

Министерство образования Российской Федерации

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Коротких М. Т.

**Концепции современного естествознания:
Конспект лекций**



**Санкт-Петербург
2004**

Аннотация
к конспекту лекций по курсу «Концепции современного естествознания»

Автор: проф. Коротких М.Т.

Конспект лекций по курсу «Концепции современного естествознания» предлагается как пособие для самостоятельного изучения предмета студентами экономических специальностей заочной и дистанционной формы обучения. Пособие может быть рекомендовано как материал для начального изучения, позволяющий наметить общую структуру предмета. Более детальное изучение отдельных разделов курса возможно по предлагаемой в пособии литературе.

Ключевые слова: концепции современного естествознания, пособие по курсу «Концепции современного естествознания», дистанционное обучение.

Содержание

1. Лекция №1. Введение
2. Лекция №2. Структурные уровни природы, рассматриваемые человеком.
3. Лекция №3. Современные представления о микромире
4. Лекция №4. Фундаментальные взаимодействия в природе
5. Лекция №5. Атомно-молекулярные структуры веществ и их свойства
6. Лекция №6. Структуры мегамира
7. Лекция №7. Солнечная система
8. Лекция №8. Свойства макрообъектов
9. Лекция №9. Энергетические структуры
10. Лекция №10 Конструкционные материалы и технологические структуры
11. Лекция №11. Технологические структуры формообразования
12. Лекция №12. Транспортные структуры
13. Лекция №13. Живые структуры
14. Лекция №14. Биосфера. Ноосфера

Литература

Лекция №1 ВВЕДЕНИЕ

Предмет «Концепции современного естествознания» введен в Государственные образовательные стандарты гуманитарных специальностей совсем недавно, однако уже в настоящее время существует более 10 учебников и учебных пособий, отличающихся объемом, акцентом на те или иные области науки.

Представить современное естествознание и даже классифицировать все области человеческой научной деятельности чрезвычайно сложно, еще более сложным представляется задача изложения всех достижений областей науки и решаемых ими в настоящее время проблем. Привлечение для преподавания данного предмета узких специалистов – физиков, химиков или биологов позволяет достаточно глубоко и полно разъяснить студентам достижения и проблемы данной области науки. В то же время подача материала профессионалом в конкретной области зачастую неоправданно сужает круг затрагиваемых областей естествознания и не может адекватно восприниматься студентами – гуманитариями.

Спектр гуманитарных специальностей настолько широк, что, попробовав сформулировать цель изучения данного предмета, автор смог написать только одну: любой образованный человек должен иметь представление о **достижениях современного естествознания и перспективах развития общества**, в котором он живет.

Более конкретными, цели данной дисциплины представляются автору, когда речь идет о студентах экономических специальностей, будущая профессия которых непосредственно связана с производственной, практической деятельностью людей. В этом случае ориентироваться в перспективах развития науки, в возможностях её практического применения экономисту не просто полезно, но и жизненно необходимо.

И в этом случае основной целью изучения курса КСЕ может выступать **умение прогнозировать направления инвестиций, изменений на рынке**, особенно высокотехнологичной продукции.

В данном пособии, автор постарался, глубоко не вдаваясь в профессиональные проблемы отдельных областей естествознания, показать связь науки с практической деятельностью людей, с теми особенностями и свойствами окружающей нас искусственной среды, которые определяются достижениями науки.

1. Окружающий человека мир и естествознание.

Рассмотрение окружающего мира возможно только при отделении человека от этого мира. Хотя такой подход представляется единственно возможным, но возражения против

него многие тысячи лет. Так буддизм утверждает, что отделение субъективного «Я» человека – просто большое заблуждение.

Древние греки считали человека микрокосмом, в котором заключена вся вселенная. Призывы познать самого себя, чтобы познать весь мир, продолжаются многие тысячи лет, хотя, по-видимому, в настоящее время истолковываются в несколько ином смысле (расшифровывая геном человека, ученые вряд ли выполняют завет тех древних философов, а скорее еще более усложняют картину мироздания).

Познавая окружающий мир с помощью органов чувств, человек осознавал, что этот мир структурирован, т.е. не однороден и состоит из некоторых объектов, отличающихся по действиям на нас и на друг друга. Пространственная неоднородность окружающего мира понимается нами как **структура**. Структура может непосредственно восприниматься человеком с помощью органов чувств, например, гора, дерево, луна, звезды, либо с помощью приборов. Так с помощью микроскопа (тоже определенной структуры) можно увидеть структуру металлического сплава, клетки растения, животного. Структуры могут быть и гипотетическими, воспринять которые невозможно, но можно представить с какой - то степенью приближения к реальности, например, структуру атома или нейтрона.

Первое, на что обращал внимание человек, - это его взаимодействие с данной структурой, ее полезные или вредные для него **свойства**. Это мог быть лес, пещерный медведь, море, солнце Взаимодействия с этими структурами является для человека чрезвычайно важными, иногда жизненно важными. Поэтому **вопрос, почему те или иные структуры обладают данными свойствами**, стоит перед человечеством очень давно и от постоянного решения проблем связи свойств и структур зависит не только уровень развития нашей цивилизации, но и ее существование.

Самый оригинальный ответ, который был дан на этот вопрос – это идея персонификации носителя этих свойств. Так появились боги, управляющие всеми, сколько-нибудь важными для человека, свойствами. Бог огня, бог воды, душа умершего, переселившаяся в животное. В таком понимании любое явление и свойство обладает свободой воли и может быть произвольно изменено субъектом.

Отсюда легенды об остановившемся Солнце, о дороге по дну моря, когда вода стояла стеной.

Для таких радикальных эффектов нужно было только договориться с богами.

Такой подход дожил и до средних веков. Так, знаменитый средневековый ученый Парацельс в своих трудах рассуждает о стихийных духах воздуха, воды, земли и огня и описывает их как живых существ, подобных человеку.

Концепция единого бога оказалась значительно сложнее, и ей постоянно нужно было отвечать на практические вопросы, почему молитвами не удастся изменить даже простейшие свойства, окружающих человека структур или явлений. Это противоречие церковь решила на ранней стадии развития (Фома Аквинский) и отвела науке роль изучения творения бога.

В этом подходе ученый может сколь угодно долго приближаться к пониманию бесконечно-мудрого устройства вселенной, а божественное влияние может только помогать ему в этом.

Оказалось, однако, что изучение окружающей природы научными методами может успешно осуществляться без привлечения гипотез о причинах возникновения вселенной, человека, и естественные науки развиваются учеными, придерживающимися совершенно разных философских и религиозных концепций, причем ученые понимают друг друга и могут развивать научные идеи, сформулированные представителями даже противоположных конфессий. Можно даже утверждать, что естествознание не связано с философией и религией.

Современное естествознание охватывает такую широкую сферу человеческого знания, накопленного за многие тысячелетия развития человечества, что охватить ее полностью не под силу никакому человеческому гению, а под естествознанием мы будем понимать все науки о природе (естественно, считая и человека неотъемлемой её частью).

Отделение человека от природы, собственно говоря, искусственно, так как техногенная среда, созданная человеком, безусловно, есть часть природы как собственно и сам человек. Это искусственное отделение человека от природы уже стоило человечеству многих неприятностей, и будет еще стоить немало. Достаточно вспомнить лозунг Мичурина «...нам нельзя ждать милостей от природы – взять их у нее наша задача...», лозунги и декларации о «победе над природой» и т.д. Несмотря на кажущуюся очевидность единства человека и природы, такое отделение традиционно настолько устоялось, что не вызывают отторжения рассуждения о воздействии человека на природу, на окружающую среду, об освоении человеком природных процессов и явлений.

Хотя, скорее, следовало бы говорить о развитии природы, о законах ее развития, в которых человечество есть всего лишь структурная составляющая природы.

В курсе КСЕ невозможно раскрыть все законы естественных наук, поэтому следует сформулировать, хотя бы гипотетически, некоторые общие концепции, присущие любой области естествознания.

Первый, наиболее общий вопрос, нерешенный до сих пор – **это вопрос об определении свойств через структуру.**

Конечно, это вызывает недоумение, ведь мы, зная структуру вновь полученного вещества, можем прогнозировать его свойства. Но надо заметить, что вначале, все-таки, человечество открыло новое свойство, потом связало его с определенной структурой, и сейчас мы пользуемся принципиально проверенной концепцией:

Свойства определяются структурой.

Похожие структуры обладают похожими свойствами.

Второй вопрос, на который наука не дает ответа – **прогнозирование принципиально новых свойств.**

Очень интересна судьба открытия новых свойств. Сплав с памятью формы был получен для других целей, и его удивительное свойство открыто было случайно. Когда удалось объяснить его свойства определенной структурой, был начат поиск сплавов с похожей структурой, который дал определённые результаты, хотя полного понимания связи структура-свойство еще не возникло.

Свойство радиоактивности было обнаружено абсолютно без связи с представлениями о структуре вещества, оно даже противоречило этим представлениям, и на базе этого открытия возникло новое представление о структуре атомов. Как только такое представление стало более-менее адекватным, это позволило овладеть ядерной энергией.

Открытое свойство односторонней проводимости некоторых твердых объектов и объяснение этого свойства контактом двух полупроводниковых структур разного типа проводимости привело к непредсказуемому, в то время, развитию электронной техники.

Все, что знает современная наука, можно свести к набору явлений-свойств окружающего мира и связей этих свойств со структурой, установленных с большей или меньшей степенью достоверности. Однако это не так мало и позволяет производить очень серьёзные изменения в окружающем мире.

Ограниченность научного знания вызывает серьезные разногласия среди ученых. При этом, чем более ограничен сам ученый, тем более он уверен в полноте своего научного знания, своей области научной деятельности. Так, распространена концепция, что все виды фундаментальных взаимодействий

известны, что законы живой природы могут быть объяснены известными законами физики и химии и т.д.

Здесь надо отметить, что прогнозирование новых свойств иногда прорывается в озарениях поэтов, мыслителей, писателей фантастов, людей со специфической духовной организацией, но практически никогда в среде ученых. Огромным провидческим талантом обладал Леонардо да Винчи, но он, как известно, был не только ученым, инженером, но и великим художником. В литературных трудах Жюль Верна, Алексея Толстого, Беляева образ будущих научно-технических достижений, оказалось, просматривался значительно лучше, чем в предсказаниях современных им ученых. И даже в 19 веке, накануне эры воздухоплавания, всемирно известный французский ученый Лаланд «научно» доказал, что аппараты тяжелее воздуха летать не могут.

Сразу же надо отметить, что, говоря о наиболее общих концепциях, следует не смешивать их с различными философскими построениями, которые также пытаются объяснить проблемы стоящие перед человечеством и прогнозировать целесообразные пути его развития.

Однако философия не ограничивается только областью науки, но и включает в свои построения такие сферы проявления человеческой деятельности, сознания, как культура, религия, мораль и т.д.

На бытовом уровне, если мы ищем ответ на вопросы, КАК? и ПОЧЕМУ? происходит то или иное событие, то мы обращаемся к сфере науки. Если же ставится вопрос о смысле жизни, и звучит вопрос ЗАЧЕМ?, то наука даже не пытается на него отвечать, но этим заняты многие религиозные и философские системы.

Говоря о специфике науки, можно отметить особенности философского знания. В целом, философия не является наукой. Если в классической философской традиции философия трактовалась как особого рода наука, то современные мыслители часто развивают философские построения резко отграниченные от науки (это относится, например, к экзистенциалистам, неопозитивистам). Вместе с тем, в рамках философии всегда были и есть построения и исследования, которые могут претендовать на статус научных. М.Борн относит к таковым "исследование общих черт структуры мира и наших методов проникновения в эту структуру".

Хотя исследование структуры мира (пространства, времени, методов исследования) обычно вряд ли осуществляется философами, а скорее физиками, склонными к философским обобщениям.

Поэтому наука, религия, философия, культура могут рассматриваться как единое неразрывное проявление природы через человека, и рассмотрение их в отрыве от этого единства всегда будет приводить к существенным противоречиям и к тяжелым последствиям в развитии общества.

В настоящее время, бурное развитие прикладных наук, при явно низком культурно-этическом уровне развития человечества, поставило вопрос о его выживании, так как угрозы изменения природы и человека, как биологического вида, очевидны и катастрофичны.

Ограничивая область человеческой деятельности естественными науками, следует определить само это понятие. **Это науки о явлениях, структуре и свойствах объектов природы и законах их взаимодействия и изменения. Концепции – это основополагающие идеи, базис отдельных естественных наук, которые отличаются относительной устойчивостью, смена их происходит достаточно редко, что позволяет неспециалисту в данной области знания достаточно уверенно ориентироваться в окружающем мире, даже при невозможности постоянного отслеживания конкретно временного развития частных научных дисциплин.**

Научные исследования (науки) обычно принято делить на фундаментальные и прикладные. Первые проводятся без какой-то конкретной практической цели и направлены на более глубокое изучение законов природы. Как отмечают некоторые авторы, такие исследования по большей части являются бесполезными. Однако, существенные изменения ноосферы, связанные с некоторыми фундаментальными открытиями, приводят к политической, социальной или другой потребности в их проведении. Во многих случаях финансирование таких исследований определяется страхом отстать в военной области, проиграть в конкурентной борьбе и т.д.

Таким образом, предполагается, что, с какой-то долей вероятности, фундаментальное исследование может дать практический результат с огромными последствиями. Проведение фундаментальных исследований определяется и присущим человеку, как объекту живой природы, ориентировочным рефлексом. Этот рефлекс присущ не только человеку, но в примитивном виде просматривается у всех живых объектов, а у всех млекопитающих развит чрезвычайно. (У кого есть кошка, тот видел, как она ведет себя в новой обстановке или при появлении любой новой вещи.)

Любознательность видимо не последнее свойство, определяющее развитие науки. По этому поводу один из физиков в шутку сказал, что наука – это удовлетворение собственного любопытства за государственный счет.

Прикладные научные исследования настолько наглядно показали свою полезность, окупаемость, что многие частные фирмы инвестируют в них значительные средства.

Так, в некоторых странах, переход к финансированию научных исследований частными фирмами является критерием перехода их из разряда фундаментальных в прикладные.

Исследования по термоядерному синтезу, проводились во многих странах в рамках государственного финансирования, которое лоббировалось политиками, играющими на страхе технологического и военного отставания страны. В настоящее время, ряд американских концернов инвестируют в эти исследования, что, по мнению аналитиков, свидетельствует о переходе их в практическую плоскость и о скором техническом решении проблемы.

Например, в результате фундаментальных исследований появились лазеры, которые были созданы как экспериментальные установки, а в результате широких прикладных исследований были созданы боевые, технологические, медицинские и др. лазерные системы.

Современное развитие техники невозможно без проведения широких прикладных исследований. (Примеры: применение лазеров в технологии, создание принципиально новых носителей информации, полупроводниковых преобразователей энергии, полупроводниковых вычислительных структур, создание новых типов атомных реакторов, сверхпроводящих материалов и т.д.).

В то же время следует отметить, что экономические науки отражают такие сферы человеческой деятельности, которые неразрывно связаны с техникой, научно-техническим прогрессом.

Более-менее долгосрочное прогнозирование любой производственно-хозяйственной деятельности невозможно без знания тенденций развития той или иной области техники.

Поэтому, в данном пособии, мы поставим себе более узкую, но более конкретную задачу: кратко характеризуя достижения естественных наук, показать их некоторые нерешенные проблемы и возможные будущие изменения в окружающем нас мире.

При изучении предмета «Концепции современного естествознания» студентами экономических специальностей можно поставить следующие конкретные цели:

1. Формирование личности специалиста, способной правильно ориентироваться в быстроизменяющейся техногенной среде.
2. Формирование умений и знаний в области прогнозирования будущих изменений с целью рационального инвестирования.
3. Прогнозирование социально-экономических последствий возможных научно-технических изменений.

То, что данные знания нужны будущему экономисту-менеджеру убедило автора знакомство с некоторыми инвестиционными проектами, реализуемыми в настоящее время. Пользуясь полной научно-технической безграмотностью инвесторов, получены деньги на создание махолета, приводимого в движение руками человека (о том, что человек может летать только используя энергию мышц ног и спины доказал еще великий механик Леонардо), на создание механических устройств, нагревающих воду с КПД большим 1 и т. д.

Поэтому в курсе пойдет речь только о наиболее общих концепциях СЕ, наиболее устоявшихся представлениях и знаниях, которые оказывают в настоящее время наибольшее влияние на развитие человечества и определяют, по мнению большинства ученых, его развитие на предстоящее время.

Данный курс не является упрощенным курсом физики, химии, биологии, физиологии или какой либо другой науки. Попытка их упрощения и приведения к виду понятному студенту, который не ориентирован на изучение естественных наук, не вызовет интереса в их изучении, а с другой стороны приведет к профанации серьезных проблем и наук. Практически все учебники по КСЕ написаны именно так и различаются только объемом и степенью упрощения отдельных естественно научных знаний, что явно связано с субъективными предпочтениями того или иного автора. При этом общих концепций развития естественных наук не обнаруживается, а под концепциями понимаются основные законы и постулаты химии, физики, биологии и т.д.

Необходимость данного пособия виделась автору именно в формировании обобщенного взгляда на проблемы развития естественных наук с формированием образа возможного их развития как общей тенденции саморазвития природы.

Лекция №2

Структурные уровни природы, рассматриваемые человеком

Условимся, что природа, вселенная существует объективно, человек ее часть и развитие человека, человечества является природным процессом, не является каким-либо исключением из законов природы. Несмотря на кажущуюся тривиальность такого положения, оно иногда находит своих оппонентов, которые могут утверждать, что появление разума, способности природы познавать и изменять самую себя человеком является исключением из правил. Это идея единственности разумных существ во вселенной и находящихся на планете Земля имеет большую историю и, пока не получено доказательств обратного, имеет право на существование.

Самопознание природы человеком имеет свои особенности, которые определяются особенностями физиологии и психики человеческого существа, но мы уже можем быть объективно уверены, что человек познает именно объективные законы природы, так как, даже применяя уже познанные законы, он может производить циклопические изменения природы. Так, не представляется сложным уничтожить все живое на земном шаре, произведенные изменения поверхности Земли, носят планетарный характер и, в скором времени, масштаб их охватит всю солнечную систему.

Однако развитие естествознания имеет и специфические особенности, определяемые человеком. Первые, естественно-научные, представления формировались при наблюдении над окружающей природой и касались тех объектов, которые могли восприниматься человеком с помощью органов чувств. Такие объекты, которые непосредственно воздействовали на человека, с которыми он мог оперировать, производя целесообразные их изменения, были для него наиболее важны, и именно для них он открывал первые законы природы. Так Галилей, бросая с башни различные предметы, устанавливал законы механики. Торичелли, оперируя сосудами с откачанным воздухом, установил величину атмосферного давления и т.д. При этом естествоиспытатели рассматривали открытые ими законы природы как всеобщие, божественные, пригодные для описания поведения любых объектов, любого масштаба. Особенно наглядно это проявилось при применении законов механики для описания движения планет, т.е. объектов, непосредственное экспериментирование с которыми, было невозможно.

Попытки же применения этих законов для описания поведения микрообъектов оказались неадекватными.

Поэтому традиционно структура мира рассматривается на трех уровнях:

Мегами́р: звездные и галактические системы на всех наблюдаемых и гипотетических уровнях состояния.

Макроми́р – это мир ограниченный средой обитания человека (земной шар) и наблюдаемый мир малых объектов (клетка, микроб). В настоящее время размеры макромира можно расширить до пределов солнечной системы, так

как планеты становятся доступными непосредственному изучению человеком и могут быть подвергнуты определённым воздействиям. Существенным, для выделения объектов макромира, является применимость для их описания законов классической механики.

Микромир – мир на уровне размеров атомов и молекул. Выделение его определяется применимостью для описания законов квантовой механики, невозможностью представления его объектов на основе аналогов - объектов макромира.

Так, первая модель атома Бора напоминала модель солнечной системы, но оказалась настолько неадекватной, что была отвергнута, а современная модель, представляющая электрон в виде и частицы и волны, с квантуемыми энергетическими уровнями не может быть описана и представлена с привлечением каких-либо аналогов из макромира.

Такое разделение при изучении законов природы носит условный характер и связано со специфическими особенностями субъекта (человека).

Наиболее сложным вопросом познания окружающей действительности оказался вопрос структурирования ее на не сводимые друг к другу категории - материи, энергии, информации. Вокруг определения этих категорий велись и ведутся нескончаемые философские споры.

Исходя из простых наблюдений, мы видим, что мир насыщен множеством объектов структурированных **в пространстве**. (Мир беспорядочно усеян упорядоченными формами (Поль Валери)) Они явно отделены друг от друга и не могут занимать одного и того же пространственного положения.

Определение же **пространства** также является вопросом практически нерешенным. По одним представлениям – это пустоеместилище, типа ящика, неограниченных размеров (бесконечное), по другим оно бесконечно, но замкнуто (ограничено), по третьим, конечно и замкнуто. Некоторые гипотезы определяют пространство функцией материальных объектов природы, а другие гипотезы сами материальные объекты объявляют ни чем иным, как искривлением пространства. В настоящее время интенсивно развиваются физические теории, представляющие пространство в виде физического вакуума, плотность которого чрезвычайно высока, а материальные объекты как определенные возмущения этого вакуума. Оставим эти вопросы настоящим физикам и философам, отметив при этом, что данный вопрос, по-видимому, фундаментальный вопрос естествознания, в настоящее время открыт. И, может быть, окончательное его решение очень далеко.

Рассматривая структуры окружающего мира, человек видит, что они изменчивы и расположение их друг относительно друга меняется. Эти изменения происходят во **времени**. Но как в древности, так и сейчас **время** измеряется только по сравнению с определенными изменениями пространственной структуры. Так сутки – это один оборот Земли вокруг оси, год – оборот Земли вокруг Солнца. Самые точные атомные часы определяют секунду как период, за который в определённых атомах происходит определенное число колебаний. В философской традиции существует

множество концепций пространства и времени, из которых наиболее интересны и противоположны две: пространство и время есть форма существования вселенной, пространство и время - специфические формы человеческой психики, в которых он может структурировать своё мышление.

Категория времени наиболее загадочна. Первое, что наиболее невероятно и обидно, это необратимость времени, чем оно принципиально отличается от пространства. Несмотря на большое количество гипотез, от самых крайних, что время чисто субъективное свойство восприятия действительности человеком, до представлений о едином пространственно – временном континууме, этот фундаментальный вопрос естествознания по-прежнему остается открытым.

*Как известно, в человеческом сознании существует мечта об обратимости времени, о возможности построения «машины времени». Современное естествознание не может указать физических принципов достижения такой цели. Некоторые ученые отрицают даже принципиальную возможность ее построения в будущем. Здесь можно высказать предположение, которое неплохо подтверждается историей развития человеческой цивилизации. **Человечество может достичь любых целей, которые может представить. Человек – часть природы и его представления - это тоже природный процесс.***

С категорией времени неразрывно связана категория **энергии** как меры движения (изменения). Попытки человека воздействовать на структуру окружающего мира с целью ее изменения показали, что это требует определенных усилий, причем достаточно длительных во времени. И категория энергии возникла, как мера механической работы, а энергию движущегося тела даже определяли, как его способность производить работу.

Огромным достижением естествознания 18-19 веков явилось открытие законов сохранения вещества (Лувуазье) и сохранения энергии (Майер). Эти законы до сих пор являются основными для описания и моделирования всех процессов макромира.

Если существование категорий материи и энергии, определяемых в разных философских школах по-разному, все-таки, обще признано, то выделение в отдельную категорию **информации** часто вызывает возражения. Что позволяет считать информацию категорией, не сводимой к материи или энергии? Конечно, информацию несут все материальные объекты. Материальный объект только тогда существует, когда он имеет определённые свойства, исчезают свойства – исчезает объект. Но могут ли свойства объекта быть отделены от него, и может ли информация служить для создания того или иного объекта?

Конечно, и чертеж, несущий информацию, и компьютерная программа, несмотря на их совершенную несхожесть, могут быть использованы для создания определенной детали. И без этой информации их создать невозможно. Почему-то никто не возражает против тезиса о том, что прежде чем создать какой-то искусственный объект, человек формирует его информационный образ в голове. То есть информация в ноосфере предшествует появлению материального объекта. С количеством вещества информация не связана. По одним и тем же чертежам можно построить один

или тысячи танков. А если мы представим тысячи одинаковых чертежей, лежащих друг на друге, то вряд ли в них больше информации, чем в одном чертеже.

Информация требует не только материального носителя, но и энергии для ее записи, передачи, извлечения. Но современный опыт показывает, что характер информации не изменяется при значительном, вплоть до молекулярного уровня, изменении размеров ее материального носителя, а потребление энергии при ее обработке может быть сведено практически до нуля (при построении ЭВМ на контактах Джозефсона).

В символической форме у разных народов существовала концепция, что мир стоит на трех слонах, которые в свою очередь стоят на черепахе. Хотя живые существа, (в зависимости от природных условий) в этих мифах могут варьироваться, но эта структура ТРИ-ОДИН сохраняется. Конечно, это какой – то символ, и вряд ли стоит думать, что наши предки понимали это в буквальном смысле. Автор склонен считать, что материя, энергия, информация являются триединством и могут при определенных условиях превращаться друг в друга. В настоящее время доказано, что материя и энергия преобразуемы друг в друга (на уровне микромира). Про информацию мало что известно, хотя, в одной из наиболее почитаемых человечеством книг, сказано, что в начале было Слово, Слово было у Бога, и Слово был Бог. Если Слово считать символом информации, то это утверждение равносильно утверждению о создании мира из информации или с помощью информации.

Данные рассуждения вряд ли можно считать научными и скорее приведены автором для оживления восприятия и, чтобы показать, что при отсутствии полной ясности с основными категориями, применяемыми человечеством для описания картины мироздания, естественнонаучные представления вряд ли могут считаться окончательно сформированными.

Лекция №3

Современные представления о микромире

Первые умозрительные представления о том, что свойства предметов определяются их внутренней структурой, возникли еще в древней Греции. Так, Левкипп и, впоследствии, Демокрит, утверждали, что вещество состоит из мельчайших частиц, атомов.

Однако эти идеи существовали тысячелетия как философские размышления и не могли быть проверены. А тем более не оказывали никакого влияния на практическую деятельность людей.

Основные же научные теории атомно-молекулярного строения вещества были созданы в 19 веке трудами химиков. Химиками было выработано понятие **молекулы**, как наименьшей частицы вещества, сохраняющего его химические свойства. Еще трудами средневековых алхимиков было показано, что при различном воздействии на вещества свойства их могут меняться, вещества могут соединяться друг с другом, что также приводит к кардинальному изменению их свойств. Эти работы алхимиков, целями которых было получение драгоценных металлов, эликсира бессмертия, позволили установить, что есть предел разложения веществ на простейшие составляющие и привели к формированию понятия химического элемента, как простейшего, далее неразложимого вещества.

Джон Дальтон установил, что молекулы одного и того же элемента имеют идентичные свойства, а атомный вес элемента он измерял по отношению к массе атома водорода. Авагадро в 1811 году установил правило, что газы при одинаковом давлении и температуре содержат одинаковое число молекул. Это достижение химиков позволило определить массу одной молекулы того или иного газа, что было принципиально важно для развития кинетической теории газов, объясняющей температуру газа средней скоростью движения его молекул, а давление как суммарное действие соударений молекул со стенками сосуда. Несмотря на то, что молекулы газа представлялись, в то время, как идеальные упругие шарики, статистические расчеты позволили объяснить многие, установленные ранее, законы (Бойля Мариотта, Гей-Люссака).

Несмотря на то, что для описания движения молекул газа использовались законы механики Ньютона, кинетическая теория газов дает очень хорошее совпадение с опытом.

Интересно, что здесь впервые ученым пришлось применить статистически вероятностный подход, так как рассмотрение движения отдельной молекулы, со всеми ее столкновения с другими

молекулами и стенками сосуда не могло привести к описанию таких макросвойств, как температура, давление и т.д.

Молекулярно кинетическая теория газов - прекрасный пример объяснения свойств МАКРОмира (давления, температуры) особенностями строения на уровне МИКРОмира. Ведь на уровне молекул отсутствуют эти понятия, а могут рассматриваться такие свойства как масса и скорость молекулы, их концентрация в единице объема.

Средняя скорость молекул основных газов воздуха — азота и кислорода — составляет при обычных условиях около 460 м/с, среднее число столкновений каждой молекулы за секунду — около 7 миллиардов, а средняя длина свободного пробега — около 70 нм. Так как средняя длина свободного пробега обратно пропорциональна давлению газа, под вакуумом, например, в миллионную долю миллиметра ртутного столба она составляет уже около 50 м. Практически это означает, что молекулы при таком вакууме несравненно чаще будут сталкиваться со стенками заключающего газ сосуда, чем друг с другом.

Ударяясь о ту или иную преграду, молекулы производят на неё давление, которое является суммарным результатом толчков молекул. Оказываемое давление будет тем значительнее, чем больше толчков за единицу времени и чем сильнее каждый из них. Одним из важнейших выводов кинетической теории было то, что при данной температуре средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул не зависит от их природы; иначе говоря, с изменением массы молекул скорости их изменяются так, что средняя кинетическая энергия остаётся постоянной. Поэтому давление должно зависеть только от числа молекул (в единице объёма).

В 1859 году Юлиус Плюккер открыл катодные лучи. Такое открытие стало возможным при достаточно развитой технике физического эксперимента. Нужно было не только получить высокую степень разряжения в закрытом сосуде, но и иметь высоковольтный источник электрического тока. Оказалось, что из отрицательного электрода (катода) испускаются невидимые лучи, наличие которых было обнаружено по свечению некоторых материалов, на которые они падают. Самым же удивительным было то, что эти лучи имеют свойства совершенно не похожие на свойства обычного света. Так, они отклоняются в электрическом и магнитном полях, и Уильяму Круксу в 1897 году удалось доказать, что эти лучи являются потоком частиц, которым дали название — электрон (янтарь). Исследование катодных лучей перевернуло представление о микроструктуре вещества. Если из катода вылетают какие-то частицы, то он должен уменьшаться, терять массу. Однако этого не происходит, значит, сколько частиц из него вылетает, столько к нему притекает по электрической цепи от источника. Напрашивается вывод, что электроны и есть переносчик зарядов в электрических процессах. Проведя исключительно тонкие опыты по

электризации очень мелких масляных капель, физики установили электрический заряд электрона, который является фундаментальной величиной, элементарной величиной заряда.

Открытие катодных лучей, электрона можно считать случайным, но оно впоследствии не только позволило создать современную теорию микромира, но имело для человечества чрезвычайно важные практические значения. В каждом доме сейчас работают многие устройства, в которых катодные лучи вызывают свечение люминофора на экранах телевизоров, дисплеев компьютеров.

Потоки электронов используются в электронных микроскопах, в установках для электроннолучевой сварки. Конечно, ученым 19 века эти практические возможности даже не представлялись. И это очень наглядный пример важности фундаментальных научных исследований. Рассматривая историю многих фундаментальных открытий, можно прийти к выводу, что они сделаны случайно, при условиях, когда ученые изучали совсем другое явление. Но эти случайные открытия никогда не были бы сделаны без широких научных исследований, развитии техники эксперимента.

Для экономиста важен вывод о том, что, финансируя фундаментальные исследования, он определяет образ будущего. Но образ будущего обычно не учитывается при рассмотрении экономической целесообразности. Так, если исходить из сиюминутных интересов, выгоднее брать долгосрочные кредиты, проедать их, а расплачиваться предоставить потомкам.

Факт выделения электронов самыми разнообразными веществами приводил к выводу, что электроны входят в состав всех атомов. Но атом, как известно, электрически нейтрален, из этого следовало, что в его состав должна была входить ещё одна составная часть, уравновешивавшая сумму отрицательных зарядов электронов.

Важнейшим «случайным» открытием конца 19 века была радиоактивность. Изучая послесвечение различных веществ, Беккерель обнаружил, что соединения урана способны засвечивать фотопластинку, даже находящуюся в закрытом конверте. Последующее целенаправленное изучение урановых руд позволило установить, что в них содержится несравненно более радиоактивные вещества - радий и полоний, выделение которых в чистом виде дало в руки ученых мощный источник проникающей радиации.

В сознании учёных, твёрдо стоявших на точке зрения атомистической теории, укрепилось представление об атомах, как о последних, ни при каких условиях неделимых частицах вещества. Из-за этого на несколько лет задержалось правильное истолкование важного открытия, сделанного Беккерелем в 1896 г.

Известно было, что существуют вещества, которые после предварительного освещения светятся затем некоторое время сами. Явление это называется фосфоресценцией. Изучать его можно, в частности, по действию испытуемых материалов на фотографическую пластинку. Исследуя

таким образом различные вещества, Беккерель заметил, что образцы, содержащие в своём составе уран, действуют на фотографическую пластинку и без предварительного освещения

Свойства этих лучей удалось достаточно быстро изучить благодаря предложенной Вильсоном камере, заполненной газом, находящемся в переувлажненном состоянии, на пороге выпадения влаги в виде росы. Это гениальное устройство позволило если не увидеть отдельную частицу, то проследить траекторию ее полета. На пути движения частицы она ионизирует атомы газа, и в местах ионизации образуются центры конденсации влаги. Эти микрочастицы влаги видны невооруженным глазом на черном фоне дна камеры и могут быть даже сфотографированы. Надо отметить, что в настоящее время для изучения движущихся элементарных частиц применяют пузырьковые камеры, в которых находится жидкость на пороге кипения, и проходящая через жидкость частица создает видимые траектории, состоящие из пузырьков пара.

Применив камеру Вильсона, было обнаружено, что исходящие из радиоактивных материалов лучи неоднородны. В магнитном и электрическом поле некоторые частицы отклоняются как имеющие положительный заряд (α -частицы), другие имеют отрицательный заряд (β - частицы), а часть излучения ведет себя как свет и в электрическом и магнитном поле не отклоняется (γ -лучи).

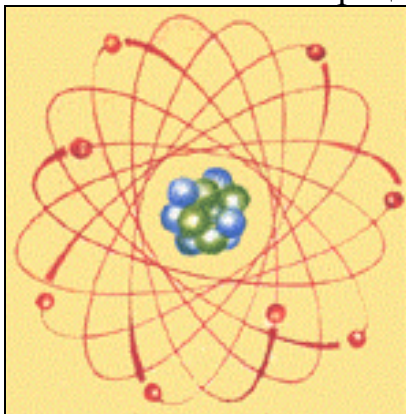
(Впоследствии было показано, что α -частицы состоят из двух протонов и двух нейтронов и идентичны ядрам атомов гелия, β - частицы – это поток быстрых электронов, а γ -лучи – это кванты электромагнитного колебания высокой энергии.)

Открытие природных радиоактивных веществ дало ученым мощный инструмент для проникновения вглубь структуры вещества. Принципиально важными для развития таких представлений являлись опыты Резерфорда (1911г) по рассеянию

α -частиц в веществе. Пропуская их через металлическую фольгу определённой толщины, он установил, что некоторые пролетают через нее, практически не отклоняясь, только малая часть отклоняется от прямолинейной траектории, а совсем незначительное количество даже отражается в обратном направлении. Этот удивительный факт, что вещество может быть настолько прозрачно для материальных частиц, привел Резерфорда к выводу о том, что атомы вещества не представляют из себя шариков, а практически пусты и имеют внутри себя положительно заряженные частицы, способные оттолкнуть также положительно заряженные альфа-частицы при лобовом столкновении. Так как такое столкновение происходит очень редко, был сделан вывод о том, что эти положительно заряженные частицы атомов очень малы.

Но как же в атоме могут существовать и положительно заряженные частицы и электроны. Ведь было известно, что положительно и отрицательно заряженные частицы притягиваются друг к другу. И ядра и электроны должны были бы слиться в единое целое, не имеющее электрического заряда. Поэтому первая модель атома, предложенная Резерфордом и Бором, имела аналог в окружающем нас макром мире, и предполагала, что вокруг положительно заряженного ядра летают по круговым орбитам (как планеты) электроны, которые удерживаются силой электромагнитного притяжения, а не падают на ядро за счет центробежной силы, которую можно определить, исходя из законов механики Ньютона.

Эта модель атома достаточно наглядна и часто служит символический иллюстрацией его внутреннего строения.



Элементарные частицы, в точном значении этого термина, - это первичные, далее неразложимые частицы, из которых, по предположению, состоит вся материя.

Элементарные частицы современной физики не удовлетворяют строгому определению элементарности, поскольку большинство из них по современным представлениям являются составными системами. Общее свойство этих систем заключается в том, что они не являются атомами или ядрами (исключение составляет протон). Поэтому иногда их называют субъядерными частицами. Частицы, претендующие на роль первичных элементов материи, иногда называют "истинно элементарные частицы". Первой открытой элементарной частицей был **электрон**. Оказалось, что в мире элементарных частиц существует определенная симметрия и каждой частице с одним знаком электрического заряда соответствует частица с противоположным знаком заряда.

Первой открытой античастицей был позитрон - частица с массой электрона, но положительным электрическим зарядом. Эта

античастица была обнаружена в составе космических лучей американским физиком Андерсоном в 1932 году.

В современной физике в группу элементарных относят более сотни частиц, в основном нестабильных, и число обнаруженных в экспериментах элементарных частиц продолжает расти. Если раньше элементарные частицы обычно обнаруживали в космических лучах, то с начала 50-х годов ускорители превратились в основной инструмент для исследования элементарных частиц.

Наибольшей загадкой при этом является строение нашего мира из обычных частиц (а не из античастиц). Выдвигаются гипотезы о существовании на уровне МЕГАмира галактик построенных из антивещества, или о том, что наша вселенная сформировалась из обычного вещества случайным образом в первые микросекунды творения (гипотеза Большого взрыва).

Если современная теория строения всех веществ нуждается только в трех частицах (протон, электрон, нейтрон), то роль остальных частиц представляется весьма загадочной, хотя ученые многие из них включили в современные представления о модели сильного, слабого взаимодействия.

Модель строения атомов позволила по новому взглянуть на предложенную Д.И. Менделеевым в 1869 году периодическую систему элементов.

Число протонов в ядре равно порядковому номеру элемента, а количество нейтронов может существенно отличаться от числа протонов и вместе с ними определяет атомный вес элемента. В ядре частицы связаны ядерными силами, которые на расстоянии 10^{-15} м превышают все другие силы.

Таким образом ядро атома состоит из нейтронов и протонов, объединенных ядерными силами. По современным представлениям ядерные силы определяются обменом между частицами мезонами, при этом нейтрон и протон могут переходить друг в друга. Считается, что внутри ядра протоны и нейтроны неразличимы, так как они обмениваются мезонами за время 10^{-23} с. Таким образом, нуклон ядра как бы половину времени проводит как протон, а половину как нейтрон. Обмен мезонами удерживает частицы ядра на расстоянии порядка 10^{-13} см

Сами мезоны были открыты в космических лучах и, в настоящее время, зарегистрированы на ускорителях при столкновении быстро движущихся протонов. Зарегистрировано несколько типов мезонов (общее название – пионы. Если мезонам, в теоретических построениях физиков, нашлось разумное применение в рамках теории сильного

взаимодействия, то роль многих частиц в физических процессах микромира до сих пор не понятна.

Разрушая протоны на ускорителях, ученые получили массу непонятных частиц, и оказались в положении часовщика, разобравшего часы и обнаружившего массу ненужных, с его точки зрения, деталей.

В начальной картине микромира, представляющей, что все состоит из атомов, а сами атомы из трех элементарных частиц - протонов, нейтронов и электронов удивительным является факт, что все многообразие макромира, все богатство его свойств, живые объекты построены из трех элементарных кирпичиков мироздания.

Открытие античастиц: антипротона, антинейтрона и позитрона показывает принципиальную возможность построения антивещества, антимиров, антивселенной. Такие системы в космосе возможно существуют, но принципиальные возможности их идентификации с позиций земного наблюдателя весьма проблематичны. Представляется возможным регистрация процессов столкновения звездных систем из обычного и антивещества, которое происходило бы с колоссальным выделением энергии. В то же время в космосе наблюдаются некоторые особо мощные энергетические источники, природа которых пока непонятна.

Стремление к упрощению структуры мироздания привело к идее, что все элементарные частицы состоят из трех кварков (опять «три кита»), которые имеют дробный электрический и барионный заряд.

Попытки получения кварков привели к идее создания сверхмощных ускорителей элементарных частиц.

Спроектированные ускорители, являясь научными приборами, имеют циклопические размеры, с диаметром разгонной камеры (кольцевого тоннеля) десятки и даже сотни километров. Затраты на их строительство могут составлять многие миллиарды долларов.

Такие затраты общество может нести только представляя чрезвычайную важность проблемы понимания структуры микромира. По-видимому, основной фактор, определяющий возможность таких затрат, это успехи ядерной физики в 20 веке, появление атомного и термоядерного оружия и атомной энергетики.

Не случайно, что популяризируя для общества идеи о кварковой структуре вещества, ученые делают упор на огромных энергиях, которые могут высвободиться при объединении кварков в «элементарные» частицы.

Еще более экстравагантной, с точки зрения «здорового» смысла, является современная теория физического вакуума, представляющая элементарные частицы, а, следовательно, вещество, в виде определенных возмущений этого вакуума.

Во всех же концепциях МИКРОмира наглядно видно, что при объяснении свойств, ученые предлагают все новые, более мелкие структуры, которым приходится приписывать гипотетические свойства, для объяснения которых надо предлагать другие, ещё более мелкие структуры... А для подтверждения этих гипотез нужно строить все более совершенные, сложные и дорогостоящие установки. Во всяком случае, физики-теоретики и экспериментаторы, работающие в области исследования микромира, без работы не останутся до тех пор, пока общество не потеряет надежду получить невероятные, фантастические эффекты.

И всякий скептицизм здесь вряд ли уместен, так как история развития науки показывает, что чаще всего в фундаментальных исследованиях открывается попутно даже не то, что искали. Но эти открытия производят грандиозные изменения в окружающем нас мире.

КМТ,2002

Лекция №4
Фундаментальные взаимодействия в природе

Рассматривая взаимодействие структур окружающего нас мира между собой, ученые пришли к выводу, что любые взаимодействия на МАКРО-, МЕГА-уровнях можно объяснить взаимодействиями, проявляющими себя на МИКРО-уровне. Таких взаимодействий, не сводящихся друг к другу, известно в настоящее время четыре типа.

1. Сильное взаимодействие является короткодействующим, его радиус 10^{-13} см.

В обычном стабильном веществе, при не высокой температуре мы не замечаем его, так как его роль проявляется в создании прочной связи между нуклонами в ядрах атомов, т.е. оно ответственно за стабильность веществ окружающего нас макромира.

Представление о сильном взаимодействии было разработано одновременно с представлениями о структуре атомного ядра. Так как было известно, что одноименные электрические заряды отталкиваются, то понять, почему положительно заряженные протоны могут объединяться в стабильные ядра, можно было, только предположив, что при их сближении на очень малые расстояния начинают действовать какие-то силы, значительно превышающие силы электростатического отталкивания. Представить аналог такого взаимодействия в окружающем нас МАКРОмире очень сложно, так как здесь, в условиях опыта, человек сталкивается с проявлениями гравитационного и электромагнитного взаимодействий, которые обладают свойством дальнего действия. Противодействие сильного и электромагнитного взаимодействий объясняет многие свойства вещества, проявляющиеся на МАКРОуровне.

Например, радиоактивные вещества, ядра атомов которых неустойчивы и происходит их распад, приводящий к образованию атомов другого рода.

Разрушение ядер атомов или их слияние возможно при столкновении их друг с другом или с нуклонами, но при этом они должны обладать высокой энергией, чтобы преодолеть силы электрического отталкивания и войти в зону действия сильного взаимодействия.

Такие реакции синтеза ядер происходят на звездах, на Солнце и являются, по-видимому, основным источником энергии во Вселенной. В настоящее время, источники энергии, связанные с процессами, определяющимися закономерностями сильного взаимодействия, становятся все более важными и в энергетике человечества (атомные, и в будущем, термоядерные реакторы).

2. Слабое взаимодействие. Оно обладает настолько малым радиусом действия, что он до сих пор не измерен. Расчетная величина составляет 2×10^{-16} см. Впервые понятие об этом виде взаимодействия ввел Ферми при построении теории бета-распада. Такой малый радиус взаимодействия определяет его проявление только при значительном сближении частиц. Поэтому нейтрино, обладающее только слабым взаимодействием, пронизывают Землю насквозь, практически не задерживаясь.

Когда же частицы все-таки попадают в зону действия слабого взаимодействия, силы, действующие на них, сравнимы с силами электромагнитного, и значительно больше сил гравитационного взаимодействия.

В ядерных процессах это взаимодействие проявляется, и его учитывают при разработке теорий элементарных частиц.

Несмотря на малую величину и короткодействие, слабое взаимодействие имеет существенно важное значение в природных процессах. Так, на звездах, по современным представлениям, в процессе протекания термоядерной реакции, протон превращается в нейтрон, позитрон и нейтрино. Разработанная теория термоядерного процесса на Солнце, предполагает мощный поток нейтрино от нашего светила, который ученые долгое время пытаются зафиксировать. Трудность состоит в том, что нейтрино практически не взаимодействуют с веществом. Построенные нейтринные «телескопы», однако, не зафиксировали ожидаемого уровня потока нейтрино от Солнца, что привело, в своё время, к некоторой растерянности среди ученых и даже к выдвижению гипотез о прекратившейся термоядерной реакции на Солнце.

3. Электромагнитное взаимодействие. Является дальнодействующим и может приводить как к притяжению, так и отталкиванию между телами. Это обусловлено существованием двух видов зарядов: положительного и отрицательного. Одноименные заряды отталкиваются, а заряды противоположного знака притягиваются. Электромагнитное взаимодействие осуществляет связь отрицательно заряженных электронов в атоме с положительно заряженным ядром, связь атомов (ионов) в кристаллических телах, связи атомов в молекулах и т.д.

Самое главное, что электромагнитным взаимодействием определяется большинство сил, наблюдаемых в макром мире: силы упругости, трения, поверхностного натяжения в жидкостях и т.д. Оно определяет свойства различных агрегатных состояний вещества, химические превращения.

Важнейшим свойством этого взаимодействия является сохранение заряда, неограниченное дальнодействие и предельная скорость распространения - скорость света в вакууме.

Проявления этого взаимодействия широко используется в макром мире. Электротехника, радиотехника, электроника, оптика и т.д. построены на изученных особенностях этого взаимодействия. В процессе распространения, магнитное и электрические поля являются взаимообусловленными и связанными. Так, в электродвигателе, движение электронов по проводам ротора порождает магнитное поле, взаимодействующее с магнитным полем статора и вызывает силы, действующие на ротор и приводящие к его вращению. Каков бы ни был принцип получения механического движения на современных электростанциях, на конечном этапе, движение проводников генератора в сильном магнитном поле, приводит к возникновению в нем направленного движения электрических зарядов, электрического тока.

Потоки электронов в кинескопе телевизора фокусируются в точку, и направляются в нужное место экрана, путем воздействия на них магнитными и

электрическими полями, создаваемыми специальными фокусирующими и отклоняющими системами, установленными на кинескопе.

Электрические заряды, сохраняющиеся длительное время в определенных полупроводниковых структурах, позволяют создавать ячейки памяти, используемые в современной вычислительной технике. Взаимодействие электромагнитных волн видимого света с полупроводниковыми структурами позволило создать системы преобразования изображений в электрические сигналы, что широко используется в видеотехнике.

Все богатство красок окружающего нас мира человек воспринимает в диапазоне длин электромагнитных волн $0,4 \dots 0,65 \mu\text{м}$. Что само по себе является величайшей загадкой, т.к. весь спектр, окружающих нас электромагнитных излучений, несравнимо более широк. Но люди научились сначала преобразовывать эти излучения в звуковые волны (радио), потом в видимые изображения (телевидение). А в настоящее время ученые имеют возможность фиксировать и измерять потоки этого излучения во всем спектре частот, что позволило резко расширить представления об окружающем нас мире. Перефразируя одно известное изречение, можно сказать, что человек видит мир, опираясь не на способности своих органов чувств, а на способности своего разума.

Хотя это взаимодействие обнаружено тысячи лет назад, широко применяется на практике и, кажется наиболее изученным людьми, остается множество загадок и нерешенных проблем. Впервые в МАКРОмире человек как бы наблюдал два принципиально разных взаимодействия: взаимодействие магнитов и взаимодействие электрически заряженных частиц. Впоследствии экспериментально было установлено, что всякое изменение электрического поля порождает магнитное поле и наоборот. Это послужило толчком развития всей техники нашей цивилизации. Построением единой теории электромагнитного взаимодействия человечество обязано гениальной теории, разработанной Максвеллом. И, несмотря на то, что уравнения Максвелла позволяют вполне адекватно описать характер всех электромагнитных процессов, сама природа и внутренняя структура этого взаимодействия полны загадок.

Так, до сих пор, остается дискуссионным вопрос о существовании в природе свободных магнитных зарядов – монополей. Хотя периодически появляются сообщения об обнаружении частиц, которые ведут себя как гипотетические монополи, надежного подтверждения их существования нет. Вопрос об их существовании кажется на первый взгляд интересным только самим физикам, однако если они будут обнаружены, а тем более смогут быть получены и накапливаться, это может привести к практическому перевороту в энергетике.

4. Гравитационное взаимодействие. Это наиболее слабое взаимодействие элементарных частиц между собой. Так, для двух протонов на расстоянии 10^{-13} см гравитационное взаимодействие в 10^{36} раз меньше электростатического воздействия. Поэтому при рассмотрении процессов микромира оно часто не учитывается.

Однако в **макро-** и **мега-** мире это важнейший вид взаимодействия. Движение планет и звезд, звездных систем, течение рек на земле, океанские приливы и отливы и множество других явлений мы объясняем гравитацией. На протяжении тысячелетий прогресс техники определяется борьбой человечества с силами гравитации. Подъем воды из колодца, нефти из скважины, руды из шахты, людей в лифте – всё связано с затратами на преодоление сил гравитации.

Выход человека в космос определялся появившейся возможностью преодоления сил земного притяжения. И хотя закон всемирного тяготения был сформулирован ещё Ньютоном, природа этого взаимодействия также остается загадочной. Вопрос о скорости его распространения, о существовании гравитационных волн, о возможности антигравитации, о различии или идентичности гравитационной и инерционной масс остаются открытыми.

Природа всех четырёх известных (признанных наукой) взаимодействий остается одной из величайших загадок природы. Постоянно предпринимаются попытки создать единую теорию поля, объединив все или некоторые из них в некоторое единое взаимодействие, по-разному проявляющее себя в тех или иных условиях.

В настоящее время в околонуточных кругах обсуждаются идеи о существовании биополя, энергоинформационного взаимодействия и т.д., которые официальной наукой не признаются, яростно отвергаются. Если бы эта научная борьба происходила в средние века, то горели бы костры, и победившее научное направление сжигало бы своих противников. В настоящее время, борьба в науке ведется цивилизованными методами: большинство печатных изданий принадлежит учреждениям официальной науки, нежелательные гипотезы надежно блокируются и появляются чаще на страницах бульварных изданий, что ещё более подчеркивает их не серьёзный характер.

Утверждение о существовании только четырёх видов взаимодействий имеет принципиальное значение для развития науки, так как позволяет свести все явления окружающей нас живой и неживой природы к этим взаимодействиям, т.е. переводит их в разряд физических процессов. Тогда физика превращается в Науку наук и берет на себя ответственность за объяснение химических, биологических, психических и, в принципе, социальных процессов.

И, в настоящее время, как-то совсем перестали вспоминать утверждение Ф. Энгельса о том, что различные формы движения материи принципиально не сводятся друг к другу.

КМТ,2002

Лекция 5

Атомно-молекулярные структуры веществ и их свойства

Объяснением свойств различных веществ путем раскрытия их микроструктуры издревле занимается наука химия (ранее – алхимия).

Химия – наука о веществах, изучающая их состав, строение, свойства, а также превращения веществ, на сопровождающиеся изменением состава атомных ядер.

Использование для нужд человека природных ресурсов — руд, каменного угля, нефти, природного газа, известняков, глин, песка — тесно связано с их химической переработкой. Из природного сырья производятся разнообразные вещества, используемые во всех отраслях техники, в сельском хозяйстве и быту.

Химизация народного хозяйства является одним из решающих факторов технического прогресса. Использование новейших достижений химии позволяет значительно повысить выплавку металлов из руд, создать сплавы высокой прочности и термостойкости. Развитие, в частности, атомной энергетики и космической техники, тесно связано с применением новых материалов, высококалорийного топлива и т. д. Растёт потребность в различных пластических массах и синтетических материалах, которые во всё больших масштабах производятся химической промышленностью.

Атомно-молекулярное учение

Свойства веществ, находящихся в газообразном, жидком или твердом состоянии зависят не от свойств атомов, а от взаимодействия этих атомов в определенных структурах, в которые они могут объединяться по определенным законам.

С непрерывным движением молекул связан целый ряд физических явлений, подтверждающих реальное существование молекул. Одно из таких явлений — **диффузия** — проникновение молекул одного вещества в другое вещество. Диффузию в газах и жидкостях наблюдать легко: сернистый газ (который вдвое тяжелее воздуха) распространяется по всему помещению, где горела сера; кристаллик перманганата калия (марганцовки), опущенный на дно цилиндра с водой, растворяется и окрашивает весь раствор в малиновый цвет. Диффузия металлов была доказана таким опытом: две отшлифованные пластинки — свинцовая и золотая — были положены одна на другую и оставлены под грузом. Через несколько лет во всех частях свинцовой пластинки были найдены частицы золота (и наоборот).

При нагревании твёрдого тела амплитуда колебаний его молекул всё время увеличивается. По достижении определённой температуры взаимное притяжение частиц уже не может обеспечить строгого порядка в их расположении и вещество плавится.

В жидкостях с повышением температуры всё большее число молекул приобретает энергию, позволяющую им преодолеть молекулярные силы сцепления, оторваться от поверхности жидкости и вылететь в пространство над ней. При температуре кипения парообразование происходит не только на поверхности, но и в объёме — она закипает. Атомы также находятся в непрерывном движении, но его характер более или менее ограничен.

Большинство **физических явлений** (переход вещества из твёрдого состояния в жидкое или газообразное, увеличение объёма при нагревании и т. п.) **не сопровождается изменением химического состава молекул**. Так молекулы воды состоят из двух атомов водорода и одного атома кислорода независимо от того, в каком состоянии находится вода — твёрдом, жидком или газообразном. В результате

химических реакций атомы переходят из одних молекул в другие. Образуются молекулы новых химических веществ.

До конца XIX в реальность существования атомов и молекул не могла быть подтверждена из-за невозможности, непосредственно, их измерить и взвесить. Считалось, что атомно-молекулярное учение не отражает объективной реальности, а введено в науку для облегчения понимания химических процессов. Этим сомнениям был положен конец классическими опытами французского физика **Перрена**.

Он изготовил из смолистого вещества очень маленькие шарики, которые в его опытах играли роль моделей молекул газа. Шарики были приблизительно одинакового объёма, и их массу можно было вычислить. Взболтав эти шарики в воде, Перрен наблюдал в микроскоп их распределение в сосуде. Вычислив количество шариков в единице объёма на различных уровнях, учёный установил, что оно точно соответствует закону уменьшения концентрации газов с высотой. А этот закон был выведен из кинетической теории газов, в основе которой лежало атомно-молекулярное учение.

Перрен определил также кинетическую энергию частиц и обнаружил, что она полностью совпадает с кинетической энергией молекул газов, вычисленной при той же температуре на основании кинетической теории газов.

В настоящее время, возможно не только вычислить размеры отдельных молекул и их абсолютную массу, но и определить расстояние между ними, а в некоторых случаях — даже сфотографировать их.

Однако не все окружающие нас вещества состоят из молекул. Как показали исследования в области кристаллохимии, структурными единицами не всегда являются молекулы. Если органические вещества (в газообразном, жидком и кристаллическом состоянии) образованы в основном из отдельных, относительно самостоятельных молекул, то у большинства неорганических соединений, находящихся в кристаллическом состоянии, молекул обнаружить не удавалось. Более того, оксиды металлов, их гидроксиды, а также соли не имеют молекул не только в кристаллическом состоянии, но и в расплавах, водных растворах. Так, хлорид натрия при обычных условиях представляет собой кристаллическое вещество с ионами натрия и хлора в узлах кристаллической решётки. Каждый положительно заряженный ион натрия находится в окружении шести отрицательно заряженных ионов хлора, и наоборот: ион хлора удерживает вокруг себя шесть ионов натрия. Очевидно, что такая связь ионов натрия с ионами хлора не даёт никаких оснований для выводов о наличии обособленных, индивидуальных молекул в кристаллах данного вещества. Молекулы NaCl образуется лишь при высоких температурах, когда соль переходит в газообразное состояние. Для карбоната кальция молекулы вообще не известны: в твёрдом состоянии — это кристаллическое вещество с чередующимися в узлах решётки ионами Ca^{2+} и CO_3^{2-} , в жидкое и тем более газообразное состояние его перевести нельзя, так как при нагревании оно разлагается на оксиды.

Помимо органических соединений молекулярную структуру имеют некоторые неорганические вещества. К ним относятся соединения, в состав которых входят лишь неметаллы, а именно водородные и кислородные соединения неметаллов, соединения неметаллов с азотом, кислородсодержащие кислоты.

Многие законы существования и преобразования этих структур установлены и могут быть надёжно использованы людьми в своей практической деятельности.

1. Закон сохранения массы веществ

Масса веществ, вступивших в реакцию, равна массе веществ, образовавшихся в результате реакции.

С точки зрения атомно-молекулярного учения этот закон объясняется тем, что при химических реакциях общее количество атомов не изменяется, а происходит лишь их перегруппировка. Закон сохранения массы веществ является основным законом химии, все расчёты по химическим реакциям производятся на его основе. Именно с открытием этого закона связывают возникновение современной химии как точной науки.

С законом сохранения массы веществ тесно связан закон сохранения энергии:

энергия не возникает из ничего и не исчезает бесследно, но одни её виды могут превращаться в другие в строго эквивалентных количествах.

Так при разложении воды, кислот, щелочей или солей посредством электрического тока электрическая энергия превращается в химическую. То же наблюдается при зарядке аккумулятора. Обратный процесс — превращение химической энергии в электрическую — происходит при разрядке аккумулятора.

Альберт Эйнштейн показал, что между массой тела и его энергией E существует связь, выражаемая соотношением:

$$E = mc^2$$

где c — скорость света в вакууме, равная 300 000 км/с. Это уравнение применимо ко всем энергетическим процессам; в том числе к химическим и ядерным реакциям. Из него следует, что если масса системы изменяется, то происходит изменение и её энергии, и наоборот: изменение внутренней энергии системы всегда сопровождается изменением массы. Вследствие химических реакций всегда выделяется или поглощается энергия. Поэтому, строго говоря, масса веществ, участвующих в этих реакциях, должна изменяться: при выделении теплоты — уменьшаться, а при поглощении — увеличиваться. Однако вследствие очень большой величины множителя c^2 изменения массы при химических реакциях настолько малы, что определить их существующими методами невозможно.

Тепловые эффекты химических реакций таковы по своей величине, что изменение массы веществ в их результате не могут быть измерены.

2. Закон постоянства состава

Закон сохранения массы послужил основой для изучения количественного состава различных химических соединений. Многочисленные опыты показали, что качественный и количественный состав различных сложных веществ постоянен и не зависит от способа их получения.

Так, 44 г углекислого газа (CO_2) соединяясь с 56 негашеной извести (CaO), образуют 100 г мела (CaCO_3). При этом никакие другие вещества не образуются, а данные соединения вступают в реакцию полностью. Если через негашёную известь пропустить избыток углекислого газа, то он не будет реагировать с образовавшимся мелом.

Чистая (без примесей) вода независимо от того, получена она синтезом из водорода и кислорода, при нейтрализации щёлочи кислотой или при любой другой реакции, и чистая природная вода всегда состоит из водорода и кислорода в соотношении 1:8 по массе.

Французский учёный Жан Луи Пруст, обобщив большой экспериментальный материал о составе различных веществ, сформулировал в 1799 г *закон постоянства состава*:

каждое химическое соединение имеет постоянный качественный и количественный состав независимо от способа его получения.

Этот закон находится в полном соответствии с атомно-молекулярным учением. Действительно, молекула любого вещества состоит из вполне определённого количества атомов, имеющих постоянную массу. Поэтому её массовый состав и,

следовательно, массовый состав вещества постоянны, независимо от способа его получения. Такие соединения называются **дальтонидами**.

Современная химия располагает данными, из которых следует, что закону постоянства состава подчиняются главным образом вещества, имеющие молекулярную структуру, если же вещества не имеют молекулярной структуры, то возможны отклонения от этого закона.

Действительно соединения переменного состава, называемые **бертолиды**, существуют и с каждым годом их открывают всё больше. Эти соединения не имеют определённой химической формулы. Впервые, бертолиды были обнаружены в системах, состоящих из нескольких металлов (интерметаллические сплавы), затем среди оксидов, сульфидов, селенидов металлов и др. Например, оксид титана (II) имеет состав от $\text{TiO}_{0,59}$ до $\text{TiO}_{1,33}$, в соединении таллия с висмутом на 1 часть таллия приходится от 1,24 до 1,82 частей висмута по массе. В природе бертолиды распространены значительно шире, чем дальтониды.

Отклонения от закона постоянства состава может быть обусловлено не только изменениями атомного состава соединений, но и причинами связанными с наличием в природе изотопов. Например, для водорода известны три изотопа с массовыми числами 1 (**протий**), 2 (**дейтерий**) и 3 (**тритий**). Естественно, что в молекуле воды, образованные первым, вторым или третьим изотопом, на 1 атом кислорода приходится 2 атома водорода (атомный состав постоянен), однако процентное содержание кислорода в этих соединениях переменное и составляет соответственно 88,89; 80 и 72,73 %.

3. Закон кратных отношений. Закон объёмных отношений.

Известны случаи, когда два элемента, соединяясь между собой в различных количественных соотношениях, образуют несколько химических соединений. Так, углерод с кислородом образуют два соединения следующего состава: монооксид углерода (угарный газ) CO — 3 весовых части углерода и 4 весовых части кислорода; диоксид углерода (углекислый газ) CO_2 — 3 весовых части углерода и 8 весовых частей кислорода.

Количество весовых частей кислорода, приходящееся в этих соединениях на одно и то же количество углерода (3 весовых части), соотносится между собой как 4:8 или 1:2.

Данные о количественном составе различных соединений, образованных двумя элементами, и исходя из атомистических представлений, английский химик Джон Дальтон в 1803 году сформулировал *закон кратных отношений*:

если два элемента образуют между собой несколько соединений, то на одно и то же весовое количество одного элемента приходятся такие весовые количества другого элемента, которые относятся между собой как небольшие целые числа.

То, что элементы вступают в соединения определёнными порциями, явилось ещё одним подтверждением правильности атомистического учения и объяснения с его позиций химических процессов.

Однако атомистические представления сами по себе не могли объяснить, например, количественных соотношений, которые наблюдаются в химических реакциях между газами.

Французский учёный Ж. Гей-Люссак, изучая химические реакции между газообразными веществами, обратил внимание на соотношения объёмов реагирующих газов и газообразных продуктов реакции. Он установил, что 1 л хлора целиком вступает в реакцию с 1 л водорода с образованием 2 л хлороводорода; 1 л кислорода взаимодействует без остатка с 2 л водорода, образуя 2 л водяного пара. Эти опытные данные Гей-Люссак обобщил в *законе объёмных отношений*:

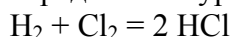
Объёмы реагирующих газообразных веществ относятся между собой и к объемам образующихся газообразных веществ как небольшие целые числа.

4. Закон Авогадро

Итальянский физик Амедео Авогадро сделал очень важное дополнение к атомистической теории. Он ввел понятие о молекуле как мельчайшей частице вещества, способной к самостоятельному существованию. Он использовал понятие молекулы для объяснения простых объёмных отношений между реагирующими газами и в 1811 году выдвинул следующую гипотезу:

в равных объёмах различных газов при одинаковых условиях (давлении и температуре) содержится равное число молекул.

Авогадро принял, что молекулы простых газов состоят из двух атомов: O_2 , H_2 , Cl_2 , N_2 . При этом допущении реакцию между хлором и водородом, приводящую к образованию хлороводорода, можно представить уравнением:



из которого видно, что из одной молекулы водорода и одной молекулы хлора образуются две молекулы хлороводорода. Следовательно, и объём, занимаемый хлороводородом, должен быть вдвое больше объёма вступившего в реакцию водорода или хлора. Суммарный же объём исходных газов в соответствии с приведённым уравнением должен быть равен объёму образовавшегося хлороводорода.

Гипотеза Авогадро была подтверждена большим числом экспериментальных данных и вошла в науку под названием **закона Авогадро**. Этот закон вводил в науку представление о молекулах, как мельчайших частицах элемента.

5. Основные химические понятия

В середине XIX века атомно-молекулярное учение завоевало полное признание. На международном съезде химиков в г. Карлсруэ в 1860 г. были приняты чёткие определения понятий атома и молекулы.

Молекула — *наименьшая частица вещества, способная к самостоятельному существованию и обладающая химическими свойствами данного вещества.*

Такие физические свойства, как температура плавления и кипения, механическая прочность и твёрдость, зависят от прочности связи между молекулами в данном веществе, поэтому для отдельной молекулы они не имеют смысла. Такие величины, как плотность существуют как для молекулы в целом, так и для вещества. Плотность молекулы всегда значительно больше, чем для твёрдого вещества, так как в каждом веществе при любом агрегатном состоянии между молекулами всегда есть свободное пространство. Электропроводность, теплоёмкость определяются структурой вещества в целом, а не свойствами отдельных молекул. Это подтверждается резким изменением электропроводности при переходе от одного агрегатного состояния вещества в другое. Изменение этих свойств не являются изменением состава молекул, которые при плавлении или кипении вещества, как правило, не претерпевают существенных превращений.

Атом — *наименьшая частица химического элемента, входящая в состав молекул и сохраняющая химические свойства данного элемента.*

Молекулы могут содержать различное число атомов. Так, молекулы благородных газов одноатомны, простых газов — двухатомны. воды — трёхатомны и т. д., а молекулы белков построены из сотен тысяч атомов.

Химический элемент — *есть вид атомов, характеризующийся одинаковым зарядом ядра.* В результате сочетания одноатомных атомов образуется **простое вещество**, которое является формой существования химического элемента в свободном

состоянии. Сочетание разных атомов даёт **сложное вещество**, т. е. **химическое соединение**.

Многие химические элементы образуют не одно, а несколько простых веществ. Такое явление называется **аллотропией**, а каждое из этих простых веществ — **аллотропным видоизменением (модификацией)** данного вещества.

Аллотропия наблюдается у углерода, кислорода, серы, фосфора и ряда других элементов. Так, графит и алмаз — аллотропные видоизменения химического элемента углерода. При сгорании каждого из этих веществ образуется диоксид углерода (CO_2). Это подтверждает то, что графит и алмаз состоят из одинаковых атомов — атомов химического элемента углерода (но механические свойства их настолько разные, и это определяется только расположением и связью атомов друг с другом). Для серы известны три аллотропных модификации: ромбическая, моноклинная и пластическая (некристаллическая форма). Все они состоят из атомов серы и при их сгорании в кислороде образуется одно и то же вещество сернистый газ (SO_2). Фосфор образует три аллотропные модификации — белый, красный и чёрный фосфор. Продуктом их сгорания является гемипентаоксид фосфора (P_2O_5).

Аллотропные видоизменения химического элемента различаются физическими свойствами и химической активностью. Так, белый фосфор светится в темноте, очень ядовит, воспламеняется на воздухе, легко вступает в химические реакции с другими элементами. Красный фосфор, напротив, не светится, не ядовит, не воспламеняется на воздухе, в химические реакции вступает при более высоких температурах, чем белый.

6. Атомная масса. Молекулярная масса

Одной из важнейших характеристик атома является его масса. Абсолютная масса атома (т. е. масса выращенная в граммах) величина очень малая. Так атом водорода имеет массой $1,67 \cdot 10^{-24}$ г. Поэтому для практических целей удобнее пользоваться атомной единицей массы (а.е.м.). В качестве 1 а.е.м. принята точно $1/12$ часть массы атома изотопа углерода ^{12}C .

Атомной массой элемента называется масса его атома выраженная в атомных единицах массы. Иными словами, атомная масса показывает, во сколько раз масса данного атома больше $1/12$ массы атома ^{12}C . Так атом азота в $14/12$ раза тяжелее атома углерода.

Молекулярной массой вещества называется масса молекулы, выраженная в атомных единицах массы. Например $M(\text{CO}_2) = 44$ а.е.м.

Зная формулу химического соединения, можно рассчитать его молекулярную массу как сумму масс всех входящих в неё атомов. Например:

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \cdot 2 + 32 + 16 \cdot 4 = 98 \text{ а.е.м.}$$

Широко применяется в химии и единица количества вещества — моль.

Моль — это количество вещества, содержащее столько структурных единиц (атомов, молекул, ионов, электронов и др.), сколько их содержится в 12 г изотопа углерода-12.

Число частиц в одном моле вещества в настоящее время определено с большой точностью — $6,0249 \cdot 10^{23}$. В практических расчетах его принимают равным $6,02 \cdot 10^{23}$. Это число называется **Числом Авогадро** и обозначается буквой N .

Чтобы представить себе, как велико число Авогадро, допустим, что нам удалось пометить все молекулы, содержащиеся в одном моле воды (18 г). Если эту воду вылить в океан и дождаться, когда воды Мирового океана перемешаются, то набрав в любом месте стакан воды, мы найдём в нём примерно 100 меченых молекул.

Масса одного моля вещества называется его **молярной массой**. Молярную массу обычно выражают в граммах на моль (г/моль) или килограммах на моль (кг/моль). Так, $M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ г/моль} = 0,1 \text{ кг/моль}$.

Моль любого вещества содержит одно и тоже число структурных элементов независимо от его химических свойств и агрегатного состояния.

Из этого следует, что моль молекул различных газов при одних и тех же условиях занимает одинаковый объём. Этот вывод был подтверждён опытными данными.

Объём, занимаемый одним молем газа при **нормальных условиях (температура 0 °С, давление 760 мм рт. ст. или 101325 Па)** называют **мольным объёмом**. Он равен 22,4 литра.

7. Закон эквивалентов

Закон постоянства состава позволил установить количественные соотношения, в которых различные химические элементы соединяются между собой, Д. Дальтон ввёл в науку понятие о соединительных весах элементов, впоследствии названных эквивалентами.

Эквивалентной массой элемента называют такое его количество, которое соединяется единицей (точнее 1,008) массы водорода или с 8 единицами массы кислорода или замещает эти же количества в их соединениях.

Теперь эквивалентом элемента называют такое его количество, которое взаимодействует с 1 молем атомов водорода. Например, в соединениях HCl , H_2S , NH_3 , CH_4 эквивалент хлора, серы, азота и углерода равен соответственно 1, 1/2, 1/3 и 1/4 моль. Масса 1 эквивалента элемента называется **эквивалентной массой**. В приведённых выше примерах эквивалентная масса хлора равна 35,5 г/моль, серы — 16 г/моль, азота — 4,67 г/моль, углерода — 3 г/моль. Из опытных данных следует, что единица массы водорода эквивалентна (равноценна) 8 единицам массы кислорода, или 16 единицам массы серы или 9 единицам массы алюминия, или 35,5 единицам массы хлора и т. д.

Введение в химию понятия эквивалент позволило сформулировать *закон эквивалентов*:

вещества вступают в реакцию в количествах, пропорциональных их эквивалентам.

При решении некоторых задач удобно пользоваться другой формулировкой закона: **массы реагирующих веществ пропорциональны их эквивалентным массам.**

Для определения эквивалентной массы элемента необходимо знать состав его соединения с другим элементом, эквивалентная масса которых известна.

Химическим эквивалентом сложного вещества называют такое количество его, которое взаимодействует без остатка с одним эквивалентом водорода или с одним эквивалентом любого другого вещества.

Если в реакции принимают участие газообразные вещества, пользуются понятием об **эквивалентном объёме**, т. е. объёме, который занимает при данных условиях один эквивалент газообразного вещества. Так, при нормальных условиях эквивалентный объём водорода равен 11,2 л, эквивалентный объём кислорода — 5,6 л.

10. Химические формулы

Для обозначения состава молекул простых и сложных веществ пользуются химическими формулами. Все молекулы данного вещества одинаковы, поэтому химическая формула выражает состав не только отдельной молекулы, но и всего

химического соединения. Химическая формула вещества показывает, из каких элементов состоит данное вещество и сколько атомов каждого элемента входит в состав его молекулы.

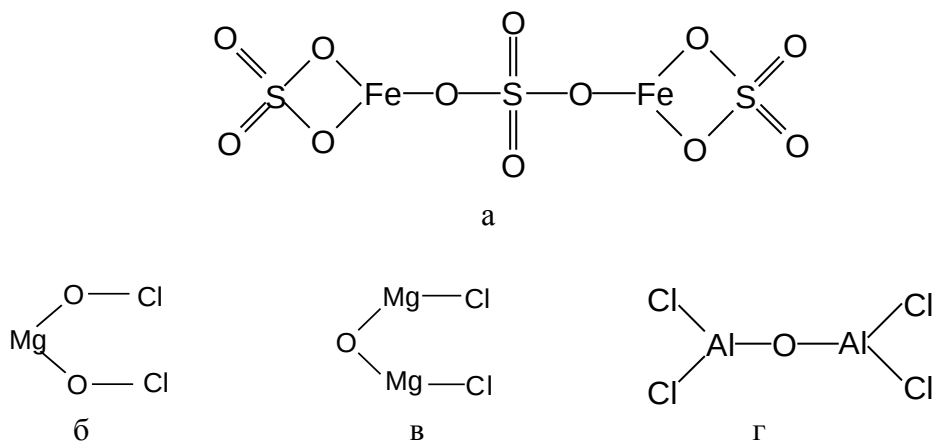
Химическая формула позволяет вычислить молекулярную массу веществ, а также массу и процентное содержание входящих в его состав элементов.

Часто для большей наглядности химические соединения изображают графически, показывая последовательность, в которой атомы соединены друг с другом в молекуле данного вещества. При этом символ каждого элемента снабжается количеством черточек, равным валентности элемента в этом соединении. Изображая те или иные соединения графически, необходимо следить, чтобы все единицы валентности атомов, входящих в молекулу этого соединения, были взаимно насыщены.

При графическом изображении молекул кислородсодержащих кислот необходимо помнить, что атомы водорода, способные замещаться металлом, всегда соединяются с кислотообразующим элементом через атом кислорода:



Ниже приведены графические формулы сульфата железа (III) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ (а), гипохлорита магния $\text{Mg}(\text{OCl})_2$ (б), оксихлорида магния Mg_2OCl_2 и оксихлорида алюминия Al_2OCl_4 (г):



Структурные формулы, изображая порядок соединения атомов в молекуле, не отражают, однако, их действительного пространственного расположения. С помощью пространственных моделей можно наглядно представить связи между атомами и их взаимное расположение. Шаро-стержневые модели молекул делают наглядным относительное положение атомов в пространстве, но не соответствуют действительному соотношению атомных радиусов и длин химических связей.

Масштабные пространственные модели молекул, сделанные на усечении шаров (Стюарт, Бриглеб и др.), широко используются для установления возможной степени

сближения групп в молекуле. На **рис. 1** приведено несколько способов изображения молекул водорода, воды и аммиака.

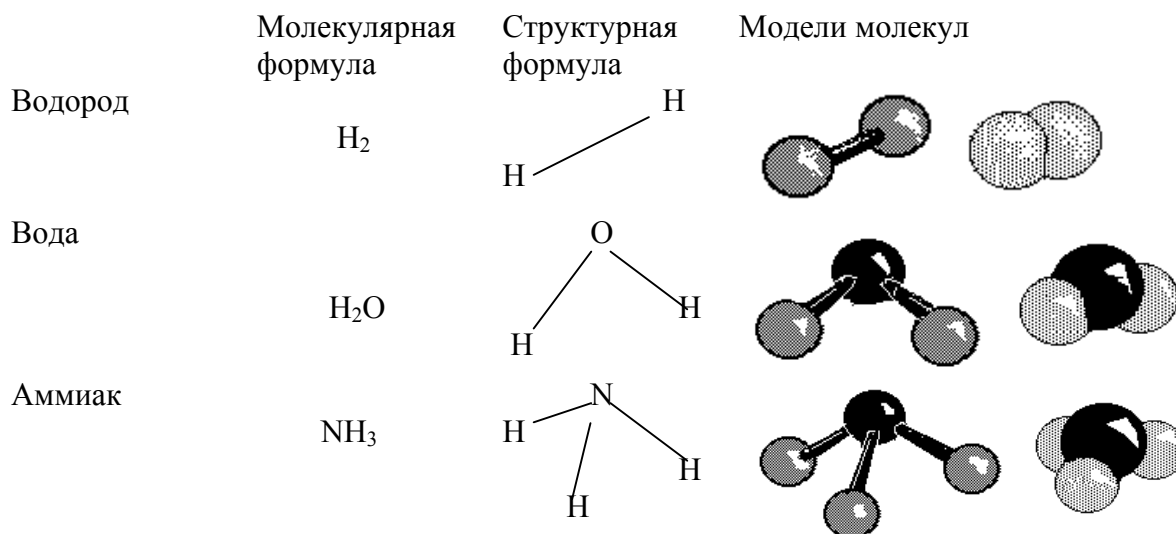


Рис. 1. Способы изображения молекул.

Важнейшим открытием химии является существование зеркально симметричных молекул одного и того же вещества. На МАКРОуровне их различие проявляется иногда только в способности поворачивать плоскость поляризации проходящего через вещество (или его раствор) света в ту или другую сторону. По особенностям химического взаимодействия с другими веществами такие молекулы не различимы.

В то же время одной из интереснейших загадок природы является факт, что молекулы веществ, входящих в состав живых организмов, являются левовращающими (поляризуют проходящий свет в определенном направлении). Так, никотин, получаемый из табака, является левовращающим, а искусственный никотин, полученный химическим синтезом, состоит из равного количества лево- и правовращающих плоскость поляризации света молекул.

В химии наиболее ярко проявляется основная концепция современного естествознания – объяснение свойств структурой молекул. Поэтому химики даже объединяют похожие структуры в группы, которым приписывают похожие свойства (кислоты, щелочи, соли, ароматические углеводороды, аминокислоты, белки и т.д.).

При создании новых веществ, с заданными свойствами, химики ориентируются именно на похожие по свойствам, ранее полученные структуры.

Достижения химии поистине огромны. В окружающей нас искусственной среде практически все материалы являются продуктами химической переработки природных веществ.

Могут ли химическим путем быть получены новые, ранее неизвестные структуры?

Могут ли быть обнаружены у новых структур ранее неизвестные свойства?

История развития химии и химической промышленности позволяет ответить на эти вопросы положительно. Так, в 20 веке были синтезированы ряд веществ, у которых впоследствии были обнаружены интересные психотропные свойства. То же было в 19 веке. Были обнаружены химические структуры, обладающие чрезвычайной ядовитостью, что привело даже к созданию целой химической области исследований и разработки боевых отравляющих веществ.

В настоящее время химические исследования направлены на разработку различных биологически активных веществ (лекарств, витаминов, ферментов, удобрений, пестицидов и инсектоцидов), новых сверхпрочных, термостойких полимеров и т.д.

КМТ,2002

Лекция № 6 МЕГАмир

Великий немецкий философ Кант, считал наибольшей загадкой природы звездное небо над нами и нравственный закон внутри нас.

Мегамир наблюдается человечеством и многими живыми существами на Земле многие миллионы лет, и эти наблюдения используются в практической деятельности людей и поведении животных. В то же время до сих пор новые научные наблюдения его приносят все новые и новые загадки и проблемы. Первое, что действительно поражает воображение, это размеры его объектов в масштабе с объектами макромира. Специфика восприятия человека определяет сравнение им всего наблюдаемого с его собственными размерами.

Если размер Солнца представить с человеческую голову, то до ближайшей звезды в этом масштабе расстояние будет более 5000 км.

Такое представление образно показывает чрезвычайно малую плотность распределения вещества во вселенной. С другой стороны, Земля и человечество на ней кажутся чрезвычайно незначительным фактором развития МЕГАмира, какой-то случайностью, никоим образом не связанной с основными законами его развития. Только в нашей Галактике - Млечном Пути более 200 млрд. звезд самой разной светимости и цвета.



(Наше Солнце и одна из галактик ngs224)
Окрестности Солнца - это объем Галактики, в котором, доступными современной астрономии средствами, можно наблюдать и изучать звезды разных типов. Как показывает практика, это "шар", который содержит около 1,5 тысяч звезд. Радиус этого шара - 20 парсек. В настоящее время в окрестностях Солнца исследованы все или почти

все звезды за исключением совсем карликовых, излучающих очень мало света. (1 парсек = 6,7 световых лет) В непосредственных окрестностях Солнца - шаре радиусом около 5 парсек - исследованы абсолютно все звезды - их около 100.

Прежде всего, надо понять, что звезды наблюдаются как "точечные" источники излучения. Это означает, что их угловые размеры очень малы. Даже в самые большие телескопы нельзя увидеть звезды в виде "реальных" дисков. Подчеркиваю слово "реальных", так как благодаря чисто инструментальным эффектам, а главным образом неспокойностью атмосферы, в фокальной плоскости телескопов получается "ложное" изображение звезды в виде диска. Угловые размеры этого диска редко бывают меньше одной секунды дуги, между тем как даже для ближайших звезд они должны быть меньше одной сотой доли секунды дуги.

Это означает, что мы можем измерять только потоки излучения от звезд в разных спектральных участках. Мерой величины потока является звездная величина.

Если для определения светимости астрономия располагает вполне надежными методами, то расстояние до звезд определить не так просто. Для сравнительно близких звезд, удаленных на расстояние, не превышающее нескольких десятков парсек, оно определяется, известным еще с начала прошлого столетия, тригонометрическим методом. Он заключается в измерении ничтожно малых угловых смещений звезд при их наблюдении с разных точек земной орбиты, то есть в разное время года.

Этот метод имеет довольно большую точность и достаточно надежен. Однако для большинства других, более удаленных звезд он уже не годится: слишком малые смещения положения звезд надо измерять - меньше одной сотой доли секунды дуги! На помощь приходят другие методы, значительно менее точные, но, тем не менее, достаточно надежные.

Исключительно богатую информацию дает изучение спектров звезд. Уже давно спектры подавляющего большинства звезд разделены на классы. Последовательность спектральных классов обозначается буквами O, B, A, F, G, K, M. Существующая система классификации звездных спектров настолько точна, что позволяет определить спектр с точностью до одной десятой класса. Например, часть последовательности звездных спектров между классами B и A обозначается как B0, B1 . . . B9, A0 и так далее. Спектр звезд, в первом приближении, похож на спектр излучающего "черного" тела, имеющего определенную температуру. Эти температуры плавно меняются от 40-50 тысяч градусов у звезд спектрального класса O до 3000 градусов у звезд спектрального класса M. В

соответствии с этим основная часть излучения звезд спектральных классов О и В приходится на ультрафиолетовую часть спектра, недоступную для наблюдения с поверхности земли.

Однако в последние десятилетия были запущены специализированные искусственные спутники земли; на их борту были установлены телескопы, с помощью которых оказалось возможным исследовать и ультрафиолетовое излучение.

Характерной особенностью звездных спектров является наличие у них огромного количества линий поглощения, принадлежащих различным элементам. Тонкий анализ этих линий позволил получить особенно ценную информацию о природе наружных слоев звезд.

Химический состав наружных слоев звезд, откуда к нам "непосредственно" приходит их излучение, характеризуется полным преобладанием водорода. На втором месте находится гелий, а содержание остальных элементов достаточно невелико.

Приблизительно на каждые десять тысяч атомов водорода приходится тысяча атомов гелия, около 10 атомов кислорода, немного меньше углерода и азота и всего лишь один атом железа. Присутствие остальных элементов совершенно ничтожно. Без преувеличения можно сказать, что наружные слои звезд - это гигантские водородно-гелиевые плазмы с небольшой примесью более тяжелых элементов.

Хорошим индикатором температуры наружных слоев звезды является ее цвет. Горячие звезды спектральных классов О и В имеют голубой цвет; звезды, сходные с нашим Солнцем (спектральный класс которого G2), представляются желтыми, звезды же спектральных классов К и М - красные. В астрофизике имеется тщательно разработанная и вполне объективная система цветов. Она основана на сравнении наблюдаемых звездных величин, полученных через различные строго эталонированные светофильтры. Количественно цвет звезд характеризуется разностью двух величин, полученных через два фильтра, один из которых пропускает преимущественно синие лучи ("В"), а другой имеет кривую спектральной чувствительности, сходную с человеческим глазом ("V"). Техника измерений цвета звезд настолько высока, что по измеренному значению В-V можно определить спектр звезды с точностью до подкласса. Для слабых звезд анализ цветов - единственная возможность их спектральной классификации.

Знание спектрального класса или цвета звезды сразу же дает температуру ее поверхности. Таким образом, для определения расстояния до далекой звезды надо знать ее светимость (общую энергию излучения) и температуру поверхности и диаметр.

Нам остается определить еще одну, едва ли не самую важную характеристику звезды - ее массу. Надо сказать, что это сделать не так то просто. А главное существует не так уж много звезд, для которых имеются надежные определения их масс. Последние легче всего определить, если звезды образуют двойную систему, для которой большая полуось орбиты и период обращения известны. К сожалению, только для сравнительно небольшого количества двойных систем можно таким образом определить массу каждой из звезд.

В сущности говоря, астрономия не располагала и не располагает в настоящее время методом прямого и независимого определения массы (то есть не входящей в состав кратных систем) изолированной звезды. И это достаточно серьезный недостаток нашей науки о Вселенной. Если бы такой метод существовал, прогресс наших знаний был бы значительно более быстрым. В такой ситуации астрономы молчаливо принимают, что звезды с одинаковой светимостью и цветом имеют одинаковые массы и размеры. Последние же, определяются только для двойных систем.

Утверждение, что одиночная звезда с той же светимостью и цветом имеет такую же массу, как и ее "сестра", входящая в состав двойной системы, всегда следует принимать с некоторой осторожностью.

Итак, современная астрономия располагает методами определения основных звездных характеристик: светимости, поверхностной температуры (цвета), радиуса, химического состава и массы. Возникает важный вопрос: являются ли эти характеристики независимыми? Оказывается, нет. Прежде всего, имеется функциональная зависимость, связывающая радиус звезды, ее светимость и поверхностную температуру. Наряду с этим, однако, давно уже была обнаружена зависимость между светимостью звезд и их спектральным классом (или, что фактически одно и то же, - цветом).

Потребовалось, однако, тысячелетнее развитие науки, чтобы человечество осознало простой и вместе с тем величественный факт, что звезды - это объекты, более или менее похожие на Солнце, но только отстоящие от нас на несравненно большие расстояния. Ньютон был первым, кто правильно оценил расстояния до звезд. Два столетия после великого английского ученого почти всеми молчаливо принималось, что чудовищно больших размеров пространство, в котором находятся звезды, есть абсолютная пустота. Лишь отдельные астрономы время от времени поднимали вопрос о возможном поглощении света в межзвездной среде. Только в самом начале XX столетия немецкий астроном Гартман убедительно

доказал, что пространство между звездами представляет собой отнюдь не мифическую пустоту. Оно заполнено газом, правда, с очень малой, но вполне определенной плотностью. Это выдающиеся открытие, так же как и многие другие, было сделано с помощью спектрального анализа.

Почти половину столетия межзвездный газ исследовался главным образом путем анализа образующихся в нем линий поглощения. Выяснилось, например, что довольно часто эти линии имеют сложную структуру, то - есть состоят из нескольких близко расположенных друг к другу компонент. Каждая такая компонента возникает при поглощении света звезды в каком-нибудь определенном облаке межзвездной среды, причем облака движутся друг относительно друга со скоростью, близкой к 10 км/сек. Это и приводит благодаря эффекту Доплера к незначительному смещению длин волн линий поглощения.

Химический состав межзвездного газа в первом приближении оказался довольно близким к химическому составу Солнца и звезд. Преобладающими элементами являются водород и гелий, между тем как остальные элементы мы можем рассматривать как "примеси".

Только около 1930 года с несомненностью было доказано, что межзвездное пространство действительно не совсем прозрачно. Поглощающая свет субстанция сосредоточена в довольно тонком слое около галактической плоскости. Сильнее всего поглощаются синие и фиолетовые лучи, между тем как поглощение в красных лучах сравнительно невелико.

Сейчас уже представляется доказанным, что поглощение света обусловлено межзвездной пылью, то есть твердыми микроскопическими частицами вещества, размерами меньше микрона. Эти пылинки имеют сложный химический состав. Установлено, что пылинки имеют довольно вытянутую форму и в какой-то степени "ориентируются", то есть направления их вытянутости имеют тенденцию "выстраиваться" в данном облаке более или менее параллельно. По этой причине проходящий через тонкую среду звездный свет становится частично поляризованным.

Особенностью межзвездной среды является большое разнообразие имеющихся в ней физических условий. Там имеются, во-первых, зоны, кинетическая температура которых различается на два порядка. Имеются сравнительно плотные облака с концентрацией частиц газа, превышающей несколько тысяч на кубический сантиметр, и весьма разреженная среда между облаками, где концентрация не превышает 0,1 частицы на кубический

сантиметр. Наряду с отдельными облаками как ионизированного, так и неионизированного газа в Галактике наблюдаются значительно большие по своим размерам, массе и плотности агрегаты холодного межзвездного вещества, получившие название "газово-пылевых комплексов". Для нас самым существенным является то, что в таких газово-пылевых комплексах происходит важнейший процесс конденсации звезд из диффузной межзвездной среды.

Значение газово-пылевых комплексов в современной астрофизике очень велико. Дело в том, что уже давно астрономы, в значительной степени интуитивно, связывали образования конденсации в межзвездной среде с важнейшим процессом образования звезд из "диффузной" сравнительно разреженной газово-пылевой среды. Какие же основания существуют для предположения о связи между газово-пылевыми комплексами и процессом звездообразования? Прежде всего, следует подчеркнуть, что уже по крайней мере с сороковых годов нашего столетия астрономам ясно, что звезды в Галактике должны непрерывно (то есть буквально "на наших глазах") образовываться из какой-то качественно другой субстанции. Дело в том, что к 1939 году было установлено, что источником звездной энергии является происходящий в недрах звезд термоядерный синтез.

Грубо говоря, подавляющее большинство звезд излучают потому, что в их недрах четыре протона соединяются через ряд промежуточных этапов в одну альфа-частицу. Так как масса одного протона (в атомных единицах) равна 1,0081, а масса ядра гелия (альфа-частицы) равна 4,0039, то избыток массы, равный 0,007 атомной единицы на протон, должен выделяться как энергия. Тем самым определяется запас ядерной энергии в звезде, которая постоянно тратится на излучение.

В самом благоприятном случае чисто водородной звезды запаса ядерной энергии хватит не более, чем на 100 миллионов лет, в то время как в реальных условиях эволюции время жизни звезды оказывается на порядок меньше этой явно завышенной оценки. Но десяток миллионов лет - ничтожный срок для эволюции нашей Галактики, возраст которой никак не меньше чем 10 миллиардов лет. Возраст массивных звезд уже соизмерим с возрастом человечества на Земле! Значит звезды (по крайней мере, массивные с высокой светимостью) никак не могут быть в Галактике "изначально", то есть с момента ее образования. Оказывается, что ежегодно в Галактике "умирает", по меньшей мере, одна звезда. Значит, для того, чтобы "звездное племя" не "выродилось", необходимо, чтобы столько же звезд в среднем образовывалось в нашей Галактике каждый год. Для того, чтобы в течении

длительного времени (исчисляемыми миллиардами лет) Галактика сохраняла бы неизменными свои основные особенности (например, распределение звезд по классам, или, что практически одно и то же, по спектральным классам), необходимо, чтобы в ней автоматически поддерживалось динамическое равновесие между рождающимися и "гибнущими" звездами.

В этом отношении Галактика похожа на первобытный лес, состоящий из деревьев различных видов и возрастов, причем возраст деревьев гораздо меньше возраста леса. Имеется, правда, одно важное различие между Галактикой и лесом. В Галактике время жизни звезд с массой меньше солнечной превышает ее возраст. Поэтому следует ожидать постепенного увеличения числа звезд со сравнительно небольшой массой, так как они пока еще "не успели" умереть, а рождаться продолжают. Но для более массивных звезд упомянутое выше динамическое равновесие неизбежно должно выполняться.

Откуда же берутся в нашей Галактике молодые и "сверхмолодые" звезды? С давних пор, по установившейся традиции, восходящей к гипотезе Канта и Лапласа о происхождении Солнечной системы, астрономы предполагали, что звезды образуются из рассеянной диффузной газовой-пылевой среды.

Было только одно строгое теоретическое основание такого убеждения - гравитационная неустойчивость первоначально однородной диффузной среды. Дело в том, что в такой среде неизбежны малые возмущения плотности, то есть отклонения от строгой однородности. В дальнейшем, однако, если массы этих конденсаций превосходят некоторый предел, под влиянием силы всемирного тяготения малые возмущения будут нарастать и первоначально однородная среда разобьется на несколько конденсаций. Под действием силы гравитации эти конденсации будут продолжать сжиматься и, как можно полагать, в конце концов, превратятся в звезды.

Характерное время сжатия облака до размеров протозвезды можно оценить по простой формуле механики, описывающей свободное падение тела под влиянием некоторого ускорения. Так, к примеру, облако с массой, равной солнечной, сожмется за миллион лет.

В процессе только что описанной первой стадии конденсации газовой-пылевой облака в звезду, которая называется "стадией свободного падения", освобождается определенное количество гравитационной энергии. Половина освободившейся при сжатии облака энергии должна покинуть облако в виде инфракрасного излучения, а половина пойти на нагрев вещества.

Как только сжимающееся облако станет непрозрачным для своего инфракрасного излучения, светимость его резко упадет. Оно будет продолжать сжиматься, но уже не по закону свободного падения, а гораздо медленнее. Температура его внутренних областей, после того как процесс диссоциации молекулярного водорода закончится, будет непременно повышаться, так как половина освобождающейся при сжатии гравитационной энергии будет идти на нагрев облака. Впрочем, такой объект назвать облаком уже нельзя. Это уже самая настоящая протозвезда.

Таким образом, из простых законов физики следует ожидать, что может иметь место единственный и закономерный процесс эволюции газовой-пылевой комплексов сначала в протозвезды, а потом и в звезды. Однако возможность - это еще не есть действительность. Первейшей задачей наблюдательной астрономии является, во-первых, изучить реальные облака межзвездной среды и проанализировать, способны ли они сжиматься под действием собственной гравитации. Для этого надо знать их размеры, плотность и температуру. Во-вторых, очень важно получить дополнительные аргументы в пользу "генетической близости" облаков и звезд (например, тонкие детали их химического и даже изотопного состава, генетическая связь звезд и облаков и прочее). В-третьих, очень важно получить из наблюдений неопровержимые свидетельства существования самых ранних этапов развития протозвезд (например, вспышки инфракрасного излучения в конце стадии свободного падения). Кроме того, здесь могут наблюдаться, и, по-видимому, наблюдаются совершенно неожиданные явления. Наконец, следует детально изучать протозвезды. Но для этого прежде всего надо уметь отличать их от "нормальных" звезд.

Эмпирическим подтверждением процесса образования звезд из облаков межзвездной среды является то давно известное обстоятельство, что массивные звезды классов О и В распределены в Галактике не однородно, а группируются в отдельные обширные скопления, которые позже получили название "ассоциации". Но такие звезды должны быть молодыми объектами. Таким образом, сама практика астрономических наблюдений подсказывала, что звезды рождаются не поодиночке, а как бы гнездами, что качественно согласуется с представлениями теории гравитационной неустойчивости. Молодые ассоциации звезд (состоящие не только из одних горячих массивных гигантов, но и из других примечательных, заведомо молодых объектов) тесно связаны с большими газово-пылевыми комплексами межзвездной среды. Естественно считать,

что такая связь должна быть генетической, то есть эти звезды образуются путем конденсации облаков газовой-пылевой среды.

Процесс рождения звезд, как правило, не заметен, потому что скрыт от нас пеленой поглощающей свет космической пыли. Только радиоастрономия, как можно теперь с большой уверенностью считать, внесла радикальное изменение в проблему изучения рождения звезд. Во-первых, межзвездная пыль не поглощает радиоволны. Во-вторых, радиоастрономия открыла совершенно неожиданные явления в газовой-пылевых комплексах межзвездной среды, которые имеют прямое отношение к процессу звездообразования.

Продолжительность научных наблюдений звездного неба ничтожна по сравнению с временем протекающих в межзвездной среде процессов. Человечество наблюдает как бы мгновенный срез этих явлений и, предположив, что разные звезды и образования находятся в разной временной стадии их развития была сформулирована гипотеза звездной эволюции. Основным постулат этой гипотезы - закон сохранения массы-энергии. Предполагается, что по мере излучения энергии характер процессов происходящих на звезде качественно меняется.

Звезды разной массы по мере прекращения процессов ядерного синтеза приходят в итоге к одному из трех состояний: белые карлики, нейтронные звезды или черные дыры.

Если масса звезды невелика, то силы гравитации сравнительно слабы и сжатие звезды (гравитационный коллапс) прекращается. Она переходит в устойчивое состояние белого карлика. Если масса превышает критическое значение, сжатие продолжается. При очень высокой плотности электроны, соединяясь с протонами, образуют нейтроны. Такая звезда будет состоять из одних нейтронов и иметь такую громадную плотность, что огромная звездная масса сосредоточивается в очень небольшом шаре радиусом несколько километров.

Если же масса звезды настолько велика, что даже образование нейтронной звезды не остановит гравитационного коллапса, то конечным этапом эволюции звезды будет черная дыра. Это звезда, сила гравитации на поверхности которой не позволяет даже электромагнитным колебаниям – фотонам покидать ее поверхность.

Грандиозное, но чрезвычайно редкое небесное явление, связанное с образованием нейтронной звезды или черной дыры, которое запечатлено во многих исторических летописях разных народов - это вспышка сверхновой звезды, которую иногда было видно даже днем.

Установлено, что, в среднем, в каждой галактике вспышка

сверхновой происходит раз в несколько десятилетий. В максимуме своего блеска она может быть столь же яркой, как остальные сотни миллиардов звезд галактики вместе взятые.

Как впервые предположили в 30-е годы XX века Вальтер Бааде и Фриц Цвикки, в результате взрыва сверхновой образуется сверхплотная нейтронная звезда. Эта гипотеза подтвердилась после открытия в 60-х годах пульсара - быстро вращающейся нейтронной звезды в центре Крабовидной туманности в созвездии Тельца; он возник на месте вспышки сверхновой 1054 года. Вспышка сверхновой звезды сопровождается таким огромным выбросом энергии, что произошли бы в пределах ближайшей области нашей галактики, жизнь на Земле подверглась бы непосредственной угрозе из-за резкого повышения фона космического ионизирующего излучения.

Нейтронная звезда - это конечное состояние эволюции звезд массой более десяти солнечных. Она представляет собой очень экзотический космический объект. Ее радиус - всего 10-20 км, а масса в 1,5-2 раза больше солнечной.

Черная дыра - космический объект, который образуется при неограниченном гравитационном сжатии (гравитационном коллапсе) массивных космических тел. Существование этих объектов предсказывает общая теория относительности. Сам термин "черная дыра" введен в науку американским физиком Джоном Уилером в 1968 г. для обозначения сколлапсировавшей звезды.

Черные дыры образуются в результате коллапса гигантских нейтронных звезд массой более 3 масс Солнца. При сжатии их гравитационное поле уплотняется все сильнее и сильнее. Наконец звезда сжимается до такой степени, что свет уже не может преодолеть ее притяжения. Радиус, до которого должна сжаться звезда, чтобы превратиться в черную дыру, называется гравитационным радиусом. Для массивных звезд он составляет несколько десятков километров.

Поскольку черные дыры не светят, то единственный путь судить о них - это наблюдать воздействие их гравитационного поля на другие тела.

Имеются косвенные доказательства существования черных дыр более чем в 10 тесных двойных рентгеновских звездах.

Наука о звездах, далеком космосе, астрофизика объясняет строение звезд, их энергетические особенности, свойствами структур МИКРОмира. Произошло как бы логическое замыкание: свойства МЕГА - объектов объяснены свойствами известных нам

МИКРОструктур – элементарных частиц. Это всегда преподносится в научной и научно-популярной литературе, как одно из величайших достижений современной физики.

Видимо поэтому, астрофизика взяла на себя смелость пойти еще дальше и объяснить не только процессы, происходящие во Вселенной, но и процессы ее рождения, образно говоря, сотворение Мира. Открытие в 20 веке красного смещения спектров излучения далеких галактик, на основании закона излучения Доплера, могло быть объяснено их движением от нас со скоростями тем большими, чем дальше они находятся. На пределе, астрономически наблюдаемого удаления, эта скорость «разбегания» галактик приближается к скорости света. Обратной экстраполяцией был сделан вывод о том, что когда-то этот процесс имел начало, и вещество всей вселенной находилось в одной точке. Около 14 млрд. лет назад произошел взрыв и теперь мы наблюдаем его далекие последствия. Причем ученые предлагают даже модели состояния вещества на первых микросекундных этапах этого взрыва.

Причем вопросы о состоянии вещества до начала взрыва объявлены попросту бессмысленными. Хотя практичного человека, например, экономиста, может и не волновать содержание таких гипотез и теорий. Их можно считать просто игрой воображения интеллектуально развитых ученых, тем более, до обратного процесса сжатия и стягивания вселенной в точку, по этим теориям, многие десятки млрд. лет. Гипотеза Большого взрыва настолько утвердилась, что в научно-популярной литературе иногда преподносится как единственная и общепризнанная.

На самом деле это не так. Рассматривая структуру звездных и галактических образований, ученые установили как чрезвычайно неоднородный ее характер, так и некоторые упорядоченные структуры, состоящие из многих галактик, образование которых входит в некоторое противоречие с гипотезой большого взрыва.

Поэтому можно ожидать появление и других гипотез образования вселенной, вплоть до возвращения к концепции о ее вечном и бесконечном существовании.

Объяснение свойств звезд их микроструктурой, противоречит и основной концепции естествознания о том, что при усложнении структуры появляются новые свойства.

Безусловно, звезда это более сложная плазменная структура, чем она представляется. Плазменный сгусток, типа шаровой молнии, ведет себя, проявляя свойства, совершенно непонятные с позиций физического описания, в то же время звезды рассматриваются учеными, как простые термодинамические образования, выделяющие потоки электромагнитных излучений, корпускулярные

потоки. В то же время, на Солнце ученые наблюдают сложные структуры в виде плазменных вихрей, которые значительно холоднее, чем основная поверхность солнца, но влияние этих пятен на земную жизнь статистически доказано. Эти образования устойчивы довольно длительное время, но ни причина их образования, ни характер их влияния на земные процессы еще совершенно непонятен. Некоторые ученые предполагали, что Солнце не только энергетически воздействует на земные процессы, но и воздействует некоторым полем (информационным? Z – излучением? лучами жизни?). Эти предположения не получили признания из-за отсутствия доказательной экспериментальной базы.

Известные же феномены, типа эффекта Чижевского-Вельхова, либо игнорируются, либо предпринимаются попытки их объяснения с общепринятых позиций.

Галактики, естественно, имеют более сложную структуру, чем звезды, но о свойствах галактик, связанных с их структурой пока ничего определённого ученые сказать не могут.

Лекция №7

Солнечная система

Солнечная система это часть вселенной и конечно является объектом МЕГАмира. Но она, все-таки, может в ближайшем будущем быть подробно изучена человечеством и превратится в объект непосредственного преобразования. К настоящему времени непосредственное изучение объектов Солнечной системы только начинается, но за последние 40 лет количество полученной информации во много раз превышает ранее полученную, наблюдениями с земной поверхности.

Параметры основных объектов солнечной системы приведены в таблице.

Название планеты	Диаметр, км	Расстояние от солнца , млн.км	Период обращения вокруг солнца, суток	Период вращения, суток
Солнце	1400000			27...32
Меркурий	4878	58	88	59
Венера	12100	0,7	224,7	243
Земля	12700	149,6	365,24	1
Марс	6776	228	1.88лет	24,5часов
Юпитер	142600	778	11,9 лет	10ч.обл.сл.
Сатурн	120200	9,5а.е.	29,4 лет	10ч.обл.сл.
Уран	52300	2871	84 года	16,2час.
Нептун	50100	4500	165лет	15,8час.
Плутон	3000	39,4а.е.	248лет	6,4

Таблица не дает образного представления о масштабах расстояний и размеров объектов в солнечной системе. Если представить Солнце в масштабе равным диаметру головы человека (Вашей головы) и Вы представите, что , находясь в безбрежной космической пустоте, оглядываетесь вокруг, то на расстоянии 8,2 метра Вы увидите песчинку диаметром 0,7мм (это Меркурий), на расстоянии 14,9 метров летит маковое зерно диаметром 1,72мм (Венера), такое же зернышко, но на расстоянии 21 метр (Земля), песчинка диаметром менее 1мм и летящая на расстоянии 32,5метра (Марс), но вот что-то крупное на расстоянии 111 метров диаметром 20,3мм (Юпитер), похожий объект диаметром 17 мм на расстоянии 202 метра (Сатурн), а далее соответственно: диаметром 7,47 мм на расстоянии 410 метра (Уран), диаметром 7,15 мм на расстоянии 642 метра (Нептун), диаметром 0,42 мм на расстоянии 838 метров (Плутон).

(А до ближайшей звезды в этом масштабе более 5000 км).

Как видим, Солнце должно обладать очень хорошим зрением, чтобы видеть своих спутников – планеты. С другой стороны, поражает, что количество солнечной энергии, достигающее планетам, пренебрежимо мало, по сравнению с общим потоком его излучения.

В основе современной космогонии - гипотеза о происхождении Солнца и планет из единого холодного газово-пылевого облака - гипотеза И.Канта и П.Лапласа. Она получила развитие в трудах О.Ю.Шмидта, О.Хойла и др. и утвердилась в современной космогонии.

Почти до конца 80-х годов нашего века раннюю историю нашей планетной системы приходилось "воссоздавать" лишь на основе данных о ней самой. И только к 90-м годам стали доступны для наблюдений невидимые ранее объекты - газопылевые диски, вращающиеся вокруг некоторых молодых звезд, сходных с Солнцем.

Газопылевую туманность, в которой возникли планеты, их спутники, мелкие твердые тела, в космогонии называют протопланетным или допланетным облаком. Это облако имело уплощенную, чечевицеобразную форму, поэтому его называют еще диском.

Ученые полагают, что и этот диск, и Солнце образовались из одной и той же вращающейся массы межзвездного газа - протосолнечной туманности. Наименее изучена в космогонии самая ранняя стадия происхождения Солнечной системы - выделение протосолнечной туманности из гигантского родительского молекулярного облака, принадлежащего Галактике.

В 40-х годах академик О.Ю.Шмидт выдвинул, ставшую общепринятой, гипотезу об образовании Земли и других планет из холодных твердых допланетных тел - планетезималей.

Планетезималь (от англ. planet - планета и infinitesimal - бесконечно малый) - тело, представляющее собой промежуточную ступень формирования планеты из протопланетного газово-пылевого облака. Допланетный рой представлял собой сложную систему большого числа тел-планетезималей.

Эволюция облака вела к тому, что в немногих крупных телах сосредоточивалась основная масса всего планетного вещества.

Возраст Солнца насчитывает чуть меньше 5 млрд. лет.

Возраст древнейших метеоритов почти такой же: 4,5-4,6 млрд. лет. Столь же стары и рано затвердевшие части Лунной коры. Поэтому принято считать, что Земля и другие планеты сформировались 4,6 млрд. лет назад. Тогда началась геологическая эволюция планет.



Наибольший интерес для нас представляет, конечно, планета Земля.

Это наш дом и параметры дома, в котором мы живем, конечно, интересны, даже из простого любопытства, хотя они в основном определяют большинство ограничений, с которыми будет сталкиваться человечество в данном столетии. Основные характеристики нашей планеты:

Площадь поверхности – 510 млн.км² (суша только 149 млн.км²), объем 1,083*10¹² км³, средняя плотность 5,5т/м³. Средняя высота суши над поверхностью океана –875м, наибольшая высота 8848м.

Суша неоднородна. 20% её покрыта пустынями, саванны и редколесья составляют 20%, леса около 30%, ледники 10%. Более 10% суши находится под сельскохозяйственными угодиями.

Средняя глубина океана – 3800м. Наибольшая 11км. Объем воды 1370 млн. км³. Средняя соленость 35г/л.

Атмосфера : 78% азота, 20,95% кислорода, остальное – водяные пары, инертные газы, углекислый газ.

Изучение других планет солнечной системы имеет не только теоретический интерес, но и предполагает их практическое использование человечеством, даже в смысле заселения в обозримом будущем.

Так в ближайшем будущем планируется устройство научных станций на Луне, в более отдаленном, размещение на Луне некоторых производств. И это не является фантастикой, так как технологическими средствами для этого человечество обладает.

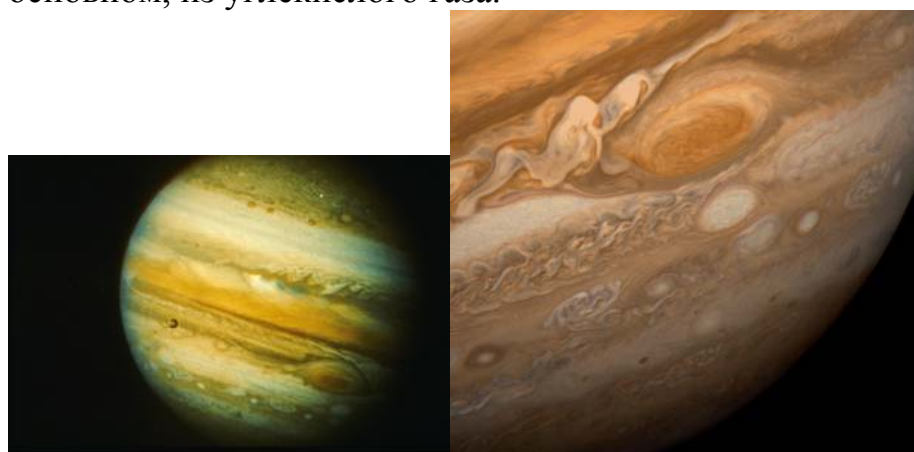
Особый интерес представляет Марс.



Почему Марс, почему именно к нему привязано столько внимания как простых людей, так и ученых? Вероятно потому, что Марс - единственная планета в Солнечной Системе, на которой могут приютиться люди. Луна - безжизненный безатмосферный мир со скачками температуры от +130°С до -170°С; Меркурий считается неблагоприятным для любых форм жизни, какую только можно вообразить, т.к. представляет из себя крошечный, раскаленный шар; Венера-вторая планета от Солнца, где из ядовитых облаков двадцать четыре часа в сутки льется концентрированная серная кислота не долетающая до раскаленной на 500°С поверхности, давление атмосферы на которой превышает 100 атмосфер. Газовые гиганты слишком далеки, чрезмерно холодны и у них даже нет твердой поверхности, чтобы на них можно было жить. Нептун очень далек, мало изучен и представляет собой ледяной шар. Так что Марс - единственная пригодная планета. Он бесспорно является самой “землеподобной” планетой в Солнечной системе. Его ось наклонена по углом в

24.935 градуса к плоскости орбиты его вращения вокруг Солнца (наклон оси Земли составляет 23.5 градуса). Период вращения Марса вокруг своей оси составляет 24 часа 39 минут 36 секунд (Земли-23 часа 56 минут 5 секунд). Как и Земля, он не представляет собой идеальную сферу, а несколько приплюснут с полюсов и несколько взбухает на экваторе. Как и Земля, он имеет четыре сезона, правда их длительность почти вдвое больше. Из-за эллиптической орбиты сезоны в северном и южном полушария имеют разную продолжительность: лето в северном полушарии продолжается 177 марсианских суток, а в южном оно на 21 день короче и теплее на 20 градусов, чем лето в северном полушарии. Наконец, как и Земля, он имеет ледяные полярные шапки (хотя этот лед, скорее всего, твердая углекислота), горы, пустыни и пылевые бури. И хотя сейчас Марс производит впечатление безжизненной пустыни, есть данные о том, что в древние времена его оживляли океаны и реки, а его климат и атмосфера были весьма похожи на земные.

В настоящее время планируются космические экспедиции автоматов с целью поиска на Марсе воды (льда). Если вода будет обнаружена в больших количествах, то вопрос освоения Марса будет упираться только в овладении человечеством термоядерной энергией. Надо отметить, что на Марсе холоднее, чем на Земле в Антарктиде, а атмосфера чрезвычайно разрежена и состоит, в основном, из углекислого газа.

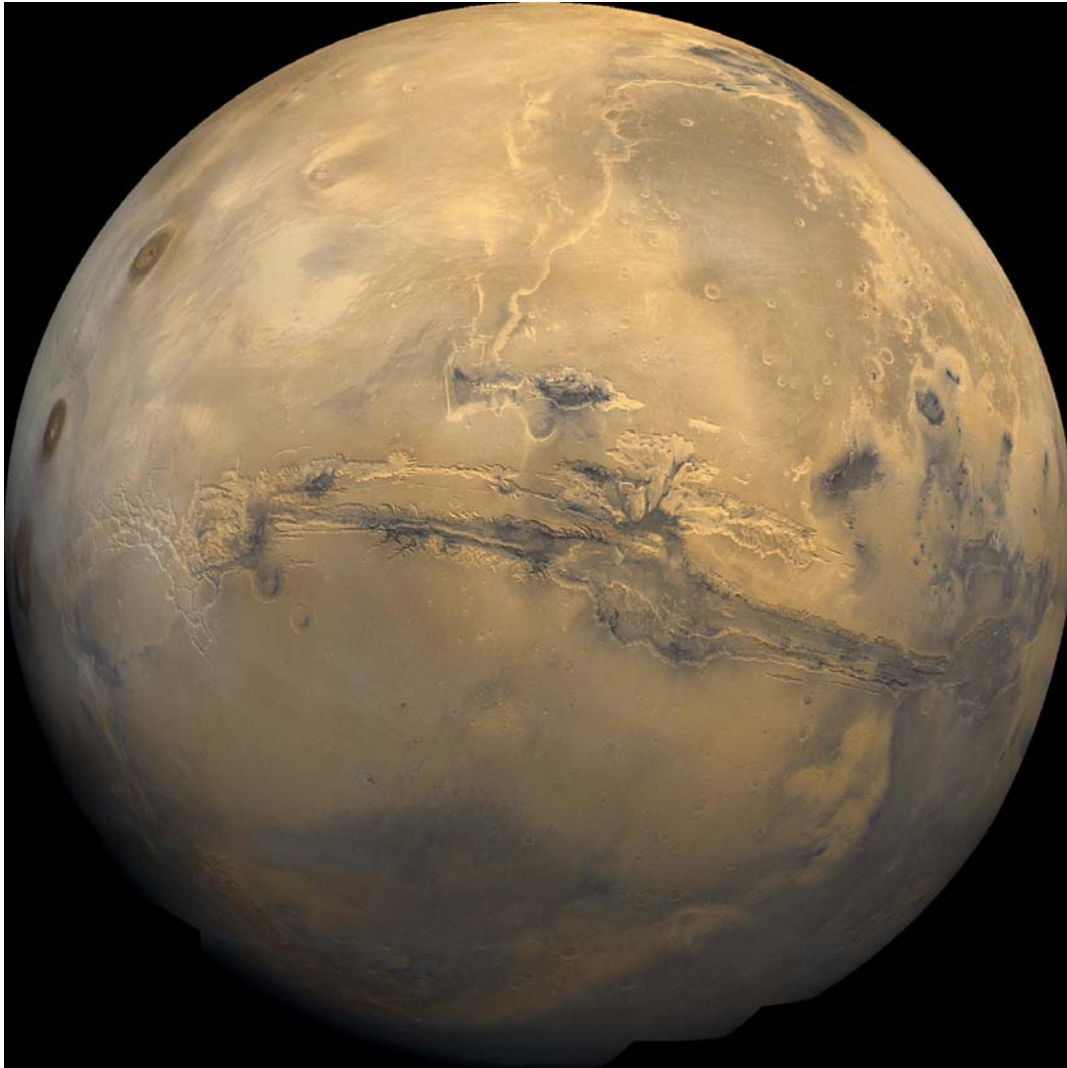


(Юпитер и Большое красное пятно на его поверхности, снятые межпланетной станцией)

Освоение планет, спутников планет, астероидов, их практическое использование описано во многих фантастических произведениях, что, по-видимому, определяется какими-то объективными процессами и закономерностями развития живого вещества во вселенной. Может быть заложенной в нем генетически тягой к неограниченной пространственной экспансии. Хотя не исключено, что тенденции развития общества и его интересов могут измениться, и произойдет некоторая стабилизация, как народонаселения, так и потребляемых ресурсов на уровне их естественного или искусственного возобновления.

В настоящее время возможности технических средств экспансии в космос сдерживаются экономическими соображениями. Так, в 20 веке разрабатывались проекты экспедиций человека на Марс, но не были реализованы из-за очень крупных планируемых затрат при отсутствии безотлагательной потребности.

Поэтому исследование солнечной системы проводится в основном автоматическими станциями, причем добываемая ими информация может оказаться весьма значимой даже не в столь отдаленном будущем.



Один из спутников Юпитера (Valmar) со следами выхода жидкой воды? на поверхность льда. (Съемка с автоматической межпланетной станции).

КМТ,2002

Лекция №8 Свойства макрообъектов

Рассматривая объекты макромира, мы видим, что они делятся на два принципиально отличающихся класса объектов живой и неживой природы. В чем же принципиальное различие этих объектов?

Живые объекты являются открытыми системами, само существование которых невозможно без материального, энергетического и информационного обмена с окружающей средой. Так одноклеточная водоросль поглощает различные вещества из водной среды, кванты света и, помещенная в темноту и чистую воду, погибает. Это же относится и к высшим организмам. (Хотя некоторые простейшие организмы способны переходить в стадию спор и длительное время существовать без обмена с окружающей средой, но само их первоначальное появление требовало такого обмена.)

Вторым принципиальным различием этих миров является невозможность возникновения живых объектов из неживых. Построено множество гипотез о механизмах возникновения жизни из неживой природы, но пока не удалось воспроизвести такой переход искусственно, и он не обнаружен при самом тщательном исследовании природы.

Поэтому единственным путем появления живых структур является их размножение, которое у неживых структур не обнаружено.

Рассматривая все многообразие неживых структур, мы видим, что многие из них созданы человеком и обладают определенным набором свойств, полезных для него. Т.е. их создание является целесообразным, в отличие от объектов природы, появление которых, по современным представлениям, является случайным. Так, большинством ученых считается, что структура планеты, ее рельеф, структура камня, состав воды океана и т.д. результат случайных процессов, происходивших когда-то во вселенной. (Надо отметить, что телеологический подход усматривает во всем божественную целесообразность).

Свойства сложных структур, создаваемых человеком, достаточно многообразны, и могут быть объединены в несколько групп:

1. Функциональные свойства – проявляющиеся при взаимодействии объекта с человеком или другими объектами при его функционировании (использовании). Это скорость автомобиля, его вместимость, мощность электрогенератора, высота подъема самолета и т. д.
2. Экономические – производительность, стоимость эксплуатации, потребление энергии и т.д., свойства отражающие затраты энергии, материалов, информации на создание объекта и поддержание его свойств в процессе использования.
3. Экологические – выделение вредных или ядовитых веществ, излучений, шумовое воздействие и т.д., сопутствующие объекту свойства, которые не могли быть сведены к «нулю» при его создании, вредные для создателя свойства. Часто такие свойства даже не могут быть спрогнозированы при создании этих искусственных объектов. Говорят иногда, что всякая новая победа человека над природой оборачивается его поражением, что природа «мстит» человеку...

Такие выражения скорее надо считать пережитками прежнего подхода, когда человек отделялся от природы и чуть ли не объявлялся ее хозяином. На самом деле любой искусственный объект, как и человек – это часть природы, но отличие искусственных структур в том, что свойства их частично спрогнозированы и созданы человеком, а потому более понятны.

Могут оцениваться и ряд других категорий свойств, например, технологические, антропологические (так, довольно часто, создаваемые структуры люди оценивают категорией красоты, удобства...)

При создании сложных структур человечество, в настоящее время, применяет способ, значительно отличающийся от способа появления сложных структур в природе. Например, живое существо, возникая от живого (из одной клетки, путем ее деления) несет в себе самом всю информацию о своем развитии. При создании же структур человеком эта информация находится вне объекта (чертежи, схемы, технологические процессы, компьютерные программы), поэтому объект появляется по частям.

Макроструктура этих искусственных объектов состоит из деталей, а свойства этих структур возникают при взаимодействии этих деталей после сборки.

Если разобрать машину, прибор, агрегат на отдельные детали, то свойства всего объекта исчезают, но сами детали обладают определенным набором свойств, причем категории этих свойств, для всех деталей, одинаковы.

К таким категориям относятся:

свойства материалов, форма, размеры, свойства поверхности.

1. СВОЙСТВА МАТЕРИАЛА :

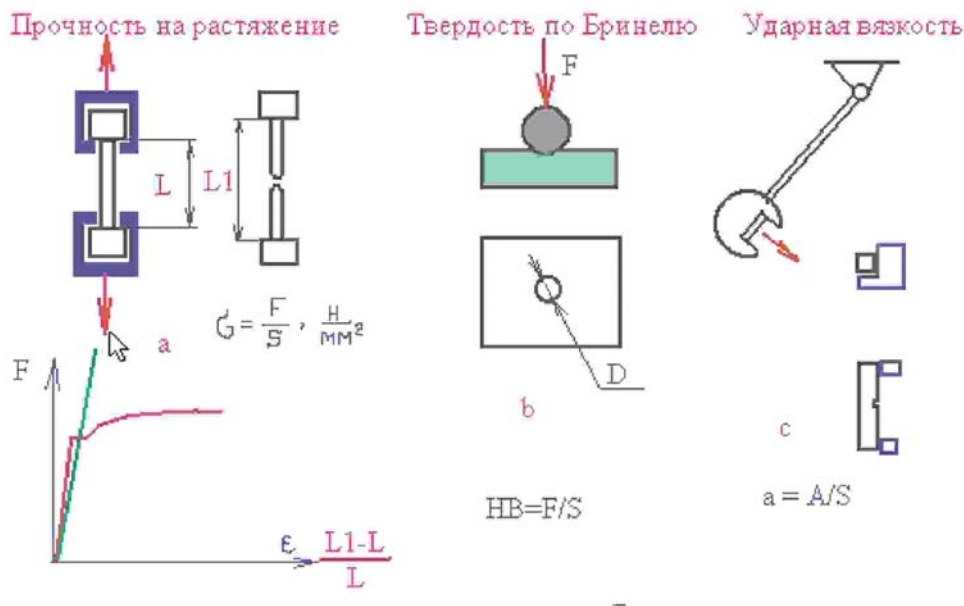
МЕХАНИЧЕСКИЕ	ФИЗИЧЕСКИЕ	ХИМИЧЕСКИЕ	БИОЛОГИЧЕСКИЕ
ПРОЧНОСТЬ, ТВЕРДОСТЬ, УДАРНАЯ ВЯЗКОСТЬ, УПРУГОСТЬ, ПЛАСТИЧНОСТЬ,	ТЕПЛОПРОВОД- НОСТЬ, ЭЛЕ- КТРОПРОВОД- НОСТЬ, ПЛОТ- НОСТЬ, МАГНИ- ТНЫЕ СВОЙСТ- ВА	КОРРОЗИОН- НАЯ СТОЙ- КОСТЬ, ОКАЛИНО- СТОЙКОСТЬ ...	АЛЕРГЕННАЯ АКТИВНОСТЬ, ТОКСИЧНОСТЬ, канцероген- ность

Конечно, иногда, с рассмотрением этих свойств рассматривают и такие категории свойств, как технологические, экономические, но по-видимому их не следует смешивать с объективными свойствами материалов, так как технологические свойства можно рассматривать только применительно к каким - либо технологическим методам, которые, развиваясь, иногда резко меняют технологические параметры материала, а экономические свойства (например, стоимость материала) зависят как от уровня развития технологии, так и методов оценки экономической эффективности.

Целесообразное использование человечеством тех или иных материалов определяется их свойствами.

Так, прочность стали, наряду с другими факторами, определяет грузоподъемность моста, защитные свойства брони, мощность, передаваемую ротором турбины...

НЕКОТОРЫЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ



Прочность материалов обычно оценивается по предельному напряжению (удельной нагрузке) в поперечном сечении объекта при его разрушении. Такая величина называется пределом прочности на растяжение и у современных конструкционных материалов составляет:

конструкционные стали - 600...3000 н/мм²,
 алюминиевые сплавы - 200...900 н/мм²,
 титановые сплавы - 600...1600 н/мм²,
 композиционные материалы - 300...20000 н/мм².

Испытание на растяжение позволяет также оценить **пластичность** материала, которая измеряется относительным пластическим удлинением образца в процессе растяжения в момент разрушения.

Твердость – способность материала сопротивляться внедрению в него твердого тела оценивается при стандартных условиях испытания внедрением закаленного шарика (твердость по Бринеллю), алмазной пирамидки или конуса (твердость по Виккерсу, Роквеллу). Твердость во многом определяет износостойкость деталей машин, воспринимаемые ими без разрушения контактные нагрузки, таким образом, существенно влияя на технические критерии самой машины.

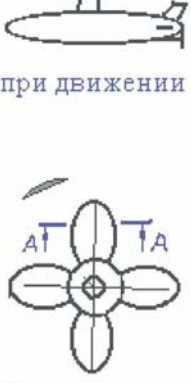
Понимание зависимости свойств от внутренней структуры материала определяет направления исследований в химии, металлургии, полупроводниковой технике и т.д.

Например, установлено, что прочность определяется характером и количеством дислокаций в кристаллической решетке материала. Известно также, что прочность идеальных кристаллов может быть на порядки выше. И в настоящее время одной из тенденций развития техники становится применение монокристаллических изделий.

В то же время существенное изменение свойств металлов может быть получено за счет их сплавления с другими металлами и неметаллами. На протяжении тысячелетий люди использовали сталь, как конструкционный материал для деталей машин, и только в 19 веке было установлено, что сталь - это сплав железа с углеродом, с содержанием последнего до 2,14%. Применение микроскопов для изучения структуры стали позволило установить связь ее со свойствами. В настоящее время основным методом исследования и получения новых материалов является изучение их структуры, вплоть до атомного уровня и создание

целенаправленное заданных структур, обладающих прогнозируемыми свойствами.

2. Форма поверхностей деталей и определяемые ею свойства макроструктур

Взаимодействие деталей друг с дру- гом.	Взаимодействие с окружающей средой		
	С жидкостью	С газовыми потоками	С излучениями
Форма определяет точность движения  Например, плоская форма направляю- щих станка обеспе- чивает прямолиней- ность перемеще- ния суппорта	Минимальное сопротивление при движении  Максимальное толкающее уси- лие при враще- нии	Профиль крыла - максимальная под- ъемная сила - мень- ше расход топлива; форма турбинной лопатки - КПД турбины.  Форма снаряда - дальность стрельбы	Плоское зеркало  Параболичес- кое зеркало 

Форма характеризуется пространственным положением отдельных элементов поверхности, ограничивающей объект в пространстве. Форма может быть определена только через параметры, воспринимаемого нами пространства.

Форма поверхностей деталей может во многом определять свойства или технические характеристики изделия. Так, поиск, наиболее эффективных, форм крыла самолета продолжается до сих пор и определяет такие характеристики, как грузоподъемность, расход топлива, планирующую способность. Форма лопаток турбины определяет КПД преобразования энергии; форма снаряда, ракеты определяет сопротивление воздуха, а следовательно дальность полета и т.д.

Форма профиля строительных элементов (балок, колонн...) определяет эффективность использования материала, т.е. при заданной грузоподъемности, при правильном выборе формы строительных элементов, мост может быть построен более легкий, а следовательно и более дешевый.

Профиль лопастей гидротурбины достаточно сложен, но именно он определяет КПД турбины, профиль обтекателя головной части ракеты минимизирует сопротивление воздуха при ее движении, а следовательно влияет на достижимую скорость, расход топлива и т.д.

Форма кузова автомобиля не только определяет эстетическое восприятие, но и существенно влияет на сопротивление воздуха его движению, т.е. на расход топлива, скорость, устойчивость его движения...

Форма искусственных объектов проектируется человеком-специалистом (конструктором, дизайнером), исходя из определенных целей, которые понятны, хотя бы группе людей, и могут быть, достаточно убедительно, разъяснены другим людям.

Рассматривая же форму природных объектов (особенно объектов живой природы) человек не перестает восхищаться и удивляться причудливости и разнообразию форм, которые могут вызывать сильные эстетические эмоции, но свойства и целесообразность во многом остаются непонятными.

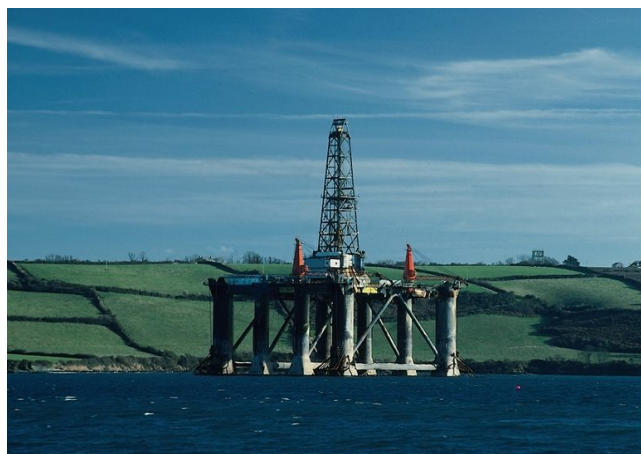
3. Размеры деталей

Размеры определяются человеком только методом сравнения с некоторым объектом, размерные свойства которого непосредственно даны человеку в ощущениях. Естественно, чтобы анализировать встречающиеся объекты природы, желательно, чтобы такая мера сравнения была всегда под рукой. Не случайно, в качестве такой сравнительной меры выступали части тела человека (фут, сажень, дюйм...).

Даже метр, принятый как $1/40000000$ длины парижского меридиана, был выбран как размер легко представимый человеком при соотнесении его к размерам человеческого тела.

Размеры напрямую определяют многие технические характеристики изделия. Например, размеры кузова автомобиля определяют производительность перевозок, размеры цилиндров автомобиля

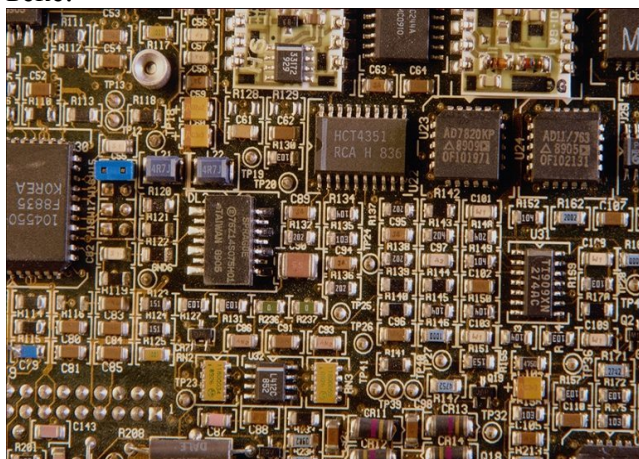
определяют его мощность; размеры балки определяют несущую способность строительной конструкции (моста, фермы подъемного крана) и т.д.



Бурильная морская платформа, стартовый ракетный комплекс – это примеры изделий, детали которых могут достигать в размерах десятков и сотен метров. Хотя существуют искусственные объекты, размеры которых превышают тысячи километров (нефте- и газопроводы, линии электропередач, кабельные линии связи).

Элементы интегральных схем радиотехники и вычислительной техники достигают размера $0,13\text{мкм}$ (величины, которую невозможно увидеть в оптический микроскоп, так как она меньше длины волны видимого света). На представленной фотографии участка печатной платы компьютера видно, что макроструктура платы содержит отдельные элементы (более мелкие макроструктуры) резисторы, конденсаторы, интегральные схемы. В свою очередь интегральная схема состоит из корпуса, выводов, полупроводникового кристалла, который, в свою очередь имеет сложную структуру, состоящую из микроэлементов-транзисторов ($0,5\text{мкм}$) и так вплоть до атомных структур.

Создание таких сложных макроструктур – это основное достижение человечества в 20 веке.



В этом случае уменьшение размеров отдельных элементов позволяет повысить плотность интеграции, сократить общее энергопотребление. (Ведь современный процессор для ЭВМ содержит несколько десятков миллионов транзисторов, каждый из которых имеет размеры менее 0,5мкм.)

4. Свойства поверхности

Поверхность может иметь множество физических характеристик, таких как цвет, химическая активность, шероховатость и т.д. Наибольшее же значение для функционирования деталей машин имеет **шероховатость поверхности**.

В зависимости от метода измерения шероховатость определяется средней высотой микронеровностей R_a , либо высотой неровностей по 10 точкам R_z .

Шероховатость поверхности может значительно влиять на свойства структуры при взаимодействии деталей друг с другом или с внешней средой. Она влияет на коэффициент трения и отражательную способность поверхности. Так, известно, что для качественного (не искаженного) отражения электромагнитного излучения поверхность должна иметь шероховатость по высоте меньшую в 10 раз, чем длина волны падающего излучения.

Поэтому поверхности оптических деталей для видимого света (линзы, зеркала) должны иметь шероховатость поверхности менее 0,05мкм. Это вызывает определённые технологические трудности, но человечество научилось полировать оптические поверхности еще в средние века.

Поверхность имеет уникальные химические свойства, некоторые поверхности обладают каталитическими свойствами, способствуют протеканию химических реакций, или значительно ускоряют скорость их протекания.

Связь структуры поверхности, особенно на атомном и молекулярном уровне, с ее свойствами до сих пор недостаточно изучена и, во многом, непонятна. Поэтому научные исследования в этой области чрезвычайно перспективны.

Перечисленные категории свойств структур, создаваемых человеком, возникают в результате применения других пространственно-временных структур, освоенных человечеством методами обработки, использующих практически все открытые физические, химические, биологические явления природы. Поэтому наиболее важными макроструктурами следует считать **технологические структуры**, так как именно они определяют возможности человечества. Это же определяет важность исследований в области их создания и наиболее существенную часть инвестиций в эту область науки.

Лекция № 9

Энергетические структуры

Зачем нужна энергия человеческому обществу и в каком виде?

1. Тепловая энергия позволяет обеспечить жизненные условия в любых регионах земного шара.

При определенной стоимости этой энергии любой холодный регион земного шара может быть преобразован в пригодный для жизни. Естественно, стоимость поддержания необходимых жизненных условий в данном регионе должна быть экономически оправдана эффективностью пребывания там людей.

2. Энергия нужна для преобразования структуры вещества в полезную для человека продукцию.

Это энергия, используемая для технологических нужд, составляет основную часть потребляемой энергии. Так, для получения 1 тонны алюминия необходимо 18500 кВт.час электрической энергии.

3. Энергия нужна для коммуникаций. Если для передачи информации нужно незначительное количество энергии, то для перемещения товаров, материалов затраты энергии достаточно велики. Транспорт в настоящее время использует химическую энергию жидких углеводородов и электрическую энергию. (Энергию, потребную для освещения, можно отнести к коммуникационной, так как цель освещения именно в получении человеком информации об окружающем пространстве, чтении, общении с другими людьми).

Сейчас на 1 человека в мире приходится 0,23 кВт установленной мощности электроэнергии, причем распределение по странам и регионам крайне неравномерно.

Так как людям нужна не только электрическая энергия, но и тепло, не вся энергия сжигаемого топлива преобразуется в электрическую, часть используется на обогрев, а иногда топливо используется только для обогрева.

В среднем в мире на человека добывается 2 т условного топлива, но также крайне неравномерно. В США – 10 т, в Индии 0,2 т.

Современная энергетика базируется на горючих ископаемых (уголь, нефть, газ), которых добывается до 6 млрд. условного топлива в год, расходуемого в следующих пропорциях:

Транспорт, сельхозмашины – 25...30%

Тепловые электростанции – 30...35%

Промышленность - 30%

Бытовые нужды 5_10%

Тепловые электростанции производят в настоящее время основную часть электрической энергии, гидроэлектростанции только 17%.

Использование горючих ископаемых в столь больших количествах ставит вопрос об их запасах в природе. В данном случае идет речь именно о запасах в земной коре и тех запасах, которые экономически выгодно разрабатывать. Оценки этих запасов значительно разнятся, что связано с отсутствием

надежных данных, т.к. не все запасы разведаны, а дно океанов исследовано совсем незначительно. Оценки же экономически выгодной добычи совсем ненадежны, так как прогресс технологии добычи постоянно их изменяет. Так, совсем недавно не было и речи о добыче нефти и газа на морском шельфе. В настоящее время такая добыча ведется во все больших масштабах. Запасы нефти в районе каспийского моря оценивались весьма незначительно. А в настоящее время обнаружены гигантские запасы под дном моря, что привело даже к политическим коллизиям по его разделу между сопредельными странами.



Морские платформы для добычи из-под морского дна

Мировые запасы энергоресурсов оцениваются величиной $355 Q$, где Q - единица тепловой энергии, равная $Q = 2,52 \cdot 10^{17}$ ккал = $36 \cdot 10^9$ тонн условного топлива /т.у.т./, т.е. топлива с калорийностью 7000 ккал/кг, так что запасы энергоресурсов составляют $12,8 \cdot 10^{12}$ т.у.т.

Из этого количества примерно $1/3$ т.е. $\sim 4,3 \cdot 10^{12}$ т.у.т. могут быть извлечены с использованием современной техники при умеренной стоимости топливодобычи. С другой стороны, современные потребности в энергоносителях составляют $1,1 \cdot 10^{10}$ т.у.т./год, и растут со скоростью 3-4% в год, т.е. удваиваются каждые 20 лет.

Таким образом, оценки времени исчерпания горючих ископаемых колеблются от 80 до 200 лет. Но надо иметь ввиду, что нефть, газ, уголь являются сырьем для производства искусственных материалов, и их стоило бы беречь для будущей химической промышленности.

Необходимость перехода на другие источники энергии, не связанные с горением топлива, диктуется и другими причинами. При горении в атмосферу

выбрасывается огромное количество углекислого газа, потребляется кислород атмосферы. Несмотря на поглощение углекислого газа растениями и океаном, количество его в атмосфере увеличивается. Углекислый газ, накапливаясь в атмосфере, приводит к ее разогреву солнцем (парниковый эффект).



Этот эффект, о котором сейчас много говорят и пишут, связан со специфическим свойством углекислого газа поглощать определенную часть инфракрасного спектра. Излучение солнца действует на атмосферу в широком диапазоне от ультрафиолетового до инфракрасного. Достигая поверхности земли, это излучение ее нагревает до незначительных температур (даже в пустыне не выше 100С). Ночью же земная поверхность излучает свое тепло в открытый космос через атмосферу в инфракрасном диапазоне. Но это излучение интенсивно поглощается именно молекулами углекислого газа, что при значительном его количестве приводит к дополнительному разогреву атмосферы. Само по себе потепление климата для некоторых регионов могло бы быть даже благоприятным, но оно может привести к таянию полярных льдов, повышению площади мирового океана и резкому увлажнению климата. Молекулы же воды так же интенсивно поглощают инфракрасный спектр излучения, что может резко интенсифицировать парниковый эффект и сделать его развитие чрезвычайно быстрым и катастрофическим.

Кроме того, при сжигании ископаемых углей и нефти, ежегодно образуется до 400 млн.т. сернистого газа и окислов азота, т.е. около 70 кг вредных веществ на каждого жителя Земли.

Поэтому перед человечеством, перед наукой стоит важнейшая задача создания принципиально новой базы мировой энергетики.

Важность этой задачи определяется не только требуемым повышением экономической эффективности процессов получения энергии, но и возможностью выживания человечества на планете.

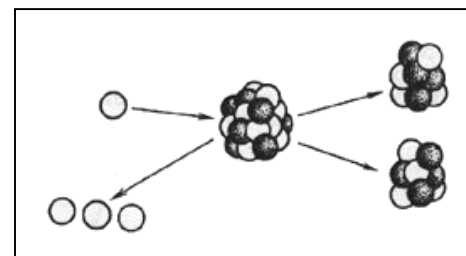
К сожалению, процессы моделирования таких глобальных изменений наука только начинает развивать и современные методики, несмотря на применение сверхмощных ЭВМ, не позволяют получать надежных результатов.

Это одно из важных направлений современной науки – моделирование развития глобальных процессов в экосистемах, биосфере и в конечном случае в ноосфере.

В настоящее время, альтернативным химическому горению источником энергии является атомная. Количество атомных электростанций во всем мире увеличивается. Получение атомной энергии

Основано на делении ядер урана при захвате ими медленно движущихся (тепловых) нейтронов.

Это фундаментальное явление было открыто в конце 30-ых годов немецкими учеными Ганом и Штрассманом,



Ядра тяжелых элементов - урана, плутония и некоторых других интенсивно поглощают тепловые нейтроны. После акта захвата нейтрона, тяжелое ядро с вероятностью $\sim 0,8$ делится на две неравные по массе части, называемые осколками или продуктами деления. При этом испускаются - быстрые нейтроны (в среднем около 2,5 нейтронов на каждый акт деления), отрицательно заряженные бета-частицы и нейтральные гамма-кванты, а энергия связи частиц в ядре преобразуется в кинетическую энергию осколков деления, нейтронов и других частиц. Эта энергия затем расходуется на тепловое возбуждение составляющих вещество атомов и молекул, т.е. на разогревание окружающего вещества в ядерном реакторе.

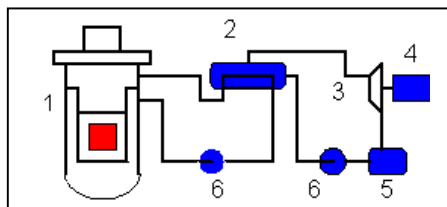
Ядерный реактор состоит из активной зоны и отражателя, размещенных в защитном корпусе. Активная зона содержит ядерное топливо в виде топливной композиции в защитном покрытии и замедлитель. Топливные элементы обычно имеют вид тонких стержней. Они собраны в пучки и заключены в чехлы. Такие сборные композиции называются сборками или кассетами.

Образующиеся быстрые нейтроны должны быть замедлены, чтобы интенсифицировать их взаимодействие с ядрами урана. Реакция может регулироваться как за счет плотности реагирующего вещества в активной зоне, за счет ввода в нее замедлителя нейтронов и даже за счет перемещения отражательных экранов.

Вдоль топливных элементов движется теплоноситель, который воспринимает тепло ядерных превращений. Нагретый в активной зоне

теплоноситель движется по контуру циркуляции за счет работы насосов и, проходя через теплообменник, либо парогенератор, отдает тепло теплоносителю внешнего контура.

Перенос тепла и движения его носителей можно представить в виде простой схемы:



1. Реактор
2. Теплообменник, парогенератор
3. Паротурбинная установка
4. Генератор
5. Конденсатор
6. Насос



Запасы урана в земной коре оцениваются огромной цифрой 10^{14} тонн. Однако основная масса урановых соединений находится в рассеянном состоянии - в гранитах, базальтах. В водах мирового океана количество урана достигает $4 \cdot 10^9$ тонн. Однако богатых месторождений урана, где добыча была бы недорога, известно сравнительно немного. Поэтому массу ресурсов урана, которую можно добыть при современной технологии и при умеренных ценах, оценивают в 10^8 тонн.

Для получения атомной энергии пригоден только изотоп - уран-235, которого в природном уране 0,7% , а весь оставшийся уран-238 не используется. Если бы ученые не нашли решения этой проблемы, атомная энергетика никогда не смогла бы завоевать лидирующего положения в мире.

Оказалось, что атом урана-238, при захвате его ядром нейтрона, превращается в атом плутония-239, еще более активного, чем уран -235, материала. Но для осуществления такого процесса нужен мощный источник нейтронов. Этот процесс реализован в специальных атомных реакторах, работающих на плутонии. При делении каждого атома плутония выделяется 3

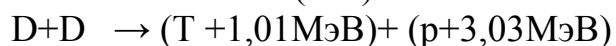
нейтрона, часть нейтронов реагирует с оболочкой реактора из урана-238. В результате чего образуется новый плутоний, впоследствии используемый как горючее. Таким образом, эффективность использования добываемой урановой руды можно повысить более чем в 100 раз.

Хотя при таком подходе запасов урана хватит на очень большое время, ядерная энергетика, даже при работе на замкнутом цикле, с восстановлением горючего, имеет существенные недостатки. Основной из них – это образование большого количества долгоживущих радиоактивных нуклидов, требующих надежного захоронения. Кроме того, несмотря на предпринимаемые меры безопасности на атомных станциях и заводах по переработке ядерного горючего, вероятность аварий с катастрофическими последствиями не может быть сведена до нуля.

Новые возможности открываются перед человечеством в случае осуществления управляемой термоядерной реакции.

В настоящее время теоретически и практически (водородная бомба) показано, что получить тепловую энергию можно и за счет реакции синтеза легких ядер. Такая реакция возможна при высоких скоростях ядер, когда они могут преодолеть силу электростатического отталкивания и войти в зону сильного взаимодействия. Кроме того, необходимо, чтобы плотность вещества и эффективное сечение (определяет вероятность столкновения ядер) были достаточны для эффективного превращения ядерной энергии в тепловую.

Наиболее перспективными для термоядерного синтеза являются реакции синтеза изотопов водорода - дейтерия (D), дейтерия с тритием (T) и дейтерия с изотопом гелия (^3He).



Наиболее перспективной считается третья реакция, в которой выделяется общее количество энергии 17,6МэВ. Это намного меньше, чем в реакции деления тяжелых ядер (200МэВ), но примерно в 4 раза больше при пересчете на единицу массы.

Для реализации этой реакции нужны дейтерий и тритий. Если первый изотоп водорода встречается в природе в составе тяжелой воды, являющейся существенной составляющей воды мирового океана, то изотоп водорода тритий в природе не встречается. Тритий может быть получен искусственно при облучении лития потоком нейтронов. Так как такой поток возникает при этой реакции, тритий мог бы получаться непосредственно при работе такого термоядерного реактора.

Недостатком реализации этой реакции является получение и использование трития - радиоактивного и опасного газа.

Применение термоядерной реакции с использованием трития, хотя и считается более достижимым, но все-таки не намного более перспективно, чем использование атомных реакторов на быстрых нейтронах.

Поэтому, в перспективе, наиболее целесообразна первая реакция, хотя на пути ее достижения человечеству придется решить огромное число, еще не вполне сформулированных, задач.

Один грамм дейтерия при его термоядерном сжигании выделяет такое же количество энергии как 10 т угля. Запасы дейтерия в воде настолько велики, что для покрытия годового, современного потребления энергии человечеством хватило бы дейтерия, содержащегося с кубе воды со стороной 160м.

Высокая скорость движения ядер может быть получена при разогреве вещества внешними источниками энергии до температур 10^8 - 10^9 К. При таких температурах вещество полностью ионизировано и находится в плазменном состоянии. Попытки получения столь высоких температур осуществляются уже более 50 лет. Для этого пытались использовать электроискровой разряд, различные взрывчатые вещества, взрывающиеся соленоиды (импульсные магнитные поля и т.д.).

В настоящее время основными направлениями исследований являются разогрев плазмы в тороидальных камерах и разогрев вещества потоками электронов, ионов или лазерного излучения.

В настоящее время, при облучении мишеней получена температура плазмы 10^8 К, плотность сжатого топлива до 40г/см^3 , выход термоядерных нейтронов до 10^{11} за вспышку.

Однако этого недостаточно для возникновения самоподдерживающейся термоядерной реакции.

Мечты о неисчерпаемом источнике энергии, которым, как представляется, мог бы стать термоядерный процесс, приводят к появлению все новых, альтернативных общепризнанным, направлениям научных исследований.

Несколько лет назад мир облетела сенсация о реализации термоядерной реакции при электрохимической реакции в воде. Последующие проверки не подтвердили заявляемых авторами результатов.

В настоящее время обсуждаются результаты опытов, показывающие возможность протекания реакций синтеза ядер при возникновении в жидких средах процесса кавитации. Кавитация (разрыв сплошности жидкой среды с образованием пузырьков) возникает при интенсивном движении жидких сред, известна очень давно, как вредный фактор, вызывающий повреждение искусственных предметов, движущихся в жидкости с большими скоростями, например, лопастей гребных винтов кораблей. Опубликованные результаты опытов указывают на то, что при «схлопывании» кавитационных пузырьков развиваются давления, которые обеспечивают условия протекания термоядерной реакции.

Вообще, о возможности «трансмутации» элементов, которая, по современным представлениям, возможна при протекании реакций деления или синтеза ядер, утверждалось людьми многие сотни лет.

Многие жизни ученых - алхимиков были посвящены этой идее.

Но и в наше время существует небольшой контингент «лжеученых», утверждающих о такой возможности в обычных, не экстраординарных условиях. Поэтому, в настоящее время, вряд ли стоит утверждать, что решение проблемы термоядерного синтеза будет обязательно найдено на пути традиционных исследований, связанных со сверхсильным разогревом и сжатием вещества.

Если при использовании термоядерной энергии загрязнение атмосферы не предполагается, то предел ее использования определяется ограничениями по разогреву атмосферы от выделяющейся тепловой энергии. Так, если уровень вырабатываемой энергии составит 5% от поступающего на Землю энергетического потока Солнца, средняя температура на Земле повысится на 3,5°C, что может быть катастрофическим для многих регионов.

Однако этот уровень энергии превышает производимый сейчас в сотни раз и определяет значительный резерв развития нашей технологической цивилизации.

Энергия солнца, достигающая поверхности земли, составляет 2×10^{13} кал/с. Таким образом, использование солнечной энергии позволило бы человечеству значительно увеличить энергопотребление, без каких либо последствий для разогрева атмосферы. Дело в том, что преобразование этой энергии, например, в электрическую, после использования электроэнергии приводит к выделению такого же количества тепла и тепловой баланс сохраняется.

В настоящее время человечество использует солнечную энергию в виде энергии ветра, воды. Сжигаемое топливо - это тоже «замороженная» солнечная энергия, накопившаяся в органике в процессах фотосинтеза, который шел многие миллионы лет (каменный уголь).

Перспективным представляется прямое преобразование световой энергии в электрическую в полупроводниковых солнечных батареях, используемых в настоящее время на космических станциях. Здесь существуют научные проблемы, связанные с повышением КПД такого преобразования (сейчас около 10%) и со снижением стоимости самих полупроводниковых преобразователей. В настоящее время, таким способом можно получать энергию, но ее себестоимость в десятки и сотни раз выше, чем при традиционных способах ее получения. Над этими проблемами работают многие научные лаборатории мира, так как необходимость затрат на решение энергетической проблемы вполне осознана обществом.

Лекция №10

Конструкционные материалы и технологические структуры

Металлы

Металлы и их сплавы в настоящее время являются основным материалом для производства машин, приборов и других технических устройств.

Это определяется сочетанием их свойств, которым в данное время не обладают другие конструкционные материалы.

К таким свойствам относятся:

- механические: прочность, твердость, пластичность, ударная вязкость ...
- теплофизические: жаропрочность, теплопроводность, низкий коэффициент линейного расширения...
- химические: устойчивость в агрессивных средах, биологическая инертность ...
- технологические: свариваемость, литейные свойства (жидкотекучесть, степень усадки при затвердевании, склонность к ликвации элементов), пластичность...

Естественно, каждый металл обладает определенным набором свойств, определяющих рациональность его применения в тех или иных условиях.

В соответствии с этим металлы условно делятся на:

ЧЕРНЫЕ	и	ЦВЕТНЫЕ
(сплавы на основе железа)		(все остальные)

Цветные, в свою очередь, можно разделить на тугоплавкие, благородные, щелочные, актиниды, легкие...

В зависимости от области применения и, определяющим их применение свойствам, сплавы металлов подразделяются:

Конструкционные - применяемые для изготовления деталей машин, испытывающих, в основном, механические нагрузки.

Жаропрочные - применяемые для изготовления объектов, подвергаемых высоким механическим нагрузкам в условиях высокотемпературного нагрева.

Коррозионностойкие - применяемые в условиях контакта с агрессивными средами.

Легкие - применяемые в условиях определяющего значения массы машины, например, в аэрокосмической промышленности.

Металлы в природе, в основном, встречаются в виде химических соединений, которые могут находиться как в концентрированном виде, так и весьма рассредоточено. Так соединения железа встречаются в виде огромных (млрд.тонн) залежей, при содержании соединения железа более 20%. Для ряда же металлов содержание их соединений в породе выше 0,1% считается достаточно экономичным для добычи.

Именно высокое содержание соединений железа в месторождениях и относительно малые затраты на преобразование этих соединений в металл определяет широкое применение черных металлов (чугуна и стали). В соответствии с этим наш век поистине может называться «железным», в отличие от прошлых эпох получивших в исторической традиции названия «каменный век», «бронзовый век».

Производственные процессы получения различных металлов своеобразны, но все они включают следующие основные стадии:

Добыча руды – обогащение руды – получение металла – рафинирование.

Добыча руды - ведется открытым способом, в карьерах, если глубина залегания руды невелика (менее 100м), а толщина рудного тела большая, и в шахтах.

Открытый способ добычи более экономичен, однако связан с существенным изменением ландшафта и выемкой огромной массы пустой породы, расположенной над рудным телом. Добыча же руды в шахтах требует больших затрат труда и только при достаточно мощных по толщине пластах и пологом их залегании может быть механизирована и автоматизирована.

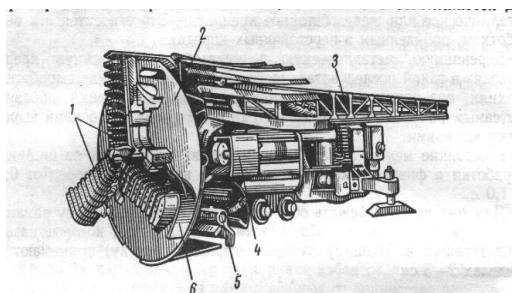


Рис. 5. Проходческий комбайн ШБМ-2:
1 — режущий орган (трехлучевая звезда); 2 — ограждающий щит;
3 — ленточный конвейер; 4 — домкраты; 5 — бермовая фреза; 6 — погрузочный ковш

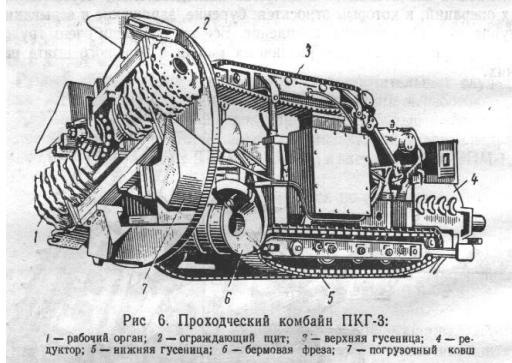


Рис. 6. Проходческий комбайн ПКГ-3:
1 — рабочий орган; 2 — ограждающий щит; 3 — верхняя гусеница; 4 — ре-
дуктор; 5 — нижняя гусеница; 6 — бермовая фреза; 7 — погрузочный ковш



Проходческие комбайны

Погрузка руды при открытом

для добычи руды шахтным способом.

Так добывают руды никеля, олова, золота, серебра и др. металлов

способе добычи (так добывают Руды железа, титана, алюминия, меди и т.д.

При открытом способе добычи руды работа включает:

-подготовку земной поверхности (вырубка леса, осушение болот, отвод русел рек в сторону и т.д.)

- вскрышные работы (удаление горных пород, залегающих над рудным телом)

- добычные работы (извлечение полезного ископаемого), которые включают в себя буровзрывные работы и выемку, производимую экскаваторами.

Это основной способ добычи железной руды. Также добывают руды алюминия, титана...



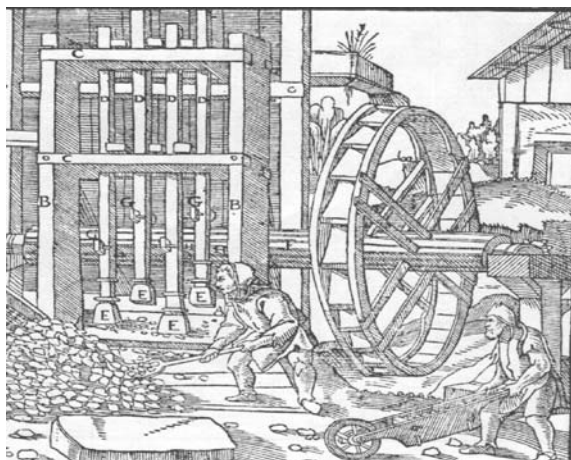
Добыча руды открытым способом

Обогащение руды

Для извлечения металла из руды необходимо повысить его содержание. Но так как соединение металла перемешано с пустой породой, то для его отделения приходится руду тщательно дробить и даже размалывать в тончайший порошок. И чем менее частицы соединения металла по размерам,



тем в более мелкий порошок должна быть измельчена добытая руда. Это чрезвычайно трудоемкая работа, которая была механизирована уже в средние века.



На старинных гравюрах изображено, как энергия падающей воды использовалась для дробления руды на куски и размол ее в тонкий порошок с последующей промывкой и отделением нужной составляющей гидравлическим способом.

В настоящее время применяются различные виды дробилок и мельниц для превращения руды и породы в порошок.

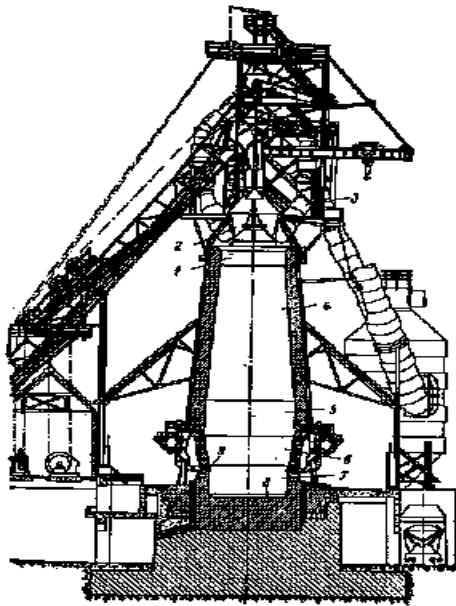
Мельчайшие частицы этого порошка можно отделить друг от друга, используя отличие свойств соединения металла от свойств пустой породы. Так, некоторые виды соединений железа обладают магнитными свойствами и их легко отделить магнитной сепарацией. Если используется различная смачиваемость частиц руды и пустой породы водой с растворенными в ней поверхностно-активными веществами, то используется метод флотации. В некоторых случаях применяется химическое отделение, основанное на растворении соединения извлекаемого элемента в различного рода растворителях. Естественно, пустая порода в этом растворителе не должна растворяться.

Восстановление металла

– термохимическое

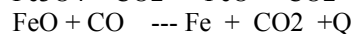
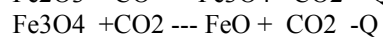
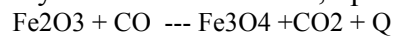
Осуществляется воздействием на соединение металла каким либо восстановителем при высокой температуре.

Например, железо обычно содержится в руде в виде окислов Fe_2O_3 или Fe_3O_4 и восстанавливается угарным газом (CO), образующимся при горении кокса (продукта переработки каменного угля) в доменных печах.



1-устройство для загрузки руды, кокса и флюсов, 2 -фурмы для подачи воздуха, 3 - под печи, 4 –шахта, 5 – распар, 6 - горн, где накапливается жидкий металл. 7 - заплевики

В зонах 4-6 происходит горение кокса в потоке воздуха поступающего через фурмы и образуется угарный газ при температуре 1600-1750 °С, который, воздействуя на окислы железа, приводит к их восстановлению:



Образующееся железо, в виде капель, стекает в горн, откуда периодически выпускается. Сверху печи также периодически происходит подсыпка шихты (смеси руды, кокса и флюсов). Таким образом горение в печи поддерживается непрерывно в течении длительного времени, от 5 до 10 лет.

Баланс материалов доменного процесса.
(на 1 т выплавленного чугуна)

Загрузка	Кол-во, кг	Получено	Кол-во, кг
Кокс	700	Чугун	1000
Агломерат (обогащенная и обработанная Руда)	1708	Шлак	733
Сортированная руда	320	Газ	3382
Известняк	43	Колошниковая пыль	77
Металлодобавки	40	Влага	28
Воздух (влажное Дутье)	2420		

В образующемся железе при высокой температуре растворяется углерод кокса, что приводит к получению сплава железа с углеродом, при содержании последнего выше 2% (но не более 6,67%). Такой сплав весьма тверд и хрупок и называется **чугуном**.

Суточная производительность доменной печи достигает 2500 тонн чугуна.

Хотя чугун, как конструкционный материал, применяется для отливки заготовок различных деталей машин (станины, корпуса двигателей, зубчатые колеса и т.д.), но большая его часть перерабатывается в сталь - сплав железа с углеродом при содержании углерода менее 2%.

Понизить содержание углерода в чугуне и, тем самым, превратить его в сталь можно, окисляя избыточный углерод в жидком чугуне. Для этого применяются конвертерный и мартеновский методы получения стали.

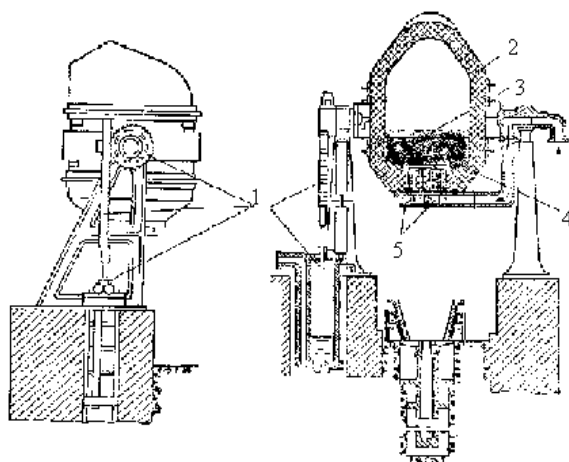
Конвертерный способ получения стали

Сущность конвертерного метода производства стали состоит в окислении избыточного углерода продувкой через жидкий чугун кислорода. При этом, естественно, сгорает и некоторая часть железа. Реакция является экзотермической, поэтому в жидкий чугун можно добавить некоторую часть металлического лома, который при продувке кислородом расплавляется. Процесс протекает довольно быстро (менее 20 мин).

Производительность процесса зависит от объема конвертера (от 3 до 250 тонн).

Конвертер для получения стали

1-механизм поворота, 2-огнеупорная футеровка, 3- шлак на поверхности жидкого металла, 4- жидкий металл, 5-каналы для подачи



воздуха



Выгрузка готовой стали из конвертора

При таком производстве стали химический состав ее зависит от содержания примесей в руде. Невозможно получить высококачественные легированные стали и переработка стального лома возможна только в ограниченных количествах, в то время как в промышленности накапливается его огромная масса.

Мартеновский способ получения стали

В мартеновских печах получается свыше 80% производимой стали. Плавка шихты осуществляется за счет горения топлива, в качестве которого используются горючие газы, мазут, угольная пыль...

Емкость мартеновских печей от 35 до 500 тонн, но длительность процесса составляет несколько часов. При этом возможно производить контроль состава, вводить легирующие элементы.

В зависимости от вида процесса, в печь загружаются:

- жидкий чугун + руда - "рудный процесс".
- твердый чугун + металлический лом - "скраппроцесс"
- жидкий чугун + металлический лом + руда - "скрапрудный процесс".

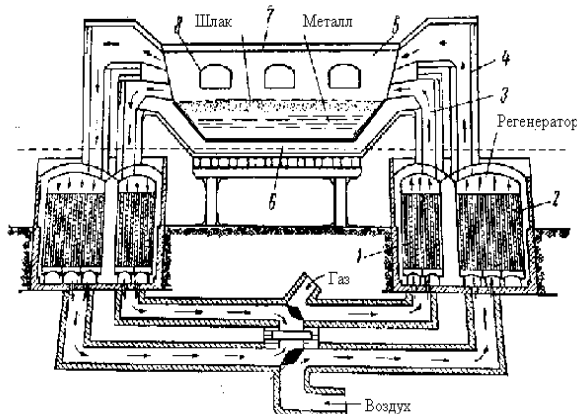
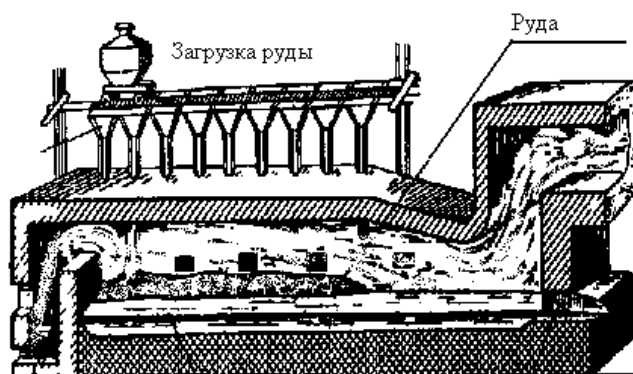


Схема мартеновской печи.
(изложницы)

Разливка стали в формы для слитков

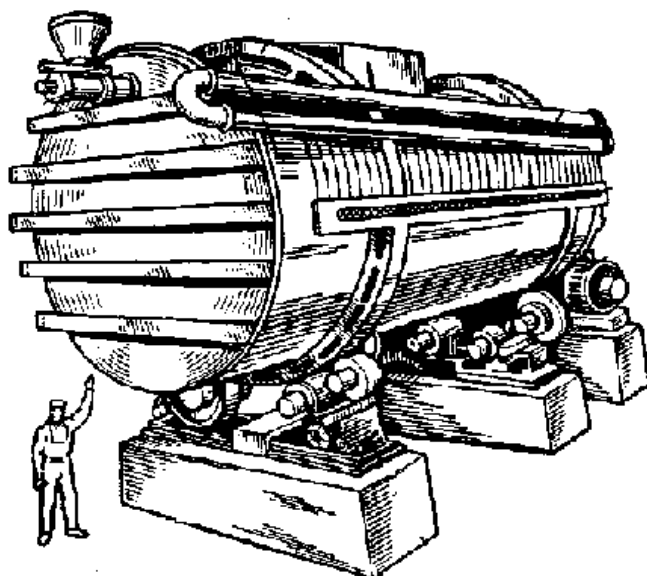
Термохимическим способом восстанавливают многие металлы, например, медь. Плавку медных руд ведут в пламенных печах, в которых происходит восстановление меди, но из-за высокого содержания в руде соединений железа и серы образуется "медный штейн", в котором содержится 20-50% меди, 20-40% железа и 22-25% серы.

Пламенная печь для плавки медной руды



Полученный штейн перерабатывается в черновую медь в конвертерах. Продувая через жидкий штейн воздух, проводят окисление железа, которое всплывает на поверхности в виде окислов, сера выгорает с образованием огромного количества окиси серы, используемой как сырьё для производства серной кислоты.

Конвертер для получения черновой меди



В результате процесса получают черновую медь ($98,5-99,5\%Cu$), которую можно использовать для производства медных сплавов, но которая не пригодна для электротехнической промышленности (для производства проводов).

ЭЛЕКТРОЛИЗ

Ряд металлов, из-за их высокой химической активности, сложно восстанавливать термохимическим путем. Поэтому их восстановление проводят электролизом расплавленных соединений. В настоящее время это основной способ получения алюминия и магния.

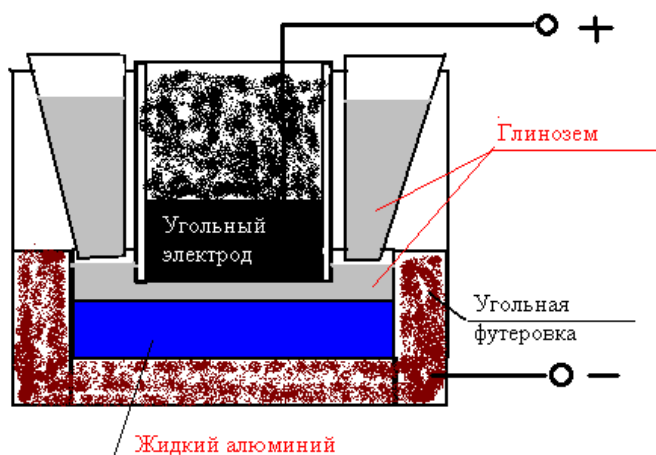


Схема установки для получения алюминия электролизом

Затраты материалов и энергии при получении 1 тонны алюминия

Составляющие	Количество	Таким образом, затраты на электроэнергию являются преобладающими и алюминиевые комбинаты целесообразно строить рядом с источниками дешевой электроэнергии.
Глинозем (Al_2O_3)	2000кг	
Криолит (Na_3AlF_6)	100кг	
Угольные электроды	600кг	
Электроэнергия	16000–18500кВт. час	

Физическое отделение

Физические методы отделения металлов используются в настоящее время для получения встречающихся в самородном состоянии металлов (золото, платина). При этом используются такие процессы как промывка, растворение в ртути (амальгамирование) с последующим выпариванием ртути.

Рафинирование

Многие металлы после их получения термохимическим методом, электролизом содержат недопустимо большое количество примесей.

Так, содержание примесей в алюминии или меди выше 0,1% делает их непригодными для применения в качестве проводников тока.

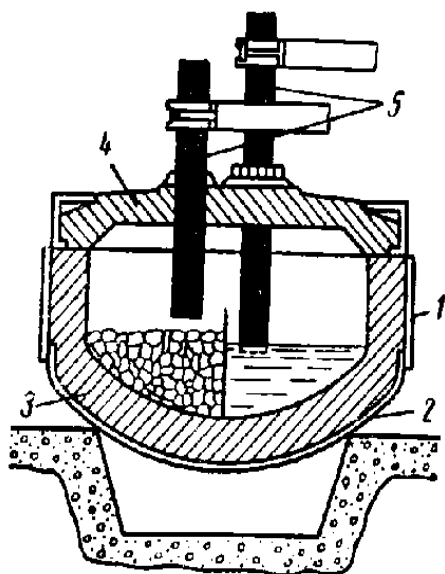
Содержание серы или фосфора в стали выше 0,025% существенно ухудшает ее механические свойства как в холодном, так и горячем состоянии.

Методы рафинирования (очистки) позволяют получить чистые металлы, но естественно приводят к дополнительным затратам. Поэтому чистый металл может быть существенно дороже.

Так алюминий чистотой 99,7%, применяемый для производства сплавов, стоит 1,5 \$/кг, в то время как сверхчистый алюминий для электронной промышленности чистотой 99,999999% стоит в тысячи раз дороже.

Для очистки сталей от вредных примесей и введения в них полезных легирующих элементов применяют переплав стали под слоем специальных шлаков поглощающих вредные примеси. Плавку ведут в электродуговых или индукционных печах с контролируемой атмосферой или в вакууме.

Электродуговая печь



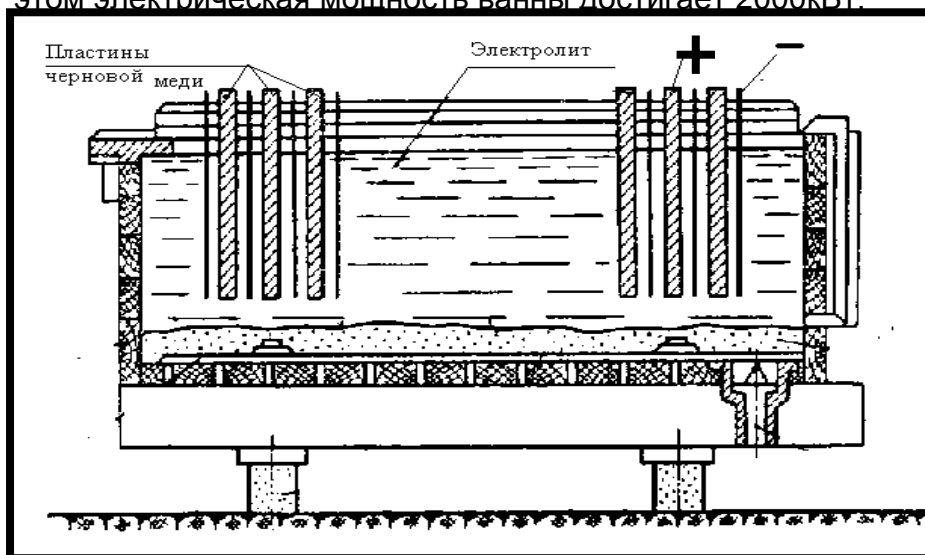
1-кожух , 2-днище, 3-под, 4-свод, 5-электроды

Для очистки меди применяют электролитическое рафинирование (до 95% всей производимой в стране меди).

При этом полученную черновую медь растворяют в электролите (10-16% медного купороса + 10-15% серной кислоты).

Растворение происходит при пропускании через раствор электрического тока. Растворенная медь (ионы) осаждаются на катодах , заранее выполненных из тонких листов чистой меди.

Процесс длится 10-12 суток, причем на каждом катоде (всего их в ванне 20-40 штук) осаждается 60-90 кг чистой меди (99,95%). При этом электрическая мощность ванны достигает 2000кВт.



Ванна для получения чистой меди, (таким же способом получают чистый никель)

Основная масса металлов применяется в промышленности в виде сплавов. Это объясняется более высокими механическими свойствами сплавов. Из чистых металлов практически невозможно изготовить де-

тали машин, так как прочность их на порядок меньше, чем прочность сплавов на их основе. Поэтому чистые металлы применяются только в тех случаях, когда требуются их другие физические свойства (электропроводность, теплопроводность, химическая устойчивость, способность поглощать или пропускать нейтроны и т.д.).

Состав, сравнительные характеристики и области применения некоторых наиболее применяемых в промышленности металлов и сплавов.

Название	Состав	Прочность	Области применения
Медь	99,95%		Электронная и электротехническая пр-сть (провода и другие проводники тока)
Алюминий	99,99%		+ пищевая промышленность (посуда)
Сталь	до 2%С + легирующие элементы (хром, никель, кремний, марганец, молибден, вольфрам и т.д.)	40-300 кгс/мм ²	Детали машин, строительные конструкции,
Алюминиевые сплавы: деформируемые (дуралюмины)	До 10% легирующих элементов (медь, магний, марганец и др.)	20-60 кгс/мм ²	Авиакосмическая промышленность, судостроение, строительство.
Медные сплавы: латунь	4-35% цинка, остальное медь	30-60 кгс/мм ²	Применяется ограничено для деталей работающих в слабоагрессивных средах, для антифрикционных деталей. Из-за высокой пластичности для деталей, требующих высокой степени пластической деформации при получении (гильзы патронов).
бронза	Медь 60-95% Легирующие элементы: олово, фосфор, кремний, алюминий, никель, железо и т.д.	10-100 кгс/мм ²	Применяется в машиностроении для антифрикционных деталей, для отливки сложнопрофильных изделий (художественное литье).

Основная часть деталей, используемого в настоящее время, технологического оборудования изготавливается из сплавов железа.

Наряду с разработкой все более совершенных сплавов, проводимых в рамках прикладной науки – металловедения, ученые ведут широкий поиск принципиально новых материалов, из которых

в настоящее время наиболее перспективными считаются композиционные. Такие материалы обычно являются сложными структурами, состоящими из нескольких, иногда принципиально отличающихся компонентов.

С начала 20-го века интенсивно развивается научное направление материаловедения – порошковая металлургия. Оказалось, что порошки различных веществ можно соединять в твердые композиции путем прессования и спекания, при котором происходит диффузия атомов или молекул через поверхности отдельных частиц и их прочное соединение.

Такой метод позволяет создавать структуры, принципиально не встречающиеся в природе, причем свойства их могут быть не только уникальными, но даже невероятными. Так, в конце 20-го века были получены композиции, обладающие свойством сверхпроводимости при температурах жидкого азота и, даже, возможно, при температурах выше 0°С. Если такие структуры получат практическое распространение, то это сулит фантастический переворот во всей применяемой технике.

КМТ,2002

Лекция №11 Технологические структуры формообразования

Наряду с технологическими структурами для производства материалов и энергии, технологические структуры формообразования являются важнейшими искусственными структурами. Именно с помощью этих структур человек создает все остальные структуры, в том числе и их самих.

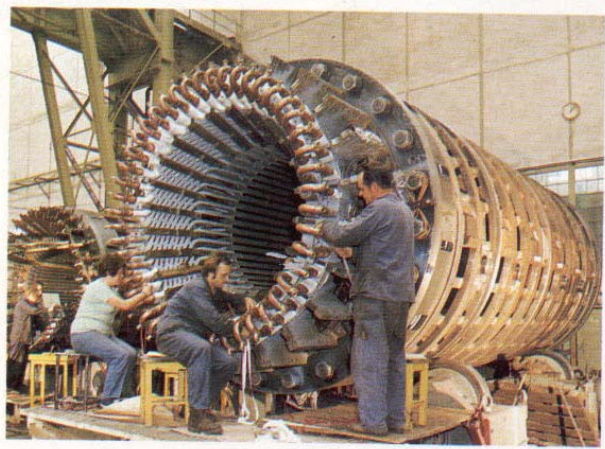
Под технологической структурой будем понимать структуру, способную взаимодействовать с объектом производства, изменяя его свойства, например, форму.

В настоящее время применяются многие технологические методы, различающихся структурой применяемого оборудования, структурой действий и имеющие разные технологические возможности, под которыми будем понимать совокупность, получаемых объектом обработки, свойств.

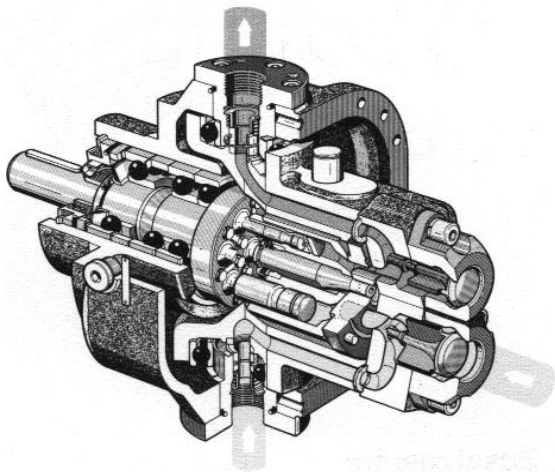
По степени совершенства технологических структур оценивают, так называемый, «технический прогресс», который определяет и уровень материального обеспечения членов общества и качество их жизни.

Практически все открытые явления природы использовались и используются человеком в процессах преобразования объектов природы.

Сложность структуры искусственного объекта может быть чрезвычайно высока. Многие из них состоят из миллионов деталей, форма, каждой из которой, является функциональной (т.е. определена из соображений ее рационального использования), но в природе не встречается.



Сборка самолета и статора электрогенератора, состоящих из множества деталей самой разнообразной формы



В конструкции аксиально-поршневого насоса десятки деталей самой разнообразной формы, изготовление которых требует применения самых разнообразных технологических методов.

Все технологические структуры формообразования можно условно подразделить на группы, отличающиеся используемым химическим, физическим процессом или свойством объекта производства (детали).

1. Литьё
2. Обработка давлением
3. Обработка резанием
4. Электроэрозионная обработка
5. Лучевая обработка
6. Химическая и электрохимическая обработка

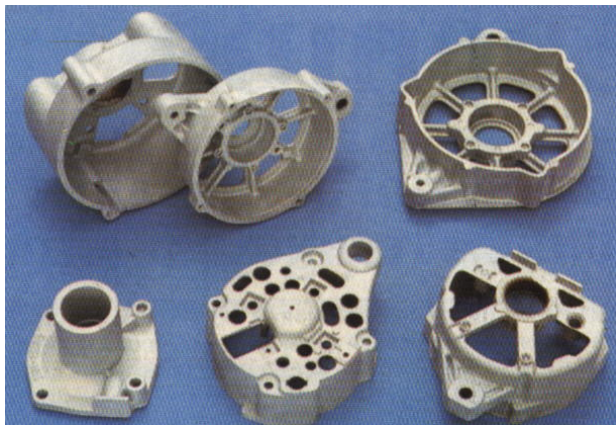
1. Литьё - получение изделий путем заливки жидкого металла в формы и последующего его там затвердевания.

Литьё - древнейший технологический процесс. Одно из чудес света в античные времена - статуя Зевса была изготовлена литьем по выплавляемой модели. В средние века литьем изготавливали колокола для церквей, пушки, монументы и т.д.

Для реализации процесса необходимо уметь расплавлять материал, что связано, как с проблемой создания высоких температур, так и материалов, способных их выдерживать без разрушения, из которых изготавливается, как плавильный агрегат, так и сама форма.

Расплавление материала производится в настоящее время в электропечах сопротивления, индукционных и электродуговых печах, или при нагреве материала пламенем, при горении газа, жидких углеводородов или, даже, угля.

Если ранее, основным материалом для изготовления форм была увлажненная смесь песка и глины, то в настоящее время разработаны и применяются специальные керамические материалы, и формы, изготавливаемые из более тугоплавкого, чем заливаемый, металла.



Примеры отливок художественных изделий и заготовок деталей машин



Полуформы для литья в песчано-глинистые смеси



Заливка форм жидким металлом

Обработка давлением

Возможность обработки металлов давлением во многом определяет их широкое применение. Это технологическое свойство настолько существенно, что когда-то даже было основой определения металла (Металл - это светлое тело, которое можно ковать).

При пластической деформации металла происходит смещение атомных слоев друг относительно друга внутри кристаллов и смещение кристаллов относительно друг друга. Важной особенностью этого вида деформации является отсутствие разрушения. Конечно, разные металлы и их сплавы обладают различной способностью деформироваться без разрушения.

Пластичность металлов оценивается величиной относительного удлинения стандартного образца при разрыве. Эта величина у пластичных металлов колеблется от 10 до 50 %. В настоящее время разработаны сверхпластичные сплавы, относительное удлинение которых при разрыве может достигать сотен процентов.

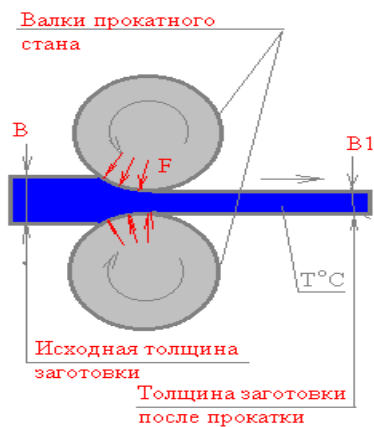
К сплавам, обладающим высокой пластичностью, которые могут обрабатываться методами давления, относятся: низкоуглеродистые стали, сплавы алюминия, меди (латуни), многие легированные стали.

Наиболее распространенными технологическими методами обработки металлов давлением являются: прокатка, прессование, волочение, ковка, штамповка.

Более 80% производимой стали и около 50% цветных металлов перерабатывается **прокаткой**.

Таким способом получают длинные заготовки определенного профиля - сортамент. Эти изделия служат заготовками для производства различных деталей машин или имеют собственное применение - трубы, рельсы, профили для строительных конструкций.

Прокаткой получают листовой материал, который после дальнейшей обработки применяется для производства корпусов судов, машин, самолетов и т.д.



Материал движется со скоростью 1-10м/с за счет сил трения между валками и заготовкой. Производительность процесса весьма высока, однако степень обжатия за один проход материала $(V - V1)/V$ обычно меньше 70%, поэтому получение окончательного профиля осуществляется многократным прокатыванием заготовки между валками, имеющими профили постепенно приближающиеся к требуемому.

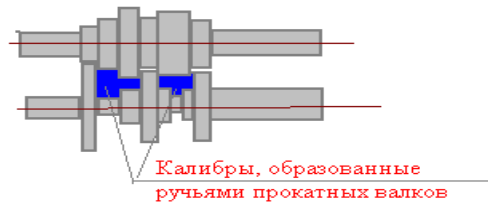
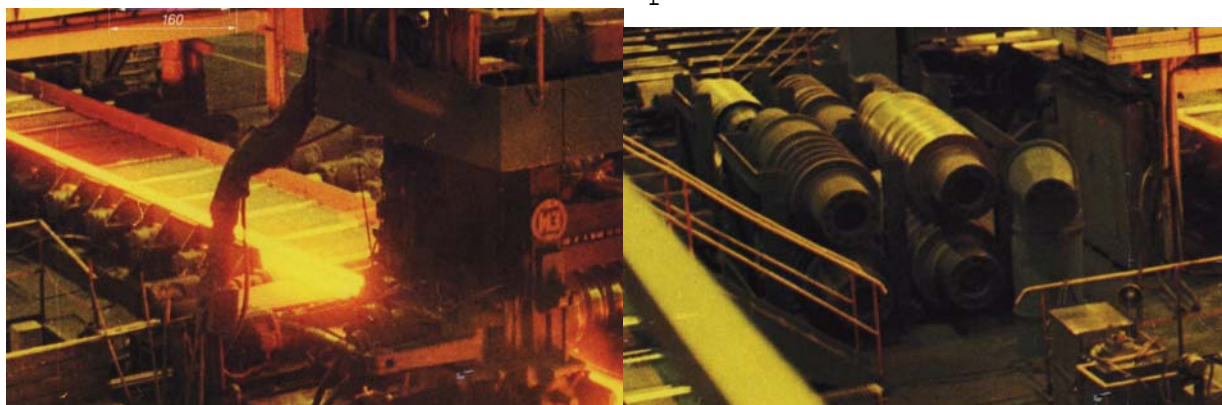


Схема прокатки



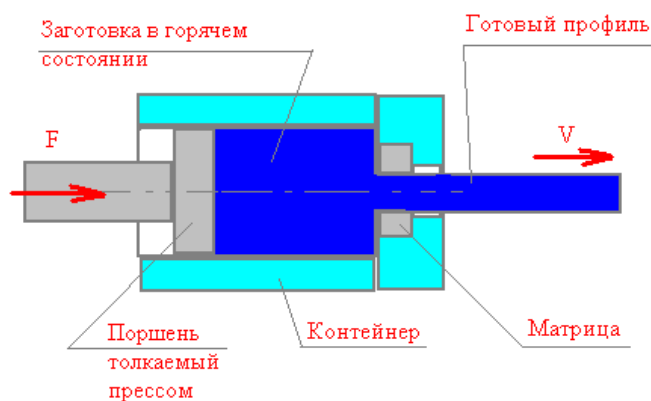
Прокатка стали в горячем состоянии и валки прокатного стана
ПРЕССОВАНИЕ

Прессованием называется процесс выдавливания металла из замкнутой полости (контейнера) через профильное отверстие матрицы.

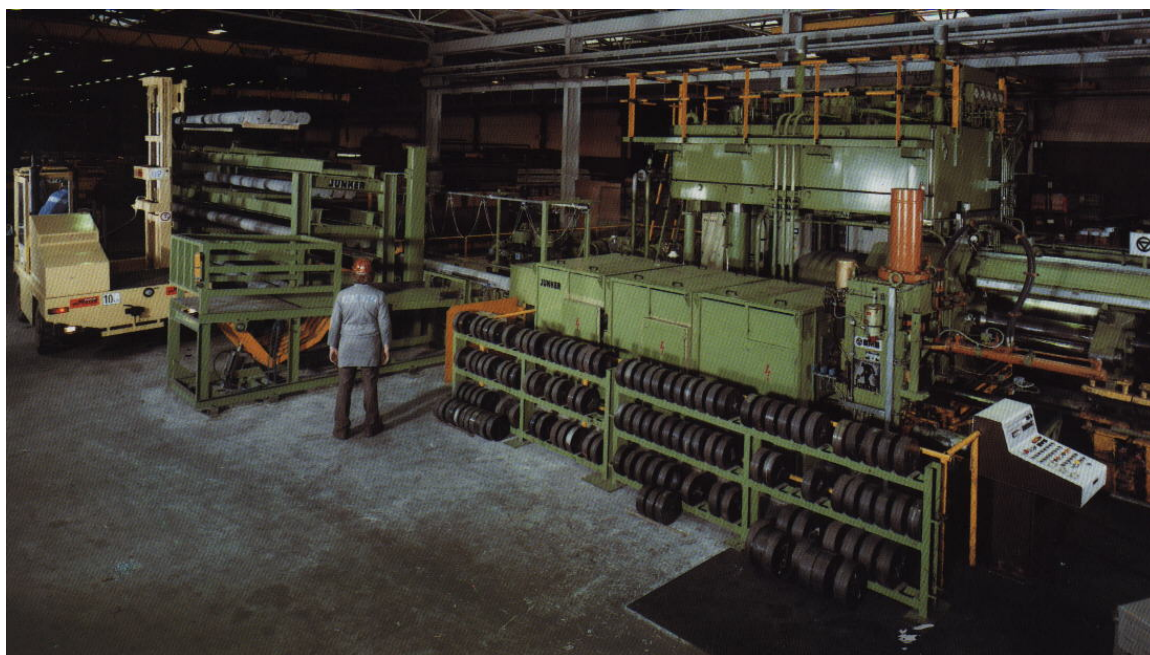
Оборудование. Горизонтальные и вертикальные гидравлические прессы с усилием 300-25000 тонн.

Матрицы, пуансоны для прессования изготавливают из особопрочных сталей и сплавов, так как давления при прессовании весьма велики. Поэтому таким методом получают в основном изделия из алюминиевых и медных сплавов.

Форма получаемого профиля может быть весьма сложной, этот метод обеспечивает получение наиболее сложных профилей, таких как оребренные трубы для теплообменных аппаратов, строительные профили (профили рам из легких сплавов).



ПРИМЕРЫ ПРОФИЛЕЙ ПОПЕРЕЧНЫХ СЕЧЕНИЙ
ПРЕССОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ



Прессование прутков из алюминиевого сплава (на переднем плане видны сменные матрицы, позволяющие переходить к прессованию требуемых профилей)

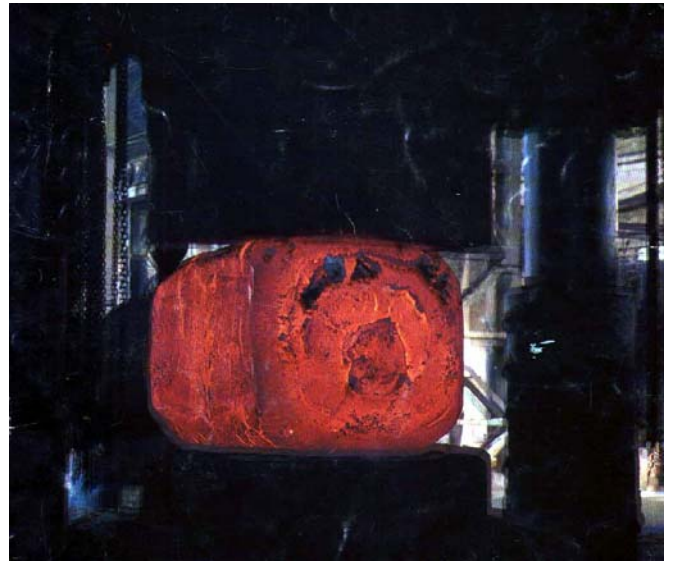
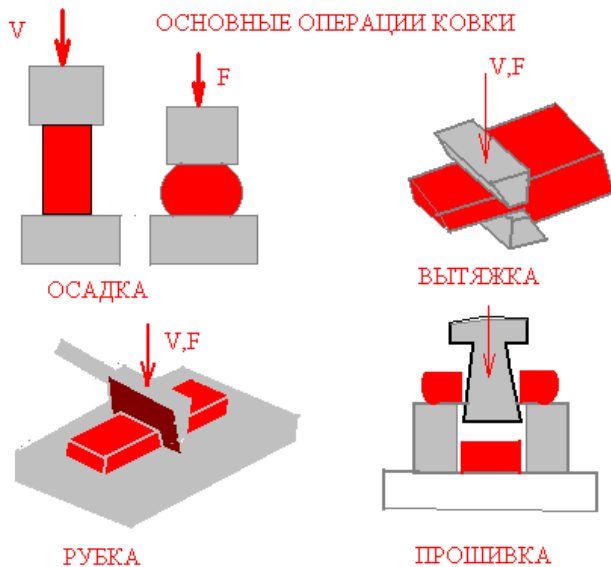
КОВКА

Ковкой называется процесс горячей обработки металлов давлением, при котором на заготовку воздействуют ударами кувалды, бойка молота, нажатием бойка пресса или другим универсальным инструментом.

Исходная заготовка при ковке - слиток или отрезок проката. Ручная ковка в настоящее время применяется в ремонтных работах и художественной обработке металла.

Машинная ковка осуществляется на кузнечно-прессовых машинах: ковочных молотах с массой падающих частей от 0,5 до 16т, ковоч-

ных прессах с усилием от 500 до 100000т.



Свойства материала при ковке значительно улучшаются, так как происходит дробление кристаллов металла, выравнивание химического состава, может быть создана целесообразно направленная мелкокристаллическая структура металла.

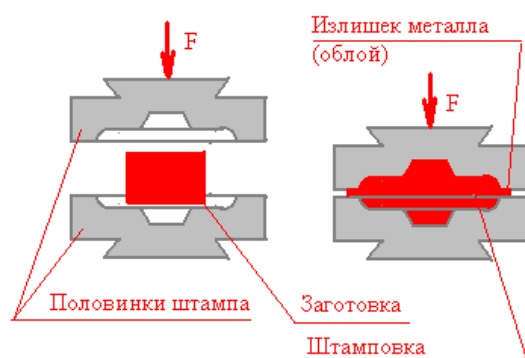
Поэтому в ряде случаев ковку применяют при изготовлении заготовок ответственных деталей машин (валов, роторов турбин, стволов пушек...).

Форма получаемых в промышленности изделий обычно весьма проста, хотя в художественной ковке форма ограничена только фантазией художника.

Размеры заготовок могут быть очень велики. Например, поковка гребного вала корабля, ротора крупной турбины. Масса поковок может составлять десятки тонн.

ГОРЯЧАЯ ОБЪЕМНАЯ ШТАМПОВКА

При этой обработке металл заготовки деформируется во всем объеме, причем течение его ограничивается полостью штампа. При этом форма получаемого изделия соответствует форме штампа. Естественно, что по сравнению со свободной ковкой процесс значительно более производителен, но требует изготовления



Кузнечный цех производит кованные и горяче-штамповочные заготовки единичной массой от 0,2 до 50 кг из углеродистых, легированных, высоколегированных сталей, алюминиевых, титановых и медных сплавов.

специальной оснастки - штампов. Поэтому в основном применяется в серийном и массовом производстве.

Листовой штамповкой называется процесс деформации листовой заготовки на прессе с помощью штампа.

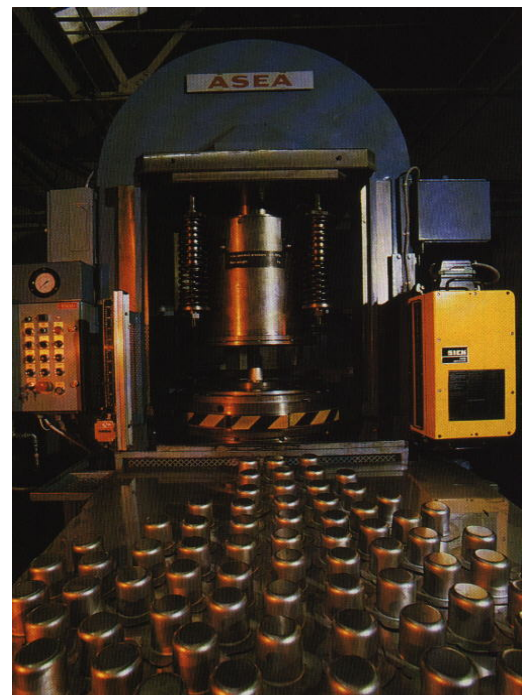
При штамповке вырубка происходит срез материала между краями сложноконтурного пуансона и, эквидистантной к нему по контуру, матрицей. Пуансон и матрица выполняются из материалов значительно более твердых, чем материал заготовки (закаленная сталь, металллокерамический твердый сплав).

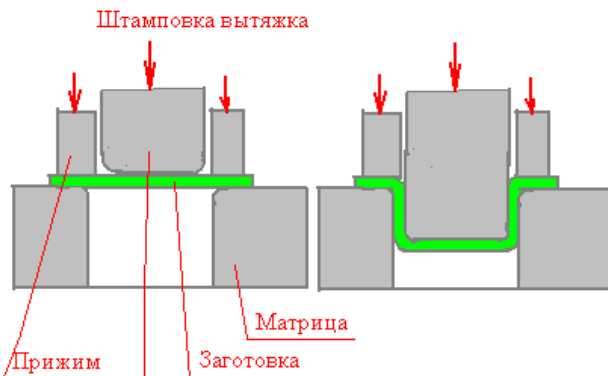
Штамповка вырубка широко применяется в машиностроении, радиоэлектронной промышленности, аэрокосмической промышленности.

Штамповка вытяжка позволяет создавать из плоского листа объемные детали за счет значительной пластической деформации, при которой происходит не только гибка, но и вытяжка материала со значительным изменением его толщины. Поэтому такой метод обработки позволяет обрабатывать только особо пластичные материалы (малоуглеродистая сталь $<0,1\%C$, алюминиевые сплавы, латунь).

Штамповке вытяжке обычно предшествует штамповка вырубка для получения контурной плоской заготовки.

Штамповкой вытяжкой получают детали кузова автомобиля, металлическую посуду, боеприпасы, консервные банки и многое другое.





Способность металлов пластически деформироваться позволяет создавать из них сложные по форме изделия, а процессы обработки давлением чрезвычайно разнообразны, и поиск новых технологических структур продолжается.

В промышленно развитых странах оборудование для обработки давлением составляет около 50% всего металлообрабатывающего оборудования.

Среди этого оборудования самые крупные технологические структуры, используемые человечеством – прокатные станы, прессы с усилием до 100000 тонн.

Обработка металлов резанием

Процесс резания состоит в отделении слоя материала заготовки за счет внедрения в неё режущего клина инструмента.

Оборудование для обработки резанием - металлорежущие станки, в зависимости от кинематики движения инструмента и заготовки подразделяется на 10 групп, среди которых основными являются:

- токарные, сверлильные и расточные, фрезерные, шлифовальные и заточные, строгальные, долбежные и протяжные, зубообрабатывающие и т.д.

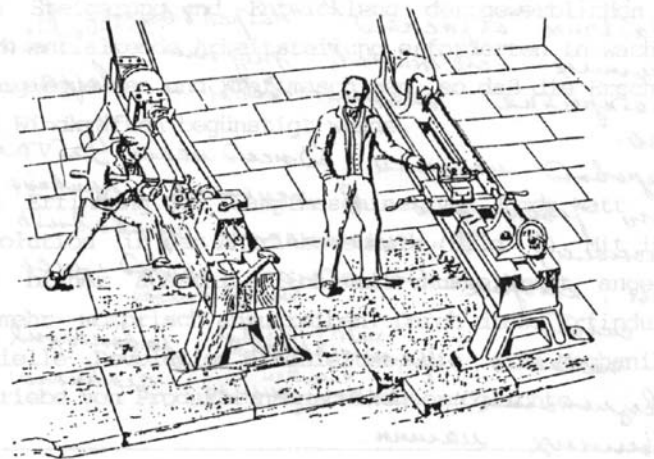
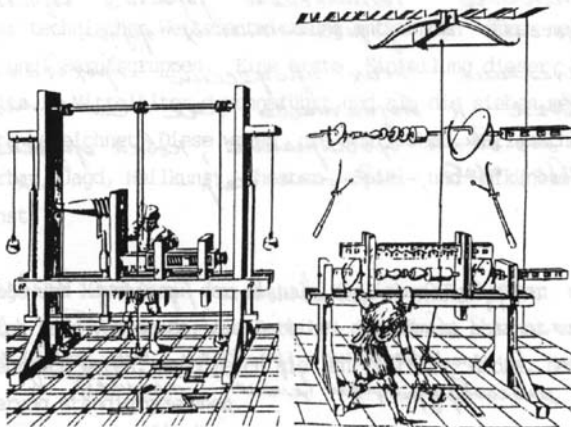


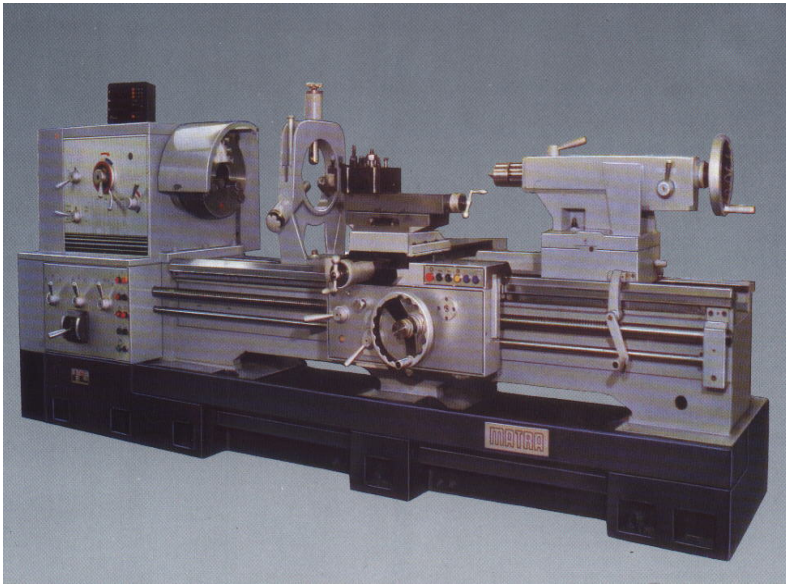
Bild 5

Schraubendrehbank um 1565
Ovaldrehbank um 1565

Universität Stuttgart
Prof. Dr.-Ing. H. Hoyer

Одни из первых токарных станков и появление станка с металлической станиной и устройством механического перемещения инструмента-резца (суппортом).

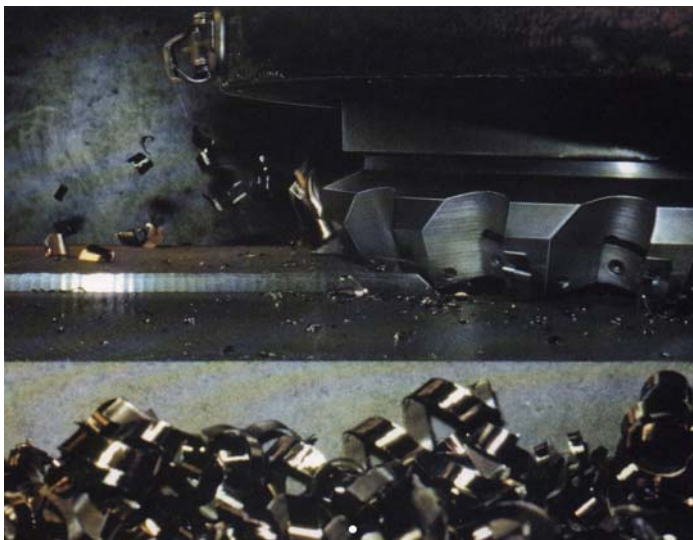
Структура токарного станка совершенствовалась, от средневековой, до современной, управление работой которой, осуществляется по компьютерной программе.



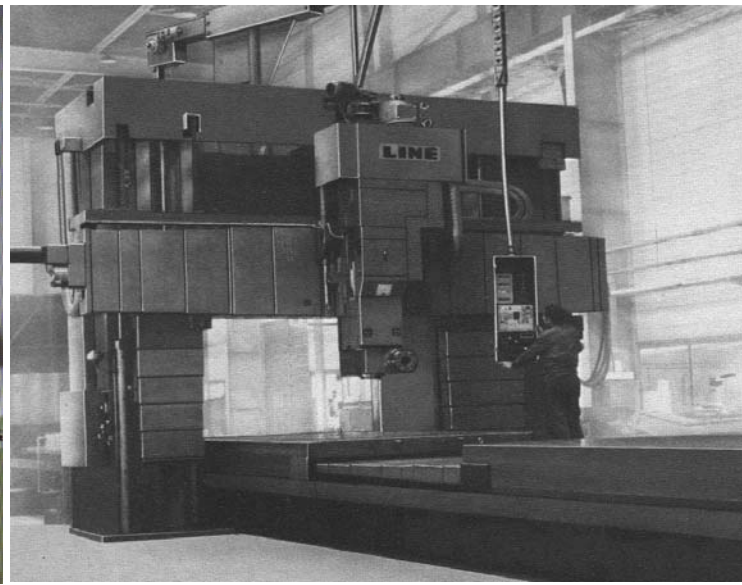
Современные, универсальный токарно-винторезный станок и токарно-карусельный станок для обработки заготовок большого диаметра

ФРЕЗЕРОВАНИЕ

Кинематической особенностью фрезерования является вращение инструмента и поступательное или сложное движение заготовки. Типаж фрез очень широк, а кинематика процесса позволяет получать сколь угодно сложные поверхности.



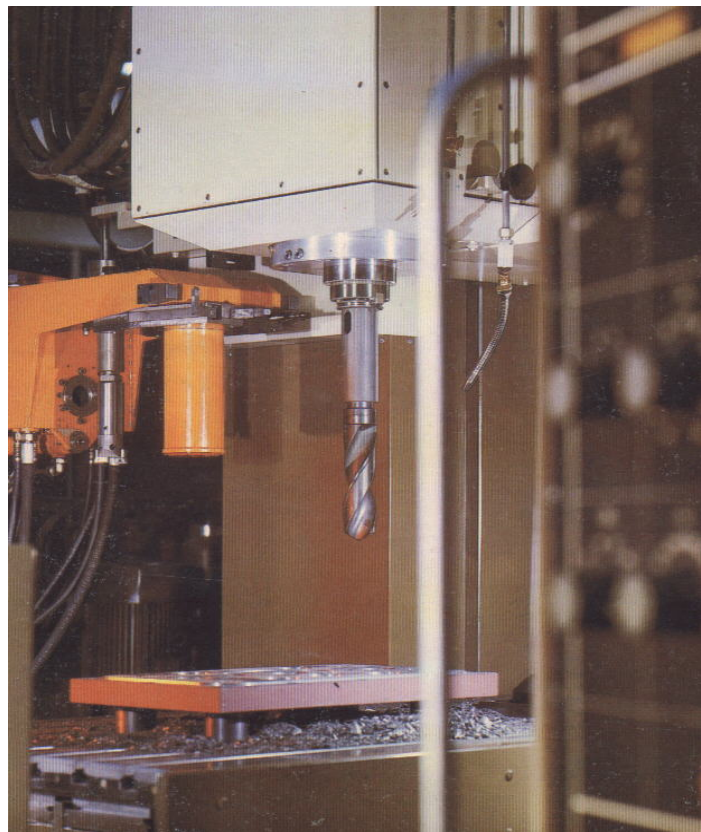
Фрезерование плоскости и некоторые типы инструмента - фрез



Обработка на вертикально-фрезерном станке с программным управлением и крупногабаритный продольно-фрезерный станок

ОБРАБОТКА ОТВЕРСТИЙ

Обработка отверстий настолько распространенная операция, что для ее выполнения, наряду с токарными, применяются специальные станки: вертикально- и радиально-сверлильные, горизонтально-расточные, координатно-расточные, алмазно-расточные и т.д.



Сверление и рабочая зона вертикально-сверлильного станка

Кроме указанных, применяются и ряд более редких схем обработки металлов резанием: строгание, долбление, протягивание, шевингование и т.д.

Совершенствование процесса резания и технологических структур для его реализации неразрывно связано с развитием материаловедения.

Внедряющийся в обрабатываемый материал режущий клин инструмента должен быть изготовлен из материала, обладающего уникальными свойствами.

Этот материал должен быть более твердым, прочным, чем обрабатываемый, иметь низкий коэффициент трения в контакте с обрабатываемым, а, самое главное, должен сохранять свои свойства при нагреве до высоких температур, так как в процессе резания, практически вся, механическая энергия переходит в тепло. Самые твердые материалы, полученные человечеством, искусственные алмазы и кубический нитрид бора (КНБ, эльбор) применяются именно для реализации этого процесса. В настоящее время учеными разрабатываются керамические материалы для оснащения режущего инструмента, теплостойкость которых достигает 2000°C.

Интересно отметить, что быстрорежущие стали, теплостойкость которых 650°C, предложил американский экономист Тейлор в конце 19 века. Экономический эффект от их применения составил тогда несколько млрд. долларов в год. Это вызвало буквально бум в исследованиях и разработках новых инструментальных материалов, и даже был впервые осуществлен процесс создания сверхтвердого материала из порошка, что послужило основой создания целой промышленной отрасли – порошковой металлургии.

Электрофизические и электрохимические методы обработки

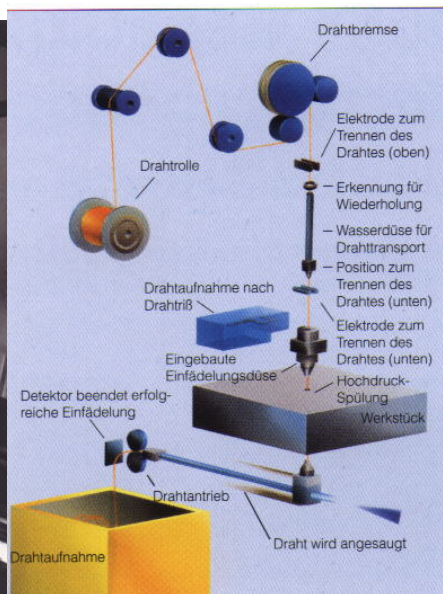
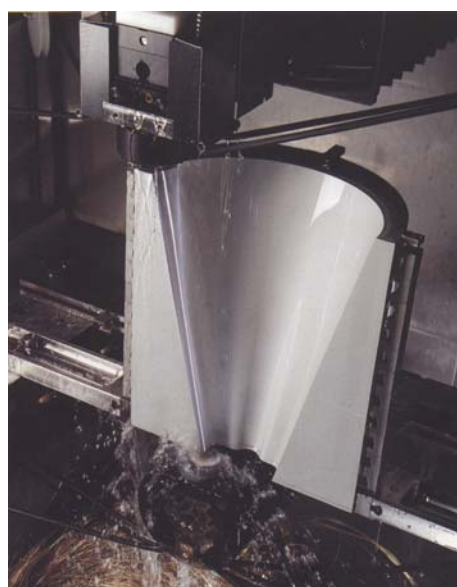
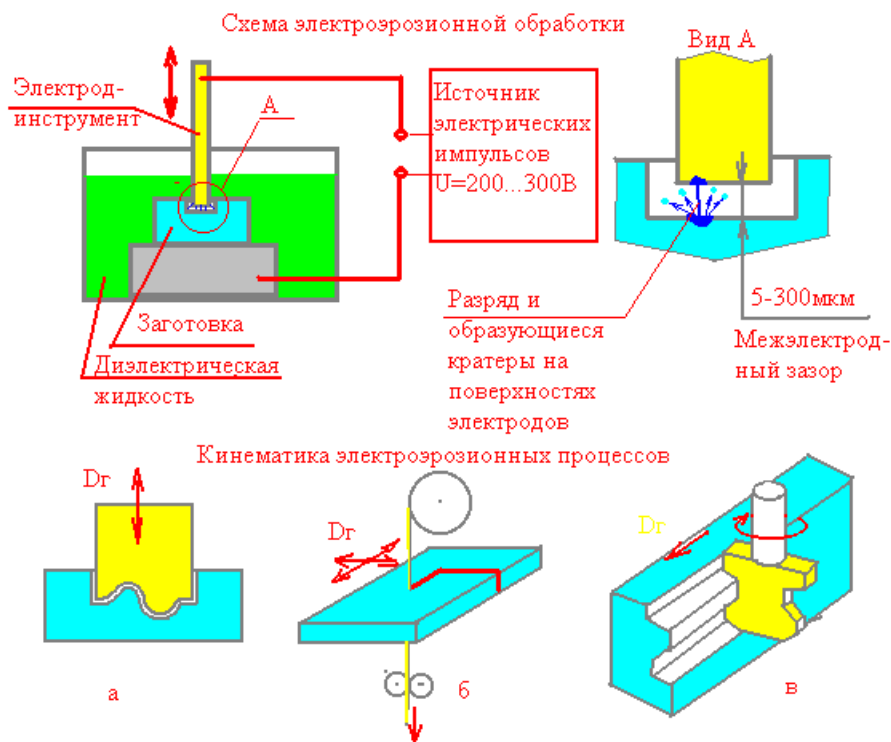
(Электроэрозионная обработка, лучевая обработка, химическая и электрохимическая обработка).

Развитие этих методов было обусловлено:

- появлением ряда конструкционных материалов, обработка которых традиционными методами была невозможна или весьма непроизводительна;
- обеспечением новых условий и возможностей формообразования, недоступных традиционным методам резания и шлифования;
- высокой производительностью, значительно превышающей производительность "обычных" методов обработки.

Все эти процессы появились и интенсивно развиваются с середины 20-го столетия. Хотя применение этих процессов менее распространено, чем приведенных выше, но именно они определяют фантастические свойства современных технических устройств (техносферы). Иногда только эти процессы позволяют обрабатывать материалы, применяемые в ракетной и авиационной технике, атомной промышленности и т.д.

Одним из таких процессов является электроэрозионная обработка, когда удаление обрабатываемого материала происходит путем испарения и расплавления в искровых разрядах, инициируемых между заготовкой и специальным электродом-инструментом.



Вырезка матрицы проволокой на электроэрозионном станке и его структура



Современный станок для электроэрозионной обработки и примеры поверхностей, получаемых обработкой профильным инструментом.

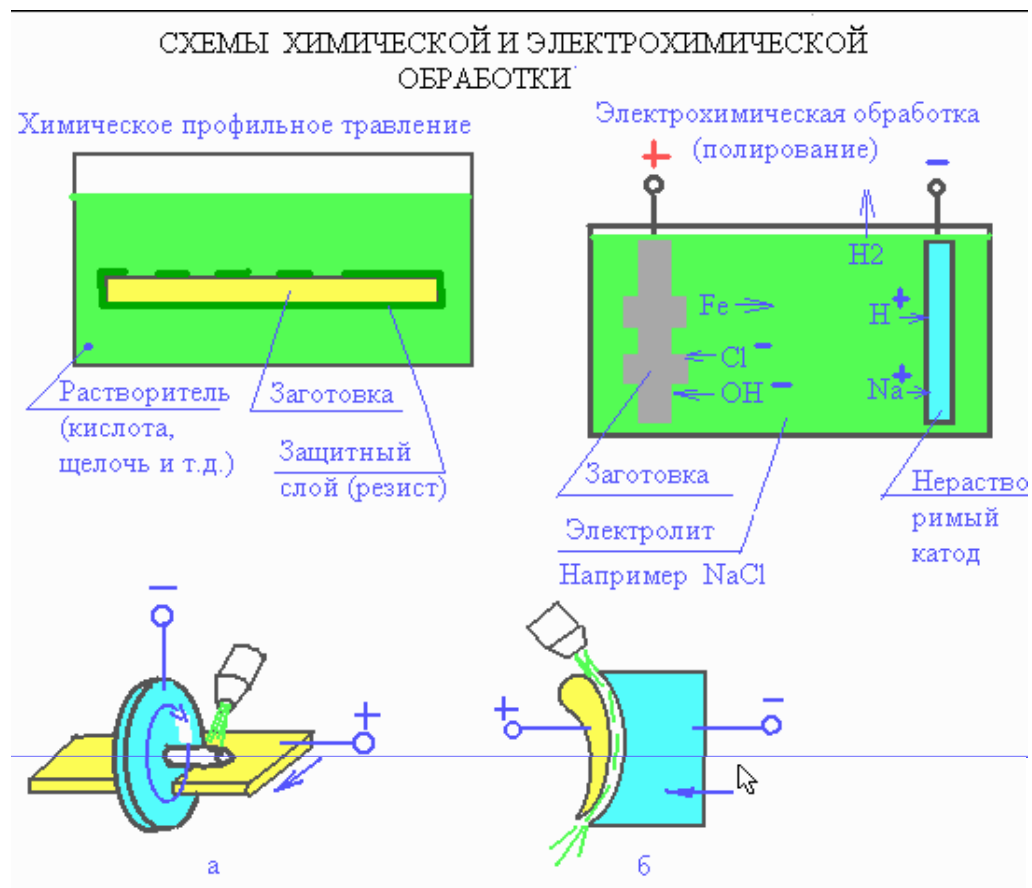
Химическая и электрохимическая обработка материалов

Химическая обработка основана на растворении определённых областей обрабатываемого изделия в активных растворителях.

Большинство металлов растворяется в кислотах, но есть металлы (например, алюминий), хорошо растворяющиеся в щелочах. Ограничение областей растворения осуществляется за счет покрытия защищаемых зон, каким либо веществом, не реагирующим с растворителем.

Художественная обработка металлов таким способом известна со средних веков, когда в качестве растворителей использовали соляную кислоту, а в качестве защитного покрытия пчелиный воск.

В настоящее время процесс широко применяется в промышленности, для получения проводников и контактных площадок на печатных платах, применяемых для монтажа радиоэлектронной аппаратуры.



Процесс электрохимической обработки основан на анодном растворении при прохождении электрического тока через электролитический раствор.

Более интенсивное растворение анода происходит в тех областях, где плотность электрического тока выше. Более высокая плотность тока образуется там, где электроды расположены ближе друг к другу. Поэтому, по истечении определенного периода после начала процесса, профиль анода (заготовки) становится эквидистантен профилю катода (инструмента) (б). При работе такого оборудования специальная следящая система поддерживает определенный средний зазор между электродами, перемещая катод - инструмент по мере растворения анода-заготовки.

Таким способом можно обрабатывать сложные по форме поверхности: лопатки турбин, лопасти гребных винтов, поверхности штампов и прессформ. Отличительной особенностью процесса является независимость его протекания от механических свойств материала заготовки.

Недостатком же процесса является значительный, (на 2-3 порядка) больший, расход энергии, чем при механической обработке, что связано с разрушением обрабатываемого материала до молекулярного уровня.

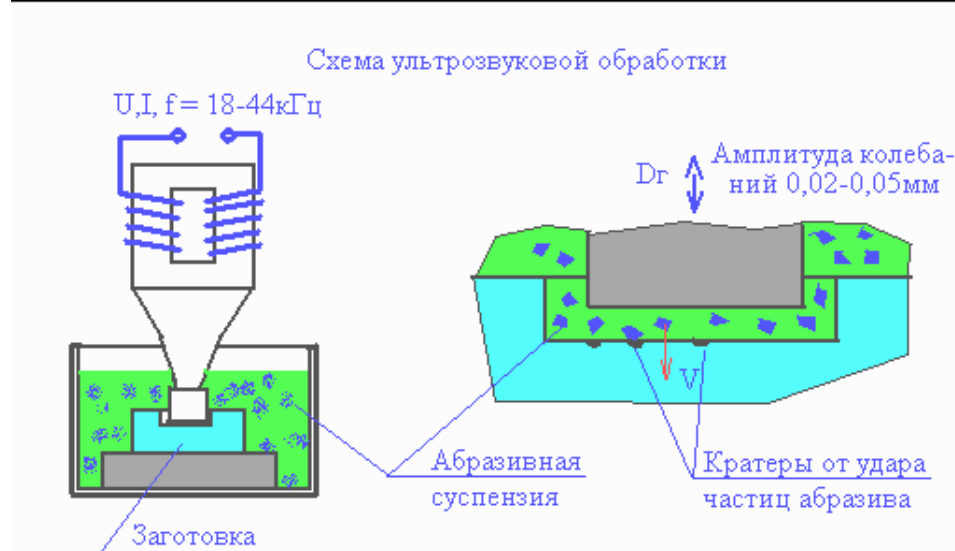
Естественно, что способ позволяет обрабатывать только электропроводные материалы (металлы), не образующие прочных диэлектрических пленок на поверхности при анодном электролитическом процессе.

Ультразвуковая обработка материалов

Основана на использовании энергии ультразвуковых колебаний частотой 22-44кГц.

Для возбуждения интенсивных ультразвуковых колебаний применяют магнитострикционные и пьезокерамические преобразователи. При прохождении ультразвука в жидкости содержащей мелкие частицы абразива (суспензия) возникают также колебания этих частиц.

Частицы производят микроудары по поверхности заготовки, выкалывая микрочастицы с ее поверхности. Так как таких ударов много, то образующиеся микрократеры сливаются и образуется единая обработанная поверхность.



Интенсивность колебаний частиц абразива велика только в непосредственной близости от индентора-инструмента и обработка происходит, в основном, в зазоре между ним и заготовкой. Поэтому профиль колеблющегося индентора копируется (с некоторым небольшим зазором) на заготовке, позволяя обрабатывать поверхности сложной формы.

Таким методом можно обрабатывать хрупкие электропроводные и диэлектрические материалы любой твердости, применяя абразивный порошок ещё большей твердости. Можно обработать даже заготовки из самого твердого из известных веществ-алмаза. Суспензия при этом также будет содержать алмазный порошок и обработка возможна только из-за различной случайной ориентации частиц абразива в процессе обработки. Так как твердость кристаллических веществ различна по разным кристаллографическим направлениям, то поворачиваясь в процессе обработки (случайно) своими более твердыми, чем заготовка, вершинами частицы производят выколы поверхности алмаза.

Метод применяется для обработки деталей из стекла, ситаллов, керамики, кварца, ферритов и др.

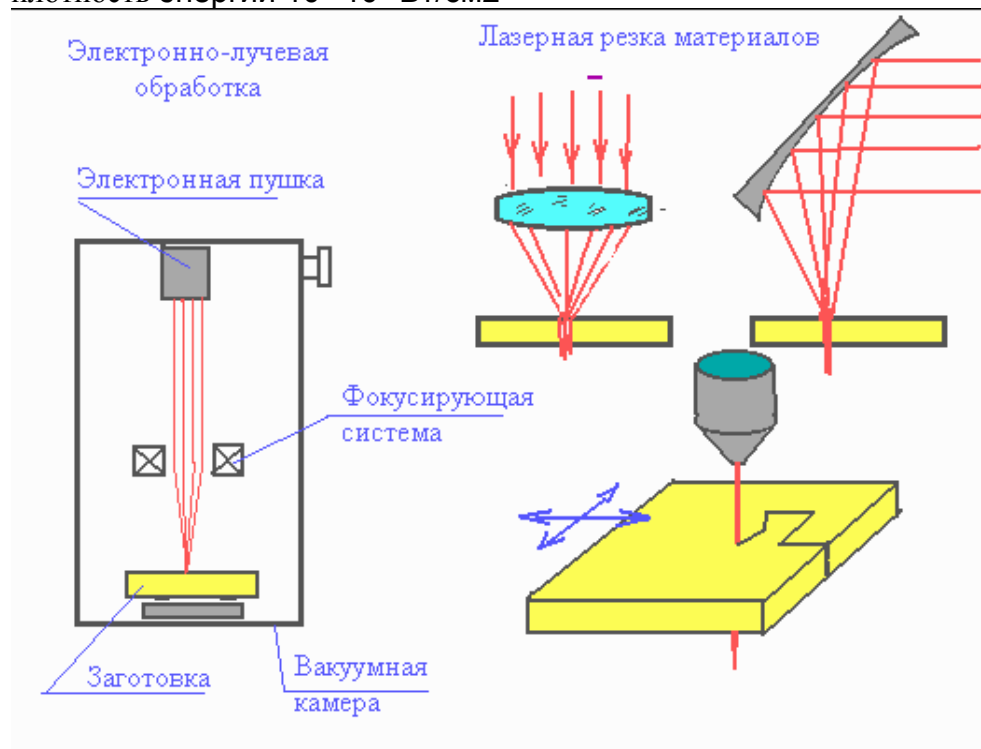
Лучевые методы размерной обработки

Такие методы основаны на удалении обрабатываемого материала испарением и плавлением под действием лучевых потоков или высокоэнергетических струй с плотностью энергии $10^7 - 10^9 \text{ Вт/см}^2$

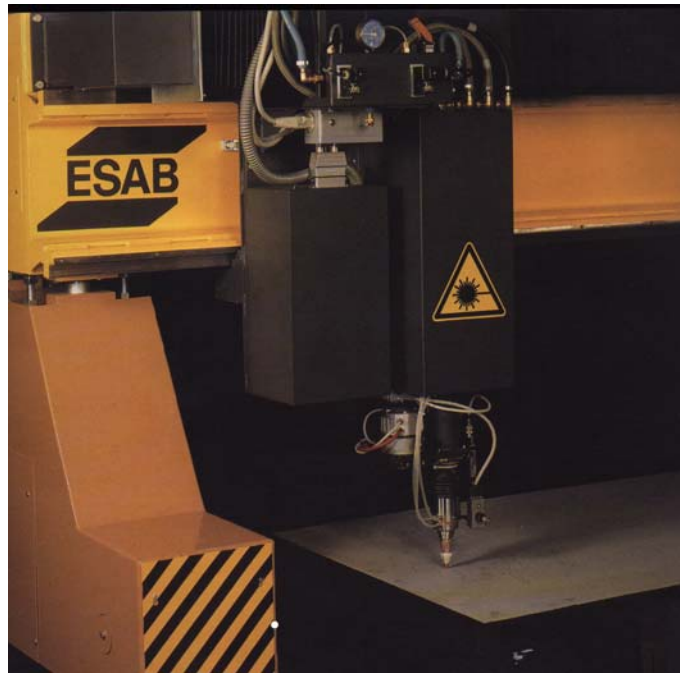
При электронно-лучевой обработке, сфокусированный поток электронов испаряет вещество заготовки образуя кратер (отверстие), соответствующее пятну фокусировки. Так как пучок электронов можно сфокусировать в пятно размером до 0,01мм, этим методом можно обрабатывать отверстия малого диаметра или производить чрезвычайно тонкие резы на материалах любой твердости, независимо от их электропроводности.

Процесс может быть реализован только в условиях достаточно глубокого вакуума ($< 10^{-5}$ мм рт.ст.). Поэтому наиболее перспективно его применение в космических условиях, хотя и в земных условиях он достаточно широко применяется, для чего используются вакуумные камеры различных размеров (вплоть до 10м в диаметре).

Оборудование для реализации метода обычно работает в многоимпульсном режиме с частотой следования импульсов 10 -1000Гц и длительностью импульсов 15-100мкс. При этом диаметр электронного пучка в фокальной плоскости составляет 10 - 50мкм, а плотность энергии $10^7 - 10^8 \text{ Вт/см}^2$



При лазерной обработке используются как импульсные лазеры, так и лазеры с непрерывным потоком излучения. Для обработки отверстий чаще используют импульсные лазеры, постепенно испаряя слой за слоем материал заготовки. Лазером можно производить резку самых различных материалов, перемещая луч относительно заготовки по любому, сколь угодно сложному контуру. В настоящее время таким способом производят резку металлов толщиной до 10 мм, различных пластиков, тканей, кожи и т.д. Метод также позволяет обрабатывать заготовки любой твердости. Так, с помощью лазерной обработки, получают алмазные волокна для производства проволоки, камни рубиновых подшипников (для часов и приборов).



Станок для лазерной резки листового материала.

Технологические структуры, применяемые для получения деталей машин, чрезвычайно многообразны и их развитие происходит одновременно и взаимоувязано с развитием всей техносферы. Так, появление новых материалов, новых требований к размерам, форме, качеству поверхности деталей машин определяет направления научных исследований и приводит к появлению новых технологических методов. А, иногда, появление новых методов обработки вызывает качественные изменения в структуре технических объектов.

Технологические исследования непосредственно влияют на уровень развития производительных сил, экономически окупаются, поэтому проводятся в мире очень широко. Многие промышленные концерны значительные средства вкладывают именно в эти исследования.

Лекция №12 Транспортные структуры

Транспортные структуры (системы) представляют значительную часть искусственных структур, техносферы. Основная, наиболее существенная, часть этих структур используется, непосредственно, в технологических процессах преобразования вещества и энергии, хотя линии передачи информации все более совершенствуются и приобретают, сравнимо важное, значение.

Интересно, особенно для тех ученых, которые не признают в информации самостоятельную категорию, что линии передачи вещества, энергии и информации существуют и так же классифицируются, как самостоятельные технические объекты.

Транспортные структуры материальных объектов

Классифицировать можно по разным признакам, наиболее существенным, из которых, может быть среда, в которой осуществляется транспортировка.

1. Системы транспортировки по суше.

1.1. Железнодорожный транспорт. Интенсивно начал развиваться с овладением человечеством энергией пара. История развития прослеживается в течении 2-х столетий. Прогресс в развитии связан с применением для получения механического движения энергии горения твердого топлива и термодинамических свойств водяного пара (паровоз), двигателей внутреннего сгорания, использующих термодинамические свойства горячих газов, образующихся при горении жидких или газообразных топлив (тепловозы с дизельными или газотурбинными двигателями) и электрической энергии (электровозы).

Как видно из рисунков структура таких устройств имеет некоторое сходство, хотя внутренняя структура, может быть существенно разной.



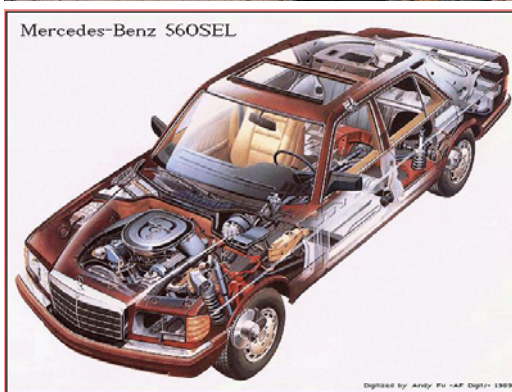
Паровозы, в настоящее время, практически не применяются, а видов тепловозов и электровозов существуют сотни модификаций.

Железнодорожный транспорт - наиболее экономичный способ перемещения материальных объектов, так как позволяет резко снизить сопротивление движению из-за низкого трения качения твердых колес по твердому и ровному рельсовому пути. Но создание таких путей - чрезвычайно сложная и дорогая задача, так как рельеф нашей планеты достаточно редко имеет ровные и твердые участки. (Если и находится такое ровное место, то это либо болото, либо пустыня с сыпучими и подвижными песками). Особенно сложно устройство железнодорожных путей в гористой местности, что требует проходки тоннелей, длина которых достигает десятков километров.

Железнодорожные пути преобразили облик планеты, общая длина их достигает миллионов километров.

1.2. Автомобильный транспорт. Развивается с конца 19 века, но его структуры за сто лет чрезвычайно изменились.

От первого автомобиля Даймлера-Бенца, с мощностью двигателя 1 л.с. до современных карьерных самосвалов грузоподъемностью до 500 тонн и мощностью двигателя несколько тысяч л.с.



Из рисунка наглядно виден прогресс в развитии автомобильного транспорта всего за 100 лет его развития.

Конечно, этот прогресс определялся развитием материаловедения, прикладной термодинамики, газо- и аэродинамики, огромным опытом, накопленным проектировщиками, которые двигались не только опираясь на достижения науки, но и методом проб и ошибок, отвергая все неудачные решения и обобщая и развивая удачные.

Автомобильный транспорт также требует устройства специальных путей (дорог), которые позволяют резко снизить сопротивление движению, но специальные его виды (вездеходы) могут передвигаться и по некоторым поверхностям естественного ландшафта.

1.3. Трубопроводный транспорт. В 20 веке получил широкое развитие для перемещения жидких и газообразных веществ.

Трубы газопроводов от далеких северных месторождений доходят непосредственно до наших жилищ. И, хотя и трудно, но можно представить, что труба, подводящая газ к вашей плите на кухне, тянется на тысячи километров, проходя через газоперекачивающие станции и заканчиваясь трубой, уходящей под землю, иногда на несколько километров вглубь. Хотя транспортировка по трубам очень экономична (особенно газа), создание таких структур требует огромных капиталовложений, и, часто, финансируется международными организациями.

Сыпучие и штучные грузы (уголь, руды металлов, зерно и т.д.) могут перемещаться механическими или пневматическими конвейерами. Однако длина таких конвейеров редко превышает несколько километров, и их обычно используют для перемещения вещества в ходе технологического процесса.



(Трубопроводы и ленточный конвейер)

Основные проблемы сухопутного транспорта заключаются в снижении потерь на трение при перемещении грузов и экологические проблемы, связанные с изменением облика земной поверхности (уменьшение

площадей репродуктивных земель, разрушение биогеоценозов, загрязнение атмосферы).

Научные исследования направлены на решение этих проблем и достаточно хорошо финансируются. Это и создание транспорта на магнитной подвеске, не имеющего в процессе движения контакта с твердой поверхностью, и разработки электрических источников энергии для автомобильного транспорта (создание экономичного электромобиля).

2. Водные транспортные системы.

Использование водного транспорта осуществляется человечеством многие тысячелетия. Сначала человек использовал для перемещения грузов энергию ветра, собственную мускульную энергию или течение воды (сплав бревен по рекам применяется до настоящего времени).

Значительный скачок в развитии этого вида транспорта произошел в начале 19 века с появлением пароходов. В настоящее время используются практически все известные способы преобразования энергии в механическую энергию корабля. Это и двигатели внутреннего сгорания, паровые и газовые турбины. Суда используют химическую энергию горения жидких углеводородов и даже атомную энергию.

Водоизмещение современных судов может достигать до 2 млн. тонн.



Проблемы снижения сопротивления движению в водной среде решались гидродинамикой значительное время. В настоящее время, разработанные алгоритмы позволяют оптимизировать форму корпуса корабля для конкретных условий движения, что позволяет повысить рентабельность перевозок. Сопротивление воды при движении значительно выше, чем воздуха. Поэтому водный транспорт отличался значительно меньшими скоростями транспортировки, чем наземный.

Поэтому поиск новых структур судов продолжается, как учеными, так и инженерами-конструкторами. У нас в стране были впервые созданы

суда на подводных крыльях, предложен способ перемещения по водной поверхности на воздушной подушке (К.Э.Циолковский), разработан и изготовлен первый в мире экраноплан, позволяющий двигаться над поверхностью воды со скоростью свыше 500км/час.



(Суда на подводных крыльях и воздушной подушке)

3. Воздушный транспорт.

Перемещение в воздушной среде издревле было мечтой человечества. Чтобы найти структуру, позволяющую просто подняться в воздух, от мечты до действительности, потребовались тысячелетия.

От построения же первого самолета братьями Райт прошло чуть более столетия, и мы видим, как разительно изменились эти структуры.



(Одни из первых самолетов, бомбардировщик В2 и пассажирский самолет «Конкорд»)

Затраты энергии на перемещение грузов по воздуху значительно больше, чем другими видами транспорта, так как значительная часть энергии затрачивается не на преодоление сопротивления воздуха движению, а на удержание аппарата в воздушной среде. Особенно велика эта часть энергии у вертолета. Поэтому поиск новых структур продолжается. В то же время проектировщики обратили внимание на известную структуру аппарата легче воздуха – дирижабля, которая активно применялась в 20-е – 30-е годы прошлого века.

Отказ от их строительства был связан с опасностью их возгорания, так как они заполнялись водородом. Развитие современного материаловедения позволило получить ряд прочных и легких материалов, а освоение промышленного получения гелия из природных газов, позволяет решить проблему строительства и эксплуатации дирижаблей на новой основе. В настоящее время опытные образцы таких транспортных структур построены во многих странах и интенсивно испытываются.

Применение дирижаблей позволит резко удешевить воздушные перевозки и освоить многие труднодоступные районы, так как они не требуют строительства взлетно – посадочных полос.



Катастрофа дирижабля «Граф Цеппелин»

Проблема передвижения по воздуху, несмотря на фантастические успехи за последние 100 лет, не может считаться окончательно решенной.

В умах людей существует мечта об идеальном средстве воздушного передвижения. Если летающие тарелки и не существуют, то их описание, с приписываемыми им фантастическими особенностями движения, регулярно появляющееся в СМИ, может быть, и отражает эту мечту.

Поэтому в лабораториях ученых продолжается поиск принципиально новых средств преодолеть земное притяжение. Это и создание электрически заряженных структур, отталкивающихся от заряженного, также электрически, земного шара и поиск структур, обладающих свойством антигравитации.

4. Транспортные системы межпланетного пространства.

Наиболее сложные транспортные системы человечеству пришлось создать для передвижения в безвоздушной среде. Первые идеи возможности

такого перемещения с помощью ракет высказывались, эпизодически, еще в средние века. Но в научном аспекте проблема была сформулирована в начале 20-го века К.Э.Циолковским.

Поражает, что после этого прошло менее 60-ти лет, и первый человек облетел в космосе планету, а всего через 7 лет люди ступили на поверхность Луны. Ракетные системы потребовали значительного развития многих прикладных наук, таких как материаловедение, химия горючих веществ и полимеров, газо- и аэродинамика, теория автоматического управления, электроника, оптика и т.д.

Не случайно, что при обосновании программы работ по созданию технических средств для полета на Луну, президент США Джон Кеннеди, говорил, что это будет не только свидетельствовать о научно-технической мощи страны, но и поднимет все отрасли науки и техники на новую ступень развития.



Стартовый комплекс многоразовых космических кораблей и астронавты на Луне.

В настоящее время космические транспортные системы используются для перемещения в космосе научных приборов и людей, основная цель которых сбор и передача информации. Это системы связи, астрономические приборы, позволяющие в безатмосферных условиях проводить наблюдения за космическими объектами во всем диапазоне электромагнитных колебаний, регистрировать быстрые элементарные

частицы из глубин космоса и выбрасываемые Солнцем, наблюдать за погодными условиями на земном шаре, проводить геологические исследования, наблюдения в военных целях и т.д.

Основное назначение современных космических систем явно информационное. Однако, уже с первых пилотируемых полетов, проводятся эксперименты по получению в условиях невесомости новых материалов, биологических препаратов, осваивается ряд технологических процессов. Эти эксперименты показали, что космос может стать базой промышленного производства ряда уникальных веществ, трудно получаемых в земных условиях, или получение которых на планете принципиально невозможно.

Как и в любом другом случае, развитие космических производств будет определяться их экономической целесообразностью. В настоящее время вывод в космос на орбиту Земли 1кг груза стоит более 7 тыс. долларов.

Поэтому работы по снижению этой себестоимости ведутся как на пути совершенствования химических ракетных двигателей, так и разработке ядерных двигателей, испытания которых ведутся уже несколько десятилетий. В то же время активно разрабатываются комбинированные системы, в которых ракетная система стартует с тяжелого самолета, предварительно поднимающего её на большую высоту.

Такие системы появятся в ближайшем будущем, что сможет, еще более, уменьшить стоимость доставки материалов в космос и начать там промышленное производство.

В отдаленном будущем, проблемы экологии заставят человечество многие виды промышленного производства перенести в космическое пространство.

Системы передачи энергии

В настоящее время человечество освоило передачу электрической энергии на большие расстояния, сравнимые с размерами земного шара. При необходимости, технически возможно создание всемирной единой системы передачи и распределения электроэнергии.



В окрестностях города высоковольтные линии электропередачи стали привычной составляющей ландшафта. Внутри же городской черты распределение энергии среди потребителей производится при более низком напряжении с помощью кабельных сетей.

С целью снижения потерь энергии в проводах линии и сокращения металлоемкости передача электроэнергии на большие расстояния производится при напряжении до 1 млн. вольт. Дальнейшее повышение напряжения ограничено недостаточными изоляционными свойствами воздуха (особенно влажного) и применяемых изоляционных материалов для подвески проводов.

Кардинальным решением проблемы передачи электроэнергии было бы получение сверхпроводящих материалов, обладающих этим свойством при относительно высоких температурах (от температуры жидкого азота и выше). Работы по созданию таких материалов интенсивно проводятся во многих научных лабораториях мира.

Линии передачи информации

Важность своевременной передачи информации осознавалась, видимо, с самого начала формирования человека как разумного существа.

Предупреждение об опасности, предложения к сотрудничеству в критической ситуации привели к созданию ряда остроумных структур.

Это и система костров (потом сигнальных огней), и цепочки барабанщиков, и семафорные системы (например, флотская флажковая система).

Но подлинная революция наступила после открытия Герцем в середине 19-го века электромагнитных волн и изобретения радио в начале 20-го века.

В настоящее время линии передачи информации существуют трех типов: кабельные проводные линии связи, радиолинии и световолоконные линии. Первые протяженные кабельные линии связи были проложены еще в 19 веке. Это трансатлантический кабель, воздушно-проводные линии и кабельные линии, соединившие в то время все страны Европы, их города, что ознаменовало появление единой информационной системы человечества. Освоение широкого спектра электромагнитных колебаний для связи (а сейчас используются волны длиной от десятков километров до видимого света (0,5мкм)) позволило обеспечить проникновение информации не только в любую точку земного шара, но и межпланетного пространства. Конец 20-го столетия был ознаменован установлением связи с американской станцией, покидающей пределы солнечной системы.

Кабельные проводные линии связи уже не удовлетворяют современным объемам передаваемой информации. Их высокая электрическая емкость (C) и индуктивность (L) позволяют передавать сигналы только малых частот (сотни кГц).

Недостатком радиолиний связи является влияние помех естественного и искусственного происхождения, малая мощность излучения,

достигающая приемника, что требует больших затрат на излучение мощного сигнала и большого его усиления в месте приема. Кроме того, сферическая поверхность земного шара не позволяет эффективно использовать электромагнитные колебания высоких частот, распространяющиеся прямолинейно. Эта проблема была успешно решена с развитием техники космических исследований. В настоящее время спутниковые линии связи позволяют распространять телевизионные сигналы на большие регионы, осуществлять спутниковую телефонию. Это создает условия информационного обмена с системой Интернет из любой точки планеты.



Приемо-передающие антенны и спутник связи

Интереснейшее решение для передачи информации было найдено в последней трети 20-го века. Оказалось, что можно создать стеклянные волокна, прозрачность которых настолько высока, что световой поток может распространяться по ним без усиления на десятки километров.

Особая структура волокна с переменным коэффициентом преломления света, изменяющимся от центра поперечного сечения к периферии, позволяет световому лучу распространяться, не выходя за пределы волокна.

Высокие частоты колебаний светового и инфракрасного диапазонов, на которых происходит передача информации, позволяет, теоретически, по волокну диаметром 0,05...0,1мм передавать одновременно миллионы телевизионных каналов.

В настоящее время такие линии связи интенсивно развиваются, ими, буквально, опутан весь земной шар. Особенную актуальность получили эти линии при развитии всемирной информационной системы – Интернет.

Световолоконные линии связи, в перспективе, проникнут в каждое жилище человека, позволив осуществлять каждому сверхскоростной обмен информацией со всем человечеством, практически в неограниченных объемах. Воздействие этой информационной структуры на последующее развитие человечества в настоящее время трудно представить, но оно может привести к качественным изменениям и появлению нового свойства этой системы – общепланетному мышлению.

Лекция №13 Живые структуры

Представление о том, что программа, заложенная в живую клетку, могла развиваться случайно в первобытном супе на Земле, в высшей степени абсурдно. У меня сложилось впечатление, что большинство биологов в глубине души понимают правду, но они настолько запуганы ее возможными последствиями, что готовы принять любую линию поведения, лишь бы только отойти от нее.

Фред Хойл

Проблема возникновения жизни на Земле является одним из фундаментальных вопросов естествознания. С этим вопросом неразрывно связаны вопросы: что такое жизнь, в чем принципиальное отличие живых структур от неживых?

Жизнь заполняет все уголки нашей планеты. Океаны, моря, озера, реки, горы, равнины, пустыни, даже воздух, населены живыми существами. Миллиарды лет жизнь шествует по Земле как уникальная самоорганизующаяся система. Она знала периоды расцвета, исторических испытаний и тяжелых кризисов, прежде чем достигла в наши дни своего разнообразия и совершенства. Сегодня науке известно около 4,5 млн. видов животных и растений. Предполагается, что за всю историю жизни на Земле существовало около 4,5 млрд. видов животных и растений.

Рассматривая свойства живых структур, человек видит, что они отличаются от неживых способностью обмениваться с окружающим пространством как веществом, так и энергией, при этом, являясь открытыми системами, структурно устойчивы, в отличие от неживых структур, которые, при таком обмене, всегда структурно изменяются.

Живые структуры способны к размножению, т.е. поглощая вещество из окружающей среды, они способны его структурировать по своему образу, и жизнь является антиэнтропийным процессом, противостоящим нарастанию хаоса во вселенной.

Экспериментально установлен факт, что живые структуры могут возникать только из живых, что делает вопрос о возникновении жизни еще более трудноразрешимым.

Попытки дать четкое определение жизни, несмотря на их количество, пока не приводят к общепризнанному успеху, а такие определения как «жизнь – это форма существования белковых тел...», вряд ли дают для понимания, что-то большее.

Общепринято, что живые существа являются открытыми системами, хотя при неблагоприятных условиях они способны на длительную самоизоляцию (споры бактерий).

Начиная с древнейших времен, велись попытки создать искусственную живую структуру, пусть на другой элементной основе, но обладающую основными признаками живой. В настоящее время человечество имеет принципиальную возможность построения автоматов-роботов, производящих в условиях производства или на других планетах точно таких роботов. В этом случае робот несет в себе не только все требуемые технологические машины для производства отдельных структурных элементов своей копии, но и всю требуемую информацию, как для производства себе подобных, так и информацию о способах поведения в окружающем пространстве. Причем эта информация может быть передана (записана) в память робота-копии, практически мгновенно. Т.е. процесс обучения может составлять доли секунды. То, что такая система является живой, вызывает возражения, хотя можно представить, что она будет обладать значительными преимуществами по сравнению с обычной живой системой. Легко ремонтироваться и, практически, быть вечной, обладать огромными энергетическими возможностями. Такие гипотетические структуры пока человечество не готово признать живыми, как и некоторые информацион-

ные структуры, созданные человеком, существующие в искусственных информационных сетях и способные к саморазмножению – компьютерные вирусы. Но, даже признав эти устройства или программы живыми, мы не снимаем проблему возникновения жизни, так как такие структуры созданы нами – живыми структурами.

Следовательно, проблема возникновения жизни, как ее рассматривает современное естествознание, более узкая - это проблема появления именно органической жизни, в тех формах, которые мы наблюдаем в земных условиях и более широкая – что такое жизнь? и в каких других формах она может существовать. На протяжении истории человечества существовали очень разнообразные и экстравагантные точки зрения. Например, о том, что вся материя является живой, о том, что на звездах существуют плазменные формы жизни и т.д.

С тех пор, как человек начал задаваться вопросом, откуда произошло все живое, прошло много лет, и за все это время рассматривалось множество гипотез и предположений о зарождении жизни. Религиозная гипотеза, гипотеза самозарождения, гипотеза панспермии, гипотеза вечного существования жизни...

Древнегреческие философы Милетской школы (VIII-VI вв. до н.э.) принимали идею возникновения живых существ из воды, либо из различных влажных или гниющих материалов, что было результатом непосредственного влияния вавилонской культуры. Но еще Фалес (624-547 гг. до н.э.) оспаривал мифологические представления и создал стихийно-материалистическое мировоззрение с элементами диалектики. Согласно Фалесу и его последователям, возникновение живых существ из воды произошло без какого-либо вмешательства духовных сил; **жизнь есть свойство материи.**

Материалистическое развитие идеи самозарождения живых существ осуществляется позже в трудах Демокрита (460-370 гг. до н.э.) и Эпикура (341-270 гг. до н.э.). По мнению этих философов, возникновение живых существ — естественный процесс, результат природных сил, а не «акта творения» внешних сил.

Аристотель (384-322 гг. до н.э.) признавал бога за высшую форму и перводвигатель. Согласно Аристотелю, организмы могут происходить от организмов, но вместе с тем могут возникать и от неживой материи. Он считал, что материя лишь пассивное начало, возможность, которая может осуществиться только через определенную форму. Бытие содержит внутреннюю цель развития (энтелехию). По Аристотелю, именно энтелехия, как целеустремленная внутренняя сущность, вдыхает жизнь в материю. Взгляды Аристотеля почти на 2000 лет определяют судьбу идеи о самозарождении жизни.

Только в середине XVII в. тосканский врач Франческо Реди (1626-1698) предпринимает первые опыты по самозарождению. В 1668 г. он доказал, что белые черви, которые встречаются в мясе, являются личинками мух; если мясо или рыбу закрыть, пока они свежие, и предотвратить доступ мух, то они, хотя и сгниют, но не произведут червей.

Почти через 200 лет после Реди, в 1862 г., великий французский ученый Луи Пастер (1822-1895) публикует свои наблюдения по проблеме произвольного самозарождения. Он доказывает, что внезапное возникновение («спонтанное самозарождение») микробов в различных видах гниющих настоек или экстрактов не есть возникновение жизни. Гниение и брожение — это результат жизнедеятельности микроорганизмов, чьи зародыши внесены извне. Микробы — сложно устроенные организмы и могут производить себе подобные существа, то есть живое происходит от живого. Как ученый, который доверяет только результатам научных опытов, Пастер не делает глубоких выводов о происхождении жизни. Однако его исследования окончательно разрушили вековые предрассудки о спонтанном самозарождении.

Крушение учения о самозарождении привело некоторых ученых к мысли, что жизнь никогда не возникала, а, как материя или энергия, существовала вечно. Согласно этому представлению, «зародыши жизни» блуждают в космическом пространстве до тех пор, пока не попадают на подходящую по своим условиям планету — там они и дают начало биологической эволюции. Эту идею, высказанную еще в V в. до н.э. греческим философом Анаксагором, поддерживали Герман ван Гельмгольц (1821-1894) и Уильям Томсон (позднее лорд Кельвин; 1824-1907).

Гельмгольц говорил, что во Вселенной должно существовать много других миров, несущих жизнь, которые время от времени разрушаются при столкновении с другими космическими телами, а их обломки с живыми растениями и животными рассеиваются в пространстве.

Эта идея была тщательно разработана в 1908 г. шведским химиком Сванте Аррениусом (1859-1927), который назвал свою теорию панспермией. Развивая идеи Гельмгольца и Кельвина, он высказал несколько собственных соображений, предположив, что бактериальные споры и вирусы могут уноситься с планеты, где они существовали, под действием электростатических сил, а затем перемещаться в космическое пространство под давлением света звезд. Находясь в космическом пространстве, спора может осесть на частицу пыли; увеличив тем самым свою массу и преодолев давление света, она может попасть в окрестности ближайшей звезды и будет захвачена одной из планет этой звезды. Таким образом, живая материя способна переноситься с планеты на планету, из одной звездной системы в другую. Такая гипотеза все-таки равносильна утверждению о вечном существовании жизни, жизни — как наиболее фундаментального свойства материи.

За основную теорию возникновения жизни, тем не менее, в настоящее время, принимается теория, предложенная А. И. Опариным в первой половине XX века. Она основана на предположении о химической эволюции, которая постепенно переходит к биохимической, а затем к биологической эволюции.

Общим во взглядах Опарина и Холдейна является попытка объяснить возникновение жизни в результате химической эволюции на первичной Земле. Оба они подчеркивают огромную роль первичного океана как огромной химической лаборатории, в которой образовался «первичный бульон», а, кроме того, и роль энзимов — органических молекул, которые многократно ускоряют нормальный ход химических процессов. В дополнение к этому Холдейн впервые высказывает идею, что первичная атмосфера на Земле, вероятно, содержала очень мало или вообще не содержала кислорода».

В 1952 г. Гарольд Юри (1893-1981) самостоятельно пришел к выводу, что атмосфера молодой Земли имела восстановленный характер, то есть, к завершению процесса формирования, Земля имела сильно восстановленную атмосферу, так как ее основными составляющими были водород и полностью восстановленные формы углерода, азота и кислорода: метан, аммиак и пары воды. Гравитационное поле Земли не могло удерживать легкий водород, — и он постепенно улетучился в космическое пространство. Вторичным следствием потери свободного водорода было постепенное окисление метана до диоксида углерода, а аммиака — до газообразного азота, которые через определенное время превратили атмосферу из восстановительной в окислительную. Юри предполагал, что именно в период улетучивания водорода, когда атмосфера находилась в промежуточном окислительно-восстановительном состоянии, на Земле могло образоваться

в больших количествах сложное органическое вещество. По его оценкам, океан, по-видимому, представлял тогда собой однопроцентный раствор органических соединений. В результате возникла жизнь в ее самой примитивной форме.

Особенно важным условием возникновения жизни по данной гипотезе является наличие воды. Значение воды для жизни исключительно. Это обусловлено ее термическими и химическими особенностями: огромной теплоемкостью, слабой теплопроводностью, расширением при замерзании, хорошими свойствами как растворителя и др. Эти особенности обуславливают круговорот воды в природе, который играет очень важную роль в геологической истории Земли.

Теория химической эволюции — современная теория происхождения жизни — также опирается на идею самозарождения. Однако, в основе ее лежит не внезапное возникновение живых существ на Земле, а образование химических соединений и систем, которые составляют живую материю. Она рассматривает химию древнейшей Земли, прежде всего химические реакции, протекавшие в примитивной атмосфере и в поверхностном слое воды, где, по всей вероятности, концентрировались легкие элементы, составляющие основу живой материи, и поглощалось огромное количество солнечной энергии. Эта теория пытается ответить на вопрос: каким образом в ту далекую эпоху могли самопроизвольно возникнуть и сформироваться в живую систему органические соединения?

Большинство современных специалистов убеждены, что возникновение жизни в условиях первичной Земли есть естественный результат эволюции материи. Это убеждение основано на доказанном единстве химической основы жизни, построенной из нескольких простых и самых распространенных во Вселенной атомов.

Исключительное морфологическое разнообразие жизни (микроорганизмы, растения, животные) осуществляется на достаточно единообразной биохимической основе: нуклеиновые кислоты, белки, углеводы, жиры и несколько более редких соединений типа фосфатов.

Основные химические элементы, из которых построена жизнь, — это углерод, водород, кислород, азот, сера и фосфор. Очевидно, организмы используют для своего строения простейшие и наиболее распространенные во Вселенной элементы, что обусловлено самой природой этих элементов. Например, атомы водорода, углерода, кислорода и азота имеют небольшие размеры и способны образовывать устойчивые соединения с двух- и трехкратными связями, что повышает их реакционную способность. Образование сложных полимеров, без которых возникновение и развитие жизни вообще невозможны, связано со специфическими химическими особенностями углерода.

Другие два биогенных элемента — сера и фосфор — присутствуют в относительно малых количествах, но их роль для жизни особенно важна. Химические свойства этих элементов также дают возможность образования кратных химических связей. Сера входит в состав белков, а фосфор — составная часть нуклеиновых кислот.

Кроме этих шести основных химических элементов в построении организмов в малых количествах участвуют натрий, калий, магний, кальций, хлор, а также микроэлементы: железо, марганец, кобальт, медь, цинк и небольшие следы алюминия, бора, ванадия, иода и молибдена. Следует отметить и некоторые исключительно редкие атомы, которые встречаются случайно и в ничтожных количествах.

Следовательно, химическая основа жизни разнообразится еще 15 химическими элементами, которые вместе с шестью основными биогенны-

ми элементами участвуют в различных соотношениях в строении и осуществлении функций живых организмов. Этот факт особенно показателен в двух отношениях: как доказательство единства происхождения жизни и в том, что сама жизнь, являющаяся результатом самоорганизации материи, включила в эволюцию биологических макромолекул не только все самые распространенные элементы, но и все атомы, которые особенно пригодны для осуществления жизненных функций (например, фосфор, железо, иод и др.).

Из построения живых структур из самых распространенных на Земле элементов можно сделать противоположные выводы. Или жизнь возникла на Земле, благодаря случайному благоприятному набору элементов и условий, и тогда очень мала вероятность, что такие условия где-либо повторены. Или жизнь – это общее свойство материи и возникает на любом материале и при любых условиях, даже, в таких неблагоприятных для жизни, как на Земле. Свойства же живых структур будут зависеть от условий ее возникновения и могут отличаться настолько, что одна из форм жизни будет не способна признать другую за живую.

Современная теория происхождения жизни основана на идее о том, что биологические молекулы могли возникнуть в далеком геологическом прошлом неорганическим путем. Сложную химическую эволюцию обычно выражают такой обобщенной схемой: **атомы → простые соединения → простые биоорганические соединения → макромолекулы → организованные системы**. Начало этой эволюции положено нуклеосинтезом в Солнечной системе, когда образовались основные элементы, в том числе и биогенные. Начальное состояние — нуклеосинтез — быстро переходит в процесс образования различных по сложности химических соединений. Этот процесс протекает в условиях первичной Земли со все нарастающей сложностью, обусловленной общекосмическими и конкретными планетарными предпосылками.

Первый целенаправленный опыт по синтезу органических молекул, пригодных для развития жизни, из предполагаемых исходных компонентов ранней земной атмосферы был проведен В.Гротом и Х.Зюссом в 1938 году. После облучения ультрафиолетовыми лучами газовой смеси CO_2 и H_2O они получили ряд органических соединений. Позже У. Харрисон, М. Кальвин и другие (1951) подвергают экспериментальной проверке идеи Опарина и Холдейна. Они облучали α -частицами водные растворы, содержащие ионы двухвалентного железа, которые находились в равновесии с газовой смесью двуокиси углерода и водорода. Получены формальдегид, муравьиная и янтарная кислоты. В 1953 году Стэнли Миллер, аспирант-астрофизик знаменитого Г. Юри в Чикагском университете проводит опыт, который позже был назван классическим. Газовая смесь метана, аммиака, водяных паров и водорода (доступа свободного кислорода в колбу не было) подвергалась Миллером воздействию сильных электрических разрядов, при этом получались аминокислоты, сахара и ряд других органических соединений. Огромное значение опыта Миллера состоит в доказательстве возможности неорганического пути образования белково-подобных молекул в условиях первичной Земли.

С. Поннамперума использовал в опытах ультрафиолетовую лампу, как источник энергии — ведь в условиях молодой Земли ультрафиолетовое излучение давало основную энергию. Поннамперума сумел получить не только аминокислоты и пурины (строительные блоки соответственно для белков и нуклеиновых кислот), но и синтезировал эти молекулы в полимеры. С.Фокс из Института молекулярной эволюции в Майами синтезировал почти все аминокислоты, без которых жизнь была бы невозможна. Фокс «сварил» из аминокислот так называемые «термические протеноиды», близкие по составу к белкам. При этом протеноиды превратились

в приготовленном Фоксом бульоне в тонкие капли, подобные коацерватам Опарина. Именно с таких образований началась, согласно Опарину, жизнь на Земле.

Жизнь, такая, как мы ее знаем, не могла возникнуть без свободной воды. Для живой материи необходима именно свободная, а не связанная в гидраты вода или лед, которые обнаруживаются в метеоритах или на других планетах.

Наличие воды в телах организмов указывает на ее огромное значение для жизненных процессов. Низшие организмы содержат 95-99% воды, а высшие — 75-80%. При уменьшении ее количества до определенного уровня наступает смерть.

Коацерватную гипотезу развил в 1924 году Опарин. Коацервация — это самопроизвольное разделение водного раствора полимеров на фазы с различной их концентрацией. Постепенное усложнение протобионтов осуществлялось отбором таких коацерватных капель, которые обладали преимуществом в лучшем использовании вещества и энергии среды. Отбор как основная причина совершенствования коацерватов до первичных живых существ — центральное положение в гипотезе Опарина.

Установлено, что способность к самовоспроизведению живых организмов основана на репликации нуклеиновых кислот, при которой происходит не только образование новых молекул, но и их разделение. Химический этап переходит в этап самоорганизации, на котором возникают самовоспроизводящие сложные молекулярные комплексы. Эти макромолекулярные комплексы дают начало жизни. Граница между двумя этапами — этапом чисто химической эволюции и этапом самоорганизации биологических макромолекул — весьма условна и не фиксирована во времени.

Как полагал Опарин, с появлением самовоспроизведения органических молекул началась биологическая эволюция. При этом произошло объединение двух важных свойств: способности к самовоспроизводству полинуклеотидов и каталитической активности полипептидов. Наилучшие перспективы сохраниться в предбиологическом отборе имели эти ультрамолекулярные системы, в которых обмен веществ сочетался со способностью к самовоспроизведению и созданию структуры с такими же свойствами, т.е. передаче информации.

Современная теория информации не отвечает на вопрос, как может самопроизвольно появляться структура, обладающая сложными свойствами и как при передаче этой информации она может не деградировать, а наоборот целесообразным образом усложняться. Рассматривая даже простейшее живое существо, ученые не перестают удивляться сложности его структуры. Что предполагает при его создании (репликации) больших объемов управляющей информации.

В то же время вопрос о носителе этой информации оставался открытым.

Этот вопрос до сих пор является барьером на пути объяснения возникновения жизни естественным путем химической эволюции. Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) вместе с рибонуклеиновой кислотой (РНК) ответственна за синтез белка. Вспомним одно из центральных положений молекулярной биологии: ДНК → РНК → белок. Из этого положения, описывающего химический процесс белкового синтеза, некоторые исследователи делают вывод, что «пра-ДНК, вероятно, и была первым организмом на Земле». Но ДНК беспомощна без белка, и в этом причина нежизненности гипотезы о пра-ДНК. «Начало жизни в виде одинокой молекулы ДНК на берегу первичного океана, — пишет Бернал, — еще менее правдоподобно, чем в виде Адама и Евы в райских кущах».

Рентгеноструктурные исследования М. Уилкинса, и особенно работа Дж. Уотсона и Ф. Крика, раскрыли структуру ДНК. Она представляет собой длинную цепь повторяющихся последовательностей: сахар-фосфат-сахар-фосфат-сахар-фосфат... и так далее. К каждому сахару (называемому еще дезоксирибозой) присоединена плоская циклическая группа азотосодержащего соединения, называемого азотным основанием. Это пурины, имеющие двойное углеродно-азотное кольцо, и пиримидины, имеющее одно такое кольцо. Чаще всего встречаются пурины — аденин (А) и гуанин (Г) — и пиримидины — тимин (Т) и урацил (У). Генетическая информация передается посредством чередования в определенной последовательности этих четырех оснований. Следовательно, всякая наследственная информация записана языком, содержащим всего четыре буквы. Несмотря на свою «скромность», он несет огромную информацию.

Вся молекула ДНК закручена в форме двойной спирали. Две цепи спирали соединены водородными связями, образуя так называемые комплементарные (дополнительные) половины, которые можно сравнить с объединенными негативом и позитивом.

вом. Это дает возможность генам при удвоении образовывать дополнительные негативные копии, форма которых относится к исходному «позитиву» как ключ к замку. Этот дополнительный «негатив» служит матрицей (шаблоном) при образовании новых позитивных копий. Так формируются две пары одинаковых цепей там, где ранее была только одна. Этот процесс копирования, по-видимому, характерен для любого организма.

В осуществлении разнообразия химических реакций в живой материи кроме нуклеиновых кислот участвует и другая большая группа молекул — белки. Белки состоят из 20 видов аминокислот, которые соединяются друг с другом в так называемую полипептидную цепь.

Способность белков образовывать сложные структуры позволяет им обеспечивать тонкое регулирование биохимических реакций. Они обладают колоссальным функциональным разнообразием и огромной способностью к распознаванию.

Очевидно, истинная жизнь начинается с появления клетки. Биологические мембраны помогают объединению отдельных органелл (мембранные органеллы и органеллы-частицы) в единое целое. Образуется истинная основа жизни, знаменующая собой скачок в эволюции. Очевидно, первые клетки примитивны, они не имеют ядра (прокариоты). В настоящее время таковы бактерии и некоторые другие микроорганизмы. Они появились около 3,2-3,5 млрд. лет назад. Затем началось развитие клетки с ядром (эукариоты), содержащим хромосомы — органеллы, которые хранят с помощью ДНК и передают наследственные черты клетки.

Первые клетки были прообразом всех живых организмов: растений, животных, бактерий. Позже, в процессе эволюции, под воздействием дарвиновских законов естественного отбора клетки совершенствуются, вслед за прокариотами и эукариотами отделяется третья категория — специализированные клетки высших многоклеточных, растений и животных.

Сложные процессы химической эволюции, которая переходит в биохимическую и биологическую эволюцию, могут быть выражены в виде простой схемы: атомы → простые молекулы → сложные макромолекулы и ультрамолекулярные системы (пробионты) → одноклеточные организмы. В этой цепочке появление более сложных систем на основе случайной комбинации, даже в масштабах земного шара имеет столь малую

вероятность, что многими учеными отвергается. Но эта гипотеза может быть достаточно плодотворной, если признать, что возникновение упорядоченных сложных структур является общим свойством материи. Развитие новой науки о сложных открытых системах «Синергетики», основы которой были положены во второй половине 20-го века, показало, что свойство самоорганизации присуще не только живым, но и не живым системам, порядок и упорядоченные структуры в которых, образуются закономерно. Причем образование порядка из хаоса может быть даже описано системами дифференциальных уравнений, что еще больше убеждает в фундаментальности явления самоорганизации открытых систем. На это научное направление, в настоящее время, возлагаются большие надежды по объяснению не только возникновения первых живых структур, но и последующему их развитию.

КМТ,2002

Лекция № 14 Биосфера. Ноосфера

Живые структуры более или менее непрерывно распространены на земной поверхности, они образуют на ней относительно тонкий слой. Этот слой земной оболочки, знаменитый австрийский геолог Э.Зюсс, более 100 лет назад, назвал биосферой и которая представляет одну из самых характерных черт организованной структуры нашей планеты. Только в ней сосредоточена та особая форма нахождения химических элементов, которую мы считаем живым веществом

В.И. Вернадский трактовал понятие «биосферы» как, сферу жизни в земной коре, воде и воздухе, простирающегося примерно от 10км вглубь Земли до 30км над землей.

Наиболее распространённым и, вместе с тем, наиболее однобоким, является представление о биосфере, только как о современной живой плёнке (условно - оболочке) планеты, т.е. об автономной совокупности всех организмов (животных, растений, бактерий), населяющих поверхность Земли, её гидросферу и проникающих, в той или иной мере, в приповерхностные зоны атмосферы и литосферы. Биосфера в духе геологического миропонимания В.И.Вернадского имеет неизмеримо большую глубину и характеризуется большим количеством фундаментальных параметров.

По мнению В.И.Вернадского, земная кора - это область былых биосфер. Биосфера существовала на протяжении геологической истории от криптозооя до наших дней и была широко проникнута живым веществом.

Биосфера Вернадского неразрывно связана с его концепцией пространства-времени, т.е. она трехмерна и геоисторична. Сведение её к современной жизнедеятельной плёнке планеты не просто обедняет понятие биосферы, а лишает её самой основы - бесконечной длительности эволюции, сложности неравномерного исторического развития, его непрерывности, направленности и необратимости.

Нынешний срез биосферы, какой бы сложной и экологически дробной она нам ни представлялась, в своём вхождении в ландшафты Земли, в литосферу, в гидросферу (вплоть до человека в космосе) - только вершина древа, гигантского пути, идущего из геологического прошлого, без знания которого, вся ослепительная красота современной мозаики жизни безродна и слепа.

Таким образом, представление о биосфере как обособленной закрытой самоуправляющейся системе - современной живой специфической плёнке Земли - должно быть отвергнуто. Биосфера - это открытая система, существующая, вероятно, столь же долго, как и сама Земля.

В работе "Химическое строение биосферы Земли и её окружения" В.И.Вернадский пишет: "Мы не знаем никакого промежутка времени на нашей планете, когда на ней не было бы живого вещества, не было бы биосферы". Биосфера непрерывно функционирует только в силу своей неразрывной связи с другими геосферами нашей планеты.

Вернадский неоднократно подчёркивает, что ни один живой организм (и в том числе человек) в свободном состоянии на Земле не находится. Все организмы неразрывно и непрерывно связаны - прежде всего, питанием и дыханием с окружающей их материально-энергетической средой.

Системный подход к изучению биосферы показывает, что она представляет единое целое. Исходным процессом поддержания ее существования считается в

настоящее время процесс фотосинтеза, на основе которого поддерживается структура простейших одноклеточных живых существ и растений. Такой процесс идёт при поглощении квантов солнечного излучения, а дальнейшее усложнение живых структур происходит поглощением более простых в качестве пищи.

В такой сложной системе, где всё взаимосвязано и взаимообусловлено, даже не понимая места отдельных живых структур, ученые (да и обыватель) интуитивно чувствуют, что потеря, уничтожения этих структур могут иметь для всей биосферы необратимые последствия.

В конце 20-го века на дне океанов, на глубинах 2...4 км были открыты зоны жизни, в которых вся цепочка питания основана не на процессах фотосинтеза, а на цикле, связанном с поглощением бактериями горячих газообразных веществ, выделяющихся из земной коры. На базе питания этими простейшими, развились даже крупногабаритные существа – поганоморфы, не имеющие аналогов в обычных биосферных условиях.

Надо отметить, что экстремальные условия существования этих биогеоценозов позволяют пересмотреть даже проблему появления жизни в земных условиях и на возможность существования ее на других планетах.

Идеи о непрерывном развитии биосферы, которые хорошо иллюстрируются палеонтологией, ставят вопрос о источнике такого развития. С другой стороны, данные науки показывают, что такое развитие происходило чрезвычайно медленно. Известно, что биосфера развивалась, одновременно изменяя геосферу Земли.

Так, даже современный состав атмосферы сложился при деятельности живых организмов. Изменения биосферы и геосферы земли – это единый саморазвивающийся процесс, на который не могут не оказывать влияние космические условия. Поэтому современные научные представления о резких изменениях биосферы в прошлом базируются на концепциях относительно быстропротекающих процессов катастрофического космического масштаба. (Попадание Земли в зону космической пыли и великое оледенение, падение на Землю крупных небесных тел – астероидов и т.д.).

Поэтому быстрое изменение биосферы и геосферы Земли, вызванное деятельностью человечества, рассматривается многими учеными как катастрофа, имеющая антропогенную причину.

Причем характер этой катастрофы, её последствия рассматриваются только при отделении человека от природы.

(Экологические проблемы в той или иной мере всегда сопутствовали становлению и развитию цивилизации. Однако то, что было в прошлом, не мо

жет идти ни в какое сравнение с противоречиями, возникающими при взаимо-

действии общества и природы в современную эпоху)

Если раньше человеческое общество противопоставлялось природе и ставились задачи «победить природу», «достичь господства над природой», то теперь человечество впало в другую крайность, и ставит задачи защитить природу, сберечь ее ресурсы, сберечь существующие геобиоценозы, даже, если цели и свойства их человечеству, в настоящее время, непонятны.

Люди до сих пор живут в плену иллюзий, что можно создать такую социально-политическую систему, при которой человечество будет, не ограничивая своей численности, поступательно улучшать свой жизненный

уровень, увеличивать жизненные блага и сохранять окружающую среду. Но, в настоящее время, устойчивое развитие общества все более сдерживается глобальными экологическими проблемами, некоторые из которых возникают из-за "трагедии роста". К их числу относятся: демографический взрыв; сокращение пахотных угодий, голод; загрязнение окружающей среды, разрушение природных ландшафтов; энергетический кризис.

По сути своей человечество не так-то и давно осознало, что экология - это глобальная, а не региональная наука, как считалось ранее, и, поняв это, оно получило такую гору проблем, справиться с которой в ближайшее время довольно-таки трудно, но необходимо, так как времени больше не осталось...

Но самой проблемной частью науки экология является все-таки тот факт, что она рассматривает человеческую деятельность не как природный процесс, а как процесс изменения природы человеком. А последствия этого процесса рассматривает только с точки зрения полезности его или вредности для здоровья человека (даже не здоровья человеческого общества, так как понятия о здоровом обществе у всех людей, политических систем – разные).

Так, если завтра ученые предложат технологический процесс, при котором в атмосферу выделяется не углекислый газ, а кислород, то такой процесс сочтут экологически полезным, хотя его полезность может быть принята только на данном этапе и только для человека.

Ученые, как и все люди, имеют образ некоторой идеальной среды обитания, с чистым воздухом, наполненным ароматами трав и цветов, чистыми реками, в которых резвится молодая форель и т.д. Такая идиллическая картина вполне возможна при другом типе развития цивилизации, при другом уровне народонаселения и другом качестве жизни (во всяком случае, без газет, радио, телевидения, банковской системы и т.д.).

Надо признать все-таки, что если через 100 лет количество углекислого газа возрастет в атмосфере в несколько раз, то это результат естественного развития биосферы, в которой человек является неотделимым звеном. Увеличение же численности человечества будет происходить до тех пор, пока в этот процесс не вмешаются законы развития биосферы, а может быть и процессы в Ноосфере Земли.

Если в 30-х годах прошлого века вряд ли кто-либо из ученых сомневался, что человечество превратилось в существенный фактор, изменяющий не только биосферу (вырубка лесов, орошение пустынь, истребление животных...), но и всю планету. Однако, такие ученые как Вернадский В.И., Тейяр де Шарден развивали идеи о создании некоторой мыслящей единой оболочке планеты, считая ее необходимой ступенью развития разумных существ. Мысли этих ученых были либо абсолютно не поняты, либо сознательно искажались и искажаются до настоящего времени.

Считается, что В.И.Вернадский совершил выдающееся философское открытие, выдвинув идею перерастания биосферы в Ноосферу. Человек начинает менять облик Земли - наука становится силой геологической. Разум, возникший в ходе эволюции, отныне становится ее направляющей силой. Стихийная эволюция должна смениться сознательной, которая должна прийти к гармоническому единству со всем живым в рамках Ноосферы. Таким образом, Ноосфера подразумевает наличие цивилизованного человечества, способного удовлетворить все возрастающие материальные, культурные и эстетические

потребности при строгом соблюдении экологических правил дальнейшего развития мировых производительных сил.



Здесь не понятен вопрос о носителе разума. Если это человек, то сам по себе он не есть Ноосфера, если же носитель разума именно Ноосфера, тогда надо понять, что является материальным носителем этого разума, где он расположен?

Мы знаем, даже из собственного опыта, что прежде чем что-либо сделать, необходимо построить план, создать образ, пусть даже в голове. Посмотрите на любое изделие современной промышленности, например, автомобиль. В чьей голове был создан его образ? Он состоит из тысяч деталей, образы которых создавали совершенно разные люди. Структура кузова автомобиля и двигателя создавались в совершенно разных конструкторских бюро, разными людьми.

Образ будущего автомобиля не может храниться ни в одной голове человека, а записан в виде чертежей на бумаге или в памяти компьютера.

Чьим разумом создан автомобиль, ракета, атомная электростанция и т.д.? Ответ один - разумом человечества, который имеет свою память (библиотеки, архивы, компьютерные базы данных, и т.д.), обладает определенной скоростью переработки информации, определяемой в настоящее время скоростью ее распространения средствами связи.

Опыт человечества показывает, что если психика человека не была вовремя подключена к этому мировому разуму, человек остается на уровне животного развития, и, сам по себе, разумным не является. Чтобы человек мог быть успешно функционирующей ячейкой этого мирового разума (Ноосферы), сама Ноосфера и занимается его обучением, причем весьма длительный период. Это не только образовательный процесс, но и средства массовой информации, книги, интернет, общение и взаимообмен информацией.

Здесь можно было бы говорить, что не Ноосфера этим занимается, а человеческое общество. Но это именно и общество и материальные, энергетические, информационные, накопленные за тысячелетия и производимые сейчас, средства и ресурсы.

В начальный период развития эти процессы имели локальный характер, не выходя за границы племени, нации, государства... И только в 20 веке они

начали становиться поистине глобальными. Вернадский В.И. и Тейяр де Шарден увидели тенденцию глобализации мышления, образования сверхмыслящего существа, но каждый из них сделал из этого разные выводы.

Как и подобает советскому ученому, Вернадский сделал выводы оптимистические, показывающие светлое будущее всего человечества, но, для достижения которых, человечеству предстоит преодолеть ряд препятствий, которые он сформулировал, как цели на предстоящий период:

1. Заселение человеком всей планеты.
2. Резкое преобразование средств связи и обмена между странами.
3. Усиление связей, в том числе политических, между всеми странами Земли.
4. Начало преобладания геологической роли человека над другими геологическими процессами, протекающими в биосфере.
5. Расширение границ биосферы и выход в космос.
6. Открытие новых источников энергии.
7. Равенство людей всех рас и религий.
8. Увеличение роли народных масс в решении вопросов внешней и внутренней политики.
9. Свобода научной мысли и научного искания от давления религиозных, философских и политических построений и создание в государственном строе условий, благоприятных для свободной научной мысли.
10. Продуманная система народного образования и подъём благосостояния трудящихся. Создание реальной возможности не допустить недоедания и голода, нищеты и болезней.
11. Разумное преобразование первичной природы Земли с целью сделать её способной удовлетворить все материальные, эстетические и духовные потребности численно возрастающего населения.
12. Исключение войн из жизни общества.

Точка зрения на дальнейшее развитие этого сверхмыслящего существа Тейяра де Шардена несколько более фантастическая. Он считал, что по мере развития человечества, происходит объединение мышления (душ) отдельных индивидуумов с образованием сверхжизни. *Он пишет: “Резонанс человеческих колебаний в миллионы раз! Целый покров сознания, одновременно давящий на будущность! Коллективный и суммированный продукт миллионов лет мышления! Пытались ли мы когда-либо представить, что представляют собой эти величины!”*

Прошло более 70 лет после начала развития идей о Ноосфере, но практически ничего нового в этом учении не появилось. А какие изменения претерпела за этот период сама Ноосфера?

Средства связи резко увеличили возможности передачи информации. Это и спутниковые системы и световолоконные кабели, которыми опутан весь земной шар. Это как бы нервная система огромного живого существа (Земли?). Эта система развивается последнее столетие с чрезвычайной скоростью. В ближайшие годы каждый человек на земном шаре будет подключен к этой системе через интернет по световому кабелю, что позволит ему общаться и работать в единой мировой системе.

У этого живого существа развиты системы обмена веществ и энергий. Транспортные нефте-газопроводы, поезда, автомобильный транспорт переносят огромное количество веществ, предназначенных именно для функционирования этого живого существа. Ведь этот транспорт не нужен ни для существования планеты Земля, ни для существования на ней биосферы. Линии передачи энергии имеют огромную протяженность и проникают в самые глухие уголки планеты.

Если рассматривать процесс эволюции этого живого существа на основе аналогий из живой природы, то мы видим, что за последние 100 лет нервная система получила фантастически быстрое развитие, а информационные процессы (нервные?) стали определяющими в поведении и развитии этого существа. Оно как бы преодолело простую животную стадию и вышло на уровень разумности. Причем процессы переработки информации вышли на стадию не сравнимую с мышлением человека, как по объемам информации, так и по скорости ее переработки.

Если взглянуть на Землю с позиций стороннего наблюдателя, то в 20-ом веке она начала мощно излучать в радиодиапазоне, причем спектр этого излучения информационно упорядочен. Ночью участки поверхности Земли интенсивно светятся в видимом и инфракрасном диапазоне (города). Из Земли вылетают небольшие объекты, которые либо вращаются вокруг неё, либо улетают к другим планетам, поддерживая с Землей радиосвязь (будучи информационно связанными). Это живое существо – Земля (Ноосфера), как бы проснулась и оглядывается, ощупывает в пространстве близлежащие объекты, пытается понять своё место и возможности в окружающем мире.

Признать, что сам человек является только элементарной частицей чего-то большего, например, нации, государства, рабочего коллектива и т.д. очень просто и такие убеждения распространены и кажутся самоочевидными.

Но признать, что у этих объединений существуют свои свойства, цели, выходящие за рамки свойств отдельной человеческой личности, очень сложно. Так, выдающийся ученый психолог Карл Густав Юнг развивал идеи о коллективном бессознательном, свойства которого возникают только в человеческом обществе. Хотя надо признать, что и свойства бессознательного отдельной личности остаются «терра инкогнита» для современной науки.

Основной посылкой идеей Тейяра де Шардена был простой научный и философский факт, что при образовании некоторых структур из простых элементов у них возникают свойства, отсутствующие у этих элементов. (Здание можно построить из простых кирпичей, его свойства могут определяться и свойствами кирпичей и их расположением в пространстве, но они другие, чем у кирпича...)

Любая научная концепция может являться бессмысленной игрой воображения, если не рассматривать вопрос о ее полезности в смысле прогнозирования свойств (поведения), описываемых ею структур.

Научная концепция Ноосферы не развивается должным образом именно из-за научного непризнания ее существования. Попытки прогнозирования глобальных процессов, которые проводятся с использованием сверхмощных ЭВМ, связаны с учетом все большего и большего числа действующих факторов.

Задачи все более усложняются, и отсутствие надежных прогнозов объясняется либо невозможностью учета всех значимых факторов, либо возможностями современной вычислительной техники. Но при этом никто не учитывает возможности собственного мышления Ноосферы, возможности существования в этой структуре таких свойств, как постановка цели, свобода воли, эмоциональная окраска идей, реакция на неблагоприятные воздействия.

Только в некоторых журналистских образах, иногда, упоминается о гневe Земли, о том, что землетрясения являются ответом ее на некоторые недобрые дела, творимые людьми на ее поверхности, о том, что вирус СПИДа появился на Земле, как наказание. Нетрудно видеть, что такие концепции ничем не отличаются от концепции сверхразума-бога, потому идея Ноосферы и встречает такое неприятие в среде ученых-“материалистов”.

Кроме того, саму идею первым развивал религиозный мыслитель Тейяр, для которого сверхжизнь – ноосфера - точка Омега были именно проявлением божественной сущности (хотя католическая религия, представителем которой он являлся, посчитала его учение дикой ересью).

Наука о Ноосфере, если признать ее существование, должна была бы начать, как всякая наука, с систематизации таких объектов, с целью выявления общих для них свойств. Но у нас есть для изучения только один объект, и то, если мы признаем его существование. Выявив общие свойства этого объекта, ученые как всегда, объяснили бы их через структуру.

Надо отметить, что в настоящее время существует огромное количество научных направлений, изучающих свойства объединений людей (коллективов).

Это и история, социальная психология, экономика, политология, и т.д. и т.д., но до подлинного раскрытия всех закономерностей развития ноосферы еще очень далеко.

Хотя сама концепция мыслящей оболочки земли – Ноосферы полна для человечества оптимизма. Если Ноосфера Земли все-таки умнее отдельного человека и, даже, групп людей, преследующих свои эгоистические цели, то и возможностей у нее больше для того, чтобы предотвратить самоуничтожение.

Список литературы для самостоятельного чтения:

1. Карпенков С.Х. Концепции современного естествознания. – М., 2000.
2. Данилова В.С., Кожевников Н.Н. Основные концепции современного естествознания. – М., 2000.
3. Дубнищева Т.Я., Пигарев А.Ю. Современное естествознание. Учебное пособие. – Новосибирск., 2000.
4. Дягилев Ф.М. Концепции современного естествознания. – М., 1998.
5. Найдыш В.М. Концепции современного естествознания. – М., 1999.
6. Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление. – М., 1991.
7. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере. // Владимир Вернадский: Жизнеописание. Избранные труды. Воспоминания современников. Суждения потомков./Сост. Г.П.Аксенов. - М.: Современник, 1993.
8. Пьер Тейяр де Шарден. Феномен человека. М.: Наука, 1987.
9. Вейник А.И. Термодинамика реальных процессов. – Минск., 1991.
10. Шредингер Э. Что такое жизнь с точки зрения физика? – М., 1972
11. Гумилев Л.Н. Этногенез и биосфера Земли. – Л., 1989.
12. Винер Н. Кибернетика. – М., 1968.
13. Карл Густав Юнг. Человек и его символы. М.: АСТ, 1997.
14. Хокинг С. От Большого Взрыва до черных дыр. Краткая история времени. – М., 1990.