И. А. Хозяев

ИСТОРИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Допущено ФУМО в сфере высшего образования по укрупненной группе специальностей и направлений УГСН 15.00.00 «Машиностроение» в качестве учебного пособия для обучающихся по основным образовательным программам высшего образования подготовки бакалавров, специалистов, магистров и аспирантов в области инженерного дела и технических наук

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2023

УДК 62
ББК 30
Х70

Рецензент:
доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой проектирования
и технического сервиса транспортно-технологических систем
Донского государственного технического университета
Л. В. Кравченко

Хозяев, И. А.

Х70 История инженерной деятельности : учебное пособие / И. А. Хозяев. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 228 с. : ил., табл.

ISBN 978-5-9729-1513-2

Прошлое, настоящее, будущее. Каждая система развивается по этому вектору. История инженерной деятельности автором представлена именно с этих позиций. Показана преемственность развития инженерной деятельности, ее результативности и институализации. Включены большие объемы материалов культурологической и исторической направленности.

Для студентов направления 15.00.00 «Машиностроение». Может быть полезно студентам технических вузов других направлений и широкому кругу читателей, интересующихся историей инженерной деятельности.

УДК 62
ББК 30

ISBN 978-5-9729-1513-2

© Хозяев И. А., 2023
© Издательство «Инфра-Инженерия», 2023
© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 4

Глава 1. Зарождение и становление инженерной деятельности..... 14

Глава 2. Появление знаний в области механики и их роль в развитии инженерной деятельности 37

Глава 3. Трение – раздел механики. Развитие науки о трении..... 60

Глава 4. Чертеж – язык инженера. История черчения и изготовления чертежей 74

Глава 5. Развитие механики как науки – основное условие успешной инженерной деятельности в Европе..... 87

Глава 6. Развитие русской классической механики и её приложения в инженерном деле..... 126

Глава 7. Развитие химических знаний и становление специальности «инженер-химик»..... 149

Глава 8. Наука о надежности машин, современный подход 169

Глава 9. Институализации инженерной деятельности в Европе и России ... 180

Глава 10. Становление и развитие инженерной школы в СССР..... 194

Глава 11. Научно-техническая революция и инженерное дело..... 212

Заключение..... 217

Список использованных информационных ресурсов..... 223

ВВЕДЕНИЕ

Прошлое, настоящее, будущее… Для нас из этих трех понятий реально настоящее, более или менее известно прошлое, а вот будущее мы можем только предсказывать. Но прошлое, настоящее и будущее тесно связаны между собой причинно-следственными событиями и явлениями, эти понятия последовательно сменяют друг друга, и каждое последующее из них немыслимо без предыдущего. Следовательно, чтобы хорошо понимать наше настоящее, нужно изучать прошлое, изучать настойчиво и скрупулезно.

Говоря об истории развития инженерной деятельности, будем опираться только на факты, а не описания древних авторов (хотя это и немаловажно).

Великие сооружения древности и наших дней

Египетские пирамиды. Их много, они строились в течение нескольких тысячелетий. Наиболее известной является пирамида Хеопса. Она в древности достигала 146 м высоты, в настоящее время верхняя часть пирамиды разрушена и ее высота составляет 137 метров. На строительство пирамиды Хеопса ушло 2,3 миллиона каменных блоков средним весом 2,5 тонны каждый. Во времена Хеопса грани пирамиды были облицованы отполированными плитами из мелкозернистого песчаника. Согласно подсчётам английских ученых, на строительство всех христианских церквей в Англии ушло меньше материала, чем на одну пирамиду Хеопса. Предназначение пирамид непонятно. Фараонов хоронили в других местах.

Рядом с пирамидой Хеопса расположена одна из самых древних мировых скульптур – статуя Сфинкса. К тому же это еще и одна из самых загадочных скульптур, ведь тайна Сфинкса до сих пор до конца не разгадана. Сфинкс – это статуя, сделанная из известковой скалы, выглядит монументально и величественно. Стоит отметить ее внушительные размеры: длина – 73 метра, высота – 20 метров. Сфинкс смотрит на Нил и восходящее солнце.

Практически все, что связано со Сфинксом, вызывает споры у ученых. До сих пор неизвестна точная дата происхождения этой скульптуры и ее предназначение. Неизвестно и значение слова: в переводе с греческого «сфинкс»

означает «душительница», но что вкладывали в это имя древние египтяне, остается загадкой.



Рисунок 1. Общий вид на пирамиды Хеопса

Интересен еще один факт. Все пирамиды Египта своими вершинами направлены на двойную звезду Десса созвездия Лебедя.

Найти её на ночном небе очень просто. Своими очертаниями созвездие Лебедя напоминает летящую с распростертыми крыльями и длинной шеей красивую и гордую птицу. Она «летит» по Млечному Пути. Именно в виде летящего лебедя изображали это созвездие на старинных звездных атласах. Созвездие очень похоже также на вытянутый христианский крест, который во время суточного вращения Земли перемещается по кругу вокруг полюса мира – Полярной звезды (рис. 2).

Здесь же находится и Млечный путь и участок неба с созвездием Дракона, вокруг которого обращается полюс мира, совершая за 25 920 лет полный круг в результате прецессии (дрейфа) оси вращения Земли, а «херувим» – это соседнее с Лебедем созвездие Геркулеса. Именно в эту сторону Галактики и направлен полет нашей Солнечной системы, а вместе с ней и Земли. И скорость сближения, измеренная относительно соседних звезд, очень велика: 20 км в секунду! Торопится наша Земля, чтобы поскорее войти в сферу влияния цивилизации Лебедя, где возможно обитают наши звездные братья!

У звезды Десса имеется много планет. Одна из них называется Ария. Племена наших прародителей назывались ариями.

Удивительное совпадение, наводящее на серьезные размышления о происхождении человечества!

Следующим по времени и по значимости памятником является греческий Акрополь.

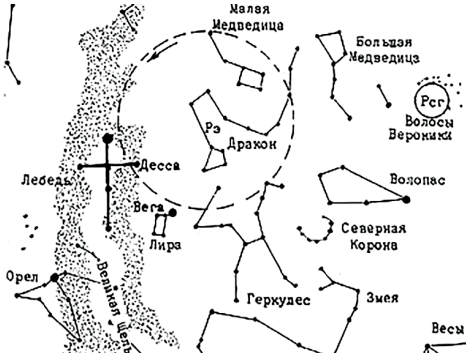


Рисунок 2. Звездная карта участка небосвода с созвездиями Лебедя, Лиры, Дракона и Геркулеса. Двойная звезда Десса расположена на оконечности перекладины креста. Пунктирной окружностью обозначена траектория движения полюса мира в результате прецессии (дрейфа) оси вращения Земли. Рэ – полюс эклиптики, Рсг – северный полюс нашей Галактики

Афи́нский Акро́поль (греч. Акро́полη Αθηνών) – акрополь в городе Афины, представляющий собой 156-метровый скалистый холм с пологой вершиной (ок. 300 м в длину и 170 м в ширину) (рис. 3). Это было главное место для нахождения царя. Также внутри имелось немало храмов, где возносились молитвы греческим богам и воздавались жертвы. Есть свидетельства того, что холм был заселён ещё в четвёртом тысячелетии до н. э., наиболее важные сооружения на этом месте, включая Парфенон, Пропилеи, Эрехтейон и Храм Ники Аптерос, были построены в V веке до н. э. по инициативе Перикла (тогдашнего правителя Греции).



Рисунок 3. Акрополь в древности (реконструкция L. Klenze, 1846 г.)

В микенский период (XV–XIII вв. до н. э.) Акрополь являлся укреплённой царской резиденцией. В VII–VI вв. до н. э. здесь велось большое строительство. При тиране Писистрате (560–527 гг. до н. э.) на месте царского дворца был построен храм богини Афины Гекатомпедон (то есть храм длиною в сто шагов; сохранились фрагменты скульптур фронтонов, выявлен фундамент).

После провозглашения независимости Греции в ходе реставрационных работ (в основном в конце XIX века) по возможности был восстановлен древний облик Акрополя: ликвидирована вся поздняя застройка на его территории, заново выложен храм Ники Аптерос и т. п. Рельефы и скульптуры храмов Акрополя находятся в Британском музее (Лондон), в Лувре (Париж) и Музее Акрополя. Остававшиеся под открытым небом скульптуры сейчас заменены копиями.



Рисунок 4. Панорама Афинского Акрополя

Римская империя просуществовала 1000 лет (с V в. до н. э. по VI в. н. э.). Инженерная наука в Римском государстве была на очень высоком уровне. Строились дороги, водопроводы, флот, различные храмы, что хорошо отражено в истории Рима.

Наиболее значимым памятником инженерного искусства является Колизей, который сохранился до наших дней.

Колизей был открыт в 80-м году н. э. сыном и преемником императора Веспасиана Титом Флавием. Учитывая масштабы предпринятого строительства, сооружение было закончено довольно быстро, всего за 8 лет. И учитывая место (в долине), где раньше было озеро, планировка Колизея рассчитывалась до мельчайших подробностей. Например, емкости были построены на глубине 8 метров под зданием для ответвления ручьев, текущих из окружающих долин и холмов. Фундамент был сделан из бетона: под наружными стенами и сидениями он был глубиной 12–13 метров, во внутреннем овале арены толщина составляла 4 метра; эта информация наглядно иллюстрирует масштаб сооружения и предусмотрительность, воплощенную в проекте. Благодаря тщательно продуманной конструкции, здание выдержало проверку временем (рис. 5, 6).



Рисунок 5. Колизей: современное состояние

Имя архитектора неизвестно. По аналогии строительства подобных сооружений античности, процесс проектирования включал вычерченный в масштабе план ярусов здания, архитектурный макет, перспективные чертежи, и некоторые чертежи в натуральную величину. То есть в этом здании огромного масштаба и сложности многие детали были детально проработаны еще до момента начала строительства. Здание было построено в соответствии с набором архитектурных принципов, примененных во время сооружения других крупных зданий античности.

Подобно другим римским амфитеатрам, амфитеатр Флавиев представляет в плане эллипс, середина которого занята ареной (также эллиптической формы) и окружающими её концентрическими кольцами мест для зрителей. От всех сооружений такого рода Колизей отличается своей величиной. Это самый грандиозный античный амфитеатр: длина его наружного эллипса равняется 524 м, большая ось – 187,77 м, малая ось – 155,64 м, длина арены – 85,75 м, её ширина 53,62 м; высота его стен – от 48 до 50 метров. При таких размерах он мог вместить в себя около 50 тысяч зрителей.

Колизей разительно отличается от большинства греческих и римских общественных зданий, унаследованных от классической модели греческих храмов с их прямоугольными рядами колонн, увенчанных фронтонами. Использование арок и сводов, построенных из бетона, облицованного кирпичом, позволили римским архитекторам возвести здание с гораздо более крупными пролетами и визуально более разнообразное. Колизей представляет собой сотовидную структуру из арок, проходов и лестниц, позволяющую тысячам людей легко занимать свои места в амфитеатре и наблюдать за смертоносными зрелищами. Впечатляющий внешний вид Колизея был когда-то и является по сегодняшний день непревзойденным памятником императорской власти Рима.

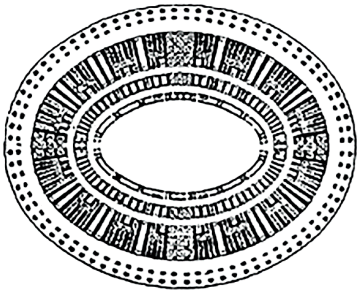


Рисунок 6. Колизей: реконструкция внутреннего вида

Упорядоченная привлекательность и симметричность наружного вида Колизея создана тремя ярусами арок в сочетании с полукруглыми колоннами. Эти колонны принадлежат различным архитектурным ордерам на каждом ярусе (Тосканский внизу, Ионический посредине и Коринфский на третьем ярусе). Четвертый верхний слепой ярус перемежается пилястрами, украшенными коринфскими капителями. Элементы конструкции, отражающие намерение архитектора согласовать их с принципами порядка, подсознательно предоставляют зрителям восприятие уравновешенного и гармоничного внешнего фасада.

В верхней части Колизея, в промежутках между пилястрами, расположены небольшие прямоугольные окна. Выше и между окнами располагаются каменные цоколи, в которых когда-то устанавливались мачты для фиксации тентов, предохраняющих зрителей верхнего яруса Колизея от палящего солнца или непогоды. Отверстия, в которые вставлялись эти горизонтальные мачты, легко можно увидеть сегодня.

Сверху внешняя часть наружной стены была украшена позолоченными бронзовыми щитами, а арки были заполнены скульптурами императоров и богов. Два главных входа, расположенных с каждой стороны малой полуоси эллипса, предназначались для императора и других знатных сановников. Входы обозначены гигантскими портиками, каждый из которых увенчан позолоченными конными колесницами. Император также имел отдельный вход, который проходил под сидениями и выходил к императорскому ложу. Колизей функционировал в течение четырех с половиной столетий. Он хранит на себе отметки многих изменений, дополнений и реконструкций. Последний гладиаторский бой зафиксирован в 404 году н. э., а последняя охота на животных на арене Колизея – в 523 г. н. э. Постепенно склонности публики изменились, господствующей религией стало христианство, но главной причиной, которая положила

конец проведению игр, стал военный и финансовый кризис западной части империи, наряду со многими вторжениями, которые испытывала Империя от варваров. Никто уже не мог выдержать колоссальных расходов, необходимых на организацию игр, и потребность в существовании Колизея отпала.

В Риме для практической организации игр в первом веке нашей эры императоры создали Ratio a muneribus, что-то наподобие «Министерства игры» (если так можно выразиться), располагающей необходимыми финансовыми и организационными функциями для проведения игр. Недалеко от Колизея было налажено производство необходимого снаряжения и приспособлений, которые поднимались и раскрывались на арене, представляя зрителям декорации, на которых происходили бои гладиаторов.

Для римлян посещение Колизея не было только способом отдыха и развлечений, но и местом встреч людей, принадлежащих к разным сословиям. Римское общество было разделено на классы, и амфитеатр стал местом, в котором публика могла встретиться с императором и даже обратиться к нему.

Гладиаторами обычно становились рабы, преступники, осужденные на смертную казнь или военнопленные, которые по римскому праву не имели каких-либо прав, жизнь которых не представляла для государства какой-либо ценности. Военнопленные, которые соответствовали необходимым требованиям, обучались в школах для выступлений на арене Колизея и других амфитеатров. Когда началась ощущаться нехватка в гладиаторах, вошел в обычай отравлять в гладиаторские школы беглых рабов, в школах они получали необходимую подготовку наравне с другими. Они дрались на общих основаниях с другими и после трех лет прекращали свои выступления на арене. Этим рабы отличались от осужденных насмерть преступников, которые дрались в Колизее без всякой надежды на выживание, подобно осужденным на ad bestias (растерзание дикими зверьми) или ad gladium ludi damnati (осужденные на смерть от меча).

Свободные граждане Рима, называвшиеся autorati, начиная с первого века н.э. добровольно становились гладиаторами и дрались на арене Колизея как профессионалы. Эти свободные граждане могли начать карьеру гладиатора, полностью подчинившись требованиям ланисты. Ланиста – человек, имевший в римском мире наиболее отвратительную профессию (даже ниже сутенеров или палачей), имел право жизни и смерти над ними, поскольку от гладиаторов требовалось принятие присяги о полном повиновении как обязательном условии приема в школу. Подготовка длилась в течение нескольких лет, после которого гладиатору разрешалось выйти на арену, так как публика требовала профессиональных зрелищ. В конце позднего Рима около половины всех гладиаторов составляли autorati (рис. 7).



Рисунок 7. Картина художника
Жерома Жан-Леона «В ожидании»

Для обеспечения безопасности зрителей в Колизее высота ограждения вокруг арены равнялась 4 метрам, с гладкой поверхностью и роликами сверху, чтобы предотвратить запрыгивание зверей через ограду на трибуны. К тому же, система сетей вокруг подиума служила дополнительной мерой безопасности.

Инженерная наука развивалась и на востоке. Здесь памятником инженерного искусства является Великая Китайская стена, протянувшаяся с небольшими разрывами на 2000 км. Ширина стены 6 м, высота 15–20 (рис. 9).

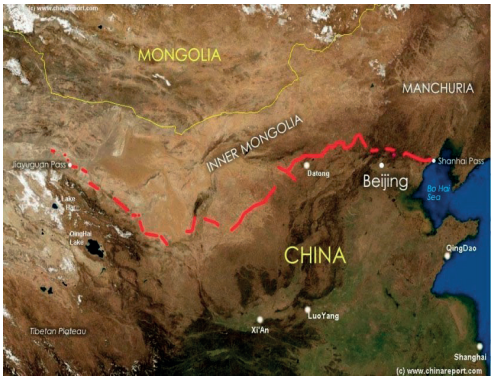


Рисунок 8. Карта Великой Китайской стены

Назначение ее не совсем понятно, так как защитить некие границы от врагов с ее помощью практически невозможно.



Рисунок 9. Великая Китайская стена

Стена называется китайской, хотя большинство исследователей считают, что она построена не китайцами, а более ранней цивилизацией.

Современные «чудеса света». В наше время также строятся огромные сооружения, в частности, дома-небоскребы в г. Дубае – столице Объединенных Арабских Эмиратов (ОАЭ). Это строение побило существующий на сегодняшний день мировой рекорд по высоте зданий, возведенных человеком, его высота достигает 630 метров (рис. 10).



Рисунок 10. Общий вид современного небоскреба «Дубайская башня»

В течение 45 лет мировой рекорд высотности держала американская телебашня KVLY-TV, построенная в 1963 году в Северной Дакоте. Высота этого объекта составляет 628,8 метра. Среди других высотных зданий в списке первых стоит 101-этажный небоскреб «Taipei-101» в тайваньской столице, возведенный в октябре 2003 года до высоты в 508 метров, и башня CN-Tower в Канаде, имеющая высоту 553,33 метра (рис. 11).

Но почивать на лаврах самого высокого здания в мире «Дубайской башне» придется недолго. Ее «земляк», сверхвысокий небоскреб «Аль Бурдж», расположенный на прибрежной части города, по окончании строительства, которое началось в 2007 году, может отнять у башни ее звание. По словам автора проекта, застройщика Аль Накхеля, высота здания может достигнуть 1200 метров.



Рисунок 11. Общий вид центра столицы ОАЭ г. Дубая

В данном случае необходимо представить, какие сложные задачи приходилось решать инженерам: рассчитать стержень на устойчивость под действием внешних и внутренних нагрузок, организовать подачу строительных материалов и создать необходимые коммуникации: водоснабжение, отопление, канализацию, вентиляцию, подъёмные механизмы, системы безопасности в случае ЧП, электроснабжение и многое другое. Эти задачи были решены и здания функционируют. Следовательно, инженерная наука в наше время очень хорошо развита и продолжает совершенствоваться.

ГЛАВА 1. ЗАРОЖДЕНИЕ И СТАНОВЛЕНИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В истории становления и развития производительных сил общества на различных этапах проблема инженерной деятельности занимает особое место. Инженерное дело прошло довольно непростой, исторически длительный путь становления.

Кстати, слово «инженер», означающее знания, гений, способность, талант, ум, остроумная выдумка, изобретательность (лат.) впервые стало использоваться для обозначения особого рода занятий в античном мире, по-видимому, не ранее III в. до н. э. Причем, так назывались лица, управляющие военными машинами, а также изобретатели этих машин. Менялось время, развивались производительные силы общества, расширялся объем понятия «инженер» и «инженерное дело», но неизменным оставалось одно – инженерами называли людей, связанных с созданием различной техники, ее разработкой и эксплуатацией, т. е. специалистов, обладающих техническими знаниями, способными создавать разнообразные технические структуры.

Но за многие века до того, как общественный способ производства сделал возможным и необходимым появление инженеров в полном смысле этого слова, перед людьми возникали инженерные задачи и находились индивиды, способные их решать. Ведь человеческая цивилизация основана на преобразовании природного мира с помощью орудий труда, то есть совокупности разнообразных технических средств. История их создания – одновременно и история инженерной деятельности и она относительно самостоятельна; ее нельзя свести ни к истории техники, ни к истории науки. Корни ее теряются в глубине прошедших тысячелетий. Зачастую мы можем догадываться, какого упорства и таланта требовал каждый новый шаг в освоении и преобразовании мира, какие творческие коллизии, взлеты и крушения скрыты от нашего взгляда дымкой веков. Данные археологических раскопок позволяют лишь очень приблизительно реконструировать уровень знаний и умений, доступных творцам техники далекого прошлого. Судить об особенностях инженерной деятельности давно ушедших поколений приходится по ее результатам, сохранившимся в натуре или хотя бы в описании. И техника может рассказать о своих создателях очень многое.

Кстати, возникает вопрос, что такое техника? Слово это настолько вошло в обиход, что задавать вопрос о его значении кажется, на первый взгляд, чуть ли не бестактным обвинением в невежестве. Но оказывается, что на самом деле термин этот воспринят нашим обыденным сознанием в довольно расплывчатом виде. Существует более 30 официальных определений.

Большинство современных исследователей считают, что под техникой надо понимать совокупность искусственно созданных средств деятельности людей. Техника создается и применяется в целях получения, передачи и превращения энергии, воздействия на предметы труда при создании материальных и культурных благ, сбора, хранения, переработки и передачи информации, исследования законов и явлений природы и общества, передвижения, управления обществом, обслуживания быта, обеспечения обороноспособности и ведения войн.

По своему происхождению именно техническая деятельность стала одним на первых видов социальной деятельности. Чтобы выжить, добыть пищу, защитить себя от диких животных, первобытные люди вынуждены были прибегнуть к помощи орудий. Переход к труду, основанному на применении орудий, первых примитивных технических средств, был необходим. Все доступные нам факты борьбы рода человеческого за выживание подтверждают, что техническое (технологическое) направление и характер цивилизации являются не случайностью и не ошибкой общественного развития, а единственно возможным его путем.

Изготовление орудий, переход к производству – это та грань, тот скачок, который позволил человечеству преодолеть пропасть, отделяющую животный мир от мира цивилизации. Длился этот скачок невообразимо долго: по сравнению с ним превращение желудя в вековой дуб кажется мгновенным взрывом.

Невзрачные камешки, покоящиеся на музейных стендах, обладают огромным историческим весом. Это зародыши мощного арсенала современной техники и технологии, материальной и духовной культуры человечества. Наряду с прочими, эти зародыши несут и ген инженерной деятельности. Ведь прежде чем техника, пусть даже самая что ни на есть простейшая, будет использована, она должна быть создана. Если даже впоследствии вещь, орудие труда изготавливались много раз, то когда-то же они были созданы впервые. Стало быть, неким далеким предком были не просто подмечены и использованы полезные качества природного предмета, но и найден путь к тому, как эти качества изменить, приспособить для удовлетворения человеческих нужд. А это уже предполагает элемент технического творчества, крупицы инженерного мышления.

Характер и содержание технической деятельности на ранних стадиях человеческой истории менялись крайне медленно; наверняка, технические новинки сотни раз находились и сотни раз утрачивались, погибали вместе с их изобретателями. Однако общее направление развития техники не вызывает сомнений. Тенденция к совершенствованию приемов труда, увеличению их эффективности явственно прослеживается хотя бы на примере количественного нарастания операций первобытной технологии. Так, первые галечные орудия получали тремя-десятью ударами, древнейшие ручные рубила – десятью-тридцатью ударами, ручные рубила правильной геометрической формы пятидесятью-восьмидесятью ударами. Изготавливая галечные сколы, наши далекие предки применили одну операцию – оббивку, а для производства рубила нужны были уже три операции: отщепление заготовки, оббивка, ретушь.

Шли тысячелетия, и вместе с ними неуклонно шел дальше и дальше технический прогресс. На границе между верхним и нижним древнекаменным веком (палеолитом), примерно 40–30 тысяч лет назад, завершается предыстория человеческого общества и начинается его история. Этот переход совершился во многом благодаря накопленным техническим достижениям.

Орудия труда, можно сказать, способствовали развитию человека и одновременно являлись показателем эволюции. Для создания любого инструмента необходимо четко представлять, из чего его можно сделать и как это можно сделать. Первый вопрос – к материаловедению, второй – к технологии.

Материаловедение как сумма знаний о различных характеристиках материалов, используемых для производства чего-либо, оценивает возможности применения того или иного природного или искусственного материала для изготовления какого-либо инструмента с заранее заданными характеристиками.

Технология как сумма знаний о совокупности производственных процессов выбирает производственный процесс, нужный для создания какого-либо инструмента с заранее заданными характеристиками.

Чтобы изготовить инструмент, необходимы знания по материаловедению и технологии.

Вся история орудий и инструмента, его создания, производства и применения неразрывно связана с развитием этих наук.

Первобытный человек сообразил, что если взять в руку камень, то можно увеличить силу удара руки. Так возник первый, древнейший, вид инструмента – ударный. Но камни в природе обычно имеют округлую форму. Человек заметил, что при падении с высоты или при сильном ударе по камню он раскалывается с образованием кусков уже другой формы. Был подобран ка-

мень, ударом другого камня по нему он был расколот на куски, и у них обнаружились острые кромки. Из получившихся кусков был выбран кусок, лучше всех ложившийся в руку и с удобно расположенной на нем режущей кромкой. Это было ручное рубило. Так возник второй вид инструмента – режущий.

Технология родилась именно в этом процессе. Применение этого рубила показало, что для успешной работы нужно искать достаточно твердые камни для его изготовления. Режущая кромка у мягких камней быстро затуплялась, что заставляло тратить время на изготовление другого рубила.

Материаловедение возникло из опыта сравнительной оценки различных камней для создания рубил с режущими кромками высокой стойкости и выбора соответствующего вида камня.

Опыт применения этого инструмента показал, что режущие свойства рубила обеспечиваются тем, что кромка имеет форму клина. Чем меньше угол при вершине этого клина, тем выше режущие свойства рубила.

Открытие клина и его режущих свойств было одним из великих изобретений человека. Оно стоит в одном ряду с открытием огня и умением добывать и использовать его, с изобретением колеса, рычага и т. д.

Материаловедение определило кремень – SiO_2 – как наилучший материал для изготовления режущих (и не только режущих) орудий. Широкое распространение в природе, несложность добычи его в нужном количестве, исходные свойства кремня: твердость, способность раскалываться на куски при ударе, а при умелом и точном ударе – на достаточно тонкие пластинки (отщепы) с превосходными режущими свойствами – обеспечили кремню успех как материалу для производства инструмента. Технология была достаточно проста: имеются два камня: кремень обрабатываемый и камень, которым обрабатывают, – отбойник. Ударами различной силы оббивали заготовку, стараясь получить с одной стороны ровное острое лезвие, с другой – округлый затыльник, удобно лежащий в руке.

Однако твердость кремня из достоинства при его использовании превращалась в недостаток при его обработке. Она требовала сильных и резких ударов по заготовке, что исключало создание ровного режущего лезвия. При обтесывании заготовки от нее отлетали пластинки кремня различных размеров с острыми краями, слишком маленькие для использования в качестве рубил, но вполне пригодные для резания. Они успешно шли в дело безо всякой дальнейшей обработки, так что безотходная технология – изобретение отнюдь не наших дней.

Из этих отщепов возник новый вид инструмента – скребок, которым было удобно очищать звериные шкуры от остатков мяса и жира. Да и дерево неплохо

резалось этим скребком. Длинные и тонкие отщепы стали применять как инструмент для прокалывания и высверливания отверстий в шкурах и дереве.

Начали появляться опыт и традиции. Создание новых видов инструментов, орудий требовало профессиональной и высококвалифицированной работы на постоянной основе. И в роду или уже в племени появился мастер, который выполнял эту работу. По своему социальному статусу в племени он стоял на третьем месте после вождя и шамана.

Технология обогатилась новой методикой подготовки кремня к обработке. Кремневый желвак заворачивался на время в мокрую шкуру, после чего с него легче оббивалась корка и яснее просматривалась структура поверхности кремня, определявшая, что именно из него будет сделано. Появилась и новая методика обработки. Она заключалась в нанесении несильных, но частых и точных ударов по заготовке. Такие удары отделяли от нее мелкие кусочки кремня, создавая инструмент с ровной и прямой режущей кромкой.

Еще одна новая методика –«контрретушь» – состояла в том, что по готовому уже инструменту, уложенному на массивную твердую «наковальню», наносились частые удары деревянной колотушкой – «ретушером», отбивая от инструмента совсем уже маленькие кусочки. Эта технология применялась в основном для заточки новых режущих инструментов и для переточки затупившихся (рис. 1.1).

Материаловедение предложило новые материалы для производства инструмента – кость и рог. Свойства этих материалов были близки к свойствам кремня за исключением твердости, но их обработка была проще, и они позволяли создать такие инструменты, которые невозможно было сделать из кремня.

Орудия труда древнекаменного века (палеолита). Апофеозом инженерной мысли каменного века стал лук. Человек, сообразивший, как использовать потенциальную энергию согнутой палки, натянувший на нее тетиву из жил животных и заострivший тонкую стрелу, совершил эпохальное техническое открытие.

Стоящие перед создателем лука и стрел сложности были двоякого рода: во-первых, необходимо было объединить разные технические элементы в одном орудии; во-вторых, осмыслить и доказать преимущества нового приспособления. Отметим, что преимущества лука по сравнению с прежними видами оружия были настолько очевидны, что он довольно скоро получил признание у разных племен и народов. И результат быстрого внедрения не замедлил сказаться – жизнь охотничьих племен заметно облегчилась, освободилось время для других видов деятельности.



Рисунок 1.1. Орудия охоты каменного века

Мезолит (среднекаменный век) ознаменовался созданием составных инструментов.

Ручное рубило. Составной инструмент – это рубило, соединенное с палкой. Так появился новый вид инструмента – топор, резко увеличивший силу удара режущей частью рубила. Вслед за этим был создан молот. В деревянную или костяную основу вставлялись небольшие кремневые отщепы с острыми кромками. Так, например, создавались ножи с высокими режущими свойствами.

Ассортимент инструментов все более расширяется, появляются специализированные инструменты, предназначенные для выполнения определенных операций, например, для шитья одежды из мехов и кожи – иголки с ушками, для деревообработки – резцы и т. д.

В производстве деревянного инструмента и орудий нашел применение и огонь. В результате обжига повышалась твердость дерева. Такая технология также предохраняла дерево от гниения.

Топор каменный. В это же время зарождались и основы эргономики. Рукояткам инструментов начали придавать такие формы, которые меньше утомляли руку при работе.

Чтобы выкопать съедобные травы и коренья, к палкам приделывали каменные и костяные остроконечники. Охотники изобрели десятки разных нако-

нечников для стрел. Острые – для крупных зверей, зазубренные – для мелкой дичи, птиц, рыб. А в пушных зверьков стреляли тупыми стрелами, чтобы не портить шкурку. Однако бурное расширение потребления кремня для производственных нужд привело к его дефициту. Возникшая ситуация предлагала два варианта действий: или активные поисково-разведочные работы новых месторождений кремня, или сокращение его расхода в производстве инструмента и орудий и повышение коэффициента его использования.



Рисунок 1.2. Использование рычага в земледельческих орудиях каменного века

Технология мезолитических инструментов и орудий – явилась выходом из сырьевого кризиса. Она стала следующим этапом в технологии производства составных инструментов. Уменьшились размеры инструментов, они стали изящнее по своим формам при сохранении свойств и даже их расширении. Упростилась технология производства наиболее распространенных инструментов, сократились расход и потери сырья, а также снизились затраты времени на производственный процесс.

Неолит, последняя стадия каменного века в истории инструмента, явился временем наивысшего развития технологий обработки камня, кости и рога. Были открыты свойства аналогов кремня – яшмы, диорита, нефрита и др. минералов, пригодных для производства инструментов и орудий. Особо нужно выделить обсидиан, или вулканическое стекло, – материал, непревзойденный по остроте режущих кромок его отщепов (рис. 1.3).

Подмеченная способность кварцевого песка и других природных абразивов оставлять глубокие царапины на кремневых орудиях привела к внедрению новых технологий: распиловки, черновой обдирки, шлифования и полировки кремня, кости и рога с применением абразивных материалов.

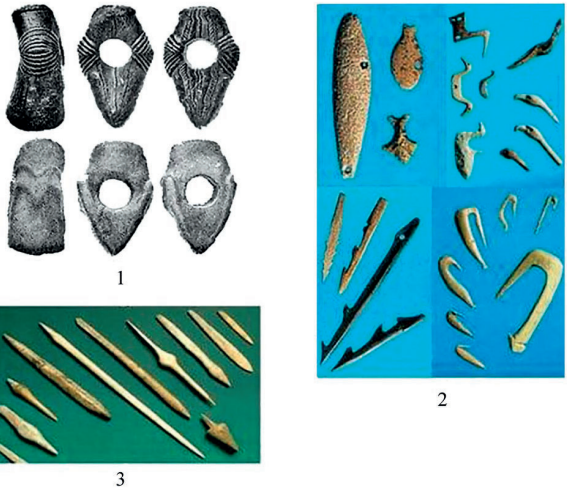


Рисунок 1.3. Орудия труда каменного века:
1 – топоры, 2 – приспособления для добычи рыбы,
3 – иглы и шила для швейных работ

Каменные инструменты, близкие по форме к современным, появились тогда, когда человек научился шлифовать, сверлить кремень, что позволило окончательно решить проблему надежного закрепления ручек в ударных инструментах (топорах, молотках и т. п.): в сквозные отверстия (так называемые всады) вставлялась и расклинивалась ручка инструмента. Применение абразивных материалов для заточки и полировки режущих лезвий каменных инструментов позволило довести их остроту до максимально возможного предела.

Основные инструменты (ножи, топоры, молотки, тесла и т. д.) приобрели знакомые нам современные формы.

Вслед за каменным наступил медный век. Люди довольно часто находили медные самородки. Из них и были сделаны орудия труда. Обрабатывая огнем различные камни, люди тех времен, возможно, случайно и выплавили медь. Это произошло примерно около 9000 лет до н. э.

Достоверно известно, что в конце VII тысячелетия до н. э. существовала металлургия меди и свинца. В IV тысячелетии до н. э. уже имело место широкое распространение изделий из меди. Медный век в истории человечества был достаточно кратким, так как медные изделия быстро выходили из строя (медь очень мягкий металл). Люди искали способы упрочнения медных изделий. Решение нашлось в комбинации меди и олова. Этот сплав называют брон-

зой. Прочность его оказалась достаточно высокой, и бронзовые изделия получила широкое распространение, а век впоследствии историки назвали бронзовым. Начало бронзового века датируется примерно 3000 годом до н. э., одновременно с оловом получил распространение сплав меди со свинцом.

Бронзовый век в истории длился около двух тысяч лет; именно в бронзовом веке зародились крупнейшие цивилизации древности. Орудия бронзового века были довольно совершенны. В известных поэмах Гомера «Одиссея» и «Илиада» герои использовали бронзовое оружие и инструменты.

Из новых видов инструментов, возникших в Древнем Египте и Междуречье, нужно назвать коловорот – инструмент для сверления отверстий. Египтяне широко применяли для соединения частей деревянных изделий деревянные же гвозди, для которых требовалось сверлить огромное количество отверстий в соединяемых деталях. Египтяне ввели в употребление и деревянный молоток, т. е. молоток с головкой из дерева. Этот молоток вполне годился для работы с деревянными гвоздями.



Рисунок 1.4. Оружие развитого бронзового века Европы

Вслед за бронзовым пришел железный век. Имеется множество фактов о том, что железо было знакомо людям почти с каменного века. Это было метеоритное железо, содержащее много никеля и поддающееся обработке в холодном состоянии (рис. 1.5).

Наиболее ранние находки железных предметов из метеоритного железа отмечены в Иране (VI–IV тыс. до н. э.), Ираке (V тыс. до н. э.) и Египте (IV тыс. до н. э.). Выплавляемое железо, скорее всего, было получено не преднамеренно, а как вторичный продукт сложной бронзово-литейной технологии, в которой как флюс использовалась железная руда. Орудия, изготовленные из железа, оказались лучше по качеству и более износостойкие, чем бронзовые. Это и определило начало распространения железа и положило начало новому веку – железному.

Повсеместное развитие новой технологии началось лишь тогда, когда люди научились добывать железо из руды. Согласно общераспространенному