

ГОРНОЕ ДЕЛО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИСТОРИЯ ЦИВИЛИЗАЦИИ

Юрий Короб

В статье кратко изложены основы горного дела – даны определения основных терминов, описаны цели, условия и способы ведения горных работ, основные технологии; прослежена связь между продукцией горного дела и стадиями эволюции человеческой цивилизации; названы предполагаемые приоритетные полезные ископаемые на ближайшее будущее.

Ключевые слова: горное дело, подземное строительство, освоение подземного пространства, добыча полезных ископаемых, технологическая история цивилизации, роль горного дела.

1. Введение

Горное дело – отрасль науки и хозяйственной деятельности, охватывающая процессы и средства ведения подземного строительства и добычи твёрдых полезных ископаемых из недр.

Недра – 1. Глубина Земли, простирающаяся от её поверхности до центра и включающая земную кору, мантию и ядро. 2. Верхняя часть земной коры, в которой при современном уровне развития техники возможно проведение горных работ [1].

В горном деле существует от полутора до двух тысяч терминов [1]. В статье используется минимум, достаточный для понимания излагаемых идей. Определение каждого термина даётся в месте его первого упоминания. Если термин имеет различные толкования, его дефиниция снабжается ссылками на конкретный источник; в остальных случаях после дефиниции даётся знак ©, а источник следует искать в прилагаемом в конце статьи списке.

Горное дело связано со многими другими областями человеческой деятельности, такими как геология, обогащение (т.е. первичная обработка добытого полезного ископаемого, улучшающая его потребительские свойства) и металлургия, машиностроение, энергетика и другие вплоть до медицины, эстетики, климатологии. Однако статья ограничивается лишь тематикой, непосредственно связанной с влиянием горного дела на технологический прогресс цивилизации.

Технология – совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материала или полуфабриката, осуществляемых в процессе производства продукции [2].

Цивилизация – единство исторического процесса и совокупности материально-технических и духовных достижений человечества в ходе этого процесса (человеческая цивилизация в истории Земли) [3].

Горное дело – одна из основных сфер хозяйственной деятельности, определяющих материальный фундамент существования и развития человеческой цивилизации. Об этом свидетельствуют названия тысячелетних эпох эволюции человеческого общества: Каменный век, Медный век, Бронзовый век, Железный век. Главной характеристикой каждой эпохи является тот материал, который в результате ведения горных работ (вначале самых примитивных, затем всё более усложняющихся) человеком добывался из недр и являлся основой для изготовления орудий труда, вооружения, предметов быта.

Ныне признанная официальная история эволюции предполагает непрерывное поступательное движение от простого и примитивного к сложному и совершенному. Но имеющиеся на планете многочисленные артефакты – сети тоннелей в Европе, Африке, Южной Америке, подземные жилищные комплексы и города в Европе и Азии – подвергают сомнению либо уникальность человеческой цивилизации, либо прямолинейность её развития [4]. Дело в том, что время возникновения этих артефактов относят к каменному,

медному и бронзовому векам, а качество их свидетельствует, что созданы они были с применением более высоких технологий, не все из которых доступны человеку даже сейчас.

Поэтому в название настоящей статьи включено слово «цивилизация», чтобы подчеркнуть, что речь идёт о цивилизации в её приведённом выше историко-философском понимании.

2. Проходка горной выработки

Горная выработка – сооружение в недрах или на земной поверхности, созданное в результате ведения горных работ. ©

Горная выработка, имеющая замкнутый контур поперечного сечения, является **подземной**, имеющая незамкнутый контур – **открытой**. Примером подземной является тоннель, открытой – траншея.

Название горной выработки зависит от её назначения (вентиляционная, конвейерная, откаточная, дренажная и т.д.), положения в пространстве (горизонтальная, вертикальная, наклонная), положения относительно залежи полезного ископаемого (угольная или рудная – в пределах залежи, полевая – вне залежи) и элементов залегания (направления падения и простирания, угла падения и мощности) залежи.

Конструкция крепи зависит от назначения выработки, расчётного времени её поддержания и, в решающей степени, от свойств окружающего массива горных пород. Виды крепи разнообразны: дерево, металлическая арка, анкеры, набрызг-бетон, бетон, тубинги, комбинации из перечисленного. К особой категории относится тяжёлая механизированная передвижная крепь очистных (добычных) забоев. Многие выработки в определённых условиях могут оставаться незакреплёнными.

Проходка (проведение) горной выработки – 1) комплекс работ по созданию горной выработки; 2) комплекс работ по разрушению и извлечению горных пород в пределах проектного сечения горной выработки. ©

Забой – 1) поверхность горных пород и/или полезного ископаемого в массиве или в развале, перемещающаяся в пространстве и являющаяся объектом выемки [1]; 2) рабочее пространство, непосредственно прилегающее к указанной поверхности. ©

Наиболее распространённым способом проходки выработок является буро-взрывной: в забое бурят скважины, размещают в них заряды, взрывают, проветривают выработку, грузят взорванную горную массу (породу и/или полезное ископаемое), удаляют её, возводят крепь, наращивают транспортные, вентиляционные, энергетические и другие коммуникации. Перечисленные работы в указанной последовательности составляют один технологический цикл проходки.

При проведении капитальных горных выработок большой протяжённости используют проходческие комбайны, если это экономически целесообразно. Такие выработки, как правило, проходят двумя параллельными забоями. Это позволяет закольцевать схему вентиляции, обеспечить запасный выход на случай аварийной ситуации, упростить диспетчеризацию транспорта, облегчить техническое обслуживание основной выработки после ввода её в эксплуатацию.

Многие известные тоннели на самом деле являются сдвоенными и даже строенными. Например, Евротоннель под Ла-Маншем состоит из трёх параллельных тоннелей: крайние являются однопутными транспортными, средний – техническим.

3. Условия ведения подземных горных работ

Подземные горные работы выполняются в специфических условиях, главными из которых являются (на примере подземной разработки угольного месторождения):

- отсутствие естественного освещения,
- отсутствие естественной вентиляции,

- постоянные водопритоки,
- жёстко ограниченное рабочее пространство,
- повышенная травмоопасность от нависающих пород,
- опасность взрыва метана,
- опасность горного удара,
- опасность выброса угля и газа.

Горный удар – интенсивное разрушение массива угля/руды/породы, сопровождающееся выбросом в выработанное пространство разрушенной горной массы с образованием мощной ударной волны. ©

Для обеспечения нормальных условий производства горных работ необходимо обеспечить: искусственное закрепление поверхностей выработанного пространства, использование оборудования только во взрывобезопасном исполнении, стационарное (в капитальных горных выработках) и индивидуальное мобильное освещение, искусственную вентиляцию всех рабочих мест, индивидуальные средства защиты дыхания в аварийных ситуациях, доступный запасный выход на случай обрушения горных пород.

Все горные технологии, вся механизация разрабатываются для конкретных горногеологических условий, т.е. элементов залегания и структуры залежей, свойств вмещающих пород и полезного ископаемого, категории по газу и другим.

Особенностью горных работ является и то, что рабочее место горняка, т.е. действующий забой, каждый день, каждую смену перемещается в пространстве. И как бы надёжно ни было обустроено оно сегодня, завтра его нужно будет устраивать заново.

Описанное выше относится ко всем подземным горным работам независимо от того, с какой целью они выполняются.

4. Подземные строительные работы

Началом подземного строительства в определённом смысле можно считать устройство первобытным человеком жилья в виде выкопанной ямы, «строительство» землянки, обустройство пещеры. В наше время обычными и привычными являются городские подземные коммуникации, горные и подводные транспортные тоннели, подземные склады и паркинги, торговые и развлекательные центры, газохранилища, подземные ракетные старты, стратегические военные объекты и командные пункты и т.д. Всё это именуется **освоением и использованием подземного пространства**; начальным этапом освоения являются горные работы.

Подземные строительные работы имеют свою специфику, связанную как с требованиями конкретного проекта, так и с соблюдением строительных норм и правил (СНИП), которые накладывают на горные работы дополнительные требования и ограничения.

Подземное строительство в крупных городах с разветвлённой транспортной и коммунальной инфраструктурой или с особыми горногеологическими условиями требует применения специальных технологий. В частности, проходка перегонных тоннелей метро и городских коллекторов осуществляется с применением механизированных щитов.

5. Способы разработки месторождений твёрдых полезных ископаемых

Добыча полезных ископаемых производится двумя способами: подземным и открытым; из открытого способа особо выделяется дражный способ.

Выбор способа определяется условиями залегания месторождения, а также экономическими критериями, учитывающими как стоимость горных работ, так и ценность добываемого минерального сырья.

Для разработки конкретного месторождения или группы однотипных месторождений создаются специальные технологии, именуемые системами разработки. Каждая из них представляет собой определённый в пространстве и времени порядок выполнения различных видов работ по вскрытию месторождения (обеспечению доступа к нему), подготовительных работ (проведение выработок, разделяющих всё месторождение и отдельные его залежи на добычные участки), а также нарезных и очистных работ, создающих рабочие забои и непосредственно разрабатывающих полезное ископаемое.

5.1. Дrajный способ

Дrajный способ стоит обособленно, поскольку основан на особой технологии с применением уникального технологического сооружения – драги.

Драга – плавучее горно-обогащительное сооружение с комплексом добычного и обогащительного оборудования; предназначается для подводной разработки россыпей, для извлечения из них ценных минералов и укладки пустых пород в отвал [1].

Способ применяется для добычи драгоценных металлов и минералов, как правило, в поймах рек.

5.2. Открытый способ

Открытый способ иначе называют карьерным; карьер, добывающий уголь, называется угольным разрезом.

Глубина карьеров составляет сотни метров. Добыча особо ценных минералов (цветных и драгоценных металлов, алмазов) производится на глубинах даже более 2000 м.

На современных карьерах используется горнодобычное и транспортное оборудование циклопических размеров и производительности. Достаточно сказать, что автосамосвалы имеют грузоподъёмность до 250 т.

5.3. Подземный способ

Для подземного способа разработки характерны большая трудоёмкость, энергоёмкость, материалоёмкость и травмоопасность.

Отличительными особенностями угольных месторождений являются:

- положительные – выдержанность элементов залегания угольного пласта и согласное залегание свиты пластов на больших площадях;
- отрицательные – сравнительно небольшая мощность угольных пластов, опасность взрыва метана, выбросов угля и газа, горных ударов.

Рудные месторождения исключительно разнообразны по форме залежей – от пластообразных до изометрических, от массивных до жильных. В соответствии с этим имеется множество систем разработки.

Вентиляция. На каждом горном предприятии осуществляется постоянный регулируемый воздухообмен, благоприятный для здоровья и ведения горных работ – шахтная/рудничная вентиляция. Она обеспечивается поддерживаемой разницей давления воздуха в сети вентиляционных выработок, находящихся на разных флангах горного отвода, на разных горизонтах и залежах.

Свежий воздух поступает через одну вскрывающую выработку (ствол, штольню), омывает каждый действующий забой, протекает по всем поддерживаемым выработкам; отработанная (исходящая) струя выдаётся на земную поверхность через другие выработки (стволы, шурфы, штольни).

Для проветривания глубоких карьеров используются мощные промышленные вентиляторы.

Внутришахтный транспорт (ВШТ) или внутрирудничный транспорт (ВРТ) представляют ещё одну специфическую службу предприятия, работающую как в горных выработках, так и на земной поверхности в пределах земельного отвода.

Задачи ВШТ/ВРТ:

- своевременно поставлять к каждому действующему забою крепёжные материалы, технику и оборудование, а также транспортные средства (порожняк) под погрузку;
- своевременно подвозить к стволам породу и добытое полезное ископаемое, обеспечивая непрерывность технологических процессов спуска/подъёма по стволам;
- синхронизировать перемещение порожних и гружёных составов в различных частях шахтного/рудничного поля, на разных горизонтах;
- своевременно производить спуск-подъём людей по стволам, перевозить их от стволов к забоям и обратно;
- разрабатывать, исполнять и жёстко контролировать диспетчеризацию всего наземного и подземного транспорта.

Горный контроль. Работы горного предприятия контролирует специальная государственная служба горного контроля. Контролю подлежат все показатели, которые обеспечивают нормальные условия работы: соблюдение паспортов крепления и буровзрывных работ, наличие и точность работы средств контроля шахтной/рудничной атмосферы в действующих забоях, соблюдение параметров горных выработок, состояние крепи всех поддерживаемых выработок и т.д.

Ликвидация последствий аварийных ситуаций производится специальными военизированными горноспасательными частями (ВГСЧ).

6. Горное дело и технологический прогресс цивилизации

Избегая излишней детализации, представим технологический прогресс цивилизации следующим образом.

Первобытный человек вёл присваивающее хозяйство. ©

Он присваивал и потреблял то, что нашёл, откопал, сорвал, добыл на охоте и рыбной ловле. Материалы, которыми он пользовался, – палка, кость и шкура добытого животного.

Человека перестали называть первобытным с наступлением **Каменного века** (15 – 4 тыс. лет до н.э.) – с того времени, когда он взял в руки кусок камня и начал использовать его в качестве инструмента для выполнения каких-то работ и для изготовления новых инструментов и приспособлений из других камней, а также из уже известных материалов – дерева, кости и кожи. Появились ремёсла. Человек облегчил и **сделал более эффективной свою мускульную работу**, что в совокупности с одомашниванием животных позволило ему перейти от присваивающего хозяйства к производящему – земледелию и скотоводству, ремёслам. Произошёл переход на другой технологический уровень, качественно отличающийся от прежнего.

Медным веком (4 – 3 тыс. лет до н.э.) названа эпоха, в течение которой человек научился различать камни и находить те, которые в своём составе имеют медь, извлекать их (добывать) из массива горных пород, измельчать, нагревать до температуры плавления и получать металл. Медь стала использоваться для создания орудий труда, вооружения, предметов быта. Вместо символа прежней эпохи появился символ новой. Но это не означало, что камень ушёл в прошлое – медь пришла не взамен камня, а в дополнение к нему. Камень продолжали добывать и использовать, но способы его добычи, обработки и применения получили новое развитие. И это опять подняло человека на новый, более высокий технологический уровень.

Следующая эпоха – **Бронзовый век** (35/33 – 13/11 вв. до н.э.) – ознаменовалась не только выплавкой новых цветных металлов, но и получением сплавов двух и более металлов, что давало в результате материалы с нужными свойствами. Человек научился

создавать **искусственные материалы**. И, как и прежде, новый символ эпохи не отменил предыдущие, а встал впереди этого ряда. Теперь уже одновременно применялись и камень, и медь, и сплавы цветных металлов, взаимно обогащая друг друга новыми возможностями развития технологий их получения, обработки, использования.

Железный век (13/11 вв. до н.э. – н.в.) ознаменовался добычей железных руд, добычей и переработкой каменного угля, что позволило развить металлургию до современного уровня. Из чугуна и стали изготавливается стационарное и мобильное механическое оборудование фабрик и заводов, производящих самые разнообразные изделия для быта, для всех отраслей экономики, для вооружения, для новых видов транспорта, новых строительных материалов и т.д. И новый век, поставив железо впереди всех прежних символов, сохранил их. Он не только **облегчил мускульную работу** человека, но в массовом порядке **заменяет её механической, машинной работой**. Более того, в железном веке появились механические устройства для облегчения арифметических вычислений, что явилось первым шагом к **облегчению умственной деятельности** человека.

Где мы теперь? Всё ещё в железном веке или уже шагнули в другой? Чем обеспечивается материальная база современного этапа развития нашей цивилизации? Играют ли горное дело и металлургия прежнюю ведущую роль, обеспечивая качественные скачки в повышении технологического уровня цивилизации, и не потеряют ли они её в ближайшем будущем? В каком направлении могут развиваться технологии нашего времени?

В своё время каменный уголь способствовал мощному развитию металлургии. **Крекинг нефти** позволил обеспечить разным горючим различные двигатели внутреннего сгорания, повысив эффективность использования исходного сырья. Газ является эффективным и экологичным топливом в энергогенерирующих и теплоснабжающих системах, а после разработки технологий **химического синтеза** широко используется в качестве исходного сырья для изготовления разнообразных синтетических материалов.

В работе [5] представлена следующая «структура продукции мировой горной промышленности», дающая представление о соотношении объёмов добычи природных ресурсов: нефть 62%, природный газ 13%, уголь 11%, рудные полезные ископаемые 11%, нерудные полезные ископаемые 2 – 3%.

Как видим, **нефть, газ и уголь доминируют**, составляя в сумме 86% всей продукции, извлекаемой из недр. Однако мы не склонны называть наше время угольным, нефтяным или газовым веком. Почему?

Полезные ископаемые, ставшие символами эпох, проникали во все сферы деятельности человека, они служили человеку долго или вечно (в сравнении с продолжительностью человеческой жизни). В прошлом они не только поддерживали существование, но и инициировали развитие человеческой цивилизации. Не такую роль играют нефть, газ и уголь: они используются в основном путём сжигания для получения энергии.

То есть в настоящее время нефть, газ и уголь являются расходным материалом цивилизации, который не задаёт ход её технологического развития, но поддерживает её существование на достигнутом технологическом уровне.

Это не значит, что углеводороды имеют второстепенное значение. Они не только важны – они необходимы; и добыча их будет возрастать вместе с ростом мировой экономики.

Не стали символами нашей эпохи и такие, казалось бы, революционные открытия, достижения и предметы, как атомная энергия и трансураниевые элементы, нанотехнологии, геновая инженерия, клонирование. Каждое из них представляет собой технологический прорыв, однако только в своей специфической области.

Вместе с тем, есть одно достижение, которое всё более проникает во **все** области знания, технологий и хозяйственной деятельности, культуры, медицины и т.д., создаёт искусственный (виртуальный) мир, в который человек погружается всё глубже. Это – **электроника**. Начиналась она с механизации и автоматизации счёта (ЭВМ – электронные вычислительные машины), а теперь управляет работой машин и аппаратов, технологическими процессами, является основой робототехники, решает многофакторные логические задачи и принимает оптимальные управленческие решения, занимается разработкой искусственного интеллекта. То есть электроника продолжает заменять мускульную работу механической, машинной, ещё и автоматизированной, но, впервые в технологической истории, **облегчает и повышает эффективность умственной деятельности человека, а во многом и заменяет её**. Это уже совершенно новый технологический уровень цивилизации.

Обратим внимание на два обстоятельства. Во-первых, при изготовлении электронных устройств применяются (необходимы!) **редкоземельные металлы**. Во-вторых, несмотря на всё возрастающие объёмы добычи полезных ископаемых из недр всё большую роль играют **искусственные материалы** с требуемыми свойствами, создаваемые **на минеральной основе**. Такие материалы также используются при создании электронных устройств.

Это даёт основание предполагать, что следующим наиболее важным продуктом горного дела (не по объёму, но по значимости в обеспечении нового технологического скачка) могут стать редкоземельные металлы, а также минералы, используемые для создания искусственных материалов, применяемых при конструировании электронных устройств.

Может быть, на этих путях и будет создано нечто, во что будет вовлекаться человек, и что станет символом нашей эпохи.

Выводы

На основании изложенного можно прийти к следующим выводам.

1. Горное дело с древних времён поставляло человеку материалы, ставшие символами эпох в развитии человеческой цивилизации: Каменного века, Медного века, Бронзового века, Железного века.
2. Появление новой продукции горного дела приводило к качественным изменениям в развитии человеческой цивилизации, поднимая её на более высокий технологический уровень во всех областях материального и духовного развития.
3. В настоящее время горное дело можно определить как отрасль науки и хозяйственной деятельности, охватывающую процессы и средства ведения подземного строительства и добычи твёрдых полезных ископаемых из недр.
4. Освоение подземного пространства играет всё более важную роль как в целях экономии места на земной поверхности, так для увеличения надёжности и долговечности хозяйственных и военных объектов.
5. Современные технологии и техника обеспечивают разработку любых залежей твёрдых полезных ископаемых на глубинах до двух километров и даже более при условии экономической целесообразности.
6. Наибольший вес в добыче полезных ископаемых из недр составляют нефть, газ и уголь – расходные материалы для поддержания цивилизации на достигнутом технологическом уровне.
7. Электроника всё больше проникает во все области знания и хозяйственной деятельности, создавая возможности для формирования нового направления технологического развития цивилизации.

8. В связи с революционным развитием электроники возрастает значение редкоземельных металлов, а также минералов, из которых создаются искусственные материалы, используемые при конструировании электронных устройств. С этим может быть связано направление развития и роль горного дела в недалёком будущем.

Источники

1. Толковый горно-геологический словарь. Основные термины/ Авторы: В. А. Гладун, И. Б. Здорик, Т. Б. Здорик, В. П. Колчанов, И. Ф. Кондратьев, Ю. В. Коробченко, В. В. Шлапак, Ф. З. Ягофарова. – М. Рус. яз., 1993.– 448 с.
2. Советский энциклопедический словарь/ Гл. ред. А. М. Прохоров – М.: Сов. Энциклопедия. 1987. – 1600 с.
3. Интернет сайт <https://ru.wikipedia.org>.
4. Ю. В. Короб. Исчезнувшие цивилизации. Попытка обобщения. Сборник статей «Второе дыхание», Выпуск 33/ Клуб русскоязычных учёных штата Массачусетс. – Бостон, США, 2017.
5. Смитиенко Б. В. Мировая экономика. 2013. Интернет сайт studme.org.
6. Ожегов С. И., Шведова Н. Ю. Толковый словарь русского языка/ РАН, Институт русского языка; Российский фонд культуры; – М.: АЗЪ, 1993. – 960 с.
7. ГОСТ Р 57719-2017 Горное дело. Выработки горные. Термины и определения. Дата введения 2018-06-01.
8. Интернет сайт lib.kstu.kz.
9. Интернет сайт studref.com.