для спуска воды из озера Турцино. Проходка штольни осуществлялась встречными забоями из 40 вертикальных и 70 наклонных шахтных стволов, проведенных по оси штольни.

Верхний кант основания большой пирамиды возле Гизы имеет наибольшую разность высот: 15 мм на 900 м длины, т.е. погрешность равна 1 : 60 000 нивелируемой длины. Нивелирующим прибором был единственно применявшийся в то время египтянами накладной ватерпас.

Одним из примеров применения прямоугольной системы координат при решении технической задачи является проложение встречными забоями тоннеля длиной около 1 км на острове Самос (VI в. до н.э.). До сих пор поражает точность, с которой была выполнена сбойка: 10 м в плане и 3 м по высоте при сечении тоннеля 2×2 м. Для контроля

направления античные строители пробивали вертикальные колодцы!

Построенный по приказу иудейского царя Езекия тоннель также контролировался вертикальными колодцами, однако результат не был столь успешен: выработка получилась в два раза длиннее, чем расстояние между устьями по земной поверхности, а при строительстве водопроводного тоннеля для Иерусалима (700 лет до н.э.) через Сионский горный хребет из источника Гихон в пруд Силуа длиной 535 м встречными забоями расхождение уровня в месте сбойки составило 0,32 м.

Специалисты, владевшие искусством точно направлять выработки встречными забоями, оценивались весьма высоко.

Значительным шагом в развитии маркшейдерских съемок явилось применение компаса, изобретенного в Китае еще в X в. до н.э. и завезенного в Европу в X—XI вв. В Европе компас стал известен как вассер-буссоль — сосуд с водой, в которой плавал поплавок с магнитом, устанавливавшимся в направлении магнитного меридиана.

Компас и буссоль длительное время (до внедрения теодолита) являлись единственными инструментами для производства маркшейдерских съемок.

Появление огнестрельного оружия, оборонительных сооружений, расцвет городов в XIII веке, развитие торговли послужило толчком к оживлению и горной промышленности. Добыча и обработка металлов сделались важным фактором хозяйственной жизни феодального общества.

Города, рудники отвоевывали новые права и независимое политическое положение. У горняков появились некоторые привилегии по сравнению с рабочими других профессий, они имели право свободного передвижения.

Однако расцвет горного дела в Центральной Европе продолжался недолго. Металлы, хлынувшие из стран Нового Света, замедлили развитие горной промышленности.

## 1.2. ВТОРОЙ ПЕРИОД

ВТОРОЙ период в развитии маркшейдерии (середина XIII века) связан с появлением и практическим применением первого горного закона, регламентирующего применение маркшейдерского клейма и тем самым деятельность специального лица в горном деле — маркшейдера, наделенного соответствующими контрольными функциями.

Впервые слово *Markscheid* встречается в средневековом феодальном законодательстве горного округа Бела-Шемниц (нынешняя Словакия) в середине XIII века. Этот закон, предусматривая случай сбоек двух соседних рудников, предлагал их владельцам вызывать бергмейстера для устранения споров о границе владений под землей. До прихода бергмейстера владельцы рудников должны были прекратить горные работы в районе сбойки и отступить от места встречи каждый в свою сторону по  $\frac{3}{4}$  лахтера (примерно по полтора метра). Бергмейстер, осмотрев оба рудника, устанавливал между ними границу под землей и закреплял ее маркшейдерским клеймом (*Markscheidestempel*).

На протяжении сотен лет наименование этого клейма претерпевало различные изменения: *Markscheit*, *Bidmark*, *Staff*, но всегда оно символизировало специфическую для горного дела функцию — размежевание под землей соседних выработок. В течение двух с лишним столетий у горняков не возникало нужды в передаче этой функции специальному лицу. Горный мастер один осуществлял межевые, измерительные и расчетные работы, связанные с проектированием, строительством, добычей и переработкой полезных ископаемых.

Эпоха Возрождения ознаменовала бурный прогресс во всех областях жизни.

Конкуренция с только что открытым Новым Светом вызвала коренную перестройку горно-эксплуатационной техники: усовершенствовался водоотлив; шире стали применять обогащение руд; началось применение пороха в горном деле.

Начали усложняться обязанности бергмейстера, возникли специализации. С одновременным выделением в самостоятельную специальность обогатителя и металлурга выделилась и маркшейдерская специальность. Горный закон Мейстера (1406 г.) впервые регламентирует обязанности *stuffenschiager'a* — установителя межевого знака (*stuff*) в руднике. По австрийским горным законам (1490 г.) этого специалиста называли «шиннером» (*schinner*). В практике горного производства была узаконена специальная должность маркшейдера как присяжного правительственного чиновника.

Период мануфактуры имел большое значение для развития маркшейдерии. Именно в этот период произошло отделение маркшейдерии от геодезии на основе выделения специальных маркшейдерских приборов и задач, решаемых для горной промышленности.

Диоптры Герона Александрийского для измерения углов в подземных условиях были заменены восковыми кругами. Широко применяемая в железных рудниках буссоль заменена мерными кругами с часовыми или градусными делениями.

Первое описание горного компаса с магнитной стрелкой, вращающейся на игле, относится к 1505 г. (Даниэль). В 1574 г. появляется компас с визирным приспособлением.

В Тироле из компаса и вертикального круга сконструировали «австрийский маркшейдерский инструмент» — универсальный прибор для измерения горизонтальных и вертикальных углов. В линейных измерениях с помощью мерного шнура и мерного жезла произошли изменения, связанные с переходом от римских цифр к арабским и от двенадцатиричной системы к десятичной.

В эпоху Возрождения появились начала научных основ теории определения формы, размеров и положения объектов по их перспективным изображениям; работами Альберти (1511 г.), Дюрера (1525 г.), Дезарга (1636 г.) заложены предпосылки для развития теории перспективы.

С начала XVI века создается специальная литература по маркшейдерскому делу — сначала брошюры (Кальбе),

затем более значительные книги (Агрикола, Рейнгольд, Ресслер, Фойгтель, Вейдлер, Югель, Бейер, Оппель и др.).

В сочинении немецкого ученого ГЕОРГИЯ АГРИКОЛЫ (см. приложение 1) «О горном деле и металлургии» приводится описание компаса с разделенным на 12 частей кругом и рассматривается его применение для съемки горных выработок. Здесь же рассматривается решение некоторых маркшейдерских задач простейшими методами, основанными на проецировании и использовании подобия геометрических фигур.

Вот как писал Агрикола о горном и маркшейдерском деле:

*«... если кто является горняком, то ему надлежит быть весьма искушенным в своем деле и прежде всего уметь определять, какая гора, какой холм, какая местность... могут быть с пользой раскопаны...»*

*...Он должен знать способы ведения всяких подземных работ... Горняку, кроме того, нельзя быть не сведущим и во многих других искусствах и науках.*

*Прежде всего в философии, дабы он мог знать происхождение и природу подземного мира...*

*Во-вторых, в медицине, дабы он мог печься о здравии рудокопов и других горнорабочих..., а также самому уметь их лечить либо своевременно позаботиться об оказании им врачебной помощи.*

*В-третьих, в астрономии, дабы он знал страны света и мог по ним определять простирание руд.*

*В-четвертых, он должен быть знаком и с наукой измерений, чтобы уметь измерять, как глубоко следует копать шахту до штольни, которая туда ведет, и определять пределы и границы каждой копи, особенно на глубине.*

*Он должен знать и науку чисел, чтобы уметь рассчитывать те издержки, которых требуют устройства и работы по рытью...*

*... Затем и архитектуру, чтобы не только самому уметь создавать различные устройства и подземные сооружения, но и лучше объяснять это другим.*

*Далее рисование, чтобы уметь изобразить модели машин.*

*Наконец, он должен быть сведущ и в вопросах права, особенно горного права, чтобы не нарушать прав других, ни само-*

*му терпеть какой-либо несправедливости и быть в состоянии брать на себя труд давать и другим юридические заключения...*

*...Серебряные рудники во Фрейберге разрабатываются почти 400 лет и еще не исчерпаны, а свинцовые рудники в Госларе существуют уже 600 лет, в том и другом можно удостовериться из их анналов. В Шемнице и Кремнице общинным серебряным и золотым приискам уже 800 лет... К тому же, например, руду в Шенбергском руднике во Фрейберге добывали в течение времени, превышающего человеческую жизнь...*

*...Рассудительный горняк не должен разрабатывать хотя бы и весьма богатые месторождения, если он обнаруживает в них ...признаки нездоровой местности. Ибо для того, кто ведет горные работы в пагубных для здоровья местах, достаточно бывает какого-либо часа жизни, чтобы обречь себя уже в следующий час на смерть...*

*...Кроме того, горняку следует хорошенько разузнать о владетеле данной местности. Справедливый ли он и порядочный человек или какой-нибудь тиран...*

*...Горняку следует, кроме того, получить надлежащие сведения и о соседнем владетеле, земля которого соприкасается с местами, пригодными для закладки шахты, будет ли он иметь в его лице друга или недруга...*

*...Бергмейстер одним предоставляет право разработки как нижних, так и верхних участков жилы, другим — поперечных жил, третьим — наклонных...*

*...Горняки измеряют горную толщину для того, чтобы владельцы рудников могли заблаговременно сделать расчеты и для того, чтобы их рудокопы не проникали в чужие рудничные поля...*

*...Маркшейдер измеряет еще не пройденное расстояние между устьем штольни и шахтным стволом, достигшим уровня штольни, или между устьем шахтного ствола и штольней, которая пройдена до места, расположенного под стволом, или между стволом и штольней, когда штольня еще не доведена до ствола, или ствол еще не настолько глубок, чтобы встретиться со штольней.*

*Маркшейдер также определяет в штольнях и других выработках границы, точно соответствующие границам*

*отвода, установленным бергмейстером на поверхности. Оба рода измерений основаны на измерении треугольников. Измеряют небольшой треугольник и по нему делают заключения о большом треугольнике. При этом нужно особенно остерегаться, чтобы не допускать отклонения от правильной меры, так как если в начале работы допущена по небрежности весьма малая погрешность, она может повлечь за собой в конце концов крупнейшие ошибки.*

*Треугольники имеют различное строение, так как шахтные стволы различаются между собой и проводятся различными способами, а склоны гор по-разному спускаются в долину или на равнину. Если имеется вертикальный шахтный ствол, то получается прямоугольный треугольник, имеющий в зависимости от уклона горы две равные или три неравные между собой стороны...»*

Измерения, выполненные на поверхности и в руднике, автор советует обрабатывать путем натурных построений:

*«...Шнуры натягивают на ровном месте. Сначала прокладывают наискось первый шнур, представляющий склон горы. Длина второго шнура равна длине штольни, которую следует провести до шахтного ствола. Его натягивают в прямом направлении так, чтобы один конец его касался нижнего конца первого шнура. Наконец, прокладывают третий шнур также в прямом направлении, чтобы верхний конец его касался верхнего конца первого шнура, а нижний конец — конца второго шнура. Получается треугольник. С помощью прибора со стрелкой, подобного лоту, определяют угол между третьим шнуром и прямым направлением. Длина этого шнура соответствует глубине шахтного ствола...»*

А вот о спорах между владельцами участков:

*«...Маркшейдер либо сам разрешает спор между владельцами, или помогает своим искусством судье решить, кто из спорящих должен отвести свою руку от руды, принадлежащей другому. С этой целью он сначала измеряет рудники, принадлежащие спорящим сторонам, пользуясь шнурами из пеньки и из липового лыка. Он накладывает на шнуры делительный полукруг или ...прибор со стрелкой, отмечает, в*

каких направлениях натянуты шнуры, а затем натягивает эти шнуры на ровном месте...

...Как бергмейстер в присутствии этих же лиц устанавливает граничный камень на поверхности, с соблюдением такого же порядка маркшейдер вырубает в породе отметку, называемую граничным камнем... Разложив шнуры на ровном месте, он прокладывает указанным образом поперечный шнур, после чего вырубает знак в породе...»

В 1663 г. Рассел (Германия) сконструировал для маркшейдерских съемок подвесную буссоль (висячий компас). Этот прибор и висячий полукруг вплоть до середины XIX века стали основными маркшейдерскими приборами (рис. 2, 3).

Развитие теории перспективы позволило швейцарскому математику И. Ламберту опубликовать в 1759 г. обобщающий труд «Свободная перспектива», что открыло возможности практического применения перспективных рисунков в

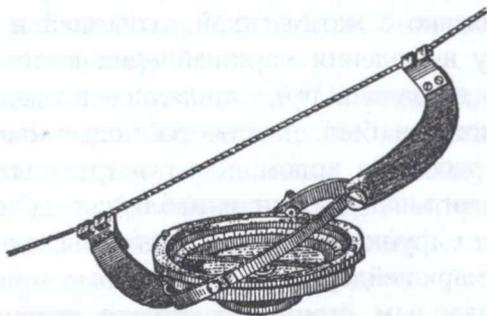


Рис. 2. Висячий компас

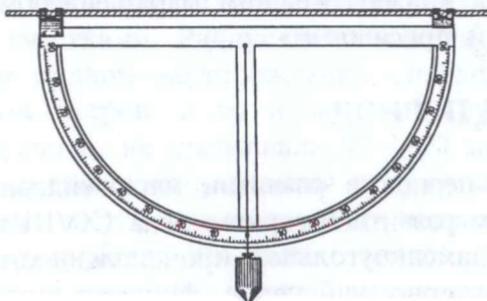


Рис. 3. Висячий полукруг

топографических целях [А. Каппелер (1725 г.) и Ш.Ф. Ботам Бопре (1791 г.)].

Во второй половине XIX века из среды горняков стали выделяться лица, которые специально занимались съемками горных выработок и перенесением с земли в недра границ участков, принадлежащих разным владельцам.

Таких горняков стали называть маркшейдерами (*Mark* — граница, *Scheiden* — отделять, устанавливать), а круг решаемых ими вопросов горного дела — маркшейдерским искусством.

Необходимо отметить что на этапе становления маркшейдерского дела маркшейдерское искусство стало первой научной дисциплиной горного дела, в основу которой были положены научные принципы производства съемок, обработки их результатов, графического изображения объектов залегания полезных ископаемых.

На самых ранних стадиях маркшейдерское искусство было тесно связано с математикой, геодезией и астрономией.

К моменту выделения маркшейдерии в самостоятельную специальность ее задачи представлялись в следующем виде: маркшейдер должен был следить за подземным размежеванием горных работ, за ходом подготовительных и очистных работ; он рассчитывал сбойки и наблюдал за их проведением. Но все эти функции были подчинены одной основной контрольной: маркшейдер прежде всего был присяжным контролером, обязанным стоять на страже интересов Горного закона. Горный закон Максимилиана I называет маркшейдера от имени кайзера «нашим маркшейдером», «доверенным кайзера и присяжным».

### 1.3. ТРЕТИЙ ПЕРИОД

ТРЕТИЙ период в развитии маркшейдерии был обусловлен бурным развитием горного дела (XVIII век) и в первую очередь каменноугольной промышленности. Для этого периода характерно изменение функций маркшейдерской службы от контрольных к техническим.

В последующие века, по мере упадка феодальных отношений и роста капитализма, когда горные предприятия стали концентрироваться в руках буржуазии, государственные контрольные функции маркшейдера начинают уступать чисто техническим. Капиталист-горнозаводчик не был заинтересован в сохранении маркшейдерских контрольных функций, которые в известной мере препятствовали его стремлению к скорейшему обогащению. С другой стороны, капиталист нуждался в маркшейдере как в планировщике и путеводе. Поэтому он стремился именно эти функции сохранять и развивать у маркшейдера и в зависимости от размеров горного предприятия либо соединял их с функциями эксплуатационного инженера, либо сохранял их в виде самостоятельной должности. Так возник тип маркшейдера-производственника, но уже только с техническими функциями. Государственные же интересы обязан был соблюдать присяжный маркшейдер, постепенно превращавшийся в формалиста-чиновника.

Добыча каменного угля до XVIII века была ничтожной, так как топливо и для бытовых, и для заводских нужд легко получалось из древесины. Развитие каменноугольной промышленности было обусловлено истощением лесных богатств, с одной стороны, и изобретением паровых машин, с другой. Это вызвало быстрый прогресс горно-эксплуатационной техники, в том числе и маркшейдерской.

В рудной промышленности маркшейдеру в основном приходилось иметь дело с относительно небольшими разрозненными участками. Радиус деятельности маркшейдера на отдельном рудном месторождении определялся двумя-тремя сотнями метров, а то и меньше. Глубина горных работ, как правило, не превышала 80—100 метров. Незначительным размерам месторождения и рудника соответствовала несложная система горных работ, механизмов и вспомогательных устройств. Все вместе взятое обуславливало достаточность применения простейших технических приемов.

Характер и условия залегания, а следовательно и разработки, каменноугольных месторождений радикально отличаются от рудных. Прежде всего эти месторождения обладают большой протяженностью. Один этот фактор обязывал маркшейдера даже при исполнении своей простейшей функции применять более точные приемы для измерений и расчетов. Этот же фактор в сочетании с многослоистостью угольных пластов давал широкий простор для развития подземных выработок и по простиранию, и по глубине, вызывая потребность в детальном и точном картировании как горных выработок, так и земной поверхности. При решении сбоечных и межевых задач на рудных месторождениях маркшейдер часто, даже после издания закона (1667 г.) об обязательном составлении планов выработок на бумаге, прибегал к замене их натуральным проектированием выработок на земную поверхность. При сложных, многоэтажных и на большом пространстве расположенных каменноугольных выработках этот прием натурального проектирования оказался невозможным. Горное предприятие потребовало детального, точного маркшейдерского плана. Для составления такого плана необходимо было иметь опорные пункты в единой системе координат (по крайней мере, для всего горного предприятия) — так возникла потребность в рудничной триангуляции.

Постоянно обрушающиеся подземные выработки, делавшие недоступными точки прежних съемок, вызывали необходимость повторных съемок, связывавших новые съемки с опорными пунктами на поверхности. Так постепенно совершенствовались ориентирно-соединительные съемки. Развитие горных работ под землей все более и более удаляло исходные точки съемок от передовых забоев, привязка каждой новой съемки к начальным пунктам требовала прокладки полигонометрических и нивелирных ходов на большие расстояния. С непрерывным ростом темпов горных работ, становившихся круглосуточными, время для производства съемок ограничивалось до минимума, а требования к точности съемок возрастали. В таких условиях маркшейдерские

съемки стали превращаться в очень сложные задачи. Для разрешения их оказались недостаточными простейшие измерительные приемы и приборы, «накопленные» предыдущим многовековым опытом.

Естественным выходом из положения было обращение к топографии и геодезии, сделавших к концу XVIII века большие успехи под влиянием развития математики и астрономии.

Возникла необходимость замены примитивных угломерных приборов на более совершенные геодезические теодолиты и нивелиры, элементарные методы обработки наблюдений пополнить аналитическими. Казалось, такое заимствование геодезических методов можно было сделать легко. Однако этому мешала значительная замкнутость окрепшего к тому времени маркшейдерского цеха, члены которого не только не допускали в свой цех сторонних геодезистов, но, к сожалению, и сами недостаточно следили за достижениями и развитием геодезии, составлявшей основное незаменимое орудие их производственной деятельности.

#### **1.4. ЧЕТВЕРТЫЙ ПЕРИОД**

ЧЕТВЕРТЫЙ период в развитии маркшейдерии (середина XIX века) характеризуется широким привлечением к проведению маркшейдерских работ геодезических приборов и методов. Научной основой этого периода явились работы Юлиуса Вейсбаха. К этому же периоду относится проведение первых инструментальных наблюдений за сдвижением горных пород и подготовка на этой основе правил расчета охранных целиков.

Недостаток знаний старых маркшейдеров не мог, конечно, остановить развитие горного дела. Сознание необходимости привлечения геодезии и геодезических методов к производству маркшейдерских работ постепенно проникало в умы маркшейдеров и получило свое оформление в 50-х годах XIX века благодаря деятельности геодезиста-

маркшейдера Юлиуса Вейсбаха, профессора Фрейбергской горной академии.

Вейсбаховская маркшейдерия — это поворотный пункт в истории развития маркшейдерии. «Новое маркшейдерское искусство» Ю. Вейсбаха, опубликованное в 1851 и 1859 гг., получило широкое распространение и практическое применение в горно-рудном производстве Европы, Америки и ряда других стран. Классические работы Ю. Вейсбаха окончательно признали равноценными как наземную, так и подземную часть маркшейдерии.

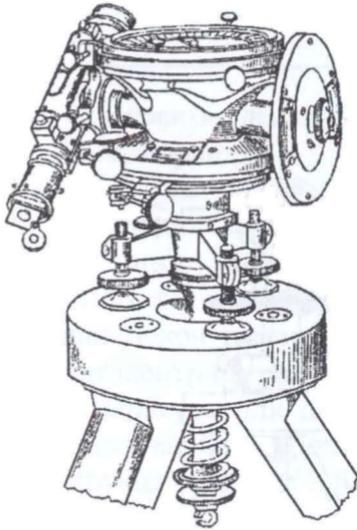
Неизбежность внедрения вейсбаховской маркшейдерии требовала введения единых систем координат для горно-рудных районов; более надежной связи глубоких горизонтов с земной поверхностью; замены громоздких и тяжелых измерительных приборов на более точные, портативные и легкие; подготовки высококвалифицированных кадров горных инженеров-маркшейдеров, в должной мере овладевших циклом астрономо-геодезических и математических наук.

Начало практического применения теодолита в горном деле относится к первой половине XIX века. Приоритет в создании горного теодолита и в разработке его применения принадлежит русским маркшейдерам (П.А. Ольшев). Несколько позже, хотя и независимо, горный теодолит и методика подземной теодолитной съемки были разработаны в Германии (Ю. Вейсбах), где маркшейдерское дело получило наибольшее развитие. В 1850 г. Вейсбахом и Борхерсом теодолит был применен при проведении встречными забоями водоотливной штольни длиной около 15 км.

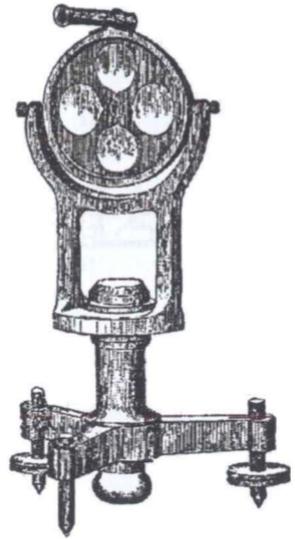
В опубликованной в 1869 г. книге «Практическое маркшейдерское искусство» Борхерс дал описание ряда новых маркшейдерских приборов и приспособлений: предложенных им сигналов, подвесной нивелирной рейки, деклинатора (прибора для магнитной ориентировки) и др. (рис. 4, 5, 6).

Интересно, что в качестве подсветки использовали приборы естественного света, корпуса которых изготавливали из немагнитных материалов (рис. 7, 8).

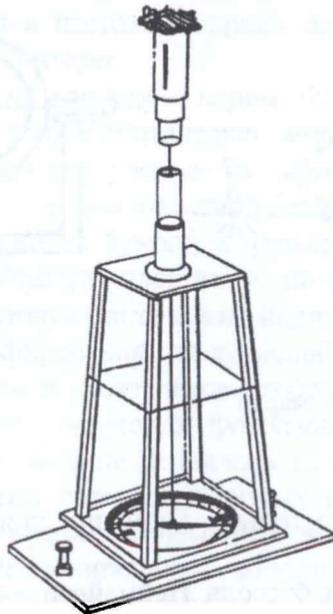
*a*



*б*



**Рис. 4.** Карманный теодолит с внецентричной трубой (*a*) и визирный сигнал (*б*)



**Рис. 5.** Высокочувствительный компас