

1. ОБЩЕТЕХНИЧЕСКИЙ КУРС

1.1. Основы экономики

Экономика возникла ещё в античном обществе, вначале как наука о домоводстве и домашнем хозяйстве. Впервые термин «экономия» был предложен Ксенофонтом. Этот термин встречался и у Аристотеля в 384–322 гг. до н. э. в книге «Политика».

С появлением капитализма возникла самостоятельная наука – политическая экономия. В центре ее внимания первоначально находилась сфера обращения, а не производство. Развитие мировой торговли способствовало повышению роли купечества. Выразителем интересов купечества стала первая научная школа в политической экономии меркантилизм (XVI–VIII вв.). Термин «политическая экономия» ввел в оборот француз Антуан де Монкретьен, опубликовав в 1615 г. «Трактат Политической экономии». Целью исследования меркантилистов (Томас Ман, Жан Батист Кольбер, А. Серра, С. Фортрей) были поиски источников буржуазного богатства, объектом наблюдения стала торговля, движение денег и товаров между отдельными странами. Литература меркантилизма носила в основном эмпирический характер, рассматривала развитие капитализма только в сфере обращения. В этом была ограниченность теории меркантилизма.

Развитие капитализма в Англии и во Франции подсказало источник богатства в сфере производства. Но так как ведущей отраслью этих стран было земледелие, то источник прироста капитала искали в земледелии, что обусловило появление новой теории «физиократизм» (власть природы). Родоначальниками этой теории были яркие, выдающиеся личности – французы Франсуа Кенэ (1694–1774), Анн Тюрго (1727–1781).

Становление машинного производства способствовало созданию теории адекватной материально-технической базы капитализма –

классической буржуазной политэкономии. Основоположником классической школы был Адам Смит (1723–1790). В своем главном труде «Исследование о природе и причинах богатства народов» (1776) А. Смит придавал решающее значение разделению труда как основному фактору повышения производительной силы. Труд, лежащий в основе разделения труда, является основным источником материального богатства при капитализме.

Проведенный А. Смитом анализ природы человека, взаимодействия и взаимосвязи человека и общества был положен в основу формулировки понятия «хомо экономикус» – «экономический человек». А. Смит считал, что основным стимулом экономической активности человека является личный интерес. Реализовать свой интерес человек может только путем обмена с другими людьми результатами своей экономической активности, то есть, работая и участвуя в процессе разделения труда. Люди, преследуя личные интересы, удовлетворяют потребности друг друга. Процветание общества именно таким образом возможно только на пути индивидуального благополучия, а личный интерес, ведущий к достижению этого благополучия, настолько мощный стимул, что может преодолеть сотни препятствий. Отдельный человек, стремясь к приумножению личного капитала, не думает об общественных интересах, и в этом случае, как и во многих других, он невидимой рукой направляется к цели, которая совсем и не входила в его намерения. Преследуя свои собственные интересы, человек часто более действенным образом служит интересам общества, чем тогда, когда сознательно стремится сделать это.

Основой экономического учения А. Смита был принцип свободной конкуренции. Только при свободном передвижении капитала, товаров, денег и людей ресурсы общества могут использоваться оптимально. Политика свободной конкуренции, или естественной свободы, по А. Смицу, была фундаментально обоснована в его теории и включала следующие элементы:

- свободное движение рабочей силы;
- свободную торговлю землей;

- отмену правительственной регламентации функционирования промышленности и внутренней торговли;
- свободу внешней торговли.

Экономическая политика многих стран через столетия взяла на вооружение теорию А. Смита и добилась больших успехов в экономическом развитии.

Виднейшим представителем английской классической политической экономии стал Давид Рикардо, опубликовавший свои работы в начале XIX в. Отличительной чертой его научной системы стало признание закона стоимости (ценности) как фундамента, на котором выстраивается в единое целое теория политической экономии.

Д. Рикардо считал сферу производства источником ценности и доходов и в своей концепции распределения показал динамизм экономической жизни. Капитализм является рациональной системой производства, а норма прибыли – стимулом капиталистической динамики.

Развитие капитализма несло с собой сильные внутренние противоречия и рождало борьбу между пролетариатом и буржуазией. Карлом Марксом (1818–1883) и Фридрихом Энгельсом (1820–1895) впервые была предпринята попытка рассмотреть капитализм с позиции пролетариата. Их теоретическая концепция получила обобщенное название марксизм. В рамках этой концепции было сформулировано учение об общественно-экономических формациях, продолжено исследование трудовой теории стоимости (ценности), начало которому было положено Д. Рикардо. Также была разработана теория цены производства, сформулирована позиция по проблемам противоречия товара, двойственного характера труда, закона стоимости (ценности) как закона движения товарного производства.

Во второй половине XIX в. складываются предпосылки для смены парадигмы экономической науки. Разработка общих принципов политической экономии заменяется исследованием различных проблем экономической практики, качественный анализ заменяется количественным. Экономисты все

чаще стремятся оптимизировать ограниченные ресурсы, широко применяя для этого теорию предельных величин. Теория предельных величин, или маржинальная теория (от англ. marginal предельный), была создана экономистами австрийской школы Карлом Менгером (1840–1921), Фридрихом фон Визером (1851–1926), Бем-Баверком (1851–1914). Теория маржинализма – это экономический анализ преимущественно с точки зрения психологии отдельного субъекта, вовлеченного в хозяйственные отношения. Каждый субъект руководствуется прежде всего собственными оценками предельных выгод и предельных потерь от участия или неучастия в экономическом процессе. На базе таких оценок в данной теории объясняются издержки производства, спрос и предложение, цена. Широко применяемые предельные величины, математические формулы, графики, функциональные взаимозависимости экономических процессов стали органичными элементами экономических исследований и вызвали изменения в названии самой науки. Понятие «политическая экономия» вытесняется понятием «экономикс». Под «экономикс» понимается аналитическая наука об использовании людьми ограниченных ресурсов (таких, как земля, труд, капитал, предпринимательские способности) для производства различных товаров и услуг, их распределение и обмен между членами общества в целях потребления.

Термин «экономикс» связан с именем английского экономиста Альфреда Маршалла (1842–1924). Его основной труд – «Принципы экономики», предметом которого является не теория системности, а теория цены. Механизм ценообразования, по Маршаллу, рассматривается как соотношение спроса и предложения. В основу теории спроса А. Маршалл положил маржинализм – учение о предельной полезности, а в основу теории предложения – концепцию факторов производства, дополненную позднее теорией предельной производительности. Если классики политической экономии стремились к выявлению прежде всего объективных закономерностей, то А. Маршалл исходил из субъективных оценок

хозяйствующих субъектов. Теория маржинализма, положенная А. Маршаллом в основу анализа взаимосвязи цены и спроса на конкретные товары, послужила появлению нового направления экономической теории – неоклассического.

Выдающийся английский экономист Джон Мейнард Кейнс (1883–1946), опубликовав в 1936 г. работу «Общая теория занятости, процента и денег», совершил подлинную революцию в экономической теории. С его именем связано появление нового направления кейнсианства, поставившего в центр внимания проблемы макроэкономики. Д. Кейнс отказался от некоторых основных положений неоклассического учения, в частности от рассмотрения рынка как идеального саморегулирующегося механизма. Рынок, с точки зрения Кейнса, не может обеспечить «эффективный спрос», и государство должно его стимулировать при помощи кредитно-денежной и бюджетной политики. Эта политика должна поощрять частные инвестиции и рост потребительских расходов, чтобы способствовать росту национального дохода.

Кейнсианская теория не смогла вытеснить неоклассическую теорию, и предлагаемые Д. Кейнсом способы были недостаточно эффективны: невозможно одновременно остановить инфляцию, падение производства и увеличение безработицы.

Важнейшим направлением современной экономической науки является концепция монетаризма, которая рассматривает рынок как саморегулирующуюся систему и выступает против чрезмерного вмешательства государства в экономику. Особенностью этого учения является значительное внимание монетаристов к денежной массе, находящейся в обращении, которую они считают определяющим фактором развития экономики. Автором монетарной теории является американский экономист Милтон Фридмен (1912).

Новым явлением в экономической науке первой трети XX в. стала концепция институционализма в ее различных модификациях.

Название концепции (от лат. *institutum* установление, устройство, учреждение) служит иллюстрацией желания авторов дать системный анализ процессов и явлений, называемых ими институтами. Причем содержание понятия «институт» в трактовке авторов концепции является очень широким и может включать и государство, и конкуренцию, и монополии, и налоги, и устойчивый образ мышления, и юридические нормы.

В зависимости от понимания сущности института в экономической науке различают модификации институционализма.

Американец Торстейн Веблен является автором теории социально-психологического институционализма. Для стадий человеческой цивилизации – ремесленное и машинное производство имеют основополагающее значение.

Представитель американской экономической науки Джон Коммонс – автор теории социально-правового институционализма – полагал, что основой экономического развития являются юридические отношения.

Американский ученый Уэсли Митчелл являлся представителем школы конъюнктуроведения – еще одной модификации институционализма. У. Митчелл систематизировал большой фактический материал и сформулировал методы прогнозирования количественных изменений в экономике.

В последние три десятилетия получила развитие и новая разновидность институционализма неoinституционализм, или новая институциональная экономика. Предметом ее исследования стали такие области экономического анализа, как теория трансакционных издержек, экономическая теория прав собственности (Рональд Коуз, США), теория общественного выбора (Джеймс Бьюкенен, США) и некоторые другие направления.

Следующий этап развития (эволюции) экономической науки представлен работами теоретиков экономического либерализма XX в. – австрийского профессора Людвиг фон Л. Мизеса и его ученика австро-американского профессора Фридриха Августа фон Хайека.

Профессор Фридрих Хайек, как и его учитель, отличался бескомпромиссностью в отстаивании концепции экономического либерализма. Он является автором работ «Использование разума и злоупотребление им: контрреволюция науки» (1959), «Нации и золото» (1988), «Деньги и нации» (1988), «Экономические исследования» (1988), «Денежная теория и колебания промышленного производства» (1933).

Работы Фридриха Хайека являются теоретической основой критики тоталитаризма во всех его многочисленных проявлениях, с которым столкнулись многие страны в XX в.

В 1956 г. вышла в свет книга «Благосостояние для всех». Автором ее был практикующий теоретик Людвиг Эрхард, «отец» немецкого экономического чуда, послужившего моделью еще ряда «чудес» XX в. – южнокорейского, тайваньского и испанского.

Основываясь на теории неолиберализма, профессор Эрхард создал собственную концепцию социального рыночного хозяйства и воплотил ее на практике, обозначив тем самым новый этап развития экономической теории и ее реальных социальных результатов.

Американский экономист русского происхождения Василий Леонтьев является одним из крупнейших ученых нашего времени. В первую очередь его имя связано с таким направлением экономической теории, как создание модели «затраты – выпуск», отражающей идею равенства между наличными ресурсами и их использованием.

В настоящее время при разработке экономических концепций значительное внимание уделяется вопросам стабильности экономики. Большой интерес в связи с этим вызывают работы Х. Мински, автора «финансовой теории инвестиций» и концепции «финансовой нестабильности». Х. Мински полагает, что для проведения эффективной экономической политики требуется осмысление процессов накопления капитала в современных условиях. Поэтому непосредственной миссией экономической науки, на его взгляд, является разработка теорий,

объясняющих краткосрочные макроэкономические изменения и эволюцию экономики в долгосрочном периоде. Он настаивает на институциональном реформировании финансовой системы, на регулировании экономики, утверждая, что «нерегулируемые рынки являются изначально нестабильными и могут продуцировать нежелательное распределение доходов».

1.1.1. Предмет и метод экономики

В ходе развития экономической науки ее предмет определялся по-разному.

- Меркантилисты считали ее предметом деятельность, связанную с торговлей и притоком денег в страну.
- Классики политэкономии рассматривали ее как науку о богатстве.
- Марксисты исследовали диалектику производительных сил и производственных отношений и изучали законы, управляющие производством, распределением, обменом и потреблением жизненных благ на различных ступенях развития человеческого общества.
- Маржиналисты и неоклассики связали деятельность с использованием редких (ограниченных) ресурсов в условиях рыночного хозяйства.
- Сторонники Дж. Кейнса считали предметом изучения формирование экономической политики государства.
- Для институционалистов предметом изучения является не «экономический человек», а всесторонне развитая личность. Понять и оценить тенденцию развития общества можно, руководствуясь как экономикой, так и социальной психологией, правом, политологией и другими гуманитарными науками.

Общепризнанным определением предмета экономической науки, присутствующим в любом учебнике по экономике, является определение,

данное английским экономистом П. Роббинсом: это наука, изучающая поведение человека в условиях ограниченности ресурсов и альтернативности возможностей их использования.

Экономическая наука использует широкий спектр методов научного познания. Наиболее важным из них является метод научной абстракции. Он состоит в очищении объекта исследования от случайного, временного и определении постоянных, типичных, характерных черт. С помощью метода абстракции формируются научные категории, выражающие наиболее существенные стороны исследуемых объектов, и строятся экономические модели.

В процессе экономического моделирования учитываются наиболее устойчивые внутренние и внешние связи экономических систем.

При создании моделей значение имеет функциональный анализ. Для этого используется соответствующий раздел математики, посвященный изучению функций. Функции – это зависимости между переменными величинами. Функции встречаются в технике, геометрии, физике, химии, экономике и др. Изучая функции, мы исследуем конкретные явления, которые они описывают. Интересно, что одна и та же функция может описывать явления совершенно различной природы.

В экономической жизни общества также наблюдаются явления, связанные между собой. Если при этом одна переменная величина зависит, вследствие определенных закономерностей, от другой переменной величины, то говорят о функциональной связи между этими явлениями. Например, если повышается цена на какой-либо товар, то (при прочих равных условиях) величина спроса на него уменьшается. Следовательно, можно говорить о функциональной связи между ценой и спросом. В данном случае спрос зависит от цены. При этом цена является независимой переменной, или аргументом, а спрос – зависимой переменной, или функцией. Можно выразиться кратко: спрос есть функция цены. Однако аргумент и функция

могут меняться местами: ведь чем выше спрос, тем (при прочих равных условиях) выше цена. В таком случае цена есть функция спроса.

Выражение «при прочих равных условиях», часто встречающееся в наших рассуждениях, не случайно. Ведь в реальной жизни спрос, например, зависит от множества переменных и не только от цены (от дохода потребителей, ожидания инфляции, цен на другие товары и т. д.). Следовательно, чтобы выяснить воздействие на спрос только одного фактора, нужно позаботиться о «чистоте эксперимента», что и означает принцип «при прочих равных условиях».

Любой объект реально существует в системе взаимосвязей, для исследования которых используются методы индукции и дедукции. Индукция – это движение мысли от частных умозаключений к общим. Дедукция – движение мышления от общих положений к частным определениям.

Принято различать позитивный анализ и нормативный анализ (иногда говорят о позитивной и нормативной экономической теории). Позитивный анализ исследует взаимосвязи экономических явлений в том виде, в каком они есть: например, рост цен на товар ведет к уменьшению спроса на него (при прочих равных условиях). В этом утверждении нет никаких нормативных, то есть оценочных, суждений, это просто констатация факта. При этом не говорится, справедливо это или нет, плохо или хорошо. В этом смысле позитивный анализ в экономической теории ничем не отличается от метода исследования в физике или химии. Нормативный подход основан на исследовании того, как должно быть. Поэтому здесь даются оценки: справедливо или несправедливо, плохо или хорошо, допустимо или недопустимо. Например, такое утверждение, как «неравенство в доходах в системе рыночного хозяйства несправедливо» или «мы столкнулись с недопустимо высоким уровнем безработицы» – типичные образцы нормативного анализа. С оценочными суждениями постоянно приходится

сталкиваться правительству, государственным деятелям при разработке экономической политики.

Экономико-математическое моделирование, являясь одним из системных методов исследования, позволяет в строгой форме определить причины изменений экономических явлений, закономерности этих изменений, их последствия, а также делает возможным прогнозирование экономических процессов.

Разделы экономической науки, с точки зрения объекта исследования, можно подразделить на «микроэкономику» и «макроэкономику».

Микроэкономикой называется анализ причин, закономерностей и последствий функционирования отдельных субъектов в рыночной экономике (например, промышленной фирмы, семейной фирмы и т. п.).

Макроэкономика рассматривает совокупные показатели в целом, такие как доходы, занятость, динамика цен, и определяет закономерности государственной экономической политики.

Наиболее важными функциями экономической теории являются:

- 1) познавательная;
- 2) методологическая;
- 3) практическая;
- 4) прогностическая.

1.1.2. Потребности, блага, ресурсы

В самом общем виде экономическая деятельность людей направлена на удовлетворение их потребностей, и поэтому включает в себя такие компоненты, как потребности, блага, ресурсы и способы их использования.

Под экономическими потребностями (economic needs) обычно понимается недостаток чего-либо необходимого для поддержания жизнедеятельности и развития личности, фирмы и общества в целом.

Именно экономические потребности выступают как внутренний побудитель активной деятельности человека. Потребности подразделяются

на первичные, удовлетворяющие жизненно важные потребности человека (пища, одежда и др.), и вторичные, к которым относятся все остальные потребности (например, потребности досуга: кино, театр, спорт и т. д.). Первичные потребности не могут быть заменены одна другой, вторичные – могут.

Экономические блага делятся на долговременные, предполагающие многократное использование (автомобиль, книга, электроприборы, видеофильмы и т. д.), и недолговременные, исчезающие в процессе разового потребления (хлеб, мясо, напитки, спички и т. п.). Среди благ выделяют взаимозаменяемые (субституты) и взаимодополняемые (комплементарные). К субститутам относятся не только многие потребительские товары и производственные ресурсы, но и услуги транспорта (поезд, самолет, автомобиль), сферы досуга (кино, театр, цирк) и т. д. Примерами комплементарных товаров являются стол и стул, автомобиль и бензин, ручка и бумага.

Экономические ресурсы (или факторы производства) (economic resources) – это элементы, используемые для производства экономических благ. К важнейшим из них в современном обществе относятся земля, труд, капитал (в том числе его организация), предпринимательские способности и информация.

Земля, естественные ресурсы – природные условия, необходимые для производства товаров и услуг. Труд – выступает как трудовые ресурсы всех работающих. Капитал – любой ресурс, создаваемый с целью производства большего количества экономических благ. Существует две формы капитала: основной капитал – реальные активы длительного пользования, т.е. участвующие в нескольких производственных циклах (здания, сооружения, машины, оборудование); оборотный капитал – активы, участвующие в одном производственном цикле (денежные средства, готовая продукция, сырьё).

Под предпринимательскими способностями обычно понимают управленческие способности, а также способности создавать новшества и идти на риск.

Информация – сведения об окружающем мире и протекающих в нём процессах; сообщения (сигналы), осведомляющие о состоянии чего-либо, о значении величин.

Знания – информация, усвоенная человеком.

Индивид, как и общество в целом, живет в мире ограниченных возможностей. Ограничены физические и интеллектуальные способности человека, имеющиеся в его распоряжении средства производства, информация и даже время, которым он располагает для удовлетворения своих потребностей. С проблемой ограниченности ресурсов сталкиваются также фирмы и общество в целом.

Такие ресурсы, как земля, труд, капитал, в известной мере взаимозаменяемы, что находит свое выражение в производственной функции. В наиболее общем виде она выглядит следующим образом:

$$Q = f(F_1, F_2, \dots, F_n),$$

где Q – объем производства; F_1, F_2, \dots, F_n – используемые производственные ресурсы.

Множественность экономических целей при ограниченности ресурсов ставит проблему экономического выбора (economic choice) – выбора наилучшего из альтернативных вариантов их использования, при котором достигается максимальное удовлетворение потребностей при данных затратах. Перед каждым человеком, фирмой и обществом в целом возникают проблемы: что, как и для кого производить, т. е. как определить условия и направления использования ограниченных ресурсов. Экономическая наука при этом не только пытается зафиксировать то, что есть, но и разрабатывает наилучшие варианты решения возникших проблем.

В реальной действительности люди всегда сталкиваются с альтернативными издержками. Производство одного продукта означает отказ от другого. Рациональный человек должен подсчитать не только будущие затраты, но и издержки неиспользованных производственных возможностей, чтобы сделать оптимальный экономический выбор. Издержки одного блага,

выраженные в другом благе, которым пришлось пренебречь (пожертвовать), называются альтернативными издержками (opportunity costs), издержками неиспользованных возможностей или вмененными издержками.

1.2. Черчение

1.2.1. Значение предмета. Назначение стандартов. Система стандартов

Умение понимать язык чертежа, работать с чертежом и совершенствовать объект чертежа являются обязательными для каждого квалифицированного специалиста, связанного с эксплуатацией и ремонтом машин. Правильное понимание сведений и данных, приведённых в чертеже - непереносимое условие изготовления качественных деталей, механизмов и устройств.

Каждый чертёж определяет конструкцию того или иного объекта (детали, механизма) и содержит все необходимые сведения для его разработки, изготовления, монтажа (сборки), контроля, эксплуатации и ремонта. При выполнении чертежей используются стандарты, позволяющие грамотно их оформить и читать, которые объединены в комплекс под названием «Единая система конструкторской документации» (ЕСКД). Стандарты относятся к нормативной документации, устанавливающей единые правила выполнения и оформления конструкторских документов.

Стандарты ЕСКД подразделяются на следующие классификационные группы, каждой из которых присвоен шифр (0,...,9):

0. Общие положения.
1. Основные положения.
2. Классификация и обозначение изделий в конструкторских документах.
3. Общие правила выполнения чертежей.

4. Правила выполнения чертежей изделий машиностроения и приборостроения.
5. Правила обращения конструкторских документов (учет, хранение, дублирование, внесение изменений).
6. Правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации.
7. Правила выполнения схем.
8. Правила выполнения документов строительных и судостроения.
9. Прочие стандарты.

1.2.2. Обозначение стандартов ЕСКД

Все стандарты ЕСКД имеют следующую структуру обозначения:

ГОСТ 2. ABC – DE, где 2 – номер, присвоенный всему комплексу ЕСКД;

ABC – номер стандарта (А – шифр классификационной группы, BC – порядковый номер в данной группе); DE – последние две цифры года регистрации.




Например: ГОСТ 2.301-68 означает

2 – принадлежность к ЕСКД; 3 – классификационную группу - Общие правила выполнения чертежей; 01 – первый номер стандарта в группе; 68 – год издания 1968.

1.2.3. Общие правила оформления чертежей. Единая система конструкторской документации

При оформлении чертежей применяют различные линии, назначение и начертание которых установлено ГОСТ 2.303-68 (Таблица 1.1).

Таблица 1.1. Виды и начертание основных линий

Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
1. Сплошная толстая основная			<p>Линии видимого контура</p> <p>Линии перехода видимые</p> <p>Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза)</p>
2. Сплошная тонкая		$\frac{\delta}{3} \text{ до } \frac{\delta}{2}$	<p>Линии контура наложенного сечения</p> <p>Линии размерные и выносные</p> <p>Линии штриховки</p> <p>Линии-выноски</p> <p>Полки линий-выносок и подчеркивание надписей</p> <p>Линии для изображения пограничных деталей ("обстановка")</p> <p>Линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях</p> <p>Линии перехода воображаемые</p> <p>Следы плоскостей, линии построения характерных точек при специальных построениях</p>
3. Сплошная волнистая			<p>Линии обрыва</p> <p>Линии разграничения и разреза</p>

4. Штриховая			<p>Линии невидимого контура</p>
5. Штрихпунктирная тонкая		<p>От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$</p>	<p>Линии перехода невидимые Линии осевые и центровые</p>
6. Штрихпунктирная утолщенная		<p>От $\frac{s}{3}$ до $\frac{2}{3}s$</p>	<p>Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью ("наложенная проекция")</p>
7. Разомкнутая		<p>От до $1\frac{1}{2}s$</p>	<p>Линии сечений</p>
8. Сплошная тонкая с изломами		<p>От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$</p>	<p>Длинные линии обрыва</p>
9. Штрихпунктирная с двумя точками тонкая		<p>От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$</p>	<p>Линии сгиба на развертках</p> <p>Линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях Линии для изображения развертки,</p>

			совмещенной видом	с
--	--	--	----------------------	---

1.2.4. Форматы

Чертежи выполняются на листах бумаги определённых форматов, размеры которых установлены ГОСТ 2.301-68. Основные форматы представлены в таблице 1.2:

Таблица 1.2. Основные форматы (обозначения и размеры)

Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
A0	841x1189
A1	594x 841
A2	420x594
A3	297x420
A4	210x297

Формат A0 принят за исходный, остальные получают делением предыдущего формата на две равные части параллельно внешней стороне.

Формат листа определяется размерами внешней рамки, выполненной тонкой линией (Рисунок 1.1).

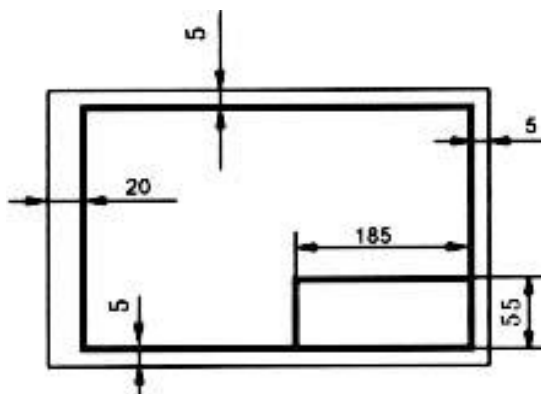


Рис. 1.1. Размеры внешней рамки

Поле чертежа ограничивается сплошной толстой основной линией – рамкой. Линии рамки с трёх сторон (сверху, снизу и справа) отстоят от краёв формата на 5 мм, а слева – на 20 мм (Рисунок 1.1). Полоса слева используется для подшивки чертежа.

Оформление листа формата А1 представлено на рисунках 1.2. и 1.3. Основная надпись может располагаться вдоль короткой или вдоль длинной стороны формата.

Основную надпись располагают в правом нижнем углу вплотную к рамке поля чертежа. Для всех чертежей ГОСТ 2.104-68* устанавливает единую форму, размеры и порядок оформления основной надписи. На листах А4 основную надпись располагают только вдоль короткой стороны. Форма и размеры основной надписи приведены на рисунке 1.4.

Основная надпись содержит графы, выполняемые чертёжным шрифтом:

- наименование изделия;
- обозначение номера чертежа;
- обозначение материала детали;
- масштаб изображения на чертеже;
- фамилии лиц, выполнивших и подписавших чертёж;
- дата подписания и т.д.

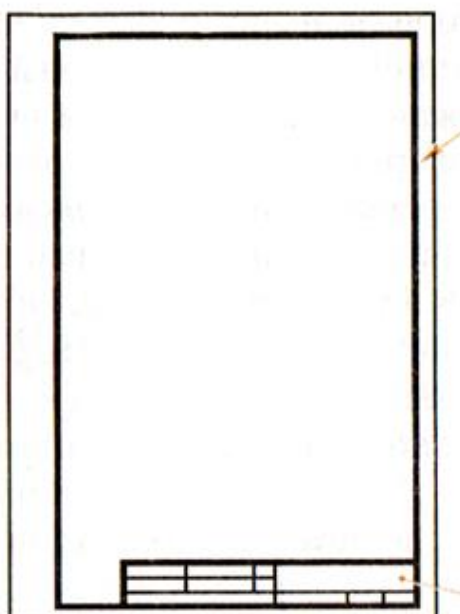


Рис. 1.2. Оформление листа формата А4

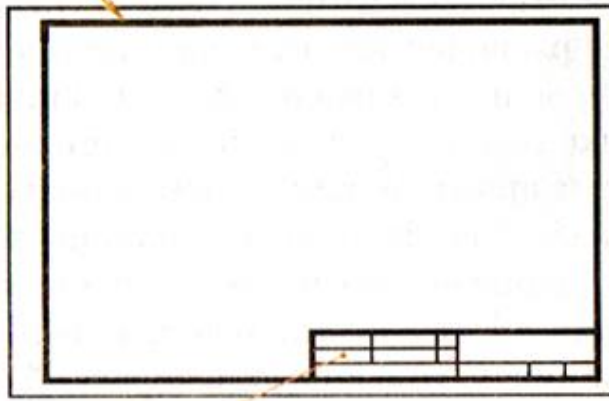


Рис. 1.3. Оформление листа формата А4

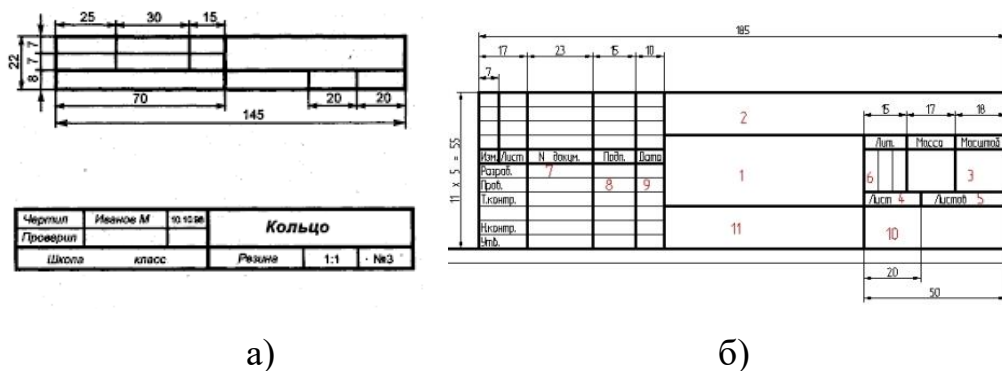


Рис. 1.4. Форма и размеры основной надписи. а) Образец основной надписи для первого листа документов; б) Образец формы основной надписи для второго и последующих листов

1.2.5. Чертёжные шрифты

Шрифт – графическая форма изображения букв, цифр и условных знаков, используемая для выполнения технического документа. Выполнение их должно соответствовать ГОСТ 2.304 – 81.

Размер (номер) шрифта обозначается буквой h и определяется высотой прописных букв в миллиметрах. Размер чертёжного шрифта, т.е. высота букв определена стандартом.

Стандарт устанавливает два типа шрифтов: А и В. В машиностроительном черчении наиболее распространён чертёжный шрифт типа В с наклоном под углом 75°. Толщина линий букв и цифр шрифта В равна 1/10 h.

Начертание букв русского алфавита прописных и строчных шрифтом типа Б с наклоном, а также арабских цифр, используемых при указании размеров и условных знаков, и также образец надписи приведено на рисунке 1.5.



Рис. 1.5. Шрифт чертежный типа Б с наклоном около 75° (ГОСТ 2.304-81*)

1.2.6. Геометрические построения. Основы проекционного черчения

На практике часто приходится выполнять геометрические построения. Это необходимо не только при составлении чертежа, но и при выполнении разметки перед изготовлением детали, при подготовке инструмента для её контроля в процессе обработки и эксплуатации. Поэтому важно уметь выполнять точные геометрические построения.

На практике проведение прямой, параллельной заданной, выполняется с помощью чертёжных инструментов: двух угольников или линейки и угольника.

Угол 90° рационально строить с помощью рейсшины и угольника (Рис. 1.6). Для этого достаточно, проведя прямую линию, восставить к ней перпендикуляр с помощью угольника (Рис. 1.6, а). Рационально

перпендикуляр к отрезку наклонной строить, передвигая (Рис. 1.6, б) или поворачивая (Рис. 1.6, в) угольник.

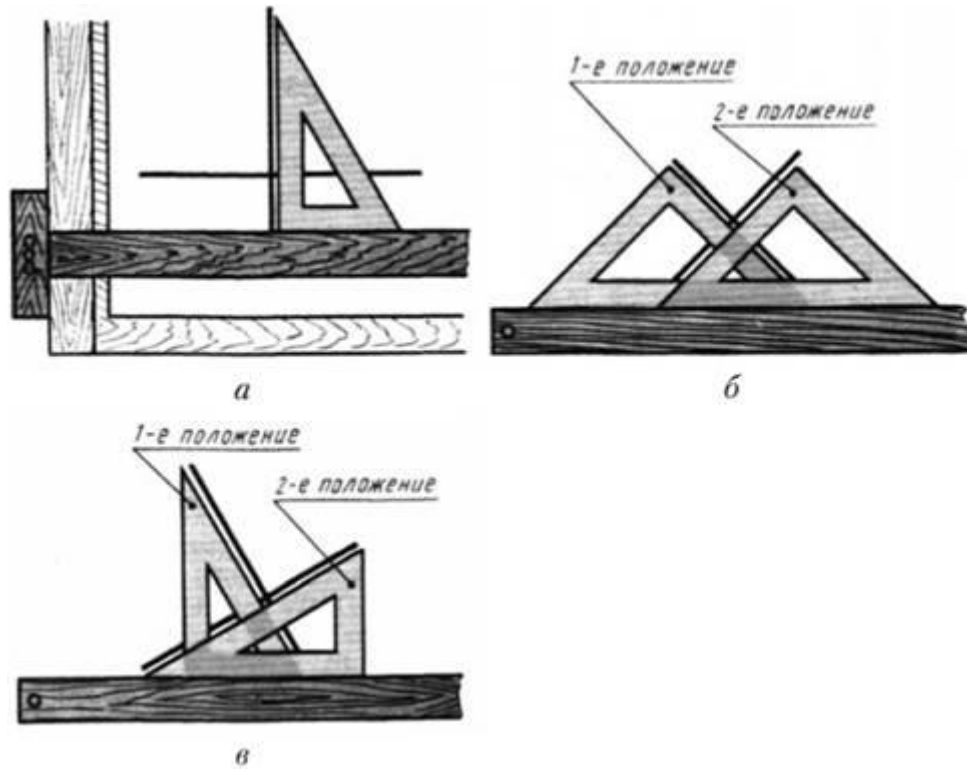


Рис. 1.6. Построение прямых углов с помощью угольников

Рассмотрим деление отрезка прямой. Пусть отрезок АВ требуется разделить на пять равных частей. Для этого из любого конца отрезка (из точки А) проведём под острым углом к отрезку прямую линию, на которой откладываем пять равных отрезков произвольной величины. Точку 5 соединяем с точкой В (концом данного отрезка) заданной прямой. Из точек 1, 2, 3, 4 проведём ряд параллельных прямой 5А, которые, пересекая отрезок АВ, разделят его на пять равных частей (Рисунок 1.7).

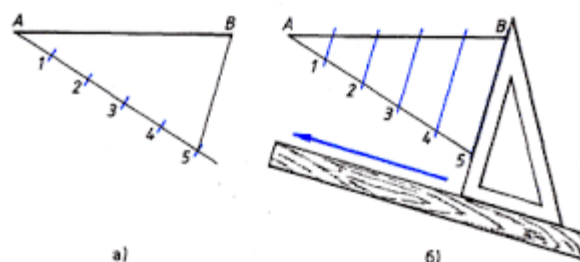


Рис. 1.7. Деление отрезка на пять равных частей

Рассмотрим деление окружности на равные части. Деление окружности на три и шесть равных частей выполняется в следующей последовательности (Рисунок 1.8а, 1.8г):

Деление окружности на три равные части производится следующим образом. Точка А (Рисунок 1.8а) принимается за центр, из которого проводится дуга, радиус которой равен радиусу окружности. Проведенная дуга пересечет окружность в точках С и Д. Дуги С-В, В-Д, Д-С являются третьей частью окружности. Соединив точки С, В и Д, получим правильный треугольник (Рисунок 1.8а).

Деление окружности на 4 равные части. Строим центровые линии, проводим окружность и определяем точки А, В, С, Д (концы диаметров), которые делят окружность на четыре равные части. Соединив отрезками прямых линий найденные точки, получаем правильный четырёхугольник (квадрат), вписанный в окружность (Рисунок 1.8б).

Деление окружности на пять равных частей выполняется так: находим середину радиуса окружности ОВ (точка Е). Приняв точку В за центр, проведем дугу, радиус которой равен радиусу окружности, до пересечения ее с горизонтальным диаметром в точке О. Отрезок СЕ есть сторона пятиугольника. Отрезок ОЕ соответствует стороне правильного вписанного десятиугольника. Отложив величину, равную $1/5$ окружности, разделим ее на пять равных частей. Соединив последовательно засечки (вершины пятиугольника) отрезками прямых линий, получим правильный пятиугольник (Рисунок 1.8в).

Для деления окружности на шесть равных частей используют равенство сторон правильного шестиугольника радиусу описанной окружности, т. е. если дана окружность, то из концов одного из её диаметров (точек А и Е), как из центров, проводят дуги, равные радиусу окружности. Точки пересечения этих дуг с окружностью разделят её на шесть равных

частей. Соединив данные точки отрезками в соответствующей последовательности, получаем правильный шестиугольник, каждая сторона которого равна радиусу окружности (Рисунок 1.8г).

Зная основы таких построений, можно разделить окружность на любое количество частей, используя правила вписанного и описанного многоугольника.

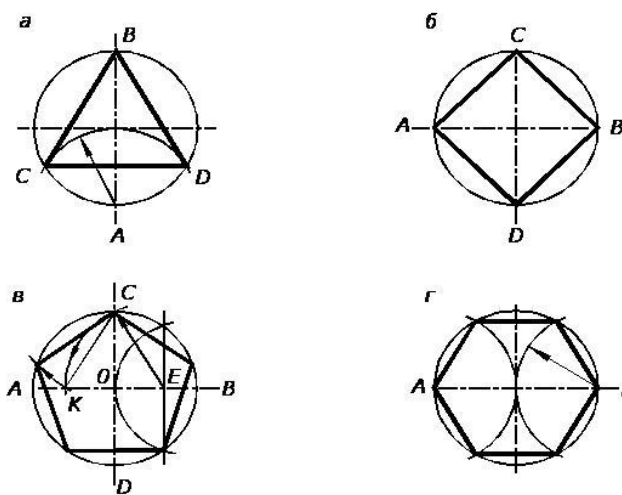


Рис. 1.8. Деление окружности на части

Сущность проецирования на плоскости.

Изображение пространственного объекта путём проведения линий на плоскости называют чертежом.

Геометрический объект (фигура) – это некоторое множество точек, объединённых между собой определёнными условиями. Для того чтобы отобразить весь геометрический объект, необходимо отобразить каждую из составляющих его точек. Способ, который используется для изображения геометрического объекта, называется метод проецирования. Результат этого действия называют проекцией.

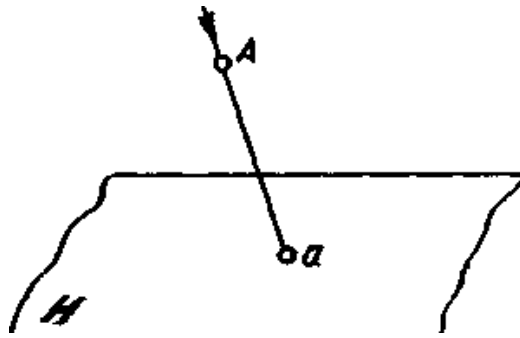


Рис. 1.9. Проецирование точки на плоскость

Способ прямого проецирования является одним из приёмов отображения. Пусть в пространстве имеется точка A (Рисунок 1.9). Для получения проекции (отображения) этой точки на плоскость необходимо провести из неё проецирующий луч перпендикулярно к плоскости. Точка a , в которой проецирующий луч пересекает плоскость проекций, является проекцией точки A на плоскость H .

Принято использовать систему двух взаимно-перпендикулярных плоскостей проекций, предложенную Г. Монжем в 1799 г. (Рисунок 1.10). Одна из них, расположенная горизонтально, называется горизонтальной плоскостью проекций, а вторая, расположенная вертикально, - фронтальной плоскостью проекций. Линия пересечения плоскостей (XO) называется осью проекций (Рисунок 1.10).

Для получения проекции точки A в системе двух взаимно-перпендикулярных плоскостей выполняют проецирование на каждую плоскость. Пересечение проецирующего луча с горизонтальной плоскостью проекций определяет положение горизонтальной проекции точки a , пересечение проецирующего луча с вертикальной плоскостью проекций даст её фронтальную проекцию a' .

Но пользоваться такими изображениями трудно, поэтому перешли к такому изображению, где обе проекции располагаются в одной плоскости. Для этого горизонтальную и фронтальную плоскости совмещают, т. е. при неподвижной фронтальной плоскости проекций горизонтальную поворачивают вокруг оси X так, чтобы передняя часть плоскости Π_1

опустилась (задняя часть плоскости Π_1 при этом поднимется). После совмещения плоскостей Π_1 и Π_2 получим чертёж, показанный на рисунке 1.10б. При этом фронтальная и горизонтальная проекции точки располагаются на одной прямой, перпендикулярной к оси x . Прямая $a'a$ называется линией связи. На чертеже сам геометрический объект отсутствует, имеются только его отображения на плоскостях проекций.

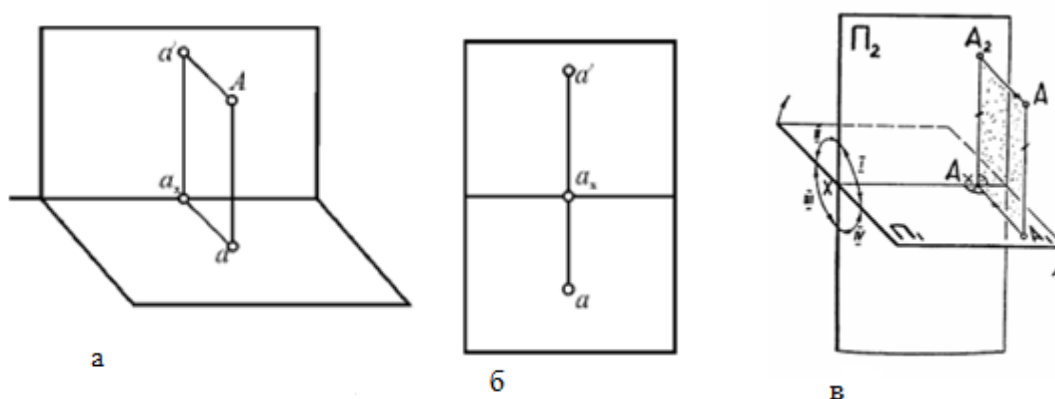


Рис. 1.10. Система двух взаимно-перпендикулярных плоскостей проекций

Рассмотрим проецирование точки A на три взаимно-перпендикулярные плоскости. К фронтальной и горизонтальной плоскостям добавим третью – профильную плоскость проекций (W), которую расположим перпендикулярно к плоскостям V и H . Используя метод ортогонального проецирования, изобразим точку на трёх плоскостях проекций. На профильной плоскости проекций получим изображение, которое будем называть профильной проекцией точки и обозначим её a'' (Рисунок 1.11).

Плоскости проекций H и W разворачивают до совмещения с плоскостью V , как показано на рисунке 1.11.

Линии пересечения плоскостей являются осями проекций ox , oy , oz (Рисунок 1.11). Проекции a' и a , a' и a'' , a и a'' лежат на прямых, которые называют линиями проекционной связи (Рисунок 1.12). Такая зависимость в расположении проекции точки называется проекционной связью и при выполнении чертежей должна обязательно соблюдаться. Чертёж, состоящий

из нескольких прямоугольных проекций, называется чертежом в системе прямоугольных проекций, или ортогональным чертежом.

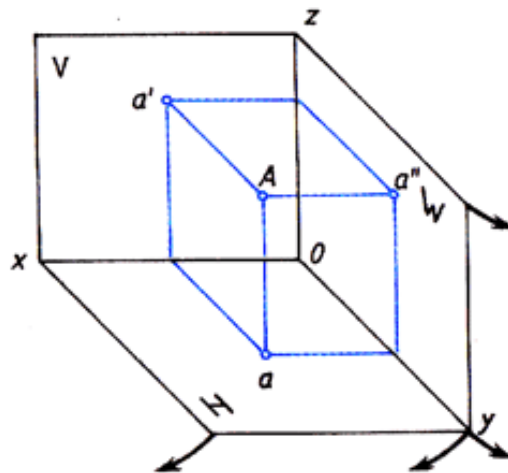


Рис. 1.11. Проецирование точки A на три плоскости проекций

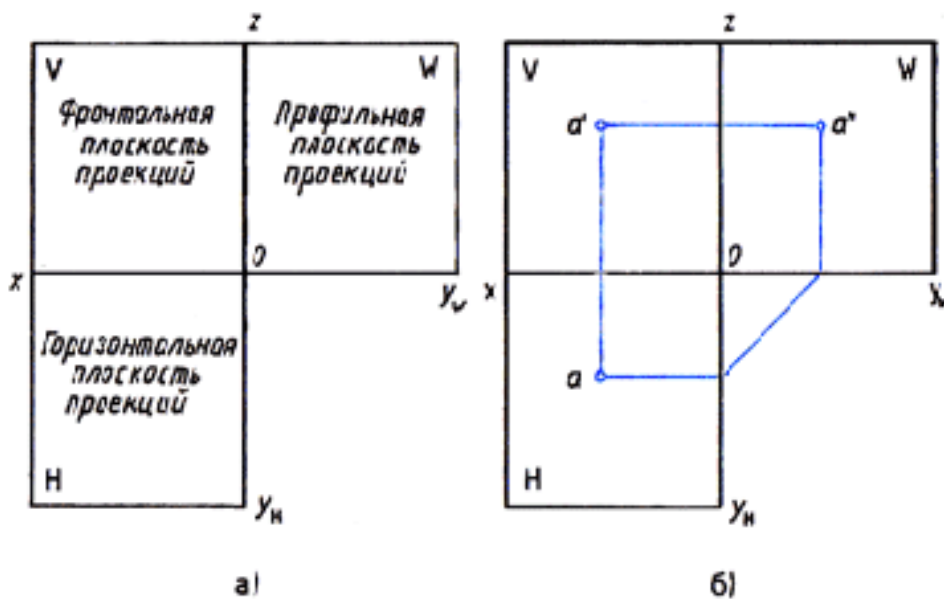


Рис. 1.12. Чертёж точки в системе прямоугольных проекций

Чертёж представляет собой графическое изображение видимых и невидимых поверхностей предмета, которое получают прямоугольным (ортогональным) проецированием его на шесть граней куба при условии, что предмет расположен между наблюдателем и соответствующей гранью куба.

При этом грани куба принимаются за основные плоскости проекций:

- фронтальную – вид спереди;
- горизонтальную – вид сверху;
- профильную – вид слева;
- и параллельные им плоскости (вид справа, вид снизу, вид сзади).

Для получения чертежа основных плоскостей с полученными на них изображениями совмещают в одну плоскость с фронтальной плоскостью проекций (Рисунок 1.13).

Видом называется изображение обращённой к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

Различают основные, местные и дополнительные виды.

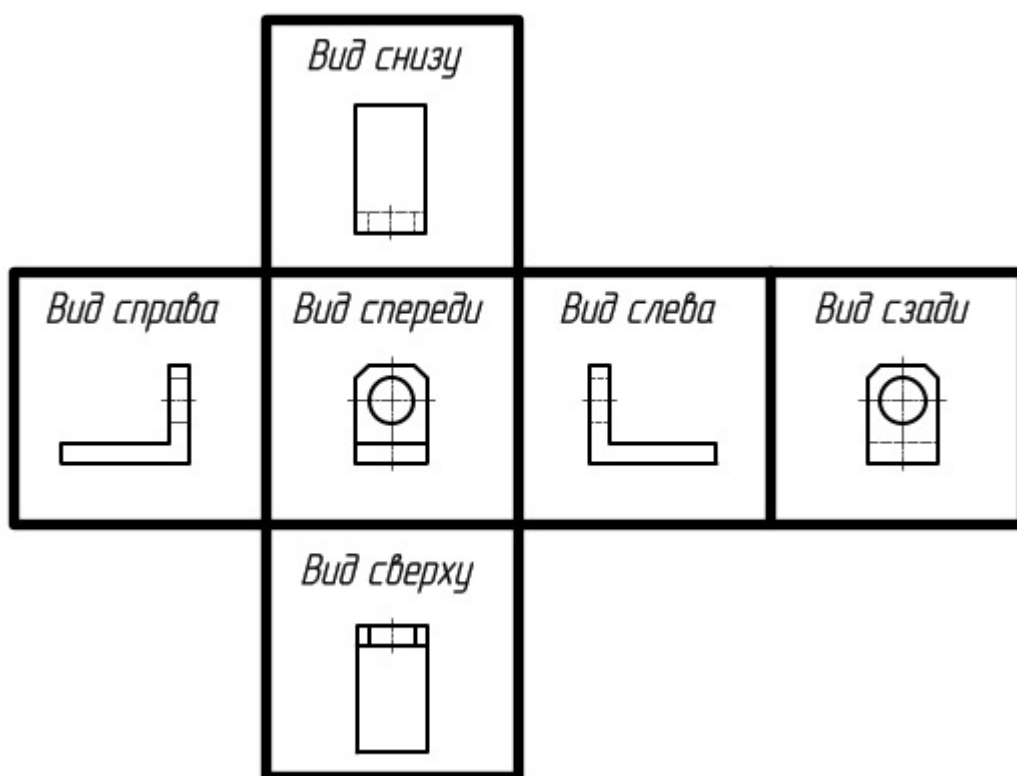


Рис. 1.13. Проецирование на плоскости

Основные виды получают проецированием предмета на основные плоскости проекций (Рисунок 1.13). ГОСТ 2.305-2008 устанавливает следующие основные виды: вид спереди – главный вид, который даёт

наиболее полное представление о размерах и форме предмета; вид сверху; вид слева; вид справа; вид снизу; вид сзади. Основные виды располагаются в проекционной связи относительно друг друга, поэтому не требуется наносить специальные надписи.

Рациональное расположение видов – это такое их расположение, при котором даётся полное представление о форме и всех особенностях изображаемой детали.

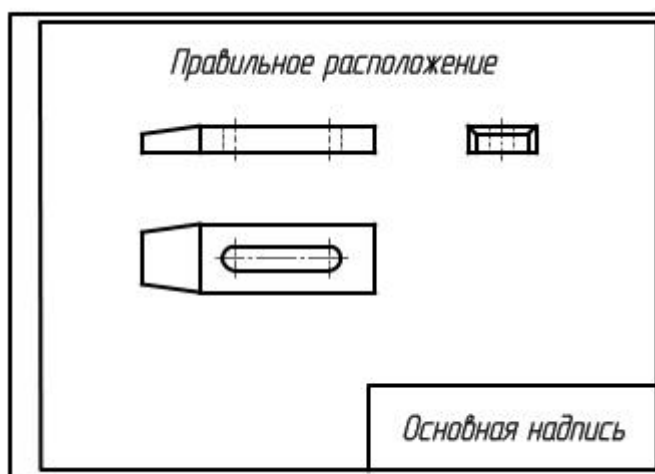


Рис. 1.14. Рациональное расположение видов

Дополнительные виды применяют, если изображение предмета или какой-либо его части не может быть показано на основных видах без искажения форм и размеров. Их получают при помощи проецирования на плоскости, которые не являются параллельными относительно основным плоскостям проекций. Если дополнительный вид расположен в проекционной связи с исходным видом (Рисунок 1.15), то направление проецирования не указывают и надписи над ним не делают.

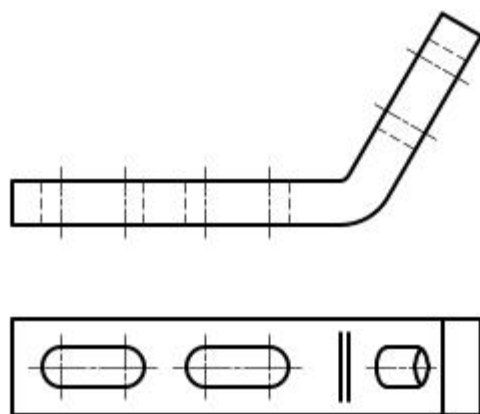


Рис. 1.15. Дополнительный вид

Когда дополнительный вид невозможно расположить в проекционной связи с исходным видом, его разрешается помещать на любом свободном месте чертежа с выполнением соответствующей надписи, например, буквы А, при этом у исходного вида ставят стрелку с надписью А, указывающую направления проецирования (Рисунок 1.16).

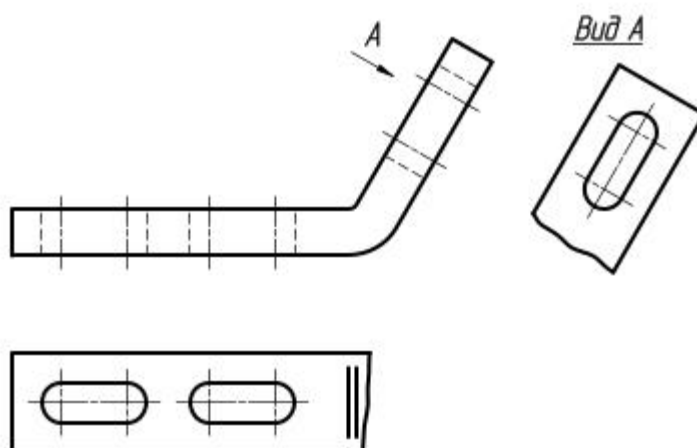


Рис. 1.16. Дополнительный вид со стрелкой и надписью

Местным видом называется изображение отдельного ограниченного участка поверхности предмета, которое образуется его проецированием на одну из основных плоскостей проекций.

При его выполнении в проекционной связи с другим видом направление взгляда не указывается и надпись над ним не наносится (Рисунок 1.17). Допускается ограничение местного вида при помощи тонкой волнистой линии обрыва.

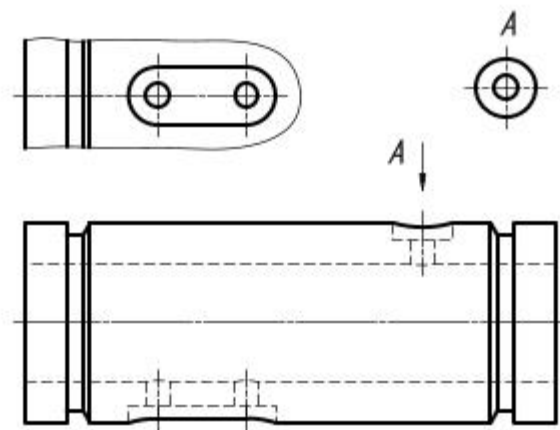


Рис. 1.17. Местный вид

1.3. Материаловедение

Материаловедение – наука о связях между составом, строением и свойствами материалов и закономерностях их изменений при внешних физико-химических воздействиях. Все материалы по химической основе делятся на две основные группы - металлические и неметаллические. К металлическим относятся металлы и их сплавы. Металлы составляют более 2/3 всех известных химических элементов.

В свою очередь, металлические материалы делятся на черные и цветные. К черным относятся железо и сплавы на его основе - стали и чугуны. Все остальные металлы относятся к цветным. Чистые металлы обладают низкими механическими свойствами, но сравнению со сплавами и поэтому их применение ограничивается теми случаями, когда необходимо использовать их специальные свойства (например, магнитные или электрические).

Практическое значение различных металлов не одинаково. Наибольшее применение в технике приобрели черные металлы. На основе железа изготавливают более 90% всей металлопродукции. Однако цветные металлы обладают целым рядом ценных физико-химических свойств, которые делают их незаменимыми. Из цветных металлов наибольшее промышленное значение имеют алюминий, медь, магний, титан и др.

Кроме металлических, и промышленности значительное место занимают различные неметаллические материалы - пластмассы, керамика, резина и др. Их производство и применение развивается в настоящее время опережающими темпами по сравнению с металлическими материалами. Но использование их в промышленности невелико (до 10%) и предсказание тридцатилетней давности о том, что неметаллические материалы к концу века существенно потеснят металлические, не оправдалось.

1.3.1. Качество материалов и его оценка

Качеством материала называется совокупность его свойств, удовлетворяющих определенные потребности в соответствии с назначением. Уровень качества определяется соответствующими показателями, представляющими собой количественную характеристику одного или применительно к конкретным условиям изготовления и использования. По нескольким свойствам материалов, которые определяют их качество количеству характеризуемых свойств показатели качества подразделяются на единичные и комплексные. Единичный показатель качества характеризуется только одним свойством (например, твердость стали). Комплексный показатель характеризуется несколькими свойствами продукции. При этом продукция считается качественной только в том случае, если весь комплекс оцениваемых свойств удовлетворяет установленным требованиям качества. Примером комплексного показателя качества стали, могут служить оценка химического состава, механических свойств, микро- и макроструктуры.

Комплексные показатели качества устанавливаются государственными стандартами.

Методы контроля качества могут быть самые разнообразные: визуальный осмотр, органолептический анализ и инструментальный контроль. По стадии определения качества различают контроль предварительный, промежуточный и окончательный. При предварительном контроле оценивается качество исходного сырья, при промежуточном - соблюдение установленного технологического процесса. Окончательный контроль определяет качество готовой продукции, ее годность и соответствие стандартам. Годной считается продукция, полностью отвечающая требованиям стандартов и технических условий. Продукция, имеющая дефекты и отклонения от стандартов, считается браком.

Качество материала определяется главным образом его свойствами, химическим составом и структурой. Причем свойства материала зависят от структуры, которая, в свою очередь, зависит от химического состава. Поэтому при оценке качества могут определяться свойства, состав и оцениваться структура материала. Свойства материалов и методы определения некоторых из них изложены в следующих разделах. Химический состав может определяться химическим анализом или спектральным анализом.

Существуют различные методы изучения структуры материалов. С помощью макроанализа изучают структуру, видимую невооруженным глазом или при небольшом увеличении с помощью лупы. Макроанализ позволяет выявить различные особенности строения и дефекты (трещины, пористость, раковины и др.). Микроанализом называется изучение структуры с помощью оптического микроскопа при увеличении до 3000 раз. Электронный микроскоп позволяет изучать структуру при увеличении до 25000 раз. Рентгеновский анализ применяют для выявления внутренних дефектов. Он основан на том, что рентгеновские лучи, проходящие через материал и через дефекты, ослабляются в разной степени. Глубина проникновения

рентгеновских лучей в сталь составляет 80 мм. Эту же физическую основу имеет просвечивание гамма-лучами, но они способны проникать на большую глубину (для стали - до 300мм). Просвечивание радиолучами сантиметрового и миллиметрового диапазона позволяет обнаружить дефекты в поверхностном слое неметаллических материалов, так как проникающая способность радиоволн в металлических материалах невелика.

Магнитная дефектоскопия позволяет выявить дефекты в поверхностном слое (до 2 мм) металлических материалов, обладающих магнитными свойствами, и основана на искажении магнитного поля в местах дефектов. Ультразвуковая дефектоскопия позволяет осуществлять эффективный контроль качества на большой глубине. Она основана на том, что при наличии дефекта интенсивность проходящего через материал ультразвука меняется: Капиллярная дефектоскопия служит для выявления невидимых глазом тонких трещин. Она использует эффект заполнения этих трещин легко смачивающими материал жидкостями.

1.3.2. Механические свойства материалов

Механические свойства характеризуют способность материалов сопротивляться действию внешних сил. К основным механическим свойствам относятся прочность, твердость, ударная вязкость, упругость, пластичность, хрупкость и др.

Прочность - это способность материала сопротивляться разрушающему воздействию внешних сил.

Твердость - это способность материала сопротивляться внедрению в него другого, более твердого тела под действием нагрузки.

Вязкостью называется свойство материала сопротивляться разрушению под действием динамических нагрузок.

Упругость - это свойство материалов восстанавливать свои размеры и форму после прекращения действия нагрузки.

Пластичностью называется способность материалов изменять свои размеры и форму под действием внешних сил, не разрушаясь при этом.

Хрупкость - это свойство материалов разрушаться под действием внешних сил без остаточных деформаций.

При статических испытаниях на растяжение определяют величины, характеризующие прочность, пластичность и упругость материала. Испытания производятся на цилиндрических (или плоских) образцах с определенным соотношением между длиной ℓ_0 и диаметром d_0 . Образец растягивается под действием приложенной силы P (рис. 1.18а) до разрушения. Внешняя нагрузка вызывает в образце напряжение и деформацию. Напряжение σ - это отношение силы P к площади поперечного сечения F , МПа:

$$\sigma = \frac{P}{F}$$

Деформация характеризует изменение размеров образца под действием нагрузки, %:

$$\varepsilon = \frac{\ell - \ell_0}{\ell_0} \cdot 100$$

где ℓ - длина растянутого образца.

Деформация может быть упругой (исчезающей после снятия нагрузки) и пластической (остающейся после снятия нагрузки).

При испытаниях строится диаграмма растяжения, представляющая собой зависимость напряжения от деформации. На рисунке 1.18б приведена такая диаграмма для низкоуглеродистой стали. После проведения испытаний определяются следующие характеристики механических свойств.

Предел упругости σ_y - это максимальное напряжение, при котором в образце не возникают пластические деформации.

Предел текучести σ_T - это напряжение, соответствующее площадке текучести на диаграмме растяжения (Рисунок 1.18б). Если на

диаграмме нет площадки текучести (что наблюдается для хрупких материалов), то определяют условный предел текучести $\sigma_{0.2}$ — напряжение, вызывающее пластическую деформацию, равную 0,2 %.

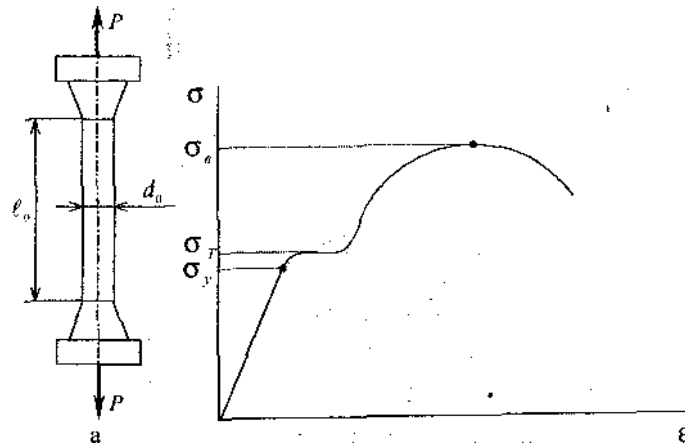


Рис. 1.18. Статические испытания на растяжение: а - схема испытания; б - диаграмма растяжения

Предел прочности (или временное сопротивление) σ_s - это напряжение, отвечающее максимальной нагрузке, которую выдерживает образец при испытании.

Относительное удлинение после разрыва δ — отношение приращения длины образца при растяжении к начальной длине l_0 , %:

$$\delta = \frac{l_k - l_0}{l_0} * 100,$$

где l_k - длина образца после разрыва.

Относительным сужением после разрыва ψ - называется уменьшение площади поперечного сечения образца, отнесенное к начальному сечению образца, % :

$$\psi = \frac{F_0 - F_k}{F_0} * 100,$$

где F_k - площадь поперечного сечения образца в месте разрыва. Относительное удлинение и относительное сужение характеризуют пластичность материала.

Твердость металлов измеряется путем вдавливания в испытуемый образец твердого наконечника различной формы.

Метод Бринелля основан на вдавливании в поверхность металла стального закаленного шарика под действием определенной нагрузки. После снятия нагрузки в образце остается отпечаток. Число твердости по Бринеллю НВ определяется отношением нагрузки, действующей на шарик, к площади поверхности полученного отпечатка.

Метод Роквелла основан на вдавливании в испытуемый образец закаленного стального шарика диаметром 1,588 мм (шкала В) или алмазного конуса с углом при вершине 120° (шкалы А и С). Вдавливание производится под действием двух нагрузок - предварительной равной 100 Н и окончательной равной 600, 1000, 1500 Н для шкал А, В и С соответственно. Число твердости по Роквеллу НРА, НRV и НRC определяется по разности глубин вдавливания.

В методе Виккерса применяют вдавливание алмазной четырехгранной пирамиды с углом при вершине 136° . Число твердости по Виккерсу НV определяется отношением приложенной нагрузки к площади поверхности отпечатка.

Ударная вязкость определяется работой А, затраченной на разрушение образца, отнесенной к площади его поперечного сечения F; Дж/м:

$$KV = \frac{A}{F}$$

Испытания проводятся ударом специального маятникового копра. Для испытания применяется стандартный надрезанный образец, устанавливаемый на опорах копра. Маятник определенной массы наносит удар по стороне противоположной надрезу.

1.3.3. Технология материалов и технологические свойства

Технология материалов представляет собой совокупность современных знаний о способах производства материалов и средствах их переработки в целях изготовления изделий различного назначения. Металлы и сплавы производят путем выплавки при высоких температурах из различных металлических руд. Отрасль промышленности, занимающаяся производством металлов и сплавов, называется металлургией. Полимеры (пластмассы, резина, синтетические волокна) изготавливаются чаще всего с помощью процессов органического синтеза. Исходным сырьем при этом служат нефть, газ, каменный уголь.

Готовые изделия и заготовки для дальнейшей обработки из металлов и сплавов производятся путем литья или обработки давлением. Литейное производство занимается изготовлением изделий путем заливки расплавленного металла в специальную форму, внутренняя полость которой имеет конфигурацию изделия. Различают литье в песчаные формы (в землю) и специальные способы литья. Песчаные литейные формы изготавливаются путем уплотнения формовочных смесей, основой которых является кварцевый песок. К специальным способам относится литье в кокиль, литье под давлением, центробежное литье, литье в оболочковые формы, литье по выплавляемым моделям. Кокиль - это специальная металлическая форма. При литье под давлением заливка металла в металлическую форму и его застывание происходит под избыточным давлением. При центробежном литье, металл заливается во вращающуюся металлическую форму. Оболочковые формы состоят из мелкого песка со связующим. При литье по выплавляемым моделям керамическая форма изготавливается путем погружения модели из легкоплавкого материала (парафина, стеарина) в керамическую суспензию и последующей выплавки модели из формы. Сплавы, предназначенные для получения деталей литьем, называются литейными.

Обработкой металлов давлением называют изменение формы заготовки под воздействием внешних сил. К видам обработки металлов давлением

относятся прокатка, прессование, волочение, ковка и штамповка. Прокатка заключается в обжатии заготовки между вращающимися валками. При прессовании металл выдавливается из замкнутого объема через отверстие. Волочение заключается в протягивании заготовки через отверстие. Ковкой называется процесс свободного деформирования металла ударами молота или давлением прессы. Штамповкой получают детали с помощью специального инструмента - штампа, представляющего собой металлическую разъемную форму, внутри которой расположена полость, соответствующая конфигурации детали. Сплавы, предназначенные для получения деталей обработкой давлением, называют деформируемыми.

Сравнительно новым направлением производства металлических деталей является порошковая металлургия, которая занимается производством деталей из металлических порошков путем прессования и спекания.

Изделия из пластмасс получают путем прессования, литья или выдавливания. Резиновые изделия получают обработкой между валами (каландрированием), выдавливанием, прессованием или литьем с последующей вулканизацией. Изделия из керамических материалов получают путем формования и обжига или прессования и спекания.

Сваркой называется технологический процесс получения неразъемных соединений материалов путем установления межатомных связей между свариваемыми частями при их нагреве или пластическом деформировании или совместном действии тою и другого. Сваркой соединяют однородные и разнородные металлы и их сплавы, металлы с некоторыми неметаллическими материалами (керамикой, графитом, стеклом), а также пластмассы.

Заключительной стадией изготовления изделий часто является обработка резанием, заключающаяся в снятии с заготовки режущим инструментом слоя материала в виде стружки. В результате этого заготовка приобретает правильную форму, точные размеры, необходимое качество поверхности.

Технологические свойства определяют способность материалов подвергаться различным видам обработки. Литейные свойства характеризуются способностью металлов и сплавов в расплавленном состоянии хорошо заполнять полость литейной формы и точно воспроизводить ее очертания (жидко текучестью), величиной уменьшения объема при затвердевании (усадкой), склонностью к образованию трещин и пор, склонностью к поглощению газов в расплавленном состоянии.

Ковкость — это способность металлов и сплавов подвергаться различным видам обработки давлением без разрушения. Свариваемость определяется способностью материалов образовывать прочные сварные соединения. Обрабатываемость резанием определяется способностью материалов поддаваться обработке режущим инструментом.

1.3.4. Физические, химические и эксплуатационные свойства материалов

К физическим свойствам материалов относятся плотность, температура плавления, электропроводность, теплопроводность, магнитные свойства, коэффициент температурного расширения и др.

Плотностью называется отношение массы однородного материала к единице его объема. Это свойство важно при использовании материалов в авиационной и ракетной технике, где создаваемые конструкции должны быть легкими и прочными.

Температура плавления - это такая температура, при которой металл переходит из твердого состояния в жидкое. Чем ниже температура плавления металла, тем легче протекают процессы его плавления, сварки и тем они дешевле.

Электропроводностью называется способность материала хорошо и без потерь на выделение тепла проводить электрический ток. Хорошей электропроводностью обладают металлы и их сплавы, особенно медь и алюминий. Большинство неметаллических материалов не способны проводить

электрический ток, что также является важным свойством, используемым в электроизоляционных материалах.

Теплопроводность - это способность материала переносить теплоту от более нагретых частей тел к менее нагретым. Хорошей теплопроводностью характеризуются металлические материалы.

Магнитными свойствами, т.е. способностью хорошо намагничиваться обладают только железо, никель, кобальт и их сплавы.

Коэффициенты линейного и объемного расширения характеризуют способность материала расширяться при нагревании. Это свойство важно учитывать при строительстве мостов, прокладке железнодорожных и трамвайных путей и т.д.

Химические свойства характеризуют склонность материалов к взаимодействию с различными веществами, и связаны со способностью материалов противостоять вредному действию этих веществ. Способность металлов и сплавов сопротивляться действию агрессивных различных сред называется коррозионной стойкостью, а аналогичная способность неметаллических материалов - химической стойкостью.

К эксплуатационным (служебным) свойствам относятся жаростойкость, жаропрочность, износостойкость, радиационная стойкость, коррозионная и химическая стойкость и др.

Жаростойкость характеризует способность металлического и материала сопротивляться окислению в газовой среде при высокой температуре.

Жаропрочность характеризует способность материала сохранять механические свойства при высокой температуре.

Износостойкость - это способность материала сопротивляться разрушению его поверхностных слоев при трении.

Радиационная стойкость характеризует способность материала сопротивляться действию ядерного облучения.

1.3.5. Строение металлов

В технике под металлами понимают вещества, обладающие комплексом металлических свойств: характерным металлическим блеском, высокой электропроводностью, хорошей теплопроводностью, высокой пластичностью.

Кристаллические решетки. Все вещества в твердом состоянии могут иметь кристаллическое или аморфное строение. В аморфном веществе атомы расположены хаотично, а в кристаллическом - в строго определенном порядке. Все металлы в твердом состоянии имеют кристаллическое строение.

Для описания кристаллической структуры металлов пользуются понятием кристаллической решетки. Кристаллическая решетка - это воображаемая пространственная сетка, в узлах которой расположены атомы. Наименьшая часть кристаллической решетки, определяющая структуру металла, называется элементарной кристаллической ячейкой.

На рисунке 1.19 изображены элементарные ячейки для наиболее распространенных кристаллических решеток. В кубической объемно-центрированной решетке (рисунок 1.19 а) атомы расположены в узлах ячейки и один атом в центре куба. Такую решетку имеют хром, вольфрам, молибден и др.

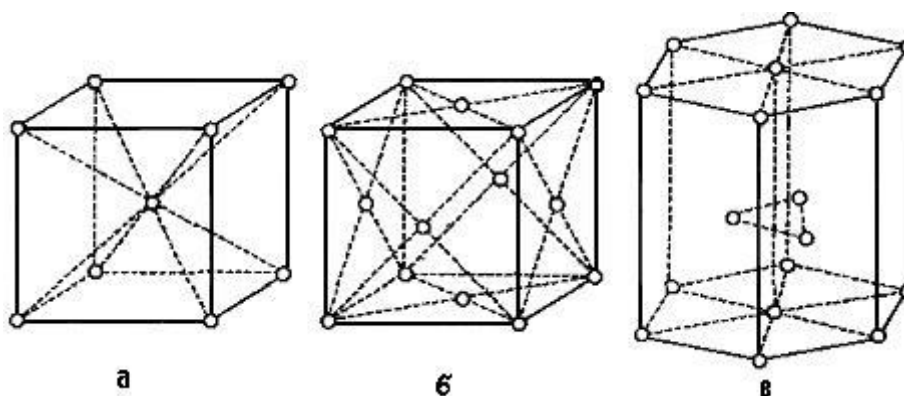


Рис. 1.19. Основные виды кристаллических решеток

В кубической гранцентрированной решетке (рисунок 1.19 б) атомы расположены в вершинах куба и в центре каждой грани. Эту решетку имеют

алюминий, медь, никель и другие металлы. В гексагональной плотноупакованной решетке (рисунок 1.19 в) атомы расположены в вершинах и центрах оснований шестигранной призмы. Такой тип решетки имеют магний, цинк и некоторые другие металлы.

Кристаллизация металлов. Процесс образования в металлах кристаллической решетки называется кристаллизацией. Для изучения процесса кристаллизации строят кривые охлаждения металлов, которые показывают изменение температуры (t) во времени (τ).

На рисунке 1.20 приведены кривые охлаждения аморфного и кристаллического веществ. Затвердевание аморфного вещества (рисунок 1.20 а) происходит постепенно, без резко выраженной границы между жидким и твердым состоянием. На кривой охлаждения кристаллического вещества (рисунок 1.20 б) имеется горизонтальный участок с температурой $t_{кр}$, называемой температурой кристаллизации. Наличие этого участка говорит о том, что процесс сопровождается выделением скрытой теплоты кристаллизации. Длина горизонтального участка — это время кристаллизации.

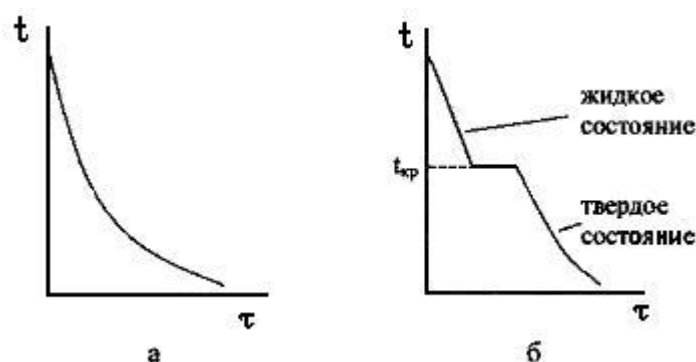


Рис. 1.20. Кривые охлаждения аморфного и кристаллического тел

Кристаллизация металла происходит постепенно. Она объединяет два процесса, происходящих одновременно: возникновение центров кристаллизации и рост кристаллов. В процессе кристаллизации, когда растущий кристалл окружен жидкостью, он имеет правильную

геометрическую форму. При столкновении растущих кристаллов их правильная форма нарушается (рисунок 1.21).

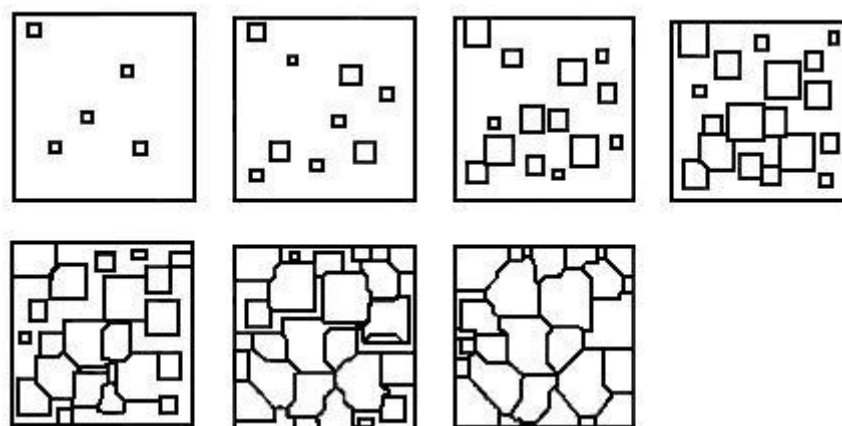


Рис. 1.21. Схема кристаллизации металла

После окончания кристаллизации образуются кристаллы неправильной формы, которые называются зернами или кристаллитами. Внутри каждого зерна имеется определенная ориентация кристаллической решетки, отличающаяся от ориентации решеток соседних зерен.

Полиморфизм. Некоторые металлы в зависимости от температуры могут существовать в различных кристаллических формах. Это явление называется полиморфизм или аллотропия, а различные кристаллические формы одного вещества называются полиморфными модификациями. Процесс перехода от одной кристаллической формы к другой называется полиморфным превращением. Полиморфные превращения протекают при определенной температуре.

Полиморфные модификации обозначают строчными греческими буквами $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ и т.д., причем α соответствует модификации, существующей при наиболее низкой температуре. Полиморфизм характерен для железа, олова, кобальта, марганца, титана и некоторых других металлов.

Важное значение имеет полиморфизм железа. На рисунке 1.22 изображена кривая охлаждения железа. Полиморфные превращения характеризуются горизонтальными участками на кривой охлаждения, так как

при них происходит полная перекристаллизация металла. До 911°C устойчиво Fe_{α} , имеющее кубическую объемно-центрированную решетку. В интервале $911-1392^{\circ}\text{C}$, существует Fe_{γ} с кубической гранецентрированной кристаллической решеткой. При $1392-1539^{\circ}\text{C}$ вновь устойчиво Fe_{α} . Часто высокотемпературную модификацию Fe_{α} обозначают Fe_{δ} . Остановка на кривой охлаждения при 768°C связана не с полиморфным превращением, а с изменением магнитных свойств. До 768°C железо магнитно, а выше - немагнитно.

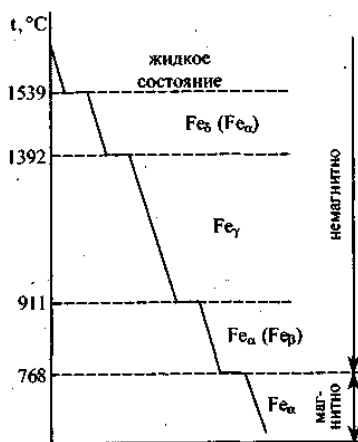


Рис. 1.22. Кривая охлаждения железа

Дефекты кристаллического строения. Реальный металлический кристалл всегда имеет дефекты кристаллического строения. Они подразделяются на точечные, линейные и поверхностные.

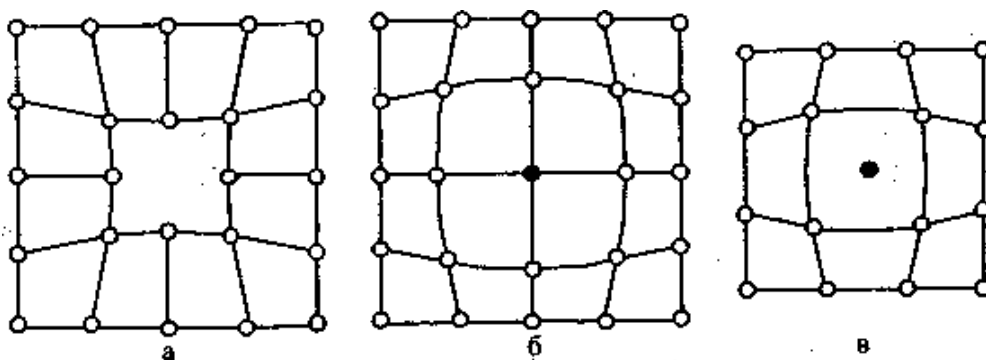


Рис. 1.23. Схемы точечных дефектов в кристаллах

Точечные дефекты малы во всех трех измерениях. К точечным дефектам относятся вакансии, представляющие собой узлы кристаллической решетки в которых отсутствуют атомы (рисунок 1.23 а), а также замещенные атомы примеси (рисунок 1.23 б) и внедренные атомы (рисунок 1.23 в) которые могут быть как примесными, так и атомами основного металла. Точечные дефекты вызывают местные искажения кристаллической решетки, которые затухают достаточно быстро по мере удаления от дефекта.

Линейные дефекты имеют малые размеры в двух измерениях и большую протяженность в третьем. Эти дефекты называют дислокациями. Краевая дислокация (рисунок 1.24) представляет собой искажение кристаллической решетки, вызванное наличием «лишней» атомной полуплоскости.

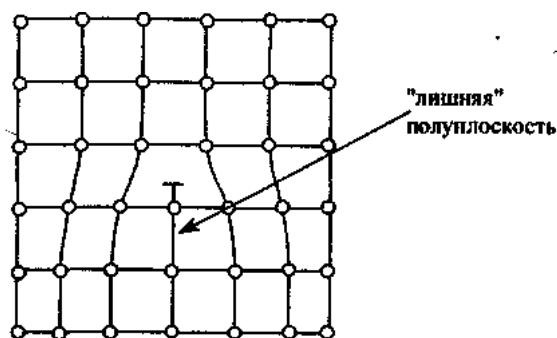


Рис. 1.24. Схема краевой дислокации

Поверхностные дефекты малы только в одном измерении. К ним относятся, например, границы между отдельными зернами или группами зерен.

Наклеп и рекристаллизация. При пластической деформации изменяется не только форма и размеры металла, но также его внутреннее строение и механические свойства. Зерна разворачиваются, деформируются и сплющиваются, вытягиваясь в направлении деформации. Образуется волокнистая структура. При этом прочность и твердость металла повышаются, а пластичность и вязкость снижаются. Явление упрочнения металла при пластической деформации называется наклепом.

Волокнистое строение и наклеп могут быть устранены при нагреве металла. Частичное снятие наклепа происходит уже при небольшом нагреве (до 300-400°С для железа). Но волокнистая структура при этом сохраняется. При нагреве до более высокой температуры в металле происходит образование новых равноосных зерен. Этот процесс называется рекристаллизацией. Наклеп при этом снимается полностью.

Температура, при которой начинается процесс рекристаллизации, называется температурой рекристаллизации. Абсолютная температура рекристаллизации T_P связана с абсолютной температурой плавления простой зависимостью:

$$T_P = a * T_{пл},$$

где a - коэффициент, зависящий от состава и структуры металла. Для особо чистых металлов $a = 0,2$, для металлов технической чистоты $a = 0,3-0,4$, для сплавов $a = 0,5-0,6$.

Если деформирование металла происходит при температуре, которая выше температуры рекристаллизации, то наклеп после деформации не возникает. Такая деформация называется горячей. При горячей деформации идут одновременно процессы упрочнения и рекристаллизации. Деформация, которая происходит ниже температуры рекристаллизации, называется холодной.

1.3.6. Металлические сплавы

Металлическим сплавом называется материал, полученный сплавлением двух или более металлов или металлов с неметаллами, обладающий металлическими свойствами. Вещества, которые образуют сплав, называются компонентами. Фазой называют однородную часть сплава, характеризующуюся определенными составом и строением и отделенную от других частей сплава поверхностью раздела. Под структурой понимают форму размер и характер взаимного расположения фаз в металлах и сплавах. Структурными составляющими называют обособленные части сплава,

имеющие одинаковое строение с присущими им характерными особенностями.

Виды сплавов по структуре. По характеру взаимодействия компонентов все сплавы подразделяются на три основных типа: механические смеси, химические соединения и твердые растворы.

Механическая смесь двух компонентов А и В образуется, если они не способны к взаимодействию или взаимному растворению. Каждый компонент при этом кристаллизуется в свою кристаллическую решетку. Структура механических смесей неоднородная, состоящая из отдельных зерен компонента А и компонента В. Свойства механических смесей зависят от количественного соотношения компонентов: чем больше в сплаве данного компонента, тем ближе к его свойствам свойства смеси.

Химическое соединение образуется, когда компоненты сплава А и В вступают в химическое взаимодействие. При этом соотношение чисел атомов в соединении соответствует его химической формуле A_mB_n . Химическое соединение имеет свою кристаллическую решетку, которая отличается от кристаллических решеток компонентов. Химические соединения имеют однородную структуру, состоящую из одинаковых по составу и свойствам зерен.

При образовании твердого раствора атомы одного компонента входят в кристаллическую решетку другого. Твердые растворы замещения образуются в результате частичного замещения атомов кристаллической решетки одного компонента атомами второго. Твердые растворы внедрения образуются когда атомы растворенного компонента внедряются в кристаллическую решетку компонента – растворителя. Твердый раствор имеет однородную структуру, одну кристаллическую решетку. В отличие от химического соединения твердый раствор существует не при строго определенном соотношении компонентов, а в интервале концентраций. Обозначают твердые растворы строчными буквами греческого алфавита: $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ и т. д.

Диаграмма состояния. Диаграмма состояния показывает строение сплава в зависимости от соотношения компонентов и от температуры. Она строится экспериментально по кривым охлаждения сплавов. В отличие от чистых металлов сплавы кристаллизуются не при постоянной температуре, а в интервале температур. Поэтому на кривых охлаждения сплавов имеется две критические точки. В верхней критической точке, называемой точкой ликвидус (t_l), начинается кристаллизация. В нижней критической точке, которая называется точкой солидус (t_c), кристаллизация завершается. Кривая охлаждения механической смеси (рисунок 1.25 а) отличается от кривой охлаждения твердого раствора (рисунок 1.25 б) наличием горизонтального участка. На этом участке происходит кристаллизация эвтектики. Эвтектикой называют механическую смесь двух фаз, одновременно кристаллизовавшихся из жидкого сплава. Эвтектика имеет определенный химический состав и образуется при постоянной температуре.

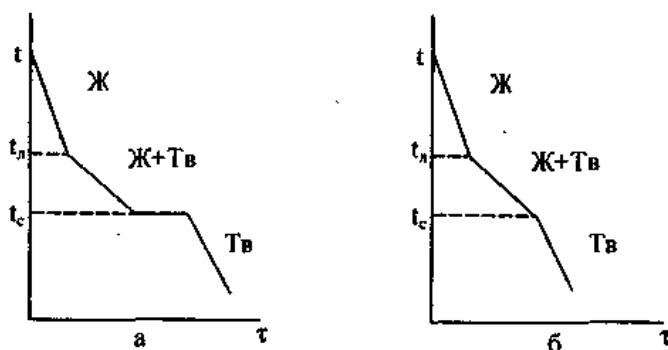


Рис. 1.25. Кривые охлаждения сплавов: а - механической смеси, б - твердого раствора

Диаграмму состояния строят в координатах температура-концентрация. Линии диаграммы разграничивают области одинаковых фазовых состояний. Вид диаграммы зависит от того, как взаимодействуют между собой компоненты. Для построения диаграммы состояния используют большое количество кривых охлаждения для сплавов различных концентраций. При построении диаграммы критические точки переносятся с кривых охлаждения

на диаграмму и соединяются линией. В получившихся на диаграмме областях записывают фазы или структурные составляющие. Линия диаграммы состояния, на которой при охлаждении начинается кристаллизация сплава, называется линией ликвидус, а линия, на которой кристаллизация завершается - линией солидус.

Виды диаграмм состояния. Диаграмма состояния сплавов, образующих механические смеси (рисунок 1.26), характеризуется отсутствием растворения компонентов в твердом состоянии. Поэтому в этом сплаве возможно образование трех фаз: жидкого сплава Ж, кристаллов А и кристаллов В. Линия АСВ диаграммы является линией ликвидус: на участке АС при охлаждении начинается кристаллизация компонента А, а на участке СD - компонента В. Линия ОС является линией солидус, на ней завершается кристаллизация А или В и при постоянной температуре происходит кристаллизация эвтектики Э. Сплавы концентрация которых соответствует точке С диаграммы называются эвтектическими, их структура представляет собой чистую эвтектику. Сплавы, расположенные на диаграмме левее эвтектического, называются доэвтектическими, их структура состоит из зерен А и эвтектики. Те сплавы, которые на диаграмме расположены правее эвтектического, называются заэвтектическими, их структура представляет собой зерна В, окруженные эвтектикой.

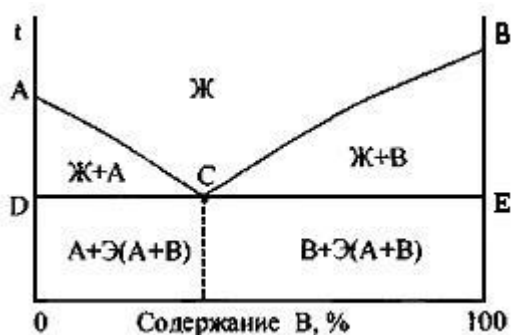


Рис. 1.26. Диаграмма состояния сплавов, образующих механические смеси

Диаграмма состояния сплавов с неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии изображена на рисунке 1.27. Для этого сплава возможно образование двух фаз: жидкого сплава и твердого раствора. На диаграмме имеется всего две линии, верхняя является линией ликвидус, а нижняя - линией солидус.



Рис. 1.27. Диаграмма состояния сплавов с неограниченной растворимостью

Диаграмма состояния сплавов с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии показана на рисунке 1.28. В этом сплаве могут существовать три фазы - жидкий сплав, твердый раствор α компонента В в компоненте А и твердый раствор β компонента А в компоненте В.

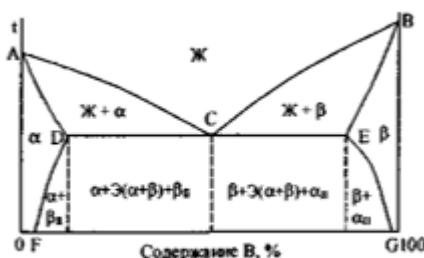


Рис. 1.28. Диаграмма состояния сплавов с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии

Данная диаграмма содержит в себе элементы двух предыдущих. Линия ACB является линией ликвидус, линия ADCEB - линией солидус. Здесь также образуется эвтектика, имеются эвтектический, доэвтектический и заэвтектический сплавы. По линиям FD и EG происходит выделение вторичных кристаллов α_{II} и β_{II} (вследствие уменьшения растворимости с понижением температуры). Процесс выделения вторичных кристаллов из твердой фазы называется вторичной кристаллизацией.

1.4. Электротехника

Электротехника – это наука о техническом использовании электрических, магнитных и электромагнитных явлений. Она занимается вопросами производства, передачи и преобразования электроэнергии.

1.4.1. Основные определения

Совокупность соединённых между собой источников электрической энергии и нагрузок, по которым может протекать электрический ток, называют электрической цепью.

Постоянным током называют ток, неизменный во времени.

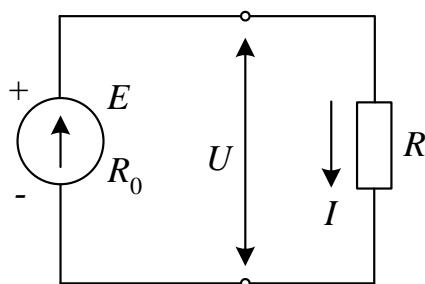


Рис. 1.29. Графическое изображение электрической цепи

$$i = \frac{dq}{dt} = I = const,$$

где dq – изменение электрического заряда (количество электричества);
 dt – изменение (промежуток) времени.

Графическое изображение электрической цепи с помощью условных знаков принято называть электрической схемой (рисунок 1.29).

Основными элементами электрической цепи являются источники и приёмники электрической энергии, а также провода, соединяющие их между собой. Электромагнитные процессы в электрической цепи постоянного тока можно описать с помощью понятий: электрического тока, электродвижущей силы, падения напряжения, сопротивления. Эти понятия условимся обозначать в электрических цепях следующим образом: i , I – постоянный ток; e , E – эдс источника электрической энергии; r , R – сопротивление нагрузки (приёмника); r_0 , R_0 – внутреннее сопротивление источника; u , U – напряжение, приложенное к нагрузке. Где i , e , r , r_0 , u – меняющиеся величины, а I , E , R , R_0 , U – постоянные величины, которые используются для обозначения цепей постоянного тока.

Условным знаком источника электрической энергии постоянного тока является окружность, стрелка в которой указывает положительное направление эдс. За положительное направление эдс источника принимается направление возрастания потенциала внутри этого источника.

Приёмник энергии и провода, соединяющие приёмник с источником энергии, называют внешней частью электрической цепи (внешней цепью). Во внешней цепи ток течёт от плюса источника энергии к минусу, а внутри источника – от минуса к плюсу.

1.4.2. Неразветвлённые и разветвлённые электрические цепи

Ветвь – это участок электрической цепи, образованный последовательно соединёнными элементами, по которым течёт один и тот же ток, и двумя узлами, например a и b (рисунок 1.30).

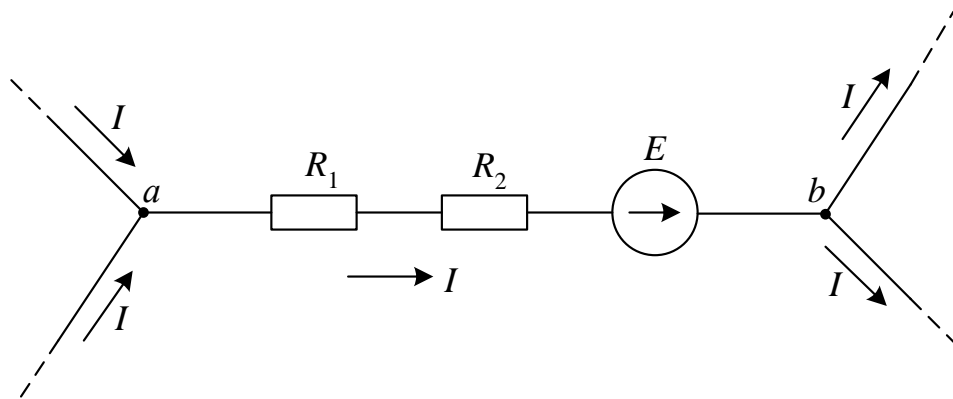


Рис. 1.30. Участок электрической цепи

Узел – это точка цепи, в которой сходится не менее трёх ветвей (рисунок 1.30), например, узел a или b .

Неразветвлённая электрическая цепь – это цепь, в которой течёт один и тот же ток (рисунок 1.31).

Разветвлённая электрическая цепь – это цепь, имеющая три и более ветвей (рисунок 1.32).

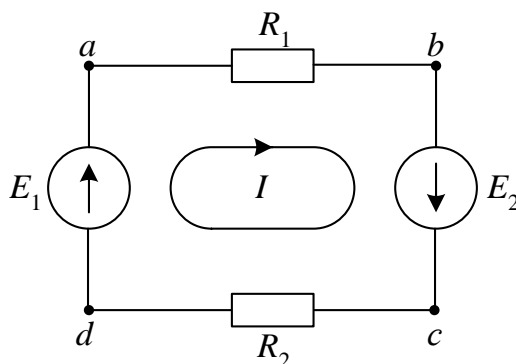


Рис. 1.31. Неразветвлённая электрическая цепь

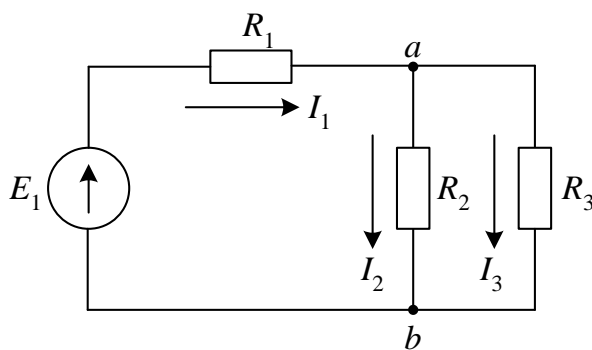


Рис. 1.32. Разветвлённая электрическая цепь

Контур – это любой замкнутый путь в электрической цепи. В неразветвлённой электрической цепи всегда только один контур, а в разветвлённой – несколько контуров (два и более).

Зависимость тока, протекающего по сопротивлению нагрузки, от падения напряжения на этом сопротивлении принято называть вольт-амперной характеристикой (ВАХ) цепи. Эту характеристику изображают графически. На рисунке 1.33 представлены ВАХ электрической цепи.

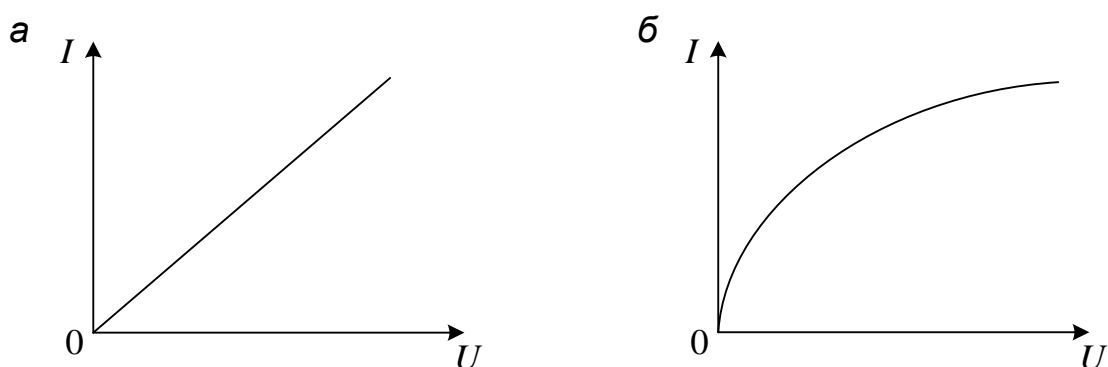


Рис. 1.33. ВАХ электрической цепи: а – линейной; б – нелинейной

Сопротивления, вольт-амперные характеристики которых являются прямыми линиями (рисунок 1.33 а), называют линейными сопротивлениями, а электрические цепи с входящими в них только линейными сопротивлениями принято называть линейными электрическими цепями.

Сопротивления, вольт-амперные характеристики которых не являются прямыми линиями (т.е. нелинейны, рисунок 1.33 б), называют нелинейными сопротивлениями, а электрические цепи с нелинейными сопротивлениями называют нелинейными электрическими цепями.

1.4.3. Законы электротехники

Закон Ома устанавливает связь между током I и напряжением U на некотором участке цепи (рисунок 1.34):

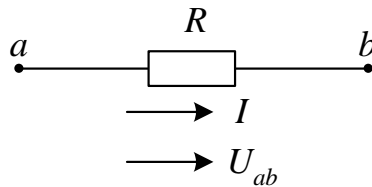


Рис. 1.34. Участок цепи

$$I = \frac{U}{R},$$

Этот закон показывает, что ток на участке цепи прямо пропорционален напряжению на этом участке и обратно пропорционален сопротивлению того же участка.

Согласно закону Ома напряжение на участке цепи a-b

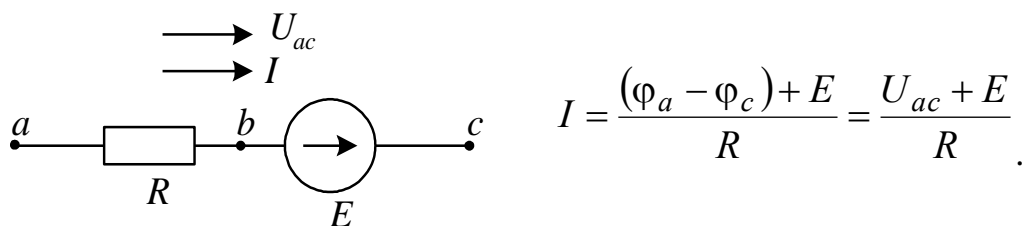
$$U_{ab} = I R,$$

где $U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b$ – разность потенциалов на концах сопротивления (всегда обозначается от большего потенциала к меньшему).

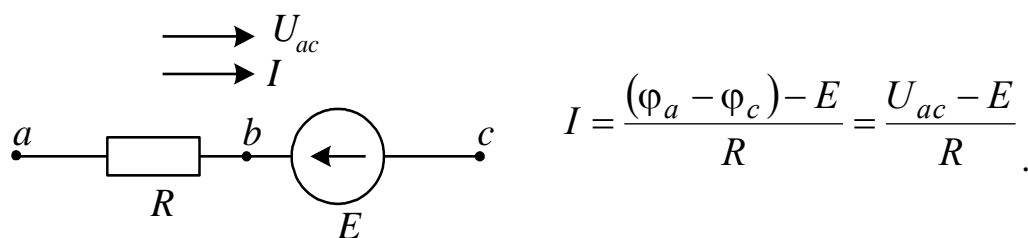
Разность потенциалов на концах сопротивления принято называть либо напряжением на сопротивлении, либо падением напряжения.

Положительное направление падения напряжения совпадает с положительным направлением тока.

Закон Ома для участка цепи, содержащего эдс, позволяет найти ток этого участка по известной разности потенциалов на концах участка цепи и имеющейся на этом участке эдс:



Здесь знак у напряжения и эдс берётся плюс, если стрелки U_{ac} и E совпадают по направлению с током I :



Здесь знак у эдс берётся минус, если стрелка E не совпадает по направлению с током I .

В общем случае
$$I = \frac{U_{ac} \pm E}{R} = \frac{(\varphi_a - \varphi_c) \pm E}{R}.$$

1.4.4. Закон Джоуля - Ленца

Закон Джоуля – Ленца устанавливает связь между энергией W_R , выделяемой в сопротивлении нагрузки R , током I , проходящим через него, временем T прохождения тока и искомой величиной сопротивления нагрузки

$$W_R = \int_0^T R i^2 dt,$$

при $i = I = const$; $W_R = I^2 RT$ (Дж).

Выделяемая на сопротивлении нагрузки энергия в единицу времени называется мощностью и обозначается буквой P

$$\frac{W_R}{T} = P = I^2 R \text{ – мощность нагрузки, Вт.}$$

1.4.5. Законы Кирхгофа

Все электрические цепи подчиняются 1-му и 2-му законам Кирхгофа.

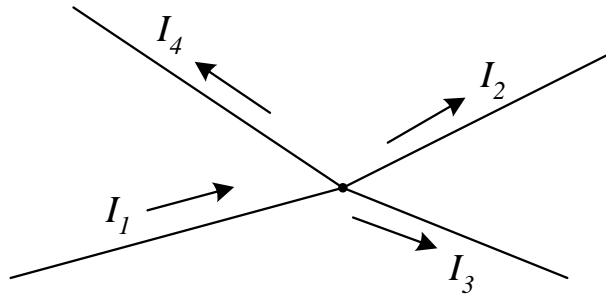


Рис. 1.35. Узел электрической цепи

1-й закон. Алгебраическая сумма токов в любом узле схемы, равна нулю, или сумма подтекающих к любому узлу токов равна сумме утекающих от узла токов (рисунок 1.35):

$$I_1 - I_2 - I_3 - I_4 = 0$$

$$I_1 = I_2 + I_3 + I_4$$

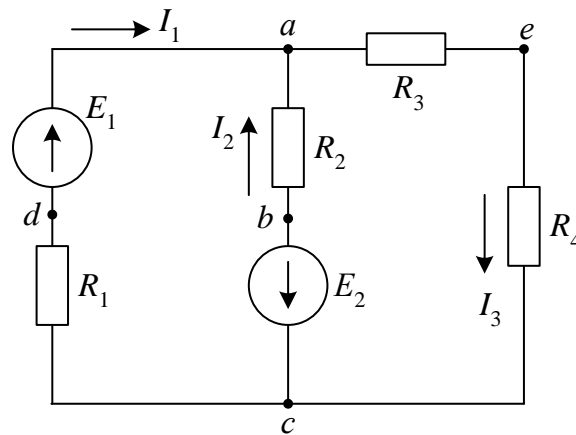


Рис. 1.36. Электрическая цепь

2-й закон. Алгебраическая сумма падений напряжений в любом замкнутом контуре равна алгебраической сумме ЭДС вдоль того же контура, т. е.

$$\sum I \cdot R = \sum E$$

или алгебраическая сумма напряжений (не падений напряжений) вдоль любого замкнутого контура равна нулю, т. е.

$$\sum U_k = 0.$$

1.4.6. Источник эдс и источник тока

При расчётах и анализе электрических цепей источник электроэнергии заменяют расчётным эквивалентным. Он может быть:

1) либо источником эдс с последовательно включённым с ним сопротивлением R_0 , равным внутреннему сопротивлению источника (рисунок 1.37);

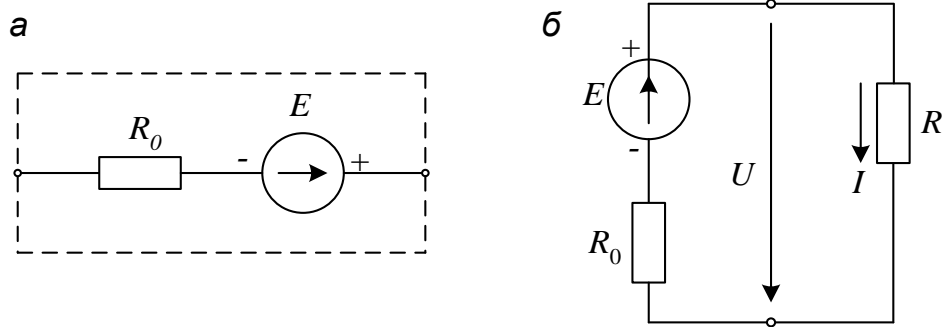


Рис. 1.37. Источник эдс с последовательно включённым с ним сопротивлением R_0 (а) и последовательная цепь из источника эдс, внутреннего сопротивления R_0 и внешнего сопротивления нагрузки R (б)

2) либо источником тока с параллельно включённым с ним сопротивлением R_0 , равным внутреннему сопротивлению источника (рисунок 1.38).

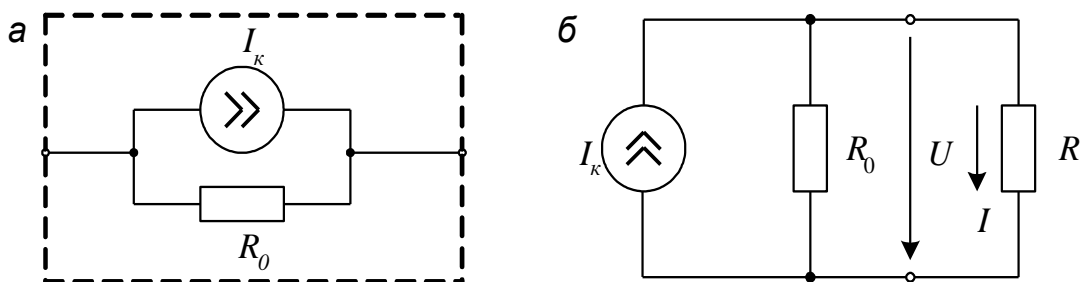


Рис. 1.38. Источник тока с параллельно включённым с ним сопротивлением R_0 (а) и параллельная цепь из источника тока, внутреннего сопротивления R_0 и внешнего сопротивления нагрузки R (б)

Источник эдс – идеализированный источник энергии, внутреннее сопротивление которого равно нулю, напряжение на его зажимах постоянно и не зависит от величины протекающего по нему тока.

Источник тока – идеализированный источник энергии, внутреннее сопротивление R_0 которого бесконечно велико, а вырабатываемый им ток I_k не зависит от сопротивления нагрузки, к которой он присоединён, и его E и R_0 – бесконечны.

Условие эквивалентности схем:

$$I = \frac{E}{R_0} = \frac{U}{R_0}.$$

Закон Ома для замкнутой последовательной цепи (рисунок 1.38 б)

$$I = \frac{E}{R_0 + R},$$

$$E = I R_0 + I R = I R_0 + U, \text{ где } U = I R.$$

Тогда

$$U = E - I R_0.$$

Следовательно, напряжение на зажимах сопротивления нагрузки будет меньше значения эдс источника на величину падения напряжения на внутреннем сопротивлении источника.

1.5. Основы экологии и охрана окружающей среды

Существуя в преобразованной многокомпонентной среде, человек все больше сталкивается с тем, что он мало знает об ответных реакциях живых

организмов, которые могут «предсказать» перспективы для развития биосферы. Поэтому одной из основных задач человечества является глубокое изучение основных законов природы и поиск рациональных форм взаимоотношения с окружающими природными системами. Незнание общих основ и законов экологии, нарушение принципов биосферной этики создали тот базис, на котором сформировался современный экологический кризис. Преодоление этого кризиса возможно лишь через изменение взглядов на роль человека в преобразовании биосферы, осознании своего места в иерархической структуре организмов. Человек – часть природы, он должен знать ее законы и подчиняться им.

Характерной чертой экологии как науки является ее междисциплинарный характер. Экология становится «естественным перекрестком», на котором пересекаются интересы различных специалистов, изучающих проблемы взаимоотношения человека и природы: натуралистов и инженеров, экспериментаторов и ученых-теоретиков, биологов и медиков, математиков и метеорологов. Благодаря познанию основ экологии становится возможным решение целого ряда актуальных задач, связанных с предотвращением назревающего глобального экологического кризиса, ставящего под угрозу существование человечества на планете Земля.

Любые явления, связанные с заметным воздействием человека на природу, приводящие к изменению ландшафтов, климата, гибели или массовым миграциям животных, а также приносящие ущерб здоровью населения, называются экологическими проблемами.

В настоящее время взаимоотношения человека с видами, популяциями и сообществами животных и растений экологически не сбалансированы, поэтому наблюдаются огромные потери урожая за счет вредителей, наносится значительный ущерб живым организмам, природным ресурсам, материалам, технике, сооружениям; сокращается численность, исчезают отдельные виды, урбанизированная среда усугубляет стрессовые ситуации, увеличивается заболеваемость людей.

Термин «экология» (от греч. oikos – жилище, дом, местопребывание и logos – наука) был предложен в 1866 г. немецким биологом Эрнстом Геккелем. Он дал следующее определение науке экологии: «Это познание экономики природы, одновременное исследование всех взаимоотношений живого с органическими и неорганическими компонентами среды, включая дружественные и враждебные взаимоотношения животных и растений, контактирующих друг с другом». Другими словами, экология – это наука, изучающая все сложные взаимосвязи и взаимоотношения в природе.

Цель экологии как науки, состоит в создании теоретического обоснования гармонизации взаимоотношений человеческого общества с природой для обеспечения прогрессивного развития современной биосферы и для формирования предпосылок ее перехода в новое состояние – ноосферу, сферу разумного природопользования.

Экология – это наука, изучающая все виды сложных взаимоотношений между живыми организмами и их ответные реакции на изменение состояния окружающей среды.

Экология – включает в себя систему естественных и общественных наук о состоянии, составе, структуре, функционировании и развитии современной биосферы.

Основная задача экологии состоит в оптимизации взаимоотношений между природой и обществом, предотвращении назревающего глобального экологического кризиса. Методологической основой решения поставленной задачи является отказ от господства и покорения природы.

В настоящее время существует много различных определений экологии, в которых эта наука рассматривается как мировоззрение или методологический подход к изучению взаимоотношений между человеческой цивилизацией и природой. Многоплановость поставленных экологией задач привела к формированию самостоятельных экологических подразделений. Многие отрасли экологии имеют практическую направленность и играют важную роль в развитии народного хозяйства.

Например, прикладная экология, призванная оптимизировать взаимоотношения человека с биосферой, включает несколько самостоятельных направлений: промышленную, инженерную, медицинскую, сельскохозяйственную, экологию энергетики, человека, города (урбоэкологию) и др.

Довольно сложное структурное образование представляет собой общая экология со своими направлениями: аутоэкологией, синэкологией, популяционной экологией, экологией животных, растений и других систематических групп, эволюционной экологией, палеоэкологией.

Изначально экология возникла как биологическая наука. Поэтому, чтобы конкретизировать традиционность взгляда на классическую экологию, изучающую взаимоотношения между живыми организмами и их ответные реакции на изменение состояния окружающей среды, иногда используют термин «биоэкология».

Следует выделить два направления в биоэкологии, которые исследуют различные формы организации живой материи. Аутоэкология рассматривает отдельные организмы и их взаимоотношение с окружающей средой, пределы их устойчивости. Синэкология – это раздел экологии, который анализирует взаимоотношения популяций, сообществ и экосистем с окружающей средой.

Макроэкология, или мегаэкология, также имеет целый комплекс направлений: учение о биосфере, географическую, химическую, социальную экологию (экологию личности, социальных групп, человечества).

1.5.1. Экологический контроль и мониторинг состояния окружающей среды

Окружающая среда (ОС) – это вещества, силы, явления природы, её пространства, любая среда, созданная человеком, которые находятся вне рассматриваемого объекта, но непосредственно контактируют с ним (рисунок 1.39).

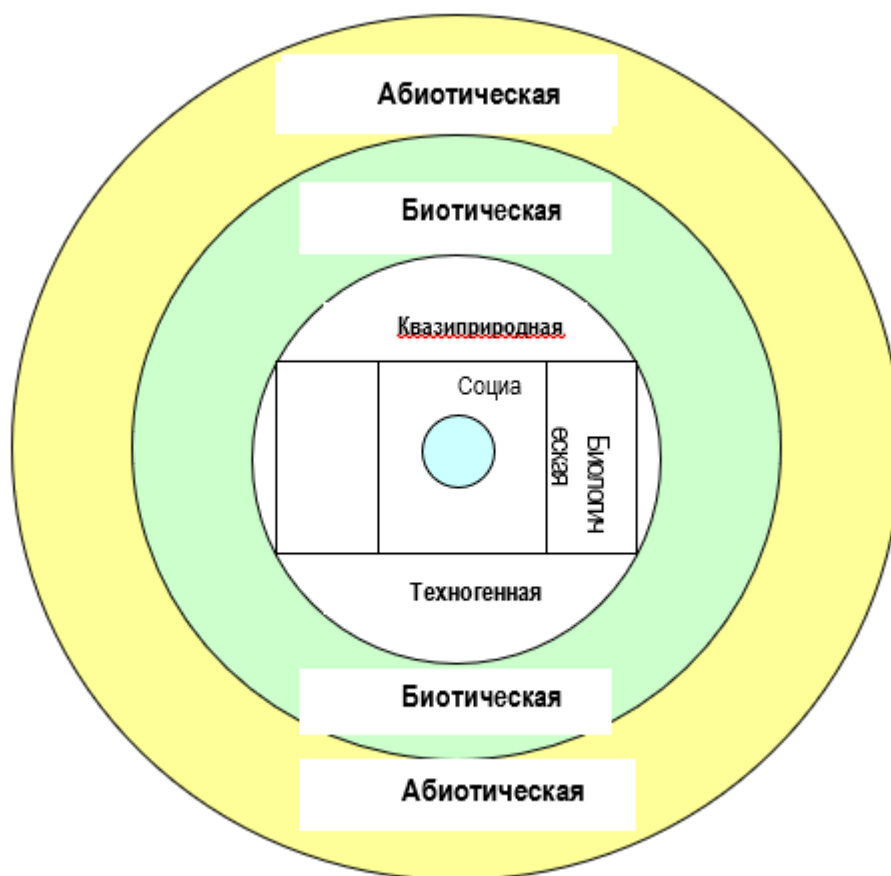


Рис. 1.39. Схема «человек – окружающая среда»

В последнее время значительно усилилось отрицательное воздействие на экологические системы как природных факторов (участвовавшие природные катаклизмы), так и антропогенных (факторы, связанные с деятельностью человека).

1.5.2. Уровни загрязнения окружающей среды

Загрязнения окружающей природной среды (ОПС) – это внесенные или возникшие в ней новые, не характерные для нее, физические, химические, биологические, информационные агенты; или превышающие среднесуточные уровни показателей уже существующих в природе агентов. Природные и антропогенные загрязнения по характерным признакам делятся на физические, химические, биологические и смешанные (рисунок 1.40).



Рис. 1.40. Классификация загрязнителей природной среды

Воздействие вредных химических, физических, биологических загрязнений на биоценозы экосистем характеризуются четырьмя уровнями.

1-й – загрязнения ОС не вызывают изменений в биоценозе:

$$dP_{\text{загр.}}/dt < dP_{\text{самооч.}}/dt;$$

2-й – загрязнения ОС вызывают нагрузки на биоценоз в пределах его саморегулирования:

$$dP_{\text{загр.}}/dt = dP_{\text{самооч.}}/dt;$$

3-й – загрязнения природной среды вызывают в биоценозе необратимые изменения (снижение продолжительности жизни особей, болезни и пр.):

$$dP_{\text{загр.}}/dt > dP_{\text{самооч.}}/dt;$$

4-й – загрязнения вызывают разрушение биоценозов (исчезновение отдельных видов и пр.):

$$dP_{\text{загр.}}/dt \gg dP_{\text{самооч.}}/dt.$$

Уровни любого вида загрязнений должны обязательно контролироваться с целью защиты живых организмов и, в частности,

человека. Нормативы качества ОС должны отражать требования к ней различных потребителей и обеспечивать сохранение экологического равновесия в природных системах в пределах их саморегулирования.

Нормирование качества ОС бывает двух видов: санитарно-гигиеническое и экологическое. Гигиенические нормативы устанавливаются в интересах здоровья человека, сохранения его генофонда и действуют по всей территории РФ. Цель экологического нормирования – сохранение установившегося равновесия в природе в пределах возможной саморегуляции экосистем. Экологические нормативы разрабатываются на локальном и региональном уровнях.

При санитарно-гигиеническом нормировании химических загрязнителей ОС пользуются величиной ПДК (предельно допустимая концентрация), мг/л, мг/м³, мг/г. ПДК – это максимальное количество вещества в единице объёма или массы ОС, которое при ежедневном воздействии в течение неограниченного времени не вызывает каких-либо изменений в организме человека и не влияет на его потомство.

При нормировании физических загрязнителей пользуются величиной ПДУ (предельно допустимые уровни) и в зависимости от вида загрязнения выделяют: ПДУ шума, Дб; ПДУ радиации, мбэр/год; ПДУ эл. магн. полей, В/м; ПДУ освещ., люкс/м³.

При нормировании биологического загрязнения пользуются величиной: ПДК микроорг., колон./л.

Ввиду сильного антропогенного загрязнения ОС на многие загрязнители вводятся ВДК (временно допустимые концентрации):

$$\lg \text{ВДК} = 0,61 \lg \text{ПДК} - 1,0.$$

Если состояние качества ОС не соответствует нормативным требованиям, отраженным в санитарных нормах и правилах на качество отдельных объектов ОС, а экологические системы не компенсируют антропогенных нагрузок, необходимы специальные мероприятия по контролю и охране ОС, к которым относятся экологический контроль за

состоянием объектов ОС и экологический мониторинг состояния окружающей природной среды.

1.5.3. Экологический мониторинг

Мониторинг – это система выполняемых по заданной программе регулярных комплексных долгосрочных наблюдений за состоянием ОС, ее загрязнением, происходящими природными явлениями, а так же оценка, прогноз последующих изменений и регулирование качества ОС за счет разработки и выполнения природоохранных мероприятий. Он является начальным этапом системы обеспечения экологической безопасности. Один из главных принципов экомониторинга – непрерывность слежения.

В Российской Федерации мониторинг за состоянием ОС осуществляется в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 09.08.2013 N 681 «О государственном экологическом мониторинге (государственном мониторинге окружающей среды) и государственном фонде данных государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды)».

Различают три уровня территориального охвата современного мониторинга:

- локальный (биоэкологический, санитарно-гигиенический);
- региональный (геосистемный, природно-хозяйственный);
- глобальный (биосферный, фоновый), включающий наблюдение за состоянием ОС из космоса (космический мониторинг).

В основных структурных элементах ОС ведутся постоянные наблюдения за присутствием следующих наиболее опасных для природных экосистем и человека загрязняющих веществ:

- в атмосферном воздухе – оксидов углерода, азота, серы, аэрозолей (взвешенных веществ), углеводов, радионуклидов, диоксинов и пр.;

– в поверхностных водах и почве – нефтепродуктов, фенолов, тяжелых металлов, соединений фосфора и азота, пестицидов, минеральных солей, РН (комплексный показатель реакции среды);

– в биоте – тяжелых металлов, радионуклидов, диоксинов, нитратов.

Проводится также мониторинг воздействия вредных физических факторов (радиация, шум, электромагнитные поля) на человека и экосистемы в целом.

Результаты экомониторинга ОПС включают в отраслевые кадастры природных ресурсов и используют для принятия экологически значимых хозяйственных или иных решений.

1.5.4. Экологический контроль

Экологический контроль – одно из звеньев организационно-правового механизма охраны ОС, предусмотренное разделом XI Федерального закона от 10.01.02 № 7-ФЗ «Об охране ОС», начальный этап экологического мониторинга. Его целью является проверка исполнения требований экологического законодательства, соблюдения нормативов и нормативных документов в области охраны ОС и обеспечения экологической безопасности населения. Посредством экологического контроля обеспечивается соблюдение природопользователями экологических требований. Таким образом, экологический контроль выполняет ряд функций: предупредительную, информационную и карательную.

Экологический контроль подразделяется на государственный, производственный, муниципальный и общественный.

Основными объектами экологического контроля являются: атмосферный воздух, воздух рабочей зоны, питьевая вода, вода поверхностных и подземных водоёмов, почва, продукты питания и пр.