

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Тульский государственный университет"
Политехнический институт
Кафедра "Технология машиностроения"

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ПРАКТИЧЕСКИМ (СЕМИНАРСКИМ) ЗАНЯТИЯМ**

по дисциплине

ВВЕДЕНИЕ В ПРОФЕССИЮ

Уровень профессионального образования: высшее образование – бакалавриат

Направление подготовки: 15.04.03 Автоматизация технологических
процессов и производств

Направленность (профиль) подготовки: Автоматизация технологических
процессов и производств в машиностроении

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная, заочная

Тула 2019

Методические указания к практическим занятиям составлены профессором Трушиным Н.Н. и обсуждены на заседании кафедры ТМС Политехнического института, протокол № 1 от 30 августа 2019 г.

Заведующий кафедрой ТМС _____ А.А. Маликов

Практическое (семинарское) занятие № 1

Роль науки и техники в истории человечества

Цель и задачи практического занятия – рассмотреть решающую роль науки и техники в развитии современного общества.

План практического занятия:

1. Контроль подготовленности студентов к занятию
2. Изложение теоретического материала
3. Ответы студентов на вопросы преподавателя
4. Подведение итогов занятия

Методические указания

Для людей нашего времени очевидно, что наука и техника играют в современном обществе главную, решающую роль. Однако так было далеко не всегда. Древние греки, при всей своей любви к философии, смотрели на ремесло механика, как на занятие простолюдинов, не достойное истинного ученого. Появившиеся позже мировые религии поначалу вообще отвергали науку. Один из отцов христианской церкви, Тертуллиан, утверждал, что после Евангелия ни в каком ином знании нет необходимости. Подобным образом рассуждали и мусульмане. Когда арабы захватили Александрию, они сожгли знаменитую Александрийскую библиотеку – халиф Омар заявил, что раз есть Коран, то нет нужды в других книгах. Эта догма господствовала вплоть до начала Нового времени. В XVII веке, в эпоху возрождения знаний, инквизиция преследовала Галилея и сожгла на костре Джордано Бруно. Изобретатели новых механизмов тоже подвергались гонениям; к примеру, в 1579 году в Данциге был казнен механик, создавший лентоткацкий станок. Причиной расправы было опасение муниципалитета, что это изобретение вызовет безработицу среди ткачей. Понимание роли науки пришло лишь в эпоху Просвещения, когда Жан-Батист Кольбер, знаменитый министр Людовика XIV, создал первую Академию. С этого момента наука стала получать организационную и финансовую поддержку государства.

Первым достижением новой науки было открытие законов механики – в том числе закона всемирного тяготения. Философы XVIII века – Э. Б. Кондильяк, А. В. Тюрго, Ж. А. Кондорсе – воспевали культ Разума и создали “теорию прогресса”. В начале XIX века «теория прогресса» породила позитивизм – философию науки; эта философия утверждала, что все явления и процессы подчиняются законам, подобным законам механики, что эти законы вот-вот будут открыты, что прогресс науки решит все проблемы человечества. Действительно, промышленная революция резко изменила жизнь людей, на смену традиционному укладу сельской жизни пришло новое промышленное общество; удивительные открытия и изобретения следовали одно за другим, и мир стремительно менялся на глазах одного поколения.

Вслед за «индустриальным обществом» родилось «постиндустриальное», а затем «технотронное» общество – и теперь трудно даже представить, куда заведет человечество технический прогресс и что нас ждет в обозримом будущем.

Таким образом, история человечества делится на два неравных периода, первый период – это общество до промышленной революции, «традиционное общество». Второй период – это период после промышленной революции, «индустриальное общество». В «индустриальном обществе» роль науки и техники более очевидна, чем в традиционном, однако в действительности развитие традиционного общества, в конечном счете, также определялось развитием техники.

Роль техники в истории человечества изучается в рамках группы социологических теорий, которые носят общее название диффузионизма. Наиболее популярной в диффузионизме является так называемая «теория культурных кругов». Создателем этой теории является немецкий историк и этнограф Фриц Гребнер, в 1911 г. систематизировавший элементы своего научного подхода в книге «Метод в этнологии». Ф. Гребнер считал, что сходные явления в культуре различных народов объясняются происхождением этих явлений из одного центра. Последователи Гребнера полагают, что важнейшие элементы человеческой культуры появляются лишь однажды и лишь в одном месте в результате великих, *фундаментальных* открытий. В общем смысле, *фундаментальные открытия* – это открытия, позволяющие расширить экологическую нишу этноса. Это могут быть открытия в области производства пищи. Это может быть новое оружие, позволяющее раздвинуть границы обитания за счет соседей. Эффект этих открытий таков, что они дают народу-первооткрывателю решающее преимущество перед другими народами. Используя эти преимущества, народ начинает расселяться из мест своего обитания, захватывать и осваивать новые территории. Прежние обитатели этих территорий либо истребляются, либо вытесняются пришельцами, либо подчиняются им и перенимают их культуру. Народы, находящиеся перед фронтом наступления, в свою очередь, стремятся перенять оружие пришельцев – происходит диффузия фундаментальных элементов культуры, они распространяются во все стороны, очерчивая *культурный круг*, область распространения того или иного фундаментального открытия.

Теория культурных кругов в наше время является рабочим инструментом для этнографов и археологов; она позволяет реконструировать реалии прошлого и находить истоки культурных взаимосвязей. Для историков она представляет метод философского осмысления событий, метод, позволяющий выделить суть происходящего. К примеру, долгое время оставались загадочными причины массовых миграций арийских народов в XVIII-XVI веках до н.э. – в это время арии заняли часть Индии и Ирана, прорвались на Ближний Восток, и, по мнению некоторых исследователей, достигли Китая. Лишь сравнительно недавно благодаря открытиям российских археологов стало ясно, что первопричиной этой грандиозной

волны нашествий было изобретение боевой колесницы – точнее, создание конной запряжки и освоение тактики боевого использования колесниц. Боевая колесница была *фундаментальным открытием* ариев, а их миграции из Великой Степи – это было распространение *культурного круга*, археологически фиксируемого как область захоронений с конями и колесницами. Другой пример фундаментального открытия – освоение металлургии железа. Как известно, методы холоднойковки железа были освоены горцами Малой Азии в XIV веке до н.э. – однако это открытие долгое время никак не сказывалось на жизни древневосточных обществ. Лишь в середине VIII века ассирийский царь Тиглатпаласар III создал тактику использования железа в военных целях – он создал вооруженный железными мечами «царский полк». Это было фундаментальное открытие, за которым последовала волна ассирийских завоеваний и создание великой Ассирийской державы – нового культурного круга, компонентами которого были не только железные мечи и регулярная армия, но и все ассирийские традиции, в том числе и самодержавная власть царей. Ассирийская держава погибла в конце VII века до н.э. в результате нашествия мидян и скифов. Скифы были первым народом, научившимся стрелять на скаку из лука и передавшим конную тактику мидянам и персам. Появление кавалерии было новым фундаментальным открытием, вызвавшим волну завоеваний, результатом которой было рождение Мировой Персидской державы. Персов сменили македоняне, создавшие македонскую фалангу – новое оружие, против которого оказалась бессильна конница персов. Фаланга воочию продемонстрировала, что такое фундаментальное открытие – до тех пор мало кому известный малочисленный народ внезапно вырвался на арену истории, покорив половину Азии. Завоевания Александра Македонского породили культурный круг, который называют эллинистической цивилизацией – на остриях своих сарисс македоняне разнесли греческую культуру по всему Ближнему Востоку. В начале II века до н.э. македонская фаланга была разгромлена римскими легионами – римляне создали маневренную тактику полевых сражений; это было новое фундаментальное открытие, которое сделало Рим господином Средиземноморья. Победы легионов, в конечном счете, породили новый культурный круг – тот мир, который называли рах Romana.

Таким образом, культурно-историческая школа представляет историю как *динамичную картину распространения культурных кругов, порождаемых происходящими в разных странах фундаментальными открытиями*. По существу речь идет о *технологической интерпретации* исторического процесса, о том, что исторические события определяются не чем иным, как развитием техники и технологии – и в особенности *военной техники*.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определения науки, техники, истории, технологии.

2. Что такое научное мировоззрение?
3. Определите специфику научного познания.
4. Перечислите основные методы науки.
5. Что это такое – теория диффузионизма?
6. Что такое фундаментальное открытие? Приведите примеры наиболее известных и значимых фундаментальных открытий.
7. Что означает термин "культурный круг общества"?

Практическое (семинарское) занятие № 2

Техника первого периода развития истории человечества

Цель и задачи практического занятия – изучить события в истории науки и техники первобытно-общинной эпохи.

План практического занятия:

1. Контроль подготовленности студентов к занятию
2. Изложение теоретического материала
3. Ответы студентов на вопросы преподавателя
4. Подведение итогов занятия

Методические указания

По-видимому, первым изобретением человека было создание ручного рубила – заостренной гальки, позволяющей рубить дерево или резать мясо. Рубило было первым примитивным орудием, использование которого выделило человека из мира обезьян-приматов. Несколько позже, примерно 100 тысяч лет назад, человек научился использовать огонь. Огонь служил не только для приготовления пищи или обогрева, но, в первую очередь, был оружием на охоте. Огонь позволил организовать загонную охоту: размахивая факелами, цепь загонщиков гнала стадо животных к засаде, где прятались охотники с копьями и дубинами.

Загонная охота была главным фактором, определявшим образ жизни людей каменного века: они жили небольшими сплоченными родами. Коллективная охота требовала коллективизма в повседневной жизни; первобытные люди не знали, что такое частная собственность; они жили в одной пещере и питались у одного костра, не производя дележа добычи. Все мужчины рода считались братьями, а все женщины – сестрами. Семья имела иной характер, чем в наше время: кроме первой жены каждый мужчина имел других жен – все жены братьев, т.е. все женщины рода считались его вторыми женами.

Загонная охота, в конечном счете, привела к полному истреблению многих видов крупных животных, например, мамонтов, мастодонтов, шерстистых носорогов. Пытаясь выжить в вечной борьбе за существование, люди совершенствовали методы охоты; примерно 13 тысяч лет назад был изобретен лук, позволивший охотиться на птиц и мелких животных. В это время была одомашнена собака. Появляется гарпун и получает распространение рыболовство; охотники создают первые рыбачьи лодки-долбенки. Наряду с охотой все больше распространяется собирательство; собирательством съедобных растений обычно занимались женщины, в то время как охота была занятием мужчин.

Смысл всех технических достижений древнего человека, в конечном счете, сводился к попыткам расширения его экологической ниши. Объем

экологической ниши определяется размерами существующих пищевых ресурсов; технические достижения, скажем, освоение рыболовства, приводят к увеличению этих ресурсов и к расширению экологической ниши. Однако при благоприятных условиях численность населения может удвоиться за 50 лет; за сто лет население может возрасти в 4 раза, за 200 лет – в 16 раз, за 400 лет оно может возрасти в 256 раз! Таким образом, способность человека к размножению такова, что новые ресурсы вскоре оказываются исчерпанными, экологическая ниша заполняется до предела, и снова начинается нехватка продовольствия.

Люди каменного века почти всегда жили в условиях нехватки продовольствия и регулярно повторяющегося голода. Голод приводил к столкновениям между охотничьими родами. По свидетельству исследователей, продолжительность жизни людей каменного века составляла 32 года у мужчин и 25 лет у женщин.

Усовершенствование методов охоты оказывало существенное влияние на жизнь людей, однако оно не шло в сравнение с теми революционными изменениями, которые произошли в период позднего неолита, в IX-VIII тысячелетиях до н.э. В это время произошла так называемая *неолитическая революция* – была освоена технология земледелия, люди научились сеять пшеницу и собирать урожай. Если прежде для прокормления одного охотника требовалось 20 кв. км охотничьих угодий, то теперь на этой территории могли прокормиться десятки и сотни земледельцев – экологическая ниша расширилась в десятки, в сотни раз! К охотникам, вынужденным постоянно сражаться за существование, неожиданно пришло неслыханное изобилие, начался «золотой век» в истории человечества.

Первоначально основным орудием земледельца была палка-копалка или мотыга; в IV тыс. до н.э. был изобретен плуг, в который запрягали волов.

Освоение земледелия было великим фундаментальным открытием, которое привело к резкому расширению экологической ниши и к быстрому увеличению численности земледельцев. Первоначальный очаг земледелия находился на Ближнем Востоке. Уже в VIII тысячелетии здесь стала ощущаться нехватка земли и началось расселение земледельцев на земли окружающих охотничьих племен – начинается распространение *земледельческого культурного круга*. В VII тысячелетии земледельцы появились на Балканах, в VI тыс. в долинах Дуная, Инда и Ганга, а к концу V тыс. – в Испании и Китае. Финикийцы и греки осваивали берега Средиземного моря, индийцы – берега Индокитая. Охотничьи племена, прежние обитатели этих территорий либо истреблялись, либо вытеснялись пришельцами, либо подчинялись им и перенимали их культуру.

Освоение земледелия надолго обеспечило людей не только пищей. Земледельцы стали выращивать растения с длинными волокнами – прежде всего лен; они стали прясть и ткать льняные волокна. Таким образом, появилось прядение и ткачество. Еще одной проблемой было хранение зерна, которое поедалось грызунами. Эта проблема была решена с изобретением керамики. Корзины из прутьев стали обмазывать глиной и обжигать на

костре; затем были созданы печи для обжига и гончарный круг. Гончары стали первыми профессиональными ремесленниками, они жили при общинном храме и получали содержание от общины.

Весьма важной для земледельцев оказалась проблема жилищ. Охотники постоянно передвигались в поисках добычи и жили в легких шалашах, покрытых звериными шкурами. Земледельцы жили в домах, первые дома строили из необожженных кирпичей; потом кирпич стали обжигать в гончарных печах, но обожженный кирпич был дорог и применялся, в основном, для облицовки зданий. В IV тысячелетии в Месопотамии появилось еще одно новшество – ведомая быками четырехколесная повозка.

Еще одним открытием этого времени было создание первых медных орудий. Возможно, первая медь была случайно получена из руды в гончарных печах, но как бы то ни было, это открытие первоначально не оказало заметного влияния на жизнь земледельцев. Медь была редким металлом, и поначалу использовалась в качестве украшения. Позже, в III тысячелетии, было обнаружено, что добавка олова позволяет получать более твердую, чем медь, бронзу. Из бронзы стали изготавливать оружие и некоторые важные технические детали, например втулки боевых колесниц – однако бронза была еще дороже меди, и ее появление не привело к распространению металлических орудий труда.

Освоение мотыжного земледелия было первым этапом изменившей жизнь людей неолитической революции. Вторым этапом стало освоение ирригационного земледелия. При мотыжной технологии обрабатываемая земля быстро истощалась (через два-три года). При наличии ирригации плодородие почвы восстанавливается за счет наносов ила, урожайность остается стабильно высокой, и земельные ресурсы используются полностью. О значении ирригационной революции говорят следующие цифры. Плотность населения при охотничьем хозяйстве составляет около 0,05 чел/кв. км, при мотыжном земледелии – до 10 чел/кв. км, при ирригационном земледелии она достигает 100-200 чел/кв. км. Таким образом, второй этап неолитической революции не уступал по своим масштабам первому этапу.

Ирригационная революция стала фактом в IV тысячелетии до н.э., когда жители Древней Месопотамии, шумеры, научились строить магистральные ирригационные каналы длиной в десятки километров. Огромное увеличение продуктивности земледелия вызвало резкий рост населения, в это время появляются многочисленные поселки, которые разрастаются до размеров городов. В III тысячелетии ирригационная революция распространяется на долины Нила, Инда, во II тысячелетии – на долины Ганга и Хуанхэ; долины великих рек становятся основными очагами земледельческой цивилизации.

Развитие ирригации привело к новому расширению экологической ниши человека. Это в конечном итоге привело к появлению частной собственности на землю. Частная собственность появилась в Двуречье примерно 2600 лет до н.э., а в других регионах – по мере того, как давление

там достигало соответствующего уровня. В Китае это произошло в VI-VII веках до н.э., в Индии и в Италии – в середине I тысячелетия до н.э.

Появление частной собственности вызвало распад общины. Началось расслоение общины на богатых и бедных. Часть безземельных членов общества занялась профессиональным ремеслом. Ремесленники собирались вокруг рынков, чтобы менять свои изделия на хлеб – так появились города и торговля.

Контрольные вопросы:

1. Какие первые орудия труда были изобретены человеком?
2. Какой уклад жизни был у первобытных людей?
3. Какие конструкционные материалы и в какой последовательности осваивались человеком?
4. Какие фундаментальные открытия были сделаны в первобытно-общинном обществе?
5. Какую роль в развитии техники и технологии имело одомашнивание диких животных?

Практическое (семинарское) занятие № 3

Техника периода раннего ремесленного производства

Цель и задачи практического занятия – изучить историю развития техники первого этапа ремесленного производства и зарождение первых цивилизаций и государств.

План практического занятия:

1. Контроль подготовленности студентов к занятию
2. Изложение теоретического материала
3. Ответы студентов на вопросы преподавателя
4. Подведение итогов занятия

Методические указания

В настоящее время большинство специалистов считает, что скотоводство появилось в одно время или немного позже, чем земледелие. Имея излишки пищи, земледельцы получили возможность одомашнивать и вскармливать животных. В IX-VIII тысячелетиях до н.э. на Ближнем Востоке были одомашнены козы и овцы, несколько позже – крупный рогатый скот. Расселяясь на новые территории, земледельческие племена приносили с собой навыки комплексного земледельческо-скотоводческого хозяйства. В IV-III до н.э. земледельческие поселения распространились на обширные пространства северного Причерноморья и Прикаспия. На этих степных просторах обитали дикие лошади (тарпаны), которые вскоре были приручены населением этих мест.

Однако экологическая ниша скотоводов очень узка и перенаселение наступает достаточно быстро. Пытаясь ввести в хозяйственный оборот удаленные пастбища, жители степей постепенно перешли к яйлажному скотоводству, при котором основное население оставалось в поселке, а пастухи вместе со стадами уходили летом на дальние пастбища. Следующим шагом в этом направлении стало кочевое скотоводство.

Толчком к этим быстрым и коренным изменениям, произошедшим в VIII веке до н.э., было новое *фундаментальное открытие* – создание строгих удил. За созданием строгих удил последовало освоение всадничества: наездничество перестало быть искусством немногих – оно стало доступно всем. Кочевники помогло освоить степи и горные луга. Они отказались от растительной пищи, они питались, главным образом, молоком и молочными продуктами. Важнейшими изобретениями кочевников, без которых была невозможной жизнь в степях, стали сыр и войлок.

С переходом к кочевому скотоводству резко изменился весь облик степей. Исчезли многочисленные поселки, жизнь теперь проходила в повозках, в постоянном движении людей вместе со стадами от одного

пастбища к другому. Женщины и дети ехали в поставленных на колеса кибитках – но были племена, где на коней сели и женщины.

Кочевничество позволило освоить новые пастбища, но плотность населения в степи оставалась низкой. Экологическая ниша скотоводов была очень узкой, и голод был постоянным явлением. Образ жизни кочевников определялся не только ограниченностью ресурсов кочевого хозяйства, но и его неустойчивостью. Экологические условия степей были изменчивыми, благоприятные годы сменялись засухами и джутами. В среднеазиатских степях джут случался раз в 7-11 лет; снежный буран или гололед приводили к массовому падежу скота.

Кочевники закалялись в борьбе со стихией и в постоянных столкновениях друг с другом. Культ войны находил проявление в поклонении мечу. В бесконечных сражениях кочевники подвергались естественному отбору, закреплявшему такие качества, как физическая сила, выносливость, агрессивность. В Китае, так и в мусульманских государствах, жители степей считались лучшими воинами, и из них набирались отборные воинские части.

Нашествие кочевников приобретало особенно грозный характер, когда в их руки попадало новое оружие. Первым новым оружием, созданным кочевниками, была запряженная парой коней легкая боевая колесница, затем последовало освоение верховой стрельбы из лука, затем были изобретены тяжелый лук, седло и стремя, позволившее использовать саблю. Все эти фундаментальные открытия нарушали военное равновесие между кочевниками и земледельцами.

Завоевание приводило к созданию сословных обществ, в которых основная масса населения, потомки побежденных земледельцев, эксплуатировалась потомками завоевателей. В новом обществе кочевники составляли военное «рыцарское» сословие, они делили завоеванную страну на «феоды», возводили замки и порабощали крестьян. Поскольку в эпоху до создания артиллерии нашествия кочевников происходили регулярно с интервалами в одно-два-три столетия, то большинство обществ того времени были «феодальными».

Считается, что первой цивилизацией на земле была цивилизация древней Месопотамии. Именно в Месопотамии в IV тысячелетии до н.э. были построены первые ирригационные каналы. Ирригация привела к резкому росту численности населения, и уже в конце IV тысячелетия на берегах Тигра и Евфрата появились первые города.

Сложное храмовое хозяйство городов требовало производить записи и подсчеты; сначала для записей использовались рисунки-идеограммы, затем стилизованные рисунки превратились в иероглифы. Позже иероглифы стали использовать для передачи отдельных слогов, из которых составляли слова – так появилась слоговая письменность. Шумеры и их соседи семиты выдавливали иероглифы на глиняных табличках с помощью тростниковой палочки; иероглифы состояли из нескольких клинообразных черточек – это была так называемая клинопись. Значки клинописи были мало похожи на

передаваемые понятия, вскоре они превратились в условные символы. На рубеже II-I тысячелетий финикийцы усовершенствовали клинопись и создали алфавит из 22 букв. От финикийского алфавита произошли греческий и арамейский, от греческого – латинский и славянский, от арамейского – персидский, арабский и индийский. До Китая и Японии алфавит так и не дошел, и эти народы этих стран до сих пор пользуются иероглифами.

При шумерских храмах существовали писцовые школы. Писцы должны были не только знать письменность, но и уметь подсчитать размер урожая, объем зернохранилища, площадь поля, проценты по долгам. Уже к концу III тысячелетия была создана позиционная система счисления для записи чисел – однако она была не десятичной, как в наше время, а шестидесятиричной, причем для обозначения единиц и десятков использовались различные значки. На основе этой системы были составлены таблицы умножения, деления, возведения в степень (писцам с трудом давалось деление больших чисел, и они предпочитали заглянуть в таблицу). Наследники шумеров, вавилоняне, умели решать квадратные уравнения, знали «теорему Пифагора», свойства подобных треугольников, умели вычислять объем пирамиды, составляли чертежи полей, рисовали примитивные географические карты.

Важной задачей, стоявшей перед жрецами, было создание календаря; т.к. календарь был необходим, прежде всего, для определения времени сельскохозяйственных работ. Вавилонский календарь был лунным, лунный месяц состоял из 29 или 30 дней (период смены лунных фаз равен 29,5 суток); год состоял из 12 месяцев. Из-за того, что солнечный год длиннее лунного на 11 дней, Новый год смещался и мог попасть на лето или осень; поэтому время от времени вводился дополнительный месяц.

Вавилонский календарь был недостаточно точным. Намного более точный календарь был создан в III тысячелетии до н.э. в Египте. Египетский календарь состоял из 12 месяцев по 30 дней, причем в конце года вставлялось 5 дополнительных дней, то есть год насчитывал 365 дней. Этот календарь отличался от современного только отсутствием високосных дней; високосные дни ввел в 46 году до н.э. римский император Юлий Цезарь.

Задача составления календаря была связана с астрономическими наблюдениями. Египтяне стали записывать положение звезд, объединили их в созвездия и создали первые звездные таблицы. Наблюдая положение звезд на ночном небе, египтяне научились определять время. Астрономия всегда была тесно связана с магией – звездные таблицы служили не только для практических целей, но и для предсказаний. В I тысячелетии до н.э. в Вавилоне появились первые астрологи.

Ближний Восток был родиной многих простейших машин и инструментов. Это – прялка, ручной ткацкий станок, гончарный круг, колодезный журавль.

Цивилизацию Вавилонии иногда называют «глиняным царством»: в Месопотамии нет леса и камня, единственный строительный материал – это глина. В Египте храмы и пирамиды строили из камня. Пирамида Хеопса

имеет высоту 146 метров и состоит из 2,3 млн. каменных блоков, каждый весом в 2 тонны. Для перевозки этих блоков использовали салазки, под которые подкладывали деревянные катки; на вершину пирамиды блоки поднимали по наклонным плоскостям. От каменоломен к месту строительства блоки доставлялись на огромных барках длиной 60 метров и водоизмещением 1,5 тысячи тонн.

Крупнейшим техническим достижением Древнего Востока было освоение плавки металлов. Сначала научились плавить медь в примитивных горнах; такой горн представлял собой вырытую в земле яму диаметром около 70 см; яма окружалась каменной стенкой с отверстием для дутья. Кузнечный мех делали из козьих шкур и снабжали деревянным соплом. Температура в таком горне достигала 700-800 градусов, что было достаточно для выплавки металла.

Настоящая техническая революция произошла лишь с освоением металлургии железа, в конце II века до н.э. По преданию, первыми кователями железа были халибы, жившие в горах Армении. Примитивные печи не давали температуры, достаточной для плавки железа (1530 градусов); металл получали в ходе сыродутного процесса, в виде крицы – пористого комка с примесью шлака. Халибы придумали способ избавиться от шлака с помощью длительнойковки; в результате получалось твердое малоуглеродистое железо.

Железная руда встречается гораздо чаще, чем медная, – поэтому железо стало широко распространенным металлом. Железный наконечник плуга улучшил обработку почвы, железная лопата позволила рыть оросительные каналы.

Огромные перемены произошли и в военном деле; в VIII веке до н.э. ассирийский царь Тиглатпаласар III создал вооруженный железными мечами «царский полк». Это было фундаментальное открытие, за которым последовала волна ассирийских завоеваний и создание великой Ассирийской державы – нового культурного круга, компонентами которого были не только железные мечи и регулярная армия, но и все ассирийские традиции, в том числе и самодержавная власть царей. Таким образом, история еще раз показала, что жизнь людей определяется техническими открытиями.

Среди всех народов Ближнего Востока больше всего об окружающем мире знали финикийцы, племя мореплавателей и купцов. Финикийцы строили корабли с килем, шпангоутами и сплошной палубой: такой корабль мог за 70 дней пересечь Средиземное море и выйти в Атлантический океан. Финикийцы достигали берегов Гвинейского залива и Британии; в VI веке до н.э. они совершили плавание вокруг Африки. Финикийцам принадлежат так же два замечательных открытия, стекло и пурпурная краска.

Наивысших успехов в области ткачества в древние времена достигли индийцы. Индия была родиной хлопка. Ткани окрашивали соком индиго – индиго и сейчас используется, например, для окраски джинсов.

В Индии выращивали еще одно замечательное растение – рис. В начале нашей эры индийские крестьяне освоили довольно сложную технологию

выращивания заливного риса. Урожайность заливного риса была вдвое выше, чем урожайность пшеницы, при этом собирали не один, а два-три урожая в год. Это было новое *фундаментальное открытие*, новая победа человека над природой.

Новое фундаментальное открытие повлекло за собой появление нового культурного круга. Индийские колонисты и торговцы принесли заливной рис на берега Индокитая, в Бирму, в Индонезию; вместе с заливным рисом они принесли свою культуру, свою письменность и свою религию – так что страны Индокитая зачастую называют «Внешней Индией». Вслед за заливным рисом буддизм пришел в Китай и в Японию. В результате Южная и Юго-Восточная Азия превратилась в самый густонаселенный регион нашей планеты.

Восточная часть Азии – Китай – отделена от западной части горами и пустынями, поэтому здесь сложилась своя самобытная цивилизация. Китайцы остались незнакомы со многими достижениями Запада – они не знали алфавита, не умели строить каменных зданий, не знали винограда и вина. С другой стороны, в Китае были освоены технологии, долгое время не известные Западу. Китайцы научились ткать шелк, во II веке они изобрели бумагу, а в VI веке – фарфор. Китайцы изобрели также компас, который попал в Европу тысячу лет спустя, в XIII веке. Самым замечательным достижением китайской цивилизации было создание доменных печей и получение чугуна. Печи загружались каменным углем и рудой с высоким содержанием фосфора; дутье осуществлялось мощными мехами с приводом от водяного колеса. Такая технология позволяла получать чугун, а также ковкое железо с малым содержанием углерода, т. е. сталь. В XI веке в провинции Хэнань было возведено удивительное сооружение – 13-этажная железная пагода; она была сложена из литых чугунных плит без применения дерева и камня. Секреты получения чугуна и фарфора оставались тайной для европейцев вплоть до начала Нового времени.

Контрольные вопросы.

1. Какие события в истории общества способствовали становлению ремесленного производства?
2. Какие фундаментальные открытия произошли в эпоху становления ремесленного производства?
3. Сущность неолитической революции и ее роль в истории общества?
4. Какую роль в истории общества сыграло появление института частной собственности?
5. Какие выдающиеся технические изобретения были сделаны в Месопотамии, Древнем Египте, Древнем Китае, Древней Индии?

Практическое (семинарское) занятие № 4

Наука и техника в античном мире

Цель и задачи практического занятия – изучить закономерности развития научных знаний и техники в эпоху развитого ремесленного производства.

План практического занятия:

1. Контроль подготовленности студентов к занятию
2. Изложение теоретического материала
3. Ответы студентов на вопросы преподавателя
4. Подведение итогов занятия

Методические указания

До VII века до н.э. Греция была периферией ближневосточной цивилизации. Греки учились у Востока: они позаимствовали у финикийцев алфавит и конструкцию кораблей, у египтян – искусство скульптуры и начала математических знаний.

Греция была малопродуктивной страной, и ее население не могло прокормиться земледелием. Многие греки занимались рыболовством, другие основывали колонии на берегах Средиземного моря. Изобретением, которое сделало Грецию богатой страной, стало создание триеры – нового типа боевого корабля. Первая триера была построена около 630 года до н.э. коринфским мастером Аминоклом; это был корабль с тремя рядами весел и экипажем в 170 гребцов и 20-30 воинов. Длина триеры составляла 40-50 метров при ширине 5-7 метров, водоизмещение – около 230 тонн. Большая скорость и маневренность позволяли триере эффективно использовать свое главное оружие – таран, который пробивал днище кораблей противника.

Триера была *фундаментальным открытием*; она позволила грекам завоевать господство на Средиземном море и овладеть всей морской торговлей. Все морские пути теперь проходили через Пирей и Коринф, огромные прибыли от посреднической торговли обеспечили процветание греческих городов. Прибыли от торговли вкладывались в ремесло. Афины стали главным ремесленным центром Средиземноморья, однако у греческих предпринимателей не хватало рабочей силы – тогда они стали покупать рабов. Таким образом, создание триеры породило греческую торговлю и греческое рабовладение.

В Древней Греции произошел новый переворот в военном деле, связанный с изобретением военных машин, баллисты и катапульты. Появление баллисты изменило тактику морских сражений; если раньше главным оружием триеры был таран, то теперь стали строить огромные корабли с башнями, на которые устанавливали баллисты. Именно баллиста позволила царю Птолемею завоевать господство на морях.

Создание баллисты знаменовало рождение инженерной науки, «механики». Первым великим механиком был знаменитый строитель военных машин Архимед, живший в Александрии. Архимед на языке математики описал использование клина, блока, лебедки, винта и рычага. Архимеду приписывается открытие законов гидростатики и изобретение «архимедова винта» – водоподъемного устройства, которое использовалось для орошения полей. Из других александрийских инженеров получили известность Ктесибий, изобретатель водяных часов и пожарного насоса, и Герон, создавший аэропил – прообраз паровой турбины. В Александрии был изобретен так же перегонный куб, который позже стали использовать для получения спирта.

В III веке до н.э. начинается эпоха римских завоеваний. Возвышение Рима было связано с новым военным изобретением, созданием легиона. Новое оружие римлян породило новую волну завоеваний и появление нового культурного круга, который историки называют *раx Romana* («Римский мир»).

Главным техническим достижением римлян было создание цемента и бетона. Римляне научились использовать опалубку и строить бетонные сооружения; в качестве наполнителя использовали щебень. Римляне использовали цемент и бетон при строительстве дорог и мостов.

Самым знаменитым ученым и инженером римского времени был Марк Витрувий, живший I веке до н.э. По просьбе императора Августа Витрувий написал «Десять книг об архитектуре» – обширный труд, рассказывавший о строительном ремесле и о различных машинах; в этом труде содержится первое описание водяной мельницы. В XV веке труд Витрувия стал пособием для архитекторов Нового времени.

Контрольные вопросы.

1. Какие выдающиеся технические изобретения были сделаны в античном мире?
2. Какие общественные и технические науки зародились в Древней Греции и Древнеримской империи?
3. Какие научные произведения были сделаны древними учеными и техниками?

Практическое (семинарское) занятие № 5

Наука и техника в эпоху средних веков

Цель и задачи практического занятия – изучить закономерности развития научных знаний и техники в средние века.

План практического занятия:

1. Контроль подготовленности студентов к занятию
2. Изложение теоретического материала
3. Ответы студентов на вопросы преподавателя
4. Подведение итогов занятия

Методические указания

Катастрофа, погубившая цивилизацию древнего мира, была вызвана *фундаментальным открытием* кочевников – изобретением стремени. Стремя сделало всадника устойчивым в седле и позволило использовать длинный меч или саблю. Это изобретение стремени вызвало страшную волну нашествий, которая погубила цивилизацию Древнего мира.

Господами Европы стали потомки завоевателей, варваров-германцев. Это были тяжеловооруженные всадники-рыцари; они подчинили местных крестьян, обратили одних из них в рабов, а других заставили платить подати. Владение рыцаря называлось феодалом, а социальную систему тех времен называют феодализмом. Таким образом, фундаментальное открытие, изобретение стремени, породило рыцарей и феодализм.

После первой волны нашествий, пришедшей из глубин Евразии, пришла вторая волна – на этот раз с моря. Скандинавские норманны создали драккар – мореходное судно с 40-70 гребцами и прямоугольным парусом. Отличительным качеством драккара было то, что он мог с одинаковой легкостью преодолевать моря и подниматься по рекам, его можно было даже перетаскивать волоком через водоразделы. Драккар позволил норманнам разграбить большую часть Западной Европы, но, не обладая преимуществом перед рыцарской конницей, они смогли закрепиться лишь в немногих областях, в Нормандии, в Сицилии, в Англии. На востоке Европы сложилась иная ситуация: здесь не было рыцарской конницы, и, благодаря своим мечам и кольчугам, норманны-варяги обладали военным превосходством над местным населением. В конечном счете, варяги завоевали страну славян; они дали этой стране свое имя, Русь – ведь по-фински слово "Русь" означает "шведы". Позднее варяги превратились в конных дружинников, русских бояр.

С точки зрения развития техники основным достижением средних веков стало использование лошади. Средние века были эпохой, когда лошадь стала первым помощником человека. Жизнь европейского крестьянина стала немыслимой без лошади. Изобретение стремени привело к широкому

распространению верховой езды. Появление хомута позволило использовать лошадь на пашне – ведь раньше пахали на быках. Запряженные лошадьми телеги и кареты стали главным средством транспорта. Из других достижений нужно отметить распространение водяных и ветряных мельниц – хотя мельницы появились еще в древнем Риме, их широкое применение относится именно к средним векам.

Средние века были временем господства кавалерии. В XIII веке в руках кочевников вновь оказалось новое оружие – это, был монгольский лук, “саадак”, стрела из которого за 300 шагов пробивала доспехи. Это было сложное устройство, склеенное из трех слоев дерева, вареных жил и кости и для защиты от сырости обмотанная сухожилиями; склеивание производилось под прессом, а просушка продолжалась несколько лет – секрет изготовления этих луков хранился в тайне. Для натяжения монгольского лука требовалось усилие не менее 75 кг – вдвое больше, чем у современных спортивных луков и больше чем у знаменитых английских луков – тех, которые погубили французское рыцарство в битвах при Кресси и Пуатье. Саадак не уступал по мощности мушкету, и все дело было в умении на скаку попасть в цель – ведь луки не имели прицела, и стрельба из них требовала многолетней выучки.

Монгольский лук был *фундаментальным открытием*, которое породило новую волну завоеваний. Монголы опустошили половину Евразии, разрушили города и истребили большую часть населения. Развитие Китая, Ирана, России было отброшено на столетия назад. Лишь Западной Европе удалось избежать этого страшного нашествия – и с этого времени Европа стала убежищем для наук и искусств.

Монгольский лук недолго господствовал над миром. Через столетие на смену ему пришло еще более грозное оружие – аркебузы и пушки. Первооткрывателем пороха был китайский алхимик и медик Сунь Сымяо, живший в VII веке. В одном из трактатов он писал, что нагревание смеси из селитры, серы и древесного угля приводит к сильному взрыву. В битвах с монголами китайцы использовали пороховые бомбы, которые бросали во врага из баллист.

Из Китая порох попал на Ближний Восток; здесь неизвестные арабские мастера создали первую пушку – “модфу”. Поначалу модфа представляла собой выдолбленный деревянный ствол, куда засыпали порох, закатывали камень и производили выстрел. В XII веке стали делать железные модфы, стрелявшие свинцовыми ядрышками – “орехами”. Затем появились большие бомбарды весом несколько тонн с многопудовыми каменными ядрами – эти орудия предназначались для разрушения крепостных стен. В XIII веке арабы применили бомбарды при осаде испанских городов, а затем, в XIV столетии, с новым оружием познакомилась вся Европа.

Одним из первых европейцев, познавших секрет пороха, был немецкий монах Бертольд Шварц. Он занимался в своем монастыре алхимией, и за это был посажен в тюрьму, где продолжал свои опыты. Как все алхимики, Шварц пытался получить золото путем соединения различных веществ; однажды он составил смесь из древесного угля, серы и селитры, поджег ее –

и едва уцелел после произошедшего взрыва. Научившись изготавливать порох, Шварц стал известным пушечным мастером и, поступив на службу к англичанам, участвовал в битве при Креси.

Однако в те времена еще не было ни картузов для пороха, ни чугунных ядер, и зарядить пушку стоило столь большого труда, что за день сражения она успевала сделать лишь несколько выстрелов. Кроме того, бомбарды были очень непрочными, их делали из железных полос, скрепленных обручами, и для предохранения от вырывающихся в щели пороховых газов обтягивали кожей. Ствол бомбарды укладывали в деревянную колоду, и пушка была столь тяжелой, что сменить позицию в ходе боя было практически невозможно. Поэтому такую артиллерию применяли в основном при осаде крепостей. Лук продолжал господствовать на поле боя, пока в литейном деле не произошли новые революционные перемены.

В XIV веке артиллерийские мастера научились лить бронзовые и медные пушки в песочных формах. Изобретение цельнолитой пушки было *фундаментальным открытием*, изменившим облик человеческого общества; рыцари и лучники отступили перед новым богом войны – артиллерией. Отныне могли выжить только те государства, которые имели металлургическую промышленность, артиллерию и профессиональную армию. Цивилизация, наконец, получила в руки оружие, которое остановило волны нашествий из Великой Степи.

Огнестрельное оружие было создано на Востоке, и первой армией, взявшей его на вооружение, была армия Османской империи. При султанах Мураде I (1362-1389) были созданы первые подразделения янычар – это был корпус регулярной пехоты. При Мураде II (1421-1451) большая часть янычар была вооружена аркебузами, был создан мощный артиллерийский корпус. Таким образом, на свет явилась регулярная армия, вооруженная огнестрельным оружием.

Создание вооруженной огнестрельным оружием регулярной армии было еще одним *фундаментальным открытием* турок; это открытие вызвало волну османских завоеваний. Известие о взятии Константинополя турками прозвучало в Европе как раскат грома. Все европейские короли поспешили создать собственную артиллерию.

Новый толчок развитию артиллерии дало появление доменных печей и чугунного литья. В середине XV века в Вестфалии, на границе Германии и Франции, были построены первые доменные печи; от прежних сыродутных печей их отличали большие размеры (до 6 метров высоты) и механическое дутье с приводом от водяного колеса. Высокая температура, создаваемая в таких печах, позволяла получать жидкий чугун, который использовали для литья ядер – а потом и орудийных стволов. Чугун содержал большое количество углерода и был хрупок, для получения железа его пускали в переплавку, эта технология называлась кричным переделом.

Другим важным нововведением в артиллерийском деле стало изобретение колесного лафета. Колесный лафет появился во Франции в конце XV века. Появление лафета позволило брать пушки в дальние походы.

В 1494 году подвижная артиллерия позволила французскому королю Карлу VIII завоевать Италию. Постепенно развивалась теория артиллерийского дела. Итальянский математик Никколо Тарталья изобрел квадрант и первым попытался вычислить траекторию снаряда. Тарталья установил, что вес ядра пропорционален кубу его диаметра и ввел оружейные калибры.

Другим великим китайским изобретением, кроме пороха, было книгопечатание, появившееся в Китае в XI веке. Поначалу для печати использовались вырезанные из дерева доски, затем деревянные литеры, потом – чугунные литеры. В Европе книгопечатание, по-видимому, было открыто независимо, его создателем был ремесленник Иоганн Гуттенберг из Страсбурга. В 1440 году Гуттенберг изготовил свой первый печатный станок, а в 1455 году напечатал первую книгу – Библию.

Появление масляных красок – это пример того, как открытия в области технологии производят переворот в мире искусства. Художники, первыми освоившие эту технику, почти автоматически стали великими мастерами – как Сандро Боттичели, Леонардо да Винчи, Микеланджело и Рафаэль; остальным была уготована участь подражателей. Великие мастера тех времен были не только художниками, но и скульпторами, архитекторами и изобретателями. Микеланджело построил самый большой собор в мире – собор Святого Петра в Риме с куполом высотой 130 метров. Леонардо да Винчи оставил после себя множество проектов – он подражал Архимеду, создателю античной механики и конструировал различные военные машины. Многие его проекты были неосуществимы на тогдашнем уровне техники; но одно из его изобретений нашло очень широкое применение – это был колесцовый замок для пистолетов.

Изобретение каравеллы сделало доступными для европейцев все океаны и обеспечило им господство на морях. Каравелла – морское судно с косым парусом и корабельным рулем; каравелла отличалась от своих предшественников тем, что могла, меняя галсы, плыть на парусах против ветра. В 1492 году Колумб отправился в Индию и открыл Америку. В 1498 году Васко да Гама обогнул Африку и открыл настоящую дорогу в Индию. В 1519 году Магеллан отправился в первое кругосветное путешествие. Таким образом, каравелла – это также *фундаментальное открытие*, резко расширившее экологическую нишу европейских народов. Испания стала обладательницей богатейших колоний, сотни тысяч переселенцев отправились за Океан в поисках новых земель и богатств.

Последствием открытия Америки стала агротехническая революция. Европейцы познакомились с новыми сельскохозяйственными культурами, прежде всего с кукурузой и картофелем. Эти культуры были значительно продуктивнее пшеницы, и введение их в оборот позволило увеличить производство пищи. За расширением экологической ниши последовал рост населения, к примеру, население Франции в XVIII веке возросло в полтора раза. С другой стороны, американские плантации стали производителями сахара, кофе, хлопка, табака – продуктов, которые находили широкий сбыт в Европе. Однако чтобы наладить производство этих товаров у плантаторов не

хватало рабочей силы. В конечном счете, они стали привозить рабов из Африки; развитие плантационного хозяйства привело к невиданному расцвету работорговли. Все это были последствия великого фундаментального открытия – изобретения каравеллы.

Контрольные вопросы:

1. Какие фундаментальные открытия были сделаны в эпоху средневековья?
2. Какие научные открытия были сделаны в эпоху средневековья?
3. Какие выдающиеся технические и технологические изобретения были сделаны в средние века?
4. Назовите выдающихся деятелей науки и техники средних веков?
5. Каковы особенности развития техники и технологии были на территории средневековой Руси?

Практическое (семинарское) занятие № 6

Наука периода мануфактурного производства

Цель и задачи практического занятия – рассмотреть закономерности развития науки в период буржуазных революций в европейских странах.

План практического занятия:

1. Контроль подготовленности студентов к занятию
2. Изложение теоретического материала
3. Ответы студентов на вопросы преподавателя
4. Подведение итогов занятия

Методические указания

Возрождение коснулось не только искусства, но и науки. Значительные открытия были сделаны в астрономии, что впоследствии сыграло важную роль в развитии современной математики и механики.

В 1543 году учившийся в Италии польский священник Николай Коперник издал книгу, в которой он воскресил идею Аристарха Самосского о том, что Земля вращается вокруг Солнца. Однако, как и в древние времена, эта теория не согласовывалась с наблюдениями астрономов, в частности с наблюдениями датского астронома Тихо Браге, создавшего обширные и точные астрономические таблицы. В 1609 году Иоганн Кеплер, астроном и астролог при дворе германского императора, проанализировал таблицы Тихо Браге и путем кропотливых вычислений показал, что Земля вращается вокруг Солнца – но не по кругу, а по эллипсу. Таким образом, ученые Нового времени впервые превзошли ученых Древнего мира.

Экспериментальное подтверждение теории Кеплера было дано великим итальянским ученым Галилео Галилеем. С давних времен основным возражением против гелиоцентрической теории было то, что Луна вращается вокруг Земли – по аналогии считали, что и другие небесные тела должны вращаться вокруг Земли. В 1609 году Галилей одним из первых создал подзорную трубу и с ее помощью сделал много сенсационных для того времени открытий. Он обнаружил много новых звезд и открыл четыре спутника, вращающиеся вокруг Юпитера, – теперь стало ясно, что Луна – это не планета, а спутник, подобный спутникам Юпитера, а планеты, в отличие от спутников, вращаются вокруг Солнца. Галилей энергично выступил в поддержку учения Коперника, был привлечен к суду инквизиции и публично отрекся от своих заблуждений. Галилею тогда было уже 70 лет, и он провел остаток жизни под домашним арестом – но продолжал работать и ставить опыты. Он установил, что Аристотель был не прав, утверждая, что тяжелые тела падают быстрее легких, что пушечное ядро летит по параболе и что время колебания маятника не зависит от амплитуды. Галилей открыл закон инерции, закон равноускоренного движения и установил принцип сложения

(суперпозиции) движений. Эти открытия стали началом современной механики.

Опыты Галилея продолжал его ученик Торричелли (1608-1647), открывший вакуум, атмосферное давление и создавший первый барометр. Исследование вакуума заинтересовало ученых многих стран. Француз Блез Паскаль совершил с этим барометром восхождение на одну из гор и обнаружил, что по мере подъема атмосферное давление падает. Немец Отто Гернике и англичанин Роберт Бойль почти одновременно изобрели воздушный насос. Бойль также установил, что объем, занимаемый газом, обратно пропорционален давлению (известный закон Бойля-Мариотта). Начатое Галилеем исследование маятника было продолжено голландцем Христианом Гюйгенсом (1629-95), который в 1657 году создал первые маятниковые часы.

Величайшим открытием Исаака Ньютона (1643-1727) был его «второй закон механики», утверждавший, что «изменение количества движения пропорционально приложенной силе». «Изменение количества движения» – это масса, умноженная на производную скорости, таким образом, второй закон давал начало дифференциальному исчислению. Другим великим открытием Ньютона был закон всемирного тяготения, при доказательстве этого Ньютон использовал формулу центробежной силы, полученную ранее Гюйгенсом.

Честь создания дифференциального исчисления оспаривал у Ньютона знаменитый немецкий ученый Готфрид Лейбниц (1646-1716). Лейбниц, в частности, установил закон сохранения кинетической энергии. Работы Лейбница и Ньютона в области механики и дифференциального исчисления продолжал швейцарский ученый Иоганн Бернулли (1667-1748).

Успехи ученых привлекли внимание королей и министров. В 1666 году знаменитый министр Людовика XIV Жан-Батист Кольбер уговорил короля отпустить средства на создание Французской Академии наук. В Академии были созданы обсерватория, библиотека и исследовательские лаборатории, выпускался научный журнал. Академикам платили большое жалование; в числе академиков были такие знаменитости как Гюйгенс и Лейбниц. Кольбер ставил перед Академией практические задачи, под руководством Пикара был точно измерен градус меридиана и составлена точная карта Франции – причем оказалось, что размеры страны меньше, чем полагали прежде. Людовик XIV в шутку сказал, что «господа академики похитили у него часть королевства». Ученик Гюйгенса Дени Папен был создателем парового цилиндра и работал над созданием паровой машины. Переехав в Германию, Папен построил первую паровую машину, установил ее на лодку и в 1709 году приехал на этом «пароходе» в Лондон. Он просил денег на продолжение своей работы у Лондонского королевского общества. Королевское общество было создано приблизительно в одно время с Французской Академией, и президентом общества в то время был Исаак Ньютон. Однако английское правительство практически не давало обществу средств, и оно было

вынуждено отказать Папену. Папен умер в нищете и неизвестно, что стало с первым парохомом.

По примеру Людовика XIV своими Академиями поспешили обзавестись многие европейские короли. В 1710 году по инициативе Лейбница была создана Берлинская академия. В 1724 году Петр I подписал указ о создании Российской академии наук. Главной знаменитостью Российской академии был ученик Бернулли знаменитый математик швейцарец Леонард Эйлер. Эйлер продолжал разработку теории дифференциальных уравнений, начатую в работах Лейбница и Бернулли. Теория дифференциальных уравнений была величайшим открытием XVIII века; оказалось что все процессы связанные с движением тел, описываются дифференциальными уравнениями, и решив их, можно найти траекторию движения. Эта теория нашла свое завершение в знаменитой книге Жозефа Лагранжа «Аналитическая механика», увидевшей свет в Париже в 1788 году.

Контрольные вопросы:

1. Какие научные открытия были сделаны в эпоху Возрождения?
2. Назовите выдающихся ученых и техников эпохи Возрождения?
3. Какие события предшествовали созданию европейских университетов и научных академий?
4. Каким образом развивалась российская наука и техника в XVI-XVII веках?
5. Какие начальные этапы прошло отечественное техническое и профессиональное образование?

Практическое (семинарское) занятие № 7

Техника периода мануфактурного производства

Цель и задачи практического занятия – рассмотреть этапы становления и закономерности развития мануфактурного производства во взаимосвязи с развитием науки, техники и технологии.

План практического занятия:

1. Контроль подготовленности студентов к занятию
2. Изложение теоретического материала
3. Ответы студентов на вопросы преподавателя
4. Подведение итогов занятия

Методические указания

В начале XVIII века на свет родилась новая наука – теоретическая механика. В следующем столетии эта наука стала основным инструментом инженеров, рассчитывавших новые машины. Но в те времена еще не было машин, и ученые рассчитывали движение комет. Высшим достижением техники XVII столетия была «машина Марли»: она включала в себя 14 водяных колес диаметром 12 метров и была предназначена для обеспечения работы версальских фонтанов. Машины того времени работали с помощью приводов от водяных колес и поэтому заводы располагались у рек. Крупнейшие металлургические заводы были расположены в Швеции – в этой стране были богатые запасы железной руды, и не было недостатка в древесном угле. В 1610-х годах шведские рудники привлекли внимание богатого нидерландского мануфактуриста Луи де Геера (1587-1652), который сумел наладить производство легких чугунных пушек. 4-фунтовая пушка Геера вместе с повозкой имела вес 35 пудов, ее можно было перевозить запряжкой из двух лошадей. Теперь пушки могли передвигаться по полю боя вместе с пехотой. Геер организовал массовое производство орудий, и вскоре каждому полку шведской армии были приданы по две легкие «полковые» пушки.

Фундаментальное открытие шведов – легкая артиллерия – вызвало новую волну нашествий шведской армии в Европе. 1630 году шведская армия во главе с королем Густавом Адольфом высадилась в Германии, а год спустя в битве при Брейтенфельде шведские гаубицы расстреляли армию императора Фердинанда II. Шведы стали хозяевами Центральной Европы. Затем шведская армия обрушилась на Польшу. В 1700 году шведский король Карл XII разгромил под Нарвой русскую армию; шведы могли бы овладеть Москвой, но шведский король двинулся в Польшу – он считал, что победа от него не уйдет, что русские все равно ничего не смогут сделать. Карл полагал, что у русских нет хорошей железной руды, они закупали почти все качественное железо в Швеции. Однако король ошибся. Незадолго до этого

на Урале были найдены богатейшие рудные залежи и как раз перед началом войны царь Петр приказал заложить большой завод в Каменске. Были приглашены иностранные мастера, завод строили в большой спешке. Осенью 1701 года была пущена первая домна, в 1702 году завод дал 180 пушек, а в 1703 году – почти 600 пушек – вчетверо больше, чем было потеряно под Нарвой. Когда Карл XII в 1708 году вторгся в Россию, его уже встретила мощная артиллерия русской армии. В Полтавском сражении большая часть атакующей шведской пехоты не смогла добежать до русских шеренг, так как была истреблена огнем пушек.

Перенимание шведской военной техники означало для России модернизацию по европейскому образцу. Петровские реформы включали в себя создание новой промышленности, новой армии, новой государственной администрации, перенимание европейской одежды и европейских обычаев. В результате этой модернизации Россия вошла в *европейский культурный круг*. Уральская руда по качеству была лучше шведской, и созданная Петром уральская металлургия вскоре заняла первое место в Европе. Первым начальником уральских горных заводов был друг и сподвижник Петра голландский инженер Вильгельм де Геннин; его приемником был учившийся в Швеции Василий Никитич Татищев. Уральские доменные печи для тех времен были крупнейшими в мире: они достигали 13 метров в высоту и 4 метров в поперечнике. Русские металлурги и артиллерийские инженеры вскоре превзошли своих учителей-иностранцев – в 1757 году под руководством графа Петра Шувалова было создано лучшее артиллерийское орудие тех времен, гаубица «единорог». В 1759 году в битве при Кунерсдорфе «единороги» расстреляли армию прусского короля Фридриха II. Единорог стал новым оружием России, появление которого породило волну русских завоеваний; в начале XIX века границы России достигли Дуная и Вислы.

В то время как исход войн на суше определяла артиллерия, исход войн на море определялся совершенством конструкции кораблей. Конец XVI века был ознаменован новым фундаментальным открытием, изменившим судьбы народов, – изобретением голландского флайта. Флайт – это был корабль нового типа, он имел удлиненный корпус, высокие мачты с совершенным парусным вооружением и был оснащен штурвалом. Флайт намного превосходил испанские каравеллы своей скоростью и маневренностью – и он подарил голландцам господство на морях. В 1598 году голландский флот прорвался в Индийский океан, в воды, где до тех пор господствовали португальцы и испанцы. В течение двадцати лет голландцы изгнали с морей всех соперников и захватили в свои руки почти всю морскую торговлю. Огромные караваны судов с азиатскими товарами приходили в Амстердам – новую торговую столицу мира, отсюда товары развозились по всей Европе. С появлением флайта стали возможны массовые перевозки невиданных прежде масштабов, и голландцы превратились в народ мореходов и купцов – им принадлежали 15 тысяч кораблей, втрое больше, чем остальным европейским народам. Колоссальные прибыли от монопольной посреднической торговли

подарили Голландии богатства, сделавшие ее символом буржуазного процветания. Капиталы купцов вкладывались в промышленность; тысячи мануфактур работали на сырье, привозимом из других стран и вывозили свою продукцию на европейские рынки.

Европейские страны – прежде всего Англия и Франция – старались избавиться от голландского посредничества и завести свой океанский флот. Однако Голландия не желала расставаться со своей торговой монополией. В результате вторая половина XVII века вошла в историю как эпоха морских войн. В конечном счете, Голландия потерпела поражение и новым властелином морей стала Англия. Англичане одержали победу благодаря своим достижениям в кораблестроении. В 1637 году корабельный мастер Финеас Петт построил первый трехпалубный линейный корабль «Ройял Соверен». Это был самый большой корабль тех времен, он имел водоизмещение 1700 тонн и 126 пушек. К концу столетия Англия имела больше ста линейных кораблей. Петр I, в 1697 году приехавший в Голландию учиться корабельному ремеслу, был разочарован тем, что голландские мастера работают по интуиции, не пользуясь чертежами. Петр I поехал в Англию и там окончил свое обучение. Английский флот господствовал на морях, Англия сменила Голландию и захватила в свои руки посредническую торговлю. Голландские купцы переселялись со своими капиталами в Лондон, принимали английские имена и становились английскими купцами. Англия стала процветающей торговой державой – и гарантом этого процветания был линейный корабль, изобретение Финеаса Петта.

Контрольные вопросы:

1. Какие технологические и технические изобретения состоялись в XVI-XVII веках?
2. Какие события в России связаны с развитием отечественной науки, техники и технологии?
3. Какова роль российских императоров в развитии отечественной науки, техники, машиностроительного производства?

Практическое (семинарское) занятие № 8

Промышленная революция XVIII-XIX веков

Цель и задачи практического занятия – рассмотреть сущность, этапы и основные закономерности промышленной революции XVIII-XIX вв.

План практического занятия:

1. Контроль подготовленности студентов к занятию
2. Изложение теоретического материала
3. Ответы студентов на вопросы преподавателя
4. Подведение итогов занятия

Методические указания

Торговое процветание привело к обогащению английских купцов и появлению избыточных капиталов, которые требовали вложения в какое-нибудь дело. С другой стороны, в результате эмиграции в Америку Англия испытывала недостаток рабочей силы. Англичане попытались возместить нехватку рабочей силы введением машин. Попытки использования на мануфактурах машин имели место и раньше – первым примером такого рода была шелкомотальная машина итальянского механика Франческо Бориано, созданная еще в XIII веке. Эта машина приводилась в движение водяным колесом и заменяла 400 рабочих. Этот пример показывает, что промышленная революция могла произойти гораздо раньше, однако машина Бориано осталась уникальным примером потому, что внедрение техники наталкивалось на противодействие ремесленников, которые боялись потерять работу. Но во второй половине XVIII века машины стали использоваться на мануфактурах в прядильно-ткацком производстве, а изобретатели получили поддержку владельцев крупных капиталов.

Первые машины создавались механиками-самоучками, они изготавливались из дерева и не требовали инженерных расчетов. Техника при этом развивалась независимо от науки. После того как сопротивление противников машин стало ослабевать, новые машины стали появляться одна за другой.

Промышленная революция была сложным процессом, происходившим одновременно в различных отраслях промышленности. В горной промышленности одной из основных производственных проблем была откачка воды из шахт. В 1698 году англичанин Севери создал машину, использовавшую для этой цели силу пара. В 1712 Томас Ньюкомен усовершенствовал эту машину, снабдив ее цилиндром и поршнем. В машине Ньюкомена находившийся в цилиндре пар конденсировался впрыскиванием воды, в цилиндре создавалось разрежение, и поршень втягивался внутрь цилиндра под воздействием атмосферного давления. К 1770 годам в Англии работало уже около 200 машин Ньюкомена, однако они имели

неравномерный ход, часто ломались и использовались только на шахтах. В разных странах делались попытки усовершенствовать эти машины; в частности, России механик И.И. Ползунов построил двухцилиндровую машину аналогичного устройства. В 1763 году к работе по усовершенствованию машины Ньюкомена приступил Джеймс Уатт. В то время Уатт был лаборантом университета в Глазго и ему поручили отремонтировать сломавшуюся модель машины Ньюкомена. Разобравшись в недостатках модели, Уатт создал машину, принципиально отличавшуюся от нее; во-первых, поршень в машине Уатта двигало не атмосферное давление, а пар, впускавшийся из парового котла; во-вторых, после завершения хода поршня отработанный пар выводился в специальный конденсатор. В 1769 году Уатт взял патент на свою машину. Уатту удалось привлечь к делу крупного фабриканта Мэтью Болтона. В 1775 году на заводе Болтона в Бирмингеме было налажено производство паровых машин. В 1784 году Уатт запатентовал паровую машину двойного действия, в котором пар поочередно толкал поршень с двух сторон; в этой машине был применен центробежный регулятор, автоматически поддерживавший заданное число оборотов.

В первых двигателях Уатта давление в цилиндре лишь немного превышало атмосферное. В 1804 году инженер А. Вулф запатентовал машину, работающую при давлении 3-4 атмосферы, повысив к.п.д. более чем в 3 раза. Массовое производство паровых машин было невозможно без точных токарных станков. Решающий шаг в этом направлении был сделан механиком Генри Модсли, который создал самоходный суппорт. С этого времени стало возможным изготовление деталей с допуском в доли миллиметра – это было начало современного машиностроения. Возникновение машин вызвало потребность в металле. Раньше чугун плавил на древесном угле, а лесов в Англии почти не осталось. В 1785 году Генри Корт изобрел способ производства чугуна на каменном угле. Добыча угля с этого времени стала одной из основных отраслей промышленности.

Уже вскоре после появления паровой машины начались попытки создания пароходов. В 1802 году американец ирландского происхождения Роберт Фултон построил в Париже небольшую лодку с паровым двигателем и продемонстрировал ее членам Французской Академии. Однако ни академики, ни Наполеон, которому Фултон предлагал свое изобретение, не заинтересовались идеей парохода. Фултон вернулся в Америку и на деньги своего друга и покровителя Ливингстона построил пароход «Клермонт»; машина для этого парохода была изготовлена на заводе Уатта. В 1807 году «Клермонт» совершил первый рейс по Гудзону. Через девять лет в Америке было 300 пароходов, а в Англии – 150. В 1819 году американский пароход «Саванна» пересек Атлантический океан, а в 1830-х годах начинает действовать первая регулярная трансатлантическая пароходная линия.

Одновременно со строительством пароходов делались попытки создания паровой повозки. В 1803 году механик Ричард Тревитик построил первый паровоз, заменивший лошадей на одной из рельсовых дорог в Уэльсе. Однако Тревитику не удалось получить поддержку предпринимателей.

Судьба была более благосклонна к Джорджу Стефенсону, механику-самоучке, получившему заказ на постройку локомотива для одной из шахт близ Ньюкасла. В 1815 году Стефенсон построил свой первый паровоз, а затем руководил строительством железной дороги длиной более 50 км. В 1825 году Стефенсон завершил строительство первой большой железной дороги между городами Манчестер и Ливерпуль; для этой дороги он сконструировал паровоз «Ракета», на котором впервые применил трубчатый паровой котел. «Ракета» везла вагон с пассажирами со скоростью 60 км/час. Стефенсону предложили руководить строительством дороги через всю Англию от Манчестера до Лондона. Позже Стефенсон строил железные дороги в Бельгии и в Испании. В 1825 году была пущена первая железная дорога во Франции, немного позже – в Германии и США. Локомотивы для этих дорог изготавливались на заводе Стефенсона в Англии.

Появление станков, паровых машин, паровозов и пароходов коренным образом изменило жизнь людей. Появление фабрик, выпускающих огромное количество дешевых тканей, разорило ремесленников. В 1811 году в Ноттингеме вспыхнуло восстание ремесленников, которые ломали машины на фабриках – их называли «луддитами». Восстание было подавлено. Разоренные ремесленники были вынуждены уезжать в Америку или идти работать на фабрики. Население стекалось к фабрикам, и фабричные поселки вскоре превращались в огромные города. Уже в 1844 году в Лондоне было 2,5 млн. жителей. К 1840-м годам Англия превратилась в «мастерскую мира», на ее долю приходилось более половины производства металла и хлопчатобумажных тканей, основная часть производства машин.

В 1870-х годах в развитии мировой экономики наступил знаменательный перелом, который был связан с колоссальным расширением мирового рынка. В предыдущий период масштабное строительство железных дорог привело к включению в мировую торговлю обширных континентальных областей; появление пароходов намного удешевило перевозки по морю. На рынки огромным потоком хлынула американская и русская пшеница – цены на пшеницу упали в полтора, в два раза. Эти события традиционно называют «мировым аграрным кризисом». Они привели к разорению многих помещиков в Европе – но вместе с тем обеспечили дешевым хлебом миллионы рабочих. С этого времени наметилась промышленная специализация Европы: многие европейские государства теперь жили за счет обмена своих промышленных товаров на продовольствие. Рост населения больше не сдерживался размером пахотных земель. На смену прежним законам истории пришли законы нового индустриального общества.

Промышленная революция дала в руки европейцев новое оружие – винтовки и стальные пушки. Чугун был слишком хрупок, и чугунные пушки часто разрывались при выстреле; стальные пушки позволяли использовать значительно более мощный заряд. В 1850-х годах английский изобретатель и предприниматель Генри Бессемер изобрел бессемеровский конвертер, а в 60-х годах французский инженер Эмиль Мартен создал мартеновскую печь.

После этого было налажено промышленное производство стали. В России первые стальные пушки были изготовлены на златоустовском заводе под руководством П.М. Обухова, затем было организовано производство на заводе Обухова в Петербурге. Наибольших успехов в производстве артиллерийских орудий достиг немецкий промышленник Альфред Крупп – в 60-х годах Крупп наладил массовое производство казнозарядных нарезных орудий. Винтовки Дрейзе и пушки Круппа обеспечили победы Пруссии в войнах с Австрией и Францией.

Изобретение ткацкого станка, паровой машины, паровоза, парохода, винтовки и скорострельной стальные пушки – все это были фундаментальные открытия, которые вызвали появление нового культурного круга – того общества, которое называют промышленной цивилизацией. Волна новой культуры исходила из Англии; она быстро охватила европейские государства – прежде всего Францию и Германию. В Европе началась быстрая модернизация по английскому образцу. На первой стадии она включала заимствование техники – станков, паровых машин, железных дорог. Вторая стадия включала политические преобразования – в 1848 году Европу охватила волна революций, знаменем которых являлось свержение монархий и парламентские реформы по английскому образцу. Россия попыталась противиться этой модернизации – началась война с Англией и Францией, и винтовки заставили Россию вступить на путь реформ. В 60-х годах культурная экспансия промышленной цивилизации сменилась военной экспансией – фундаментальное открытие всегда порождает волну завоеваний. Началась эпоха колониальных войн; в конечном счете, весь мир оказался поделенным между промышленными державами. Англия, воспользовавшись своим первенством, создала огромную колониальную империю с населением в 390 млн. человек.

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные этапы становления производства машин машинами?
2. Какую роль в развитии машиностроительного производства сыграла паровая машина?
3. Какие выдающиеся технические и технологические изобретения произошли в период промышленной революции?
4. Назовите выдающихся инженеров и изобретателей XVIII-XIX вв.
5. Какие новые научные направления стали развиваться в период промышленной революции?
6. Назовите выдающихся деятелей отечественной и зарубежной науки XVIII-XIX вв.

Практическое (семинарское) занятие № 9

Наука и техника в период промышленной революции XVIII-XIX вв.

Цель и задачи практического занятия – рассмотреть основные научные открытия периода промышленной революции в их взаимосвязи с техническими и технологическими изобретениями.

План практического занятия:

1. Контроль подготовленности студентов к занятию
2. Изложение теоретического материала
3. Ответы студентов на вопросы преподавателя
4. Подведение итогов занятия

Методические указания

Изобретатели машин, производивших промышленную революцию, не были учеными, они были мастера-самоучки. Некоторые из них были неграмотны. К примеру, Стефенсон научился читать в 18 лет. В период промышленного переворота наука и техника развивались независимо друг от друга. В особенности это касалось математики. В это время появился векторный анализ, французский математик О. Коши создал теорию функций комплексного переменного, а англичанин У. Гамильтон и немец Г. Грасман создали векторную алгебру. В работах Лапласа, Лежандра и Пуассона была разработана теория вероятностей. Основные достижения физики были связаны с исследованием электричества и магнетизма. На рубеже XVIII-XX веков итальянский физик Вольта создал гальваническую батарею; такого рода батареи долгое время были единственным источником электрического тока и необходимым элементом всех опытов. В 1820 году датский физик Г. Эрстед обнаружил, что электрический ток воздействует на магнитную стрелку. Затем француз А. Ампер установил, что вокруг проводника появляется магнитное поле, а между двумя проводниками возникают силы притяжения или отталкивания. В 1831 году Майкл Фарадей открыл явление электромагнитной индукции. В 1833 году работавший в России немецкий ученый Эмилий Ленц создал общую теорию электромагнитной индукции. В 1841 году Джоуль исследовал эффект выделения теплоты при прохождении электрического тока. В 1865 году выдающийся английский ученый Джеймс Максвелл создал теорию электромагнитного поля.

Теория электромагнетизма стала первой областью, где научные разработки стали непосредственно внедряться в технику. В 1832 году русский подданный барон П.В. Шиллинг продемонстрировал первый образец электрического телеграфа. В 1837 году американец С. Морзе создал усовершенствованный телеграф, в котором передаваемые сообщения отмечались на бумажной ленте с помощью специальной азбуки. Однако потребовалось шесть лет, прежде чем американское правительство оценило

это изобретение и выделило деньги на постройку первой телеграфной линии между Вашингтоном и Балтимором. После этого телеграф стал стремительно развиваться, в 1850 году телеграфный кабель соединил Лондон и Париж, а в 1858 году был проложен кабель через Атлантический океан.

В конце XVIII века родилась новая наука – химия. Прежде алхимики считали, что все вещества состоят из четырех элементов огня, воздуха, воды и земли. В 1789 году Антуан Лавуазье экспериментально доказал закон сохранения вещества. Затем Джон Дальтон предложил атомистическую теорию строения вещества; он утверждал, что атомы различных веществ обладают различным весом, и что химические соединения образуются сочетанием атомов в определенных численных соотношениях. В 1809 году был открыт закон кратных объемов при химическом взаимодействии газов. Позднее Авогадро выдвинул гипотезу, что в определенном объеме (скажем, кубометре) любого газа содержится одинаковое количество молекул; эта гипотеза была экспериментально подтверждена в 40-х годах французским химиком Ш. Жераром. В 1852 году английский химик Э. Фрэнкленд ввел понятие валентности, то есть числового выражения свойств атомов различных элементов вступать в химические соединения друг с другом. В 1869 году Д.И. Менделеев создал периодическую систему элементов.

Химическая промышленность в первой половине XIX века производила в основном серную кислоту, соду и хлор. В 1785 году Клод Бертолле предложил отбеливать ткани хлорной известью. В 1842 году русский химик Николай Зинин синтезировал первый искусственный краситель, анилин. В 50-х годах немецкий химик А. Гофман и его ученик У. Перкин получили два других анилиновых красителя – розанилин и мовеин. В результате этих работ стало возможным создание анилиноокрасочной промышленности, получившей быстрое развитие в Германии. Другой важной отраслью химической промышленности было производство взрывчатых веществ. В 1845 году швейцарец Шенбейн изобрел пироксилин, а итальянец Сабреро – нитроглицерин. В 1862 году швед Альфред Нобель наладил промышленное производство нитроглицерина, а затем перешел к производству динамита.

В 1840-х годах немецкий химик Юстус Либих обосновал принципы применения минеральных удобрений в сельском хозяйстве. С этого времени началось производство суперфосфатных и калиевых удобрений, Германия стала центром европейской химической промышленности.

Одним из достижений экспериментальной химии было создание фотографии. К 1839 году Дагеру удалось получить изображение на пластинках, покрытых иодистым серебром после проявления их парами ртути; таким образом появилась дагерротипия. Французское правительство оценило это изобретение и назначило Дагеру пожизненную пенсию в 6 тысяч франков.

Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте основные научные результаты XVIII-XIX вв. области математики, механики, физики, гидравлики, электротехники, металлургии, оптики, химии.
2. Назовите выдающихся деятелей науки и техники XIX в.
3. Какие выдающиеся технические изобретения были сделаны в XIX в.?
4. Какую роль в развитии мировой науки и техники сыграли российские ученые и инженеры XIX в.?

Практическое (семинарское) занятие № 10

Научные и технические достижения конца XIX – начала XX века

Цель и задачи практического занятия – рассмотреть основные результаты развития науки, техники и технологии на рубеже XIX-XX вв. во взаимосвязи с развитием машиностроительных производств.

План практического занятия:

1. Контроль подготовленности студентов к занятию
2. Изложение теоретического материала
3. Ответы студентов на вопросы преподавателя
4. Подведение итогов занятия

Методические указания

В конце XIX столетия наступила "Эпоха электричества". "Эпоха электричества" началась с изобретения динамомашины – генератора постоянного тока, его создал бельгийский инженер Зиновий Грамм в 1870 году. Вследствие принципа обратимости машина Грамма могла работать как в качестве генератора, так и в качестве двигателя; она могла быть легко переделана в генератор переменного тока. В 1880-х годах работавший в Америке на фирме «Вестингауз электрик» югослав Никола Тесла создал двухфазный электродвигатель переменного тока. Одновременно работавший в Германии на фирме АЭГ русский электротехник Михаил Доливо-Добровольский создал эффективный трехфазный электродвигатель. Теперь задача использования электроэнергии упиралась в проблему передачи тока на расстояние.

В 1891 году состоялось открытие Всемирной выставки во Франкфурте. По заказу организаторов этой выставки Доливо-Добровольский создал первую ЛЭП высокого напряжения и трансформатор к ней. После этой выставки Доливо-Добровольский стал ведущим электротехником того времени, а фирма АЭГ стала крупнейшим производителем электротехники. С этого времени заводы и фабрики стали переходить от паровых машин к электродвигателям, появились крупные электростанции и линии электропередач.

Большим достижением электротехники было создание электрических ламп. За решение этой задачи в 1879 году взялся американский изобретатель Томас Эдисон. Его сотрудники проделали свыше 6 тысяч опытов, опробуя для нити накаливания различные материалы. Лучшим материалом оказались волокна бамбука, и первые лампочки Эдисона были «бамбуковыми». Лишь спустя двадцать лет по предложению русского инженера Лодыгина нить накаливания стали изготавливать из вольфрама.

Электростанции требовали двигателей очень большой мощности; эта проблема была решена созданием паровых турбин. В 1889 году швед Густав

Лаваль получил патент на паровую турбину. Одновременно англичанин Чарлз Парсонс создал многоступенчатую турбину. Турбина Парсонса стала использоваться не только на электростанциях, но и как двигатель быстроходных судов, крейсеров и океанских лайнеров (с 1907 г.). Появились также гидроэлектростанции, на которых использовались гидротурбины, созданные в 30-х годах XIX века французским инженером Бенуа Фурнероном. Американец Пелтон в 1884 году запатентовал струйную турбину, работающую под большим давлением. Гидротурбины имели высокий к.п.д., порядка 80%, и поэтому получаемая на гидростанциях энергия была дешевой.

Одновременно с работами по созданию сверхмощных двигателей шла работа над малыми передвижными двигателями. Поначалу это были газовые двигатели, работавшие на светильном газе. Такие двигатели предназначались для мелких предприятий и ремесленных мастерских. Газовый двигатель был двигателем внутреннего сгорания. Работа двигателя при высоких температурах в цилиндре требовала системы охлаждения и смазки. Эти проблемы были решены бельгийским инженером Этьеном Ленуаром, который и создал в 1860 году первый газовый двигатель.

Однако получаемый из древесных опилок светильный газ был дорогим топливом, более перспективными были работы над двигателем, работавшими на бензине. Бензиновый двигатель потребовал создания карбюратора, устройства для распыления топлива в цилиндре. Первый работоспособный бензиновый двигатель был создан в 1883 году немецким инженером Юлиусом Даймлером. Этот двигатель открыл эру автомобилей; уже в 1886 году Даймлер поставил свой двигатель на четырехколесный экипаж. Эта машина была продемонстрирована на выставке в Париже, где лицензию на ее производство купили французские фабриканты Рене Панар и Этьен Левассор. Панар и Левассор использовали только двигатель Даймлера. Они создали свой автомобиль, оснастив его системой сцепления, коробкой передач и резиновыми шинами. Это был первый настоящий автомобиль, который в 1894 году выиграл первые автомобильные гонки Париж-Руан. В 1890 году Даймлер создал компанию «Даймлер моторен», которая десять лет спустя выпустила первый автомобиль марки «Мерседес».

К. п. д. двигателя Даймлера составлял около 20%, к. п. д. паровых машин не превосходил 13%. Согласно теории тепловых двигателей, разработанной французским физиком Карно, к. п. д. идеального двигателя мог достигать 80%. Идея идеального двигателя волновала умы многих изобретателей. В начале 90-х годов ее попытался воплотить в жизнь молодой немецкий инженер Рудольф Дизель. Идея Дизеля состояла в сжатии воздуха в цилиндре до давления порядка 90 атмосфер, при этом температура достигала 900 градусов; затем в цилиндр впрыскивалось топливо. В этом случае цикл работы двигателя получался близким к идеальному «циклу Карно». Дизелю не удалось полностью реализовать свою идею, из-за технических трудностей он был вынужден понизить давление в цилиндре до 35 атмосфер. Тем не менее, первый двигатель Дизеля, появившийся в 1895

году, произвел сенсацию – его к.п.д. составлял 36% – вдвое больше, чем у бензиновых двигателей. Многие фирмы купили лицензию на производство новых двигателей.

Двигатель внутреннего сгорания использовался не только в автомобилях. В 1901 году американские инженеры Харт и Парр создали первый трактор. В 1912 году фирма «Холт» освоила выпуск гусеничных тракторов, и к 1920 году на американских фермах работало уже 200 тысяч тракторов. Отметим, что гусеничный ход еще в 1837 г. изобрел русский механик Блинов. Трактор взял на себя не только полевые работы, его двигатель использовался для приведения в действие стационарных сельскохозяйственных машин (молотилок, электрогенераторов и др.). С созданием трактора началась массовая механизация сельского хозяйства.

Появление двигателя внутреннего сгорания сыграло большую роль и в зарождении авиации. Поначалу думали, что достаточно поставить двигатель на крылатый аппарат – и он поднимется в воздух. В 1894 году знаменитый изобретатель пулемета Х. Максим построил огромный самолет с размахом крыльев в 32 метра и весом 3,5 тонны, однако эта машина разбилась при первой попытке подняться в воздух. Оказалось, что основной проблемой воздухоплавания является устойчивость полета. Эта задача решалась долгими экспериментами с моделями и планерами. Еще в 1870-х годах француз Пено создал несколько маленьких моделей, приводимых в действие резиновым моторчиком; результатом его экспериментов был вывод о важной роли хвостового оперения. В 1890-х годах немец Отто Лилиенталь совершил около 2 тысяч полетов на сконструированном им планере. Он управлял планером, балансируя своим телом, и мог находиться в воздухе до 30 секунд, пролетая за это время 100 метров. Опыты Лилиенталья закончились трагически. Работу над созданием планеров продолжили американцы братья Райт, владельцы велосипедной мастерской в городе Дейтоне. Братья Райт ввели вертикальный руль, поперечные рули-элероны и измерили подъемную силу крыльев с помощью продувания в изобретенной ими аэродинамической трубе. Построенный братьями Райт планер был хорошо управляемым и мог держаться в воздухе около минуты. В 1903 году братья Райт поставили на планер небольшой бензиновый двигатель, который они изготовили сами, в своей мастерской. 14 декабря 1903 года Вильбур Райт совершил первый моторный полет, пролетев 32 метра; 17 декабря дальность полета достигла 260 метров. Это были первые полеты в мире, до братьев Райт еще не один аэроплан не мог подняться в воздух. Постепенно увеличивая мощность мотора, братья Райт учились летать на своем аэроплане. В октябре 1905 года самолет продержался в воздухе 38 минут, пролетев по кругу 39 километров. В 1907 году Райты посетили Францию, где общественность с большим интересом относилась к полетам первых авиаторов. Заказы на аэропланы посыпались со всех сторон, в Нью-Йорке была основана самолетостроительная компания «Райт» с капиталом 1 млн. долларов. В 1909 году Луи Блерио совершил перелет через Ла-Манш. В этом же году Анри Фарман создал первую массовую модель аэроплана, знаменитый «Фарман-

3». Этот самолет стал основной учебной машиной того времени и первым аэропланом, который стал выпускаться серийно.

В конце XIX века продолжалась работа над созданием новых средств связи – на смену телеграфу пришли телефон и радиосвязь. Первые опыты по передаче речи на расстояние проводились английским изобретателем Рейсом в 60-х годах. В 70-х годах этими опытами заинтересовался Александер Белл – шотландец, эмигрировавший в Америку и преподававший сначала в школе для глухонемых детей, а потом в Бостонском университете. В 1876 году Белл взял патент на телефон и в том же году продал более 800 экземпляров. В следующем году Дейвиз Юз изобрел микрофон, а Эдисон применил трансформатор для передачи звука на большие расстояния. В 1877 году была построена первая телефонная станция, Белл создал фирму по производству телефонов, и через 10 лет в США было уже 100 тысяч телефонных аппаратов.

При работе над телефоном у Эдисона возникла мысль записать колебания микрофонной мембраны. Он снабдил мембрану иглой, которая записывала колебания на цилиндре, покрытом фольгой. Так появился фонограф. В 1887 году американец Эмиль Берлинер заменил цилиндр круглой пластинкой и создал граммофон. Вскоре появилось множество фирм, занимавшихся звукозаписью на грампластинки.

Новый шаг в развитии связи был сделан с изобретением радиотелеграфа. Научной основой радиосвязи была созданная Максвеллом теория электромагнитных волн. В 1886 году Генрих Герц экспериментально подтвердил существование этих волн с помощью прибора, называемого вибратором. В 1891 году французский физик Бранли обнаружил, что металлические опилки, помещенные в стеклянную трубку, меняют сопротивление под действием электромагнитных волн. Этот прибор получил название когерера. В 1894 году английский физик Лодж использовал когерер, чтобы регистрировать прохождение волн, а в следующем году русский инженер Александр Попов приделал к когереру антенну и приспособил его для принятия сигналов, испускаемых вибратором Герца. В марте 1896 года Попов продемонстрировал свой аппарат на заседании Российского физико-химического общества и произвел передачу сигналов на расстояние 250 метров. Одновременно с Поповым свою радиотелеграфную установку создал молодой итальянец Гульельмо Маркони; он первым сумел запатентовать это изобретение; а в следующем году организовал акционерное общество для его использования. В 1900 году Маркони и осуществил радиосвязь через Атлантический океан. В октябре 1907 года фирма Маркони открыла для широкой публики первую радиотелеграфную станцию.

В конце XIX в. впервые создаются вещества, именуемые теперь пластмассами. В 1873 г. Дж. Хайеттом (США) был запатентован целлулоид – первое из таких веществ, вошедшее в широкий обиход. Перед Первой мировой войной были изобретены бакелит и другие пластмассы, носящие общее название фенопластов. Производство искусственного волокна началось после того, как в 1884 г. французский инженер Г. Шардонё разработал метод получения нитрошелка; впоследствии научились

производить искусственный шелк из вискозы. В 1899 г. русский ученый И. Л. Кондаков положил начало получению синтетического каучука.

Последние десятилетия XIX в. были временем технических сдвигов и в строительном деле. Строительство высотных зданий («небоскребов»), началось в Чикаго в 80-х гг. XIX века. Первым зданием нового типа считается 10-этажный дом чикагской страховой компании, построенный в 1883 г. архитектором У. Дженни, который применил стальные перекрытия. Усиление стен стальным каркасом, на который начали опирать балки междуэтажных перекрытий, позволило увеличить высоту зданий вдвое. Самым высоким зданием тех времен был нью-йоркский 58-этажный небоскреб высотой в 228 метров, построенный в 1913 году. Но высочайшим сооружением была Эйфелева башня. Воздвигнутая французским инженером Гюставом Эйфелем на Марсовом поле в Париже в связи с Всемирной выставкой 1889 года, эта ажурная стальная башня имела 300 метров высоты.

Наряду с металлическими конструкциями широкое применение получили в это время конструкции из железобетона. Человеком, открывшим железобетон, считается французский садовник Жозеф Монье. Еще в 1849 году он изготовил кадки для плодовых деревьев с каркасом из железной проволоки. Продолжая свои опыты, он в 60-х годах запатентовал несколько способов изготовления труб, резервуаров и плит из бетона с железной арматурой. Наиболее важным был его патент на железобетонные сводчатые перекрытия (1877 г.).

Конец XIX века был временем бурного роста мировой железнодорожной сети. С 1875 по 1917 год протяженность железных дорог выросла в 4 раза и достигла 1,2 млн. километров. Знаменитыми стройками того времени были магистрали Берлин-Багдад и Великий Сибирский путь. Протяженность Сибирского пути к 1916 г. составила 7,4 тысяч километров. На новых железных дорогах укладывали стальные рельсы и возводились стальные мосты. Начало «эры стальных мостов», как выражались современники, положили арочный мост инженера Дж. Идса через реку Миссисипи (1874) и висячий Бруклинский мост архитектора Рёблинга в Нью-Йорке (1883). Центральный пролет Бруклинского моста имел в длину около полукилометра. На новых дорогах работали мощные паровозы с паровыми машинами системы компаунд с многократным расширением и высоким перегревом пара. В 90-х годах в США и Германии появились первые электровозы и электрифицированные железные дороги.

Строительство железных дорог потребовало многократного увеличения производства стали. В 1870-1900 годах выплавка стали возросла в 17 раз. В 1878 году английским инженером С. Дж. Томасом был введен томасовский способ передела чугуна на сталь, что позволило использовать фосфористые железные руды Лотарингии и обеспечил рудой металлургическую промышленность Германии. В 1892 году французский химик А. Муассан создал дуговую электрическую печь. В 1888 году американский инженер Ч. М. Холл разработал электролитический способ производства алюминия, открыв дорогу широкому использованию алюминия в промышленности.

Новые технические возможности привели к совершенствованию военной техники. В 1887 году американец Хайрем Максим создал первый пулемет со скорострельностью 400 выстрелов в минуту. Появились скорострельные трехдюймовые орудия и тяжелые 12-дюймовые пушки со снарядами весом 200-300 кг.

Особенно впечатляющими были перемены в военном кораблестроении. В Крымской войне (1853-1856 гг.) еще участвовали деревянные парусные гиганты с сотнями пушек на трех батарейных палубах, вес самых тяжелых снарядов составлял в то время 30 кг. В 1860 году в Англии был спущен на воду первый железный броненосец «Варриор», и вскоре все деревянные корабли пошли на слом. Началась гонка морских вооружений. Англия и Франция соревновались в создании все более мощных броненосцев, позднее к этой гонке присоединились Германия и США. В 1881 году был построен английский броненосец «Инфлексибл» водоизмещением в 12 тыс. тонн; он имел лишь 4 орудия главного калибра, но это были пушки калибра 16 дюймов, размещенные во вращающихся башнях, длина ствола была 8 метров, а вес снаряда – 700 кг. Через некоторое время все ведущие морские державы стали строить броненосцы этого типа (в основном с 12-дюймовыми орудиями). Новый этап гонки вооружений был вызван появлением в 1906 году английского броненосца «Дредноут»; «Дредноут» имел водоизмещение 18 тыс. тонн и десять 12-дюймовых орудий. Благодаря паровой турбине он развивал скорость в 21 узел. Перед мощностью «Дредноута» все прежние броненосцы оказались небоеспособными, и морские державы стали строить корабли, подобные «Дредноуту». В 1913 году появились броненосцы типа «Куин Елизабет» водоизмещением 27 тыс. тонн с десятью 15-дюймовыми орудиями. Эта гонка вооружений естественным образом привела к мировой войне.

Причиной мировой войны было несоответствие реальной мощи европейских держав и размеров их владений. Англия, воспользовавшись ролью лидера промышленной революции, создала огромную колониальную империю и захватила большую часть ресурсов, необходимых другим странам. Однако к концу XIX века лидером технического и промышленного развития стала Германия. Естественно, что Германия стремилась использовать свое военное и техническое превосходство для нового передела мира. В 1914 году началась первая мировая война. Германское командование надеялось разгромить своих противников за пару месяцев, однако в этих расчетах не была учтена роль появившегося тогда нового оружия – пулемета. Пулемет дал решающее преимущество обороняющейся стороне; германское наступление было остановлено, и началась долгая «окопная война». Тем временем, английский флот блокировал германские порты и прервал поставки продовольствия. В 1916 году в Германии начался голод и, который, в конечном счете, привел к разложению тыла, к революции и к поражению Германии.

Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте основные научно-технические достижения XIX в. в области электричества и электротехники.
2. Сформулируйте основные научно-технические достижения XIX в. в области транспорта.
3. Сформулируйте основные научно-технические достижения XIX в. в области технологии машиностроения и станкостроения.
4. Назовите выдающихся зарубежных и отечественных ученых и инженеров в области электротехники, транспорта, станкостроения.
5. Какие выдающиеся изобретения в области машиностроительных производств были сделаны в конце XIX – начале XX в.?
6. Какие изобретения в области военного дела произошли в конце XIX – начале XX в.?

Практическое (семинарское) занятие № 11

Научные и технические достижения середины и конца XX в.

Цель и задачи практического занятия – рассмотреть выдающиеся наиболее известные научные открытия и изобретения в сфере промышленного производства машин и приборов.

План практического занятия:

1. Контроль подготовленности студентов к занятию
2. Изложение теоретического материала
3. Ответы студентов на вопросы преподавателя
4. Подведение итогов занятия

Методические указания

Систематизируем основные достижения данного периода.

1. Переворот в естествознании, быстрый рост техники и реализация новых изобретений и открытий, переход к массовому непрерывно-поточному производству, прогрессирующая милитаризация экономики ведущих держав.

2. Интенсивное развитие электроэнергетики и электротехники, строительство электростанций и передача электроэнергии на расстояние, расширение применения электропривода на транспорте и в стационарных машинах.

3. Совершенствование паровой машины и ее вытеснение паровой турбиной и д.в.с., начало создания автотракторной техники на базе д.в.с.

4. Вытеснение выработки железа производством стали, разработка конверторных способов передела чугуна в сталь, возникновение электрометаллургии и разработка электролитического способа получения алюминия и других цветных металлов. Расширение производства высококачественной и легированной стали.

5. Расширение и совершенствование добычи и переработки угля и нефти. Начало химической переработки угля. Внедрение эрлифта и газлифта для добычи, трубопроводов для транспортировки и крекинг-процесса для переработки нефти.

6. Начало механизации сельского хозяйства и применения в земледелии тракторов с д.в.с. и комбайнов, а также новой техники для хранения, перевозки и переработки сельскохозяйственной продукции.

7. Совершенствование водного транспорта и полное вытеснение парусного флота паровым. Повышение тоннажности судов. Создание мощных военных флотов и их оснащение гигантскими линкорами, авианосцами и подводными лодками.

8. Зарождение авиации и создание летательных аппаратов легче воздуха (дирижаблей) и тяжелее воздуха (аэропланов), оснащение их д.в.с. и

систематическое применение для военных целей. Боевое применение ракет и зарождение идеи их использования для полетов в космическом пространстве.

9. Совершенствование телеграфа и оптических средств связи, изобретение радио и телефона, возникновение электроники. Совершенствование полиграфии, изобретение фонографа и граммофона, создание и развитие кинематографа.

10. Прогрессирующий прирост железнодорожной сети, строительство туннелей и совершенствование конструкции паровозов, начало использования электротяги и тепловозов. Развитие городского безрельсового транспорта (автомобильного) и рельсового – наземного (трамвайного) и подземного (метро).

11. Опережающее развитие военной техники, налаживание производства бездымного пороха, взрывчатых и отравляющих веществ. Полный переход на нарезное артиллерийское и стрелковое оружие, появление автоматического оружия. Наращивание броненосной техники на суше (танков, бронеавтомобилей) и на море (линкоров и линейных крейсеров).

12. Технические успехи в сфере строительства и благоустройства. Расширение высотного строительства и применения лифтов, использование конструкций из стали и железобетона. Вытеснение газового и керосинового освещения электрическим, применение центрального водоснабжения, отопления и канализации.

13. Становление электроники, изобретение электровакуумных приборов, изобретение электронных усилителей сигналов, триггера. Изобретение транзистора, интегральных микросхем.

14. Изобретение электромеханических и электронных вычислительных машин аналогового и цифрового типа. Изобретение микропроцессора, создание мини- и микроЭВМ. Переход от аналоговых способов передачи информации к цифровым (цифровое радиовещание и телевидение).

15. Запуск первых космических спутников. Запуск пилотируемых космических кораблей и орбитальных станций. Исследование космоса с помощью автоматических межпланетных аппаратов.

Контрольные вопросы:

1. Систематизируйте наиболее значимые научные открытия XX века.
2. Назовите наиболее выдающихся ученых XX века, исследования которых считаются фундаментальными для промышленного производства.
3. Систематизируйте наиболее значимые технические изобретения XX века.
4. Назовите выдающихся инженеров XX века, чьи разработки внесли существенный вклад в мировую и отечественную промышленность.

Практическое (семинарское) занятие № 12

История технологии машиностроения

Цель и задачи практического занятия – изучить закономерности развития методов обработки конструкционных материалов и изготовления механизмов и машин.

План практического занятия:

1. Контроль подготовленности студентов к занятию
2. Изложение теоретического материала
3. Ответы студентов на вопросы преподавателя
4. Подведение итогов занятия

Методические указания

Для выполнения каждого технологического процесса человек создает и использует различные средства труда, среди которых орудия производства играют решающую роль. История развития производства показывает все возрастающие темпы развития орудий производства от первобытного каменного топора до современных автоматических машин, цехов и заводов.

Технологические процессы в древние времена отличались примитивностью. Оружие затачивали с помощью камней, обладающих шлифующими свойствами; режущий инструмент удерживали в рабочем положении вручную, а позже его прикрепляли к рукоятке прутьями деревьев и сухожилиями животных. Основное достижение того времени – это использование вращающегося камня – прообраза точила. В дальнейшем вращательное движение использовали при изготовлении керамических изделий, а позже при обработке цилиндрических заготовок из дерева, кости и, наконец, из металла.

Для повышения производительности труда одновременно сообщали движение режущему инструменту и обрабатываемому материалу. Прообразом примитивного токарного станка можно считать лук, вращающий заготовку при помощи тетивы, с ручным удерживанием резца из кремния. Постепенно появился простейший токарный станок с конным приводом и ручным удерживанием режущего инструмента. Однако попытки механизации движения режущего инструмента ограничивались приспособлениями вращательного действия.

Развитие и совершенствование орудий производства влияет на условия труда и интеллектуальное развитие человека. Если для пользования первобытными орудиями труда требовалось целесообразно затрачивать физическую силу человека, то использование современного обрабатывающего оборудования требует от человека увеличения умственного труда за счет резкого уменьшения затрат физической силы.

История возникновения металлообработки в России исследована мало, хотя и известно, что уже в X в. русские мастера-ремесленники обладали высокой техникой изготовления оружия, предметов домашнего обихода и т. п. Уже в XII в. при изготовлении оружия применяли сверлильные и токарные устройства с ручным приводом и вращательным движением инструмента или обрабатываемой заготовки, а в XIV–XVI вв. стали использовать токарные и сверлильные станки с вращательным движением от водяной мельницы.

Зарождение металлообрабатывающей промышленности первоначально было отмечено в окрестностях г. Тулы в XVI в. Эта промышленность была основана на использовании местной железной руды. Более значительное развитие металлообработка получила во времена Петра I, когда ремесленные мастерские стали превращаться в фабрики и заводы, оборудованные машинами.

К этому времени относятся также и первые шаги в механизации производственных процессов.

Военная промышленность как единственная область массового производства в то время положила начало введению принципа взаимозаменяемости в технологию производства. Установлено, что первая инструкция по организации взаимозаменяемого производства была разработана в России и направлена на Тульский оружейный завод за 25 лет до первых опытов французского инженера М. Леблана и почти за 100 лет до съезда английских промышленников, когда были сформулированы основные задачи взаимозаменяемости.

В 1615 г. в России была изготовлена первая пушка с нарезным стволом, а в 1632 г. около г. Тулы построены заводы для производства литых пушек, стволы которых изготавливались сверлением и растачиванием. Значительный вклад в технологию машиностроения был внесен в эпоху Петра I путем внедрения в производство ряда новых технологических процессов по изготовлению артиллерийского и стрелкового вооружения, монет, постройки кораблей и создания для этих технологий новых оригинальных станков и инструментов, принципиальные схемы которых используются в наше время.

На Тульском оружейном заводе еще в 1761 г. впервые в мире было внедрено изготовление взаимозаменяемых деталей и их измерение при помощи медных калибров. Этому в большой мере содействовало мастерство русских лекальщиков, изготавливавших лекала и сложные калибры с высокой для того времени точностью и применявших при изготовлении калибров искусственное старение.

В конце XIX – начале XX в. на некоторых предприятиях начали указывать на рабочих чертежах допуски на изготовление деталей.

В последующие годы металлообрабатывающая промышленность получила дальнейшее развитие не только на оружейных, но и на вновь возникших машиностроительных заводах, занимающихся изготовлением паровозов, вагонов, станков и других изделий.

Восстановительный период нашей промышленности после 1917 г. и последующие годы ее бурного развития характеризуются обобщением опыта, накопленного отечественным и иностранным машиностроением, в целях использования его при восстановлении и реконструкции заводов и создании новых отраслей отечественного машиностроения.

Значительную роль в развитии последнего играло создание и развитие в нашей стране самостоятельной крупной отрасли машиностроения – автомобилестроения, начало которой было положено в 1929-1930 гг. созданием крупной производственной базы для действительно массового производства автомобилей. За последующие десятилетия были созданы такие автогиганты, как ГАЗ, ЗИЛ, АЗЛК, МАЗ, УАЗ, УралАЗ, ВАЗ и КамАЗ.

Наряду с развитием автомобилестроения были созданы подшипниковая промышленность (ГПЗ-1, ГПЗ-2, заводы в Саратове, Самаре и др.), тракторное и сельскохозяйственное машиностроение (тракторные заводы в Волгограде, Челябинске, Минске и др.), Ростсельмаш, Таганрогский и Красноярский комбайновые заводы.

Параллельно развивались станкостроение, инструментальная промышленность и сопутствующие производства.

Основой развития машиностроения в России послужили проекты и труды русских механиков, изобретателей и ученых, которые сумели обобщить и успешно внедрить в производство опыт изготовления вооружений и предметов быта. Начало XVIII в. было отмечено созданием производственных процессов и машин для обработки деталей, которые легли в основу будущего станкостроения.

В 1714 г. на Тульском оружейном заводе выдающийся русский механик М.В.Сидоров создал "Вододействующие машины" для сверления оружейных стволов. В это же время солдат Яков Батищев построил станки для одновременного сверления 24 ружейных стволов, станки для зачистки напильниками наружных и внутренних поверхностей оружейных стволов с помощью «водил» от мельничных приводов и др. В конце XVIII – начале XIX в. работы М.В.Сидорова и Я. Батищева были продолжены мастерами-механиками А.Суриным, Я. Леонтьевым, Л. Собакиным и др.

В период 1718–1725 гг. русский механик и изобретатель А.К. Нартов создал механический суппорт для токарного станка, который с помощью реечно-шестеренного привода перемещался вдоль обрабатываемой детали. Он также создал винторезный, зуборезный, пилонасекательный и другие станки оригинальной конструкции.

Большой вклад в создание обрабатывающего оборудования внес М.В.Ломоносов (1711 – 1765), построивший лоботокарные, сферотокарные и шлифовальные станки. Изобретатель парового двигателя И.И.Ползунов (1728–1764) построил специальные цилиндрорасточные и другие станки для обработки деталей паровой машины. Русский механик И.П.Кулибин (1735–1818) создал специальные станки для производства зубчатых колес часовых механизмов.

В это время были сделаны первые шаги в механизации производственных процессов. Простейшее автоматическое устройство на основе поплавка и системы прикрепленных к нему рычагов, способное производить те или иные действия по управлению машиной, было создано И. И. Ползуновым.

Изучение технологических процессов как способов обработки заготовок с целью получения готового изделия заданных размеров, формы и требований к качеству началось в начале XIX в. Первые положения о технологии сформулировал академик В.М. Севергин в 1804 г. В 1817 г. профессор Московского университета И.А. Двигубский издал книгу "Начальные основания технологии как краткое описание работ на заводах и фабриках производимых".

Трехтомный труд профессора И.А. Тиме "Основы машиностроения. Организация машиностроительных фабрик в техническом и экономическом отношении и производство в них работ", опубликованный в 1885 г., был первой фундаментальной работой, посвященной технологии металлообработки. В этот же период профессор А.П.Гавриленко создал курс "Технология металлов", в котором были сформулированы теоретические основы технологии обработки металлов.

Исследования И. А. Тиме легли в основу науки о резании металлов, в которой раскрываются вопросы правильного понимания процесса резания как последовательного скалывания отдельных элементов металла и формулируются основные законы резания. Дальнейшее широкое развитие эта наука получила в нашей стране в XX в., благодаря чему была решена важная проблема современного машиностроения – разработка и внедрение в производство резания с большими скоростями и подачами.

В советское время в нашей стране станкоинструментальной промышленностью СССР были созданы станки различного технологического назначения и усовершенствованные конструкции режущего инструмента, обеспечивающие высокую производительность и точность обработки. Все это позволило российским ученым создать основы закономерностей технологических процессов механической обработки.

Этапы развития технологии машиностроения как науки

Технология машиностроения как наука прошла в своем развитии несколько этапов.

Первый этап, охватывающий период XIX – начало XX в., был ознаменован первыми работами по обобщению накопленного производственного опыта в области металлообработки. Это книга И.А. Двигубского «Начальные основания технологии как краткое описание работ на заводах и фабриках производимых», труд И.А. Тиме «Основы машиностроения» (1885), трехтомник А.П.Гавриленко «Технология металлов» (1861), обобщающий опыт развития технологии металлообработки

(долгие годы был основным курсом, используя который, училось несколько поколений русских инженеров).

Второй этап, совпадающий с завершением периода восстановления и началом реконструкции промышленности России (до 1930 г.), характеризуется накоплением отечественного и зарубежного опыта производства машин. В технических журналах, каталогах и брошюрах этого времени публикуются описания процессов обработки различных деталей, применяемого оборудования, оснастки и инструментов. Издаются первые руководящие и нормативные материалы ведомственных проектных организаций страны.

Третий этап относится к периоду 1930 – 1991 гг. и определяется продолжением накопления, обобщения и систематизации производственного опыта, началом разработки общих научных принципов построения технологических процессов и формированием технологии машиностроения как науки в связи с опубликованием в 1933 – 1935 гг. первых систематизированных научных трудов ученых А.П. Соколовского, А.И. Каширина, В.М. Кована и А.Б.Яхина.

На этом этапе русскими учеными и инженерами были разработаны основополагающие принципы построения технологических процессов и заложены основные теоретические положения технологии машиностроения:

- типизация технологических процессов (А.П. Соколовский, М.С. Красильщиков, Ф.С. Демьянюк и др.);
- теория базирования заготовок при обработке, измерении и сборке (А.П. Соколовский, А.П. Знаменский, А.И. Каширин, В.М. Кован, А.Б. Яхин и др.);
- методы расчета припусков на обработку (В.М. Кован, А.П. Соколовский, Б.С. Балакшин, А.И. Каширин и др.);
- жесткость технологической системы (К.В. Вотинов, А.П. Соколовский);
- расчетно-аналитический метод определения первичных погрешностей обработки заготовок (А.П. Соколовский, Б.С. Балакшин, В.С. Корсаков, А.Б.Яхин и др.);
- методы исследования точности обработки на станках с применением математической статистики и теории вероятностей (А.А. Зыков, А.Б. Яхин).

Четвертый этап, охватывающий годы Великой Отечественной войны и послевоенного развития (1941 – 1970), – период наиболее интенсивного развития технологии машиностроения, разработки новых технологических идей и формирования научных основ технологической науки. Глубокому научному анализу, теоретической проработке и практической проверке подверглись принципы дифференциации и концентрации операций, методов поточного производства в условиях серийного и крупносерийного изготовления военной техники, методы скоростной обработки металлов, применение переналаживаемой технологической оснастки и ряд других технических новинок.

В эти годы формируется современная теория точности обработки заготовок и подробно разрабатывается расчетно-аналитический метод определения погрешностей обработки и их суммирования; совершенствуются методы математической статистики для анализа точности процессов механической обработки и сборки, работы оборудования и инструмента (Н.А. Бородачев, А.И. Яхин и др.). Начаты работы по анализу микрорельефа обработанной поверхности при использовании абразивного инструмента (Ю.В. Линник, И.В. Дунин-Барковский и др.). Получили дальнейшее развитие работы по созданию учения о жесткости технологической системы и ее влиянии на точность и производительность механической обработки с широким внедрением методов расчета жесткости в конструкторские и технологические расчеты при проектировании станков и инструментов.

В это время проводятся теоретические и экспериментальные исследования качества обработанной поверхности (наклепа, шероховатости, остаточных напряжений) и их влияния на эксплуатационные свойства деталей машин (П.Е. Дьяченко, А.И. Исаев, А.Н. Каширин, И.В. Крачельский, А.А. Маталин, А.В. Подзей, Э.В. Рыжов, А.М. Сулима и др.). Формируется новое научное направление – изучение технологической наследственности (А.М. Дальский, А.А. Маталин, П.И. Ящерицын).

Большое внимание в этот период стало обращаться на проблему организации поточных и автоматизированных технологических процессов обработки заготовок в серийном и массовом производстве. Групповой метод технологии и организации производства был разработан и внедрен в производство С.П. Митрофановым; В.В. Бойцовым и Ф.С. Демьянюком созданы теоретические основы поточно-автоматизированного производства на базе типизации технологических процессов и классификации обрабатываемых деталей; подробно разрабатывается построение структур технологических операций (В.М. Кован, В.С. Корсаков, Д.В. Чарнко).

Путем обобщения и систематизации материалов по технологии сборки В.С. Корсаковым и М.П. Новиковым разрабатываются научные основы сборки деталей. В производстве начинают находить широкое применение методы объемной и чистовой обработки пластическим деформированием, электрофизической и электрохимической обработки.

Пятый этап (с 1970 г. по настоящее время) характеризуется широким использованием достижений фундаментальных и инженерных наук для решения теоретических и практических задач технологии машиностроения. В качестве теоретической основы ее новых направлений или аппарата для решения практических технологических вопросов принимаются различные разделы математической науки (теория графов, множеств и т.д.), теоретической механики, физики, химии, теории пластичности, металловедения, кристаллографии и многих других наук. Это существенно повышает общий теоретический уровень технологии машиностроения и ее практические возможности.

В практике машиностроения имеют место широкое применение вычислительной техники при проектировании технологических процессов и моделировании процессов механической обработки; автоматизация программирования процессов обработки на станках с числовым программным управлением (ЧПУ). Создаются системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП).

Большое внимание в 1990-е гг. уделялось вопросам рационального использования робототехники при автоматизации технологических процессов и создании гибких автоматизированных производственных систем на основе использования ЭВМ, автоматизации межоперационного транспортирования и накопления деталей, активного и пассивного контроля деталей на поточно-автоматизированных линиях.

Пути развития современной технологии машиностроения

Как показывает развитие промышленного производства последних лет, в области технологии машиностроения наметились следующие основные направления:

- углубленная разработка проблемы влияния методов обработки на физико-химическое состояние металла поверхностного слоя обрабатываемых заготовок, его дислокационное строение, размеры кристаллических блоков и на эксплуатационные свойства и надежность машин;
- разработка проблемы технологической наследственности и упрочняющей технологии;
- разработка методов оптимизации технологических процессов по достигаемой точности, производительности и экономической эффективности при условии обеспечения высоких эксплуатационных качеств и надежности работы машины;
- создание систем автоматизированного управления ходом технологического процесса с его оптимизацией по всем основным параметрам изготовления и требуемым эксплуатационным качествам;
- создание гибких автоматизированных производственных систем на основе использования вычислительной техники и станков с ЧПУ;
- совершенствование технологических процессов сборки, особенно в направлении ее автоматизации;
- разработка и широкое внедрение в производство малоотходных и ресурсосберегающих технологий.

Развитие технологии машиностроения на современном этапе позволит осуществить переход к массовому применению высокоэффективных систем машин и технологических процессов, обеспечивающих комплексную механизацию и автоматизацию производства, техническое перевооружение его основных отраслей.

Проблема ресурсосбережения является важной для машиностроения, так как затраты на металл в структуре себестоимости изделия достигают 60...80 %.

К основным источникам ресурсосбережения в машиностроении относятся:

- снижение удельной массы изделия;
- повышение коэффициента использования материалов;
- увеличение срока службы изделия.

Поэтому основной упор в разработке ресурсосберегающих технологий делается на заготовительное производство и упрочняющие технологии и методы.

Контрольные вопросы:

1. Систематизируйте основные этапы развития технологии конструкционных материалов с древних времен до наших дней.
2. В какую историческую эпоху технология машиностроения начала формироваться как наука?
3. Назовите выдающихся российских специалистов в области технологии машиностроения.
4. Назовите наиболее важные научные труды в области технологии машиностроения.
5. Сформулируйте основные пути совершенствования технологических процессов в машиностроении

Практическое (семинарское) занятие № 13

История отечественного станкостроения

Цель и задачи практического занятия – рассмотреть закономерности развития конструкций металлорежущих станков и их производства на российских заводах.

План практического занятия:

1. Контроль подготовленности студентов к занятию
2. Изложение теоретического материала
3. Ответы студентов на вопросы преподавателя
4. Подведение итогов занятия

Методические указания

Металлорежущие станки по своей конструкции являются преемниками механизмов, предназначенных для производства изделий из древесины, камня и кости. От своих предшественников металлорежущие станки унаследовали основные принципы устройства и действия. Поэтому «Очерки истории станков для резания металлов» необходимо начать с исследования развития станков, им предшествовавших.

Возможность получения гладких поверхностей с помощью вращательного движения изделия или инструмента стала известна человеку в весьма отдаленную эпоху. Уже добывание огня трением показало возможность получения тела вращения и соответствующей формы отверстия.

Первые устройства для получения поверхностей вращения нельзя отнести к какой-либо группе станков (токарной, сверлильной, шлифовальной) в современном представлении. Эти устройства были элементарно просты и универсальны. Путем усовершенствования на протяжении тысячелетий они превратились в станки. Токарный станок является наиболее старым. Он играл ведущую роль среди устройств для резания материалов. Значение станков токарной группы сохраняется и в современном машиностроении, несмотря на то что многие виды работ выполняются в настоящее время другими станками.

До эпохи промышленного переворота металлические изделия подвергались токарной обработке редко, но с ростом производства машин понадобились станки, приспособленные специально для изготовления металлических частей.

В первой половине XVIII в. уже существовали токарные и токарно-винторезные станки по металлу, но широкого распространения они тогда еще не приобрели, так как не было массовых заказов на их изделия, и важнейшие детали машин, в том числе и паровых, изготовлялись слесарями вручную. Необходимость в машинном изготовлении металлических деталей машин, связанная с широким переходом к машинному производству во всех отраслях

промышленности, в полной мере проявилась лишь в конце XVIII–первой четверти XIX в. и послужила толчком к усовершенствованию металлорежущих станков, в первую очередь токарных. При этом были использованы или открыты вновь ранее известные усовершенствования и сделаны новые замечательные изобретения, позволившие далеко двинуть вперед технику машиностроительного производства. Таким был, в самых общих чертах, путь развития токарных металлорежущих станков.

Выделение в самостоятельную группу сверлильно-расточных станков было связано с потребностью в изготовлении артиллерийских орудий. В XV в. появились сравнительно сложные и тяжелые металлорежущие станки, предназначенные для обработки канала ствола орудия. Затем были созданы агрегаты, которые производили, кроме того, наружную обточку орудийного ствола, отрезание литейной прибыли и обточку цапф. Эти станки в XVIII в. были использованы также для обработки цилиндров насосов, воздуходувок и паровых машин. Как и для других металлорежущих станков, толчком для их усовершенствования послужило широкое развитие в начале XIX в. машиностроения и прежде всего изготовление паровых машин.

Абразивные станки (точила) выделились в самостоятельную группу оборудования довольно рано. Они представляли собой круги естественного камня, приводимые в движение мускульной силой человека, лошадьми или водяным колесом. На протяжении весьма длительного времени конструкции этих станков менялись очень мало. Появление усовершенствованных абразивных станков относится уже ко второй половине XIX в.

Возникновение станков фрезерной группы, прежде всего зубофрезерных, связано с потребностью в большом количестве точно изготовленных зубчатых колес для часов, получивших в XVII в. весьма большое распространение. Опыт конструирования мелких зуборезных станков часового производства был впоследствии, в XVIII в., перенесен на изготовление крупных станков, предназначенных для обработки ответственных и наиболее трудоемких деталей машин – зубчатых колес. Фрезерование металлических поверхностей стало практиковаться еще в XVIII в., но в промышленности этот вид обработки металлов был применен лишь в первой четверти XIX в.

Принцип возвратно-поступательного движения резца или изделия, легший в основу создания строгальных станков, возник из опыта английских ремесленников, выстрагивавших модные в XVII в. узоры на черенках ножей. Конструкции английских устройств были описаны в литературе. В то же время возникла потребность в изготовлении инструментов с точными плоскостями для научной работы и делались попытки создания оборудования для исполнения этой работы. А. К. Нартов, выдающийся механик первой половины XVIII в., сконструировал и построил машины, имевшие все элементы современных нам продольно-и поперечно строгальных станков. Далее француз Фок, англичане Модели, Клемент, Роберте и другие создали станки, в которых не только принцип действия, но и конструктивное оформление приняло устойчивые формы.

В России первым предприятием по производству металлообрабатывающих станков был завод Берда в Петербурге (1790). В 1815 металлорежущие станки стал выпускать Тульский оружейный завод. В 1824 в Петербурге был построен завод Илиса для изготовления паровых машин и станков. В конце 19 в. многие машиностроительные заводы наряду с др. продукцией производили станки. Весь выпуск металлорежущих станков в России в 1913 составил 1,8 тыс. штук, парк установленных станков в 1908 насчитывал 75 тыс. единиц. В общей массе поступающих в промышленность станков удельный вес станков отечественного производства составлял всего лишь 16–24%, остальная часть приходилась на долю импорта. За годы Советской власти С. было по существу создано заново. Осуществление принятого 14-м съездом ВКП (б) в декабря 1925 решения, определившего генеральный курс на индустриализацию народного хозяйства, потребовало первоочередного развития тяжёлой промышленности, отечественного машиностроения и наряду с этим производства металлорежущих станков. В результате специальных правительственных мероприятий, проведённых в 1929–30, были созданы организационные предпосылки, необходимые для планового развития в СССР специализированной станкостроительной промышленности. Образование «Станкотреста» 29 мая 1929 и явилось датой официального создания самостоятельной отрасли С. В 1930 на основе объединения станкостроительных и инструментальных трестов учреждено Государственное всесоюзное объединение станкоинструментальной промышленности «Союзстанкоинструмент». Для подготовки специалистов открыт Московский станкоинструментальный институт (Станкин); организованы станкостроительные факультеты при МВТУ им. Н. Э. Баумана и Ленинградском политехническом институте им. М. И. Калинина. В целях создания научной и экспериментальной базы для развивающегося С. в 1931 в Москве был создан НИИ станков и инструментов (с 1933 – ЭНИМС). Впервые в СССР и в Европе ЭНИМС в 1934 разработал агрегатные многошпиндельные станки. Реконструкция действующих предприятий и строительство новых позволили увеличить производственные мощности по выпуску металлорежущих станков в годы 1-й пятилетки (1929–32) в 2,5 раза. За годы 2-й пятилетки (1933–37) число станкостроительных заводов увеличилось в 1,8 раза, а выпуск станков возрос более чем в 2 раза. Объём союзного производства станков в 1937 в 33 раза превысил уровень 1913. При этом увеличилось не только количество выпускаемых станков, но и расширилась их номенклатура. Началось производство станков-автоматов и полуавтоматов, шлифовальных и зубообрабатывающих, станков тяжёлого типа. В 1940 общее количество освоенных типоразмеров выпускаемых станков превысило 320. В течение трёх довоенных пятилеток построено большое количество новых станкостроительных заводов, в том числе Краматорский тяжёлого станкостроения, Киевский станков-автоматов, Харьковский радиально-сверлильных станков, московский «Станколит» и др. К 1941 в СССР имелось 37 специализированных станкостроительных

заводов. В период Великой Отечественной войны 1941–45 С. было переведено на выполнение заказов оборонной промышленности. Организация массового производства боеприпасов, боевых машин, артиллерийского и др. вооружения потребовала создания новых специализированных, агрегатных и упрощённых операционных станков. На ряде заводов начали применяться поточные методы производства. В годы войны построены крупнейший новосибирский завод «Тяжстанкогидропресс» им. А. И. Ефремова, Стерлитамакский завод им. В. И. Ленина. В 1950, к концу 4-й пятилетки, было выпущено 70,6 тыс. металлорежущих станков. За 1946–50 освоено около 250 новых типов металлорежущих станков общего назначения, более тысячи типоразмеров специальных и агрегатных. Начато производство автоматических линий из агрегатных станков. В 1946 была изготовлена первая автоматическая линия для обработки головки двигателя трактора ХТЗ. В 1950 г. пущен автоматический завод по изготовлению поршней. При общем количественном росте выпуска металлорежущих станков за пятилетку на 9% выпуск прецизионных станков увеличился на 42,2% и по сравнению с 1960 – более чем в 4 раза. Выпуск станков особо высокой точности возрос на 74,8%. В общем типаже станков в 1945 насчитывалось 9 типоразмеров прецизионных станков, а к концу 1970 более 400. Только координатно-расточных станков освоено свыше 30 моделей. В 70-е года было освоено и поставлено на серийное производство около 60 новых моделей станков с ЧПУ, в том числе более 40 моделей станков с автоматической сменой инструмента. Широкий масштаб принимают работы по созданию автоматизированных участков металлорежущих станков с ЧПУ с групповым программным управлением для комплексной механической обработки одноступенчатых деталей. Например, ЭНИМС и его опытным заводом создан участок, укомплектованный станками с ЧПУ для обработки широкой номенклатуры деталей типа тел вращения (валы, фланцы, втулки, диски) с централизованным управлением от ЭВМ и автоматизированной подготовкой программ. Для решения задач по ускоренному развитию производства металлорежущих станков с ЧПУ в С. осуществляется ряд мероприятий, в частности на отдельных заводах организуется поточное производство станков с ЧПУ, большинство наиболее квалифицированных станкостроительных заводов привлечено к производству таких станков. Широкое применение получили электрофизические и электрохимические методы обработки металла, всё шире используется размерная обработка световым лучом. Эти методы иногда дополняют, а в ряде случаев полностью заменяют обработку деталей резанием и давлением. Разработаны и выпускаются электроискровые станки для точной обработки небольших деталей и для вырезки фасонных контуров проволочным электродом; электроимпульсные станки – для трёхкоординатной обработки фасонных деталей; анодно-механические, электроконтактные – для обработки слитков из специальных сталей и др. работ; светолучевые станки – для получения отверстий диаметром от 0,03 до 0,5 мм в любых материалах; ультразвуковые станки – для обработки твёрдых и крупных материалов; электрохимические

станки и др. Внедрение их в промышленность позволяет добиться существенного технического прогресса в отдельных производствах. Использование светового луча и ультразвука для обработки алмазных волок и фильер позволило решить проблему комплексной обработки этих изделий, в результате чего продолжительность их черновой обработки сократилась с десятков часов до нескольких минут, а продолжительность финишной – в 4-5 раз.

Контрольные вопросы:

1. Систематизируйте этапы создания универсальных и специальных металлорежущих станков.
2. Систематизируйте этапы создания специальных металлорежущих станков.
3. Систематизируйте этапы создания автоматизированных металлорежущих станков.
4. Назовите отечественных и зарубежных изобретателей, которые создавали оригинальные модели металлорежущих станков.
5. Систематизируйте исторические события, связанные со становлением и развитием отечественного станкостроения.
6. Какие станкостроительные предприятия были организованы в России и функционируют в настоящее время?

Практическое (семинарское) занятие № 14

История металлорежущих инструментов

Цель и задачи практического занятия – рассмотреть закономерности развития режущих инструментов и инструментальных материалов во взаимосвязи с эволюцией металлорежущих станков.

План практического занятия:

1. Контроль подготовленности студентов к занятию
2. Изложение теоретического материала
3. Ответы студентов на вопросы преподавателя
4. Подведение итогов занятия

Методические указания

Металлорежущий инструмент является одним из важнейших орудий производства. Он используется при обработке резанием всевозможных деталей на металлорежущих станках. При этом срезается часть материала заготовки в виде стружки до получения требуемой поверхности детали.

История возникновения различных режущих инструментов покрыта мраком. Сейчас трудно сказать, когда они появились впервые, из каких материалов они изготавливались, и какой народ их начал применять первым. Но некоторые данные все-таки имеются. В настоящее время этот вопрос занимает не последнее место в умах ученых, т.к. по степени развития инструмента можно судить об историческом процессе развития человека, об эволюционировании общества в целом.

На заре развития человеческой культуры одними из первых орудий, которыми пользовались люди в процессе своего труда, были каменные орудия. Уже в эпоху неолита человек достиг большого мастерства в изготовлении самых разнообразных каменных орудий: скребков, резцов, наконечников, иголок, кинжалов, топоров, молотков, долот, мотыг, серпов, напильников.

Каменные орудия были хрупкими, они часто ломались, а расширявшаяся производственная деятельность людей требовала более прочных орудий. Поэтому в 3-1 тысячелетиях до н.э. на смену камню пришли медь, олово и бронза. Орудия, изготовленные из бронзы, были прочными, но им недоставало твердости и остроты каменного орудия.

Считается, что первые режущие инструменты появились в период палеолита (более 1 млн. лет назад) и были сделаны из камня. Изобретение клина считается началом истории развития режущих инструментов. Оно также велико как изобретение колеса, рычага и открытие огня, умение его добывать и использовать. Обладая хорошими физическими свойствами (твердостью и способностью раскалываться на тонкие острые пластинки), кремний – SiO_2 – считается первоначальным материалом для изготовления

примитивнейших режущих инструментов. Этими инструментами можно было обрабатывать шкуры зверей, резать дерево и неплохо рыть землю.

Мезолит (12 – 7 тыс. лет назад) характеризуется появлением составных инструментов, например топора, ножа с деревянной ручкой.

Неолит (7 – 3 тыс. лет назад) – открыты аналоги кремня: яшма, диорит, нефрит, вулканическое стекло и другие твердые минералы. Считается, что именно в Ассирии впервые был осуществлен процесс сверления с применением трубчатых костей и абразивных порошков.

Появление металлических инструментов ученые относят к третьему тысячелетию до н.э. К новым металлическим инструментам можно отнести коловорот, родиной которого считается Древний Египет и Междуречье. Окончательно железный инструмент входит в повседневный обиход в VII – V вв. до н.э. В настоящее время для изготовления режущего инструмента применяются стали разных видов.

Наиболее трудным и ответственным процессом является сверление и обработка отверстий. Кроме геометрических размеров иногда очень важными являются параметры шероховатости поверхности и наличие фаски у отверстия. Для получения необходимой шероховатости отверстия используют зенкер и/или развертку, а для снятия фаски применяется коническая зенковка. Данные инструменты изготавливают из быстрорежущей стали или твердых сплавов, что позволяет увеличить скорость резания и повысить износостойкость инструмента.

Вплоть до первого десятилетия XX в. единственным материалом, пригодным для изготовления металлорежущих инструментов, была углеродистая инструментальная сталь. Из-за низкой температуро- и износостойкости изготовленными из неё инструментами можно было обрабатывать углеродистые стали и чугуны с низкими скоростями резания (10-20 м/мин, в некоторых случаях до 30 м/мин) и невысоким эксплуатационным ресурсом. Обработка металлов была малопроизводительна и неэкономична.

При этом существовала тесная взаимосвязь с техническим уровнем металлорежущих станков. Частота оборотов шпинделя не превышала 300-500 об/мин. Станки имели маломощные приводы от ременных передач, потребляемая мощность не превышала 2-3 кВт. Конструкции станков были нежесткими.

В начале XX в. была разработана первая высоколегированная инструментальная сталь. Эта сталь в качестве легирующих присадок содержала 18% вольфрама, 4,5% хрома и 1% ванадия. По сравнению с углеродистой новая сталь имела значительно более высокие физико-механические свойства, в особенности температуро- и износостойкость. Металлорежущие инструменты, изготовленные из этой стали, могли обрабатывать стали и чугуны со скоростями резания 30-60 м/мин (в 2-2,5 раза выше, чем до этого). Благодаря этим качествам вновь разработанная сталь

получила название быстрорежущей стали. По химическому составу она соответствует современной марке P18.

Металлорежущие инструменты, изготовленные из быстрорежущей стали, впервые были продемонстрированы в 1910 г. на Всемирной Промышленной выставке в Брюсселе. С того времени эта сталь заняла ведущее место в инструментальном производстве. В настоящее время более половины металлорежущих инструментов изготавливают из быстрорежущих сталей.

Вольфрам - основной легирующий элемент быстрорежущих сталей – дефицитный материал. В период Великой Отечественной войны из-за недостатка вольфрама получил применение новый материал – среднелегированная быстрорежущая сталь марки P9, содержащая 9% вольфрама. В 60-70-х годах проводились поиски новых марок быстрорежущих сталей, содержащих кроме вольфрама молибден и кобальт в разных соотношениях и пропорциях. Была разработана технология поверхностного покрытия (напыления) лезвий быстрорежущих инструментов износостойкими и тугоплавкими металлами - вольфрамом, титаном, молибденом, а так же их химическими соединениями - нитридами и карбидами. Этим достигается повышение износостойкости и ресурса работы быстрорежущих инструментов.

Одно время считалось, что во всех случаях сталь P18 является лучшей быстрорежущей сталью, а все вновь разработанные марки с меньшим содержанием вольфрама рассматривались как менее качественные и неполноценные её заменители. Но исследования показали, что в некоторых случаях она уступает другим маркам.

В 20-х годах потребовалось полностью заменить тихоходный и маломощный парк металлорежущих станков новыми, технически более совершенными станками с частотой вращения шпинделя до 1000-1500 об/мин и мощностью до 6-8 кВт. Это был первый значительный скачок в современной технологии механической обработки деталей, вызванный появлением более совершенного инструментального материала. В годы первой пятилетки реконструируемые и вновь строящиеся в СССР машиностроительные заводы оборудовались импортными металлорежущими станками. Новые инструментальные заводы приступили к производству быстрорежущих инструментов, а зарождающаяся станкостроительная промышленность начала разработку и выпуск собственных моделей металлорежущих станков, предназначенных для работы с быстрорежущим инструментом.

После перехода к высоколегированным быстрорежущим сталям исследователи приступили к поискам новых композиций различных химических элементов, с помощью которых можно создать инструментальные материалы с ещё более высокими физико-механическими свойствами. Исследования велись во многих промышленно развитых странах. Многочисленные экспериментальные материалы самого различного химического состава получили общее название стеллиты. Однако попытки

использовать стеллиты для изготовления лезвийных металлорежущих инструментов положительных результатов не дали. Они оказались хрупкими материалами не превосходящими по износостойкости быстрорежущую сталь. Хотя стеллиты как самостоятельная группа инструментальных материалов применения не нашла, в процессе поисковых плавов родились первые прообразы современных материалов, известных под названием твёрдых сплавов. Технология производства первых вольфрамокобальтовых твёрдых сплавов состояла в расплавлении компонентов и отливке пластинок, припаиваемых к корпусу инструмента. Исследования резцов с припаянными пластинками литого твёрдого сплава показали, что их режущие свойства ненамного выше, чем у инструментов из быстрорежущих сталей. Дело изменилось, когда исследователи перешли к применению методов порошковой металлургии (прессование измельченных в пыль компонентов). Твёрдосплавные пластинки, изготовленные по этой технологии, имели высокие физико-механические свойства и оказались весьма эффективным инструментальным материалом. Такая технология используется и в наше время.

Режущие инструменты, оснащённые твёрдосплавными пластинами, стали постепенно вытеснять инструменты из быстрорежущих сталей. Сначала твёрдосплавными пластинками оснащались резцы, несколько позже фрезы, развёртки. Затем, по мере развития инструментальной технологии, оснащались фасонные инструменты, зубо- и резбонарезные инструменты, протяжки. В США, Германии и СССР приблизительно в одно и то же время (во второй половине 20-х годов) твёрдые сплавы были выпущены как товарная продукция. Эти сплавы, полученные из карбидов вольфрама и металлического кобальта (группа ВК), в США назывались как и производящая их фирма, "карболой", в Германии "видиа" (т. е. как алмаз), в СССР они получили название "победит". Все эти твёрдые сплавы оказались превосходным материалом для обработки чугунов, но непригодными для обработки сталей. По этой причине первые годы (до середины 30-х годов) ими обрабатывались только чугуны, а стали продолжали обрабатывать быстрорежущими инструментами.

В результате дальнейших поисков к середине 30-х годов был разработан новый твёрдый сплав, содержащий кроме карбидов вольфрама карбиды титана. Вольфрамотитановые твёрдые сплавы были успешно применены при обработке сталей, но оказались малоэффективны при обработке чугунов. Первые марки советских вольфрамотитанокобальтовых твёрдых сплавов (группа ВТК) обозначались а15 и а21. Сплав а15 соответствует используемому в настоящее время сплаву марки Т15К6. Сплав а21 применения в дальнейшем не нашел. Таким образом, начиная с середины 30-х годов в машиностроении применяются пластинки твёрдых сплавов двух групп. Из сплавов группы ВК выполняют инструменты, предназначенные для обработки чугунов, а из сплавов группы ВТК – инструменты для обработки сталей.

Металлорежущие инструменты, оснащённые твёрдосплавными пластинками, могли обрабатывать стали и чугуны со скоростями, в 2-3 раза превосходящими скорости доступные инструментам из быстрорежущих сталей. Таким образом, появление новых инструментальных материалов - твёрдых сплавов - вновь явилось причиной очередного скачка в области станкостроения и механической обработки деталей машин. Вновь возросли скоростные и мощностные характеристики станков. Частота вращения шпинделей повысилась до 2000 об/мин. Мощность, например, токарных станков достигла 13-15 кВт. Это повысило производительность труда и экономичность обработки металлов резанием.

С тех пор не было разработано новых композиционных инструментальных материалов на металлической основе, обладающих более высокими физико-механическими свойствами.

В 40-х годах усилия учёных были направлены на разработку минеральных инструментальных материалов, физико-механические свойства превосходили бы свойства материалов на металлической основе. В Московском химико-технологическом институте была разработана минералокерамика на основе кристаллов корунда, получившая обозначение ЦМ332. минералокерамика, обладая очень высокой температуро- и износостойкостью имела низкую прочность на изгиб, примерно в 10 раз меньшую, чем у быстрорежущих сталей, и в 3-4 раза меньшую, чем у твёрдых сплавов. Оказалась очень хрупким материалом, склонным к локальным выкрашиваниям. Ею оснащали резцы, предназначенные для скоростной окончательной обработки сталей и чугунов. Из-за хрупкости и низкой ударной вязкости широкого промышленного распространения минералокерамика не получила.

Производя попытки повысить прочность и уменьшить хрупкость минералокерамики легированием некоторыми тугоплавкими металлами, учёные получили новую подгруппу металломинеральных инструментальных материалов, названных керметами. Поиски более совершенных композиций керметов продолжают до сих пор, но пока их свойства не позволяют широко применять их как инструментальный материал.

В 50-х годах была разработана технология производства в промышленных масштабах синтетических алмазов. Алмазные шлифовальные круги нашли широкое применение для производительной и качественной заточки твёрдосплавных инструментов, а так же изделий из минералов и полупроводниковых материалов. Резцы, оснащённые алмазом, используются для обработки твёрдых, термообработанных металлов, минералов, заготовок из алюминиевых сплавов с повышенными требованиями к качеству обработанной поверхности. Алмазными инденторами специальных форм выполняют скоростное выглаживание поверхностей.

В 60-х годах доктором технических наук Н.Е. Филоненко была разработана оригинальная технология изготовления синтетического минерального материала из соединения азота и бора, получившего название эльбор. Шлифовальные круги из эльбора обладают повышенными режущими

свойствами и предпочтительны для шлифования изделий из высоколегированных термообработанных сталей, например режущих, измерительных инструментов. Резцы, оснащённые лезвиями из эльбора, применяются для скоростного чистового точения чугунов, для обработки высоколегированных сталей и минералов.

Для получения высокого качества обработанных поверхностей резцами с лезвиями из синтетических алмазов и эльбора, станки должны иметь высокую жёсткость и виброустойчивость

В настоящее время в машиностроении используется большое количество разнообразных режущих инструментов. Например, широко применяются токарные резцы, имеющие одну режущую часть и такие сложные инструменты, как протяжки, имеющие несколько десятков режущих зубьев.

Поэтому бронза не могла вытеснить каменные орудия? Развитие ремесла настоятельно требовало создания такого материала, который сочетал бы в себе прочность бронзы и твердость камня. Таким материалом явилось железо. Оно дало ремесленнику орудия такой твердости и остроты, которым не мог противостоять ни один камень, ни один из известных тогда металлов.

В средневековье еще отсутствует разделение труда между отдельными цехами и внутри цехов между отдельными рабочими. Каждый рабочий должен был уметь делать все операции, связанные с продукцией его цеха.

Мануфактурный период, который пришел на смену ремесленному производству, ознаменовался тем, что производство было разделено на ряд операций, и каждая из них выполнялась отдельным рабочим, что привело к соответствующей дифференциации орудий труда и приспособления их к определенным операциям мануфактурного производства.

"Коллективный рабочий", который создавался в результате мануфактурного труда определенного числа рабочих, был гораздо производительней, чем то же число рабочих, самостоятельно осуществляющих все операции по изготовлению данного изделия.

Резкий скачок в развитии производительных сил общества мы наблюдаем при переходе от мануфактурного производства к машинной индустрии, это было связано с переходом от ручного труда к машинному, с передачей механизму функций непосредственного воздействия на предмет труда.

Применение машин позволило вывести мощность орудий труда далеко за пределы физических возможностей человека, повысить скорости протекания рабочих процессов, развить принципы агрегатирования машин, когда в единый комплекс, управляемый человеком, включается ряд рабочих механизмов.

Ручной труд не мог разрешить и многих технических задач, которые стали возникать в машиностроении, при возрастающей сложности машин, увеличения их мощностей и точности работы механизмов.

Основным техническим средством при обработке металлов в тот период был ручной токарный станок. В процессе работы на нем рабочий держал резец в руках и перемещал его в требуемом направлении, в соответствии с формой обрабатываемой поверхности. Необходимо было на станке иметь механизм, который держал бы резец и заменил руку человека. Таким механизмом явился суппорт токарного станка. Токарные станки с суппортом впервые были построены в России А. К. Нартовым (1693-1756 гг.).

Применение суппорта позволило использовать машинный инструмент, создать высокопроизводительные, многоинструментальные станки, позволяющие изготавливать различные детали машин с высокой степенью точности и быстроты.

Переход к машинной индустрии привел к чрезвычайно бурному развитию инструментов и созданию новых их типов.

Во второй половине XIX века появляются такие инструменты, как спиральное сверло, развертка, зенкер, разнообразные фрезы, в том числе затылованные фасонные фрезы для обработки зубчатых колес. В конце XIX и начале XX веков стали использоваться в производстве такие сложные инструменты, как червячные фрезы, зуборезные долбяки, гребенки и др. Двадцатые годы XX века характеризуются внедрением такого инструмента, как протяжка, которая в настоящее время находит широкое применение в силу высокой производительности и качества обработки. В этот же период начинают применять всевозможные комбинированные инструменты, наборы инструментов, позволяющие совмещать различные операции.

Режущий инструмент является важнейшим элементом техники различных отраслей машиностроительной промышленности. На протяжении всей истории техники усовершенствования режущего инструмента оказывали большое влияние на конструкцию металлорежущих станков и технологию машиностроения.

Например, применение быстрорежущей стали вместо углеродистой инструментальной вызвало резкое повышение режимов обработки и, соответственно, производительности труда.

Скорости резания инструментов из углеродистых сталей колебались около 10 м/мин. Инструменты же из быстрорежущей стали позволили повысить скорость резания до 30—40 м/мин. Подобное повышение скорости резания не могло не отразиться на конструкциях металлорежущих станков. Станки, имеющие большее число оборотов, стали более жесткими, более массивными.

Групповой трансмиссионный привод был заменен индивидуальным.

Примером наиболее совершенного токарного станка, предназначенного для обработки деталей машин быстрорежущими резцами, может служить станок ДИП завода "Красный пролетарий". Первая партия из 10 станков ДИП-200 была выпущена к 1 мая 1932 г. Токарно-винторезный станок ДИП-200 с высотой центров 200 мм имел индивидуальный электропривод, обеспечивающий максимальное число оборотов шпинделя (600 об/мин).

Дальнейший прогресс машиностроения связан с применением твердых сплавов в качестве материала режущих инструментов. Использование твердых сплавов позволило увеличить скорости резания в 3—4 раза по сравнению со скоростями быстрорежущих инструментов. Подобное резкое увеличение скорости резания настоятельно потребовало создания новых металлорежущих станков, соответствующих возможностям новых инструментов.

Применительно к обработке твердосплавным инструментом станки ДИП устарели. Поэтому в 1949 г. завод "Красный пролетарий" стал выпускать новую модель токарного станка 1А62 с увеличенной мощностью и в два раза большим максимальным числом оборотов шпинделя по сравнению со станком ДИП-200. Но и этот станок, который выпускался до 1956 г., не мог удовлетворить всем требованиям скоростного резания.

Поэтому на заводе "Красный пролетарий" был создан и в ноябре 1956 г. запущен в производство станок 1К62 с числом оборотов от 12,5 до 2000 об/мин.

Таким образом, внедрение новых, более совершенных, инструментальных материалов приводит к соответствующему изменению конструкций металлорежущих станков, заставляет проектировать их с увеличенными числами оборотов, более мощными и жесткими.

Режущий инструмент не только оказывает влияние на конструкцию станков, технологию изготовления изделий, но и в определенной степени оказывает воздействие на конструктивные формы деталей машин. Так, появление и широкое распространение в машиностроении шлицевых соединений стало возможным благодаря применению метода протягивания. Например, шлицевой протяжкой можно обеспечить высокопроизводительную обработку шлицевого отверстия с необходимой точностью. Но с другой стороны, например, развитие тяжелого станкостроения потребовало создания новых конструкций крупногабаритных инструментов. Разработка и использование в машиностроении автоматических линий также потребовала проектирования инструментов с высокой размерной стойкостью, способного обрабатывать детали в пределах заданных допусков в течение определенного времени, например смены. В результате были разработаны инструменты с обновляющейся в процессе резания режущей кромкой, инструменты с автоматической наладкой, инструменты с настройкой на размер вне станка, устройства для автоматической замены изношенного инструмента в процессе работы линии.

На первый взгляд может показаться, что роль режущих инструментов в промышленности невелика. Однако, если учесть, что на машиностроительных заводах ежедневно миллионы режущих кромок обрабатывают десятки миллионов всевозможных деталей, то станет ясным значение инструмента в народном хозяйстве. Успешное развитие любого машиностроительного производства в значительной степени зависит от того, насколько оно обеспечено надлежащим количеством инструмента.

В дореволюционное время в России не было ни одного специализированного инструментального завода. Режущий инструмент для собственных нужд изготавливали только Тульский, Путиловский, Златоустовский, Ижевский, Обуховский, Коломенский заводы. Из-за границы ввозилось 90% режущих инструментов. В 1919 г. в Москве был организован первый в нашей стране специализированный государственный инструментальный завод. На первом этапе завод специализировался на производстве режущего и зажимного инструмента. Его основными изделиями стали фрезы, метчики, плашки, развертки, сверла. Производство инструмента было организовано на основе разделения процесса производства на ряд элементарных операций и выполнения каждой операции отдельным рабочим на определенном станке, оснащенном специальным приспособлением. Подобный подход к организации производства инструмента был по тому времени новым и прогрессивным и оказался весьма эффективным.

Этот принцип разделения технологического процесса на ряд операций и использования универсального оборудования при его оснащении специальными приспособлениями был применен на других заводах. В частности его использовал Сестрорецкий инструментальный завод, который в 1922 г. принял профиль инструментального завода. В период восстановления народного хозяйства, наряду с названными, функционировали такие специализированные заводы, как завод им. Ленина в Златоусте, завод режущих инструментов в Харькове, напильные заводы в Миассе и Ворошиловграде.

К концу первой пятилетки вступил в строй мощный инструментальный завод "Фрезер" им. М.И. Калинина. В связи с пуском и развертыванием производства инструмента на заводе "Фрезер", а также на таких заводах, как Сестрорецкий и Златоустовский, роль Московского инструментального завода (МИЗа) как поставщика нормального режущего инструмента становилась второстепенной. С этого периода МИЗ переходит на производство протяжек, зуборезных инструментов и другого сложного нестандартного инструмента.

Таким образом, за годы довоенных пятилеток произошли существенные изменения в развитии инструментальной промышленности. К началу 1941 г. только в системе Министерства станкостроения было девять инструментальных заводов.

Вместе с тем, несмотря на рост специализированной инструментальной промышленности, роль ее в удовлетворении потребности народного хозяйства в режущем инструменте была все же небольшой. В то же время в стране непрерывно и быстро росло число машиностроительных предприятий, вступили в строй тракторные заводы в Волгограде, Харькове, Челябинске, автомобильные заводы в Москве и Горьком, заводы тяжелого машиностроения на Урале, Украине и др. Только за годы первой пятилетки было введено в действие свыше 1500 новых заводов и фабрик.

Естественно, что такое положение вызвало необходимость дальнейшего строительства на машиностроительных заводах крупных инструментальных цехов, которые создавались в короткие сроки, для удовлетворения потребностей предприятий в необходимом инструменте. В результате в промышленности выросли инструментальные цехи, станочный парк которых, по данным 1932 г., вдвое превышал станочный парк инструментальных заводов. Крупные инструментальные цехи, представлявшие по существу заводы средней величины, были созданы на тракторных и автомобильных заводах, на авиационных и других предприятиях. В результате к концу 1940 г. наша страна почти совершенно отказалась от импорта режущего инструмента.

В годы Великой Отечественной войны в результате перебазирования промышленности на восток страны количество специализированных инструментальных заводов почти удвоилось и возросло до семнадцати к ее окончанию. Были созданы инструментальные заводы в Томске, Новосибирске, Оренбурге, Свердловске. В послевоенный период расширение производства инструмента шло по пути внедрения новых прогрессивных методов их изготовления и организации новых инструментальных заводов в Виннице, Львове, Минске, Вильнюсе и других городах

Контрольные вопросы:

1. Систематизируйте этапы создания универсальных металлорежущих инструментов.
2. Систематизируйте этапы создания специальных металлорежущих инструментов.
3. Назовите отечественных ученых, работавших в области теории резания материалов
4. Назовите отечественных рабочих-новаторов, которые прославились в области скоростной обработки металлов.
5. Систематизируйте исторические события, связанные со становлением и развитием отечественного инструментального производства.
6. Какие инструментальные предприятия были организованы в России и функционируют в настоящее время?

Практическое (семинарское) занятие № 15

Развитие теории резания металлов

Цель и задачи практического занятия – рассмотреть закономерности развития научных исследований в области теории обработки материалов резанием.

План практического занятия:

1. Контроль подготовленности студентов к занятию
2. Изложение теоретического материала
3. Ответы студентов на вопросы преподавателя
4. Подведение итогов занятия

Методические указания

Обработка металлов резанием является и на многие годы останется основным технологическим приемом изготовления точных деталей машин и механизмов. В истории и методологии теории резания металлов можно выделить четыре периода.

Перый период.

Основоположником науки о резание является русский ученый И.А. Тиме профессор Петербургского горного института. Он провел систематизированные исследования стружкообразования и создал схему процесса стружкообразования с его математическим описанием. Фундаментальным учением в науке резания считается исследовательская работа И.А. Тиме "Сопротивление металла и дерева резанию", опубликованная в 1870 году на Луганском заводе. В этой книге изложены результаты опытов по срезанию стружек и теория процесса резания. И.А. Тиме впервые дает определение процесса резания, приводит классификацию стружек, объясняет явление усадки стружки (изменение размера в результате пластического деформирования), доказывает, что толщина и ширина срезаемого слоя по-разному влияет на работу резания. На основании экспериментальных исследований установлена зависимость между силой резания и размерами срезаемого слоя, показана периодичность процесса стружкообразования и "угол действия" при отделении элемента стружки. Им учитывалось волокнистое строение древесины и предложено рассматривать торцовое, продольное и поперечное резание.

Второй период.

Новым этапом в науке о резание являются работы последователей исследования И.А. Тиме П.А. Афанасьев и А.В. Гадолин. В 1886 г. Выходит книга П.А Афанасьева "Курс механической технологии дерева", в которой при анализе процесса стружкообразования использованы методы науки

сопротивления материалов. В книге уточняется форма эпюры давлений стружки на резец. П.А. Афанасьев впервые указывает на роль трения в процессе резания.

В отличие от И.А. Тиме П.А. Афанасьев считал, что давление обрабатываемого материала на переднюю поверхность распределено неравномерно, и что наибольшее давление имеет место у режущей кромки, а в точке входа в материал оно равно нулю.

Теории Тиме нашли последующее развитие в работах К.А.Зворыкина в книгах "Работа и усилие для отделения металлических стружек" и "Курс механической технологии дерева" (1894 г.) В своих работах К.А. Зворыкин делает попытку выяснить влияние площади сечения стружки на усилие резания при постоянной толщине и переменной ширине стружки. Результаты опытов показали, что работа резания пропорциональна объему снятых стружек, следовательно, сила резания изменяется пропорционально ширине стружки. Совсем другие результаты получились, когда сечение стружки изменялось только за счет толщины ее. Работа резания изменялась непропорционально толщине стружки. К.А. Зворыкин отмечает, удельная работа резания "не есть величина постоянная, а, напротив, переменная и уменьшается с увеличением толщины стружки". На основе этого К.А. Зворыкин предложил формулу для расчета удельной силы резания. Предложенная им формула для определения удельной силы была подтверждена всеми последователями и в принципиальной форме сохранилась по сей час.

До 1905-1910 ставятся проведенные Н.Н. Савиным первые опыты исследования влияния смазочно-охлаждающих жидкостей на процесс резания, а также изучение тепловых явлений при резании. Более совершенный анализ физической сущности процесса резания металлов был произведен Я.Г. Усачевым, который впервые применил металлографический метод для исследования процесса резания. Изучая температуру резания, Я.Г.Усачев разработал ряд конструкций термопар, применение которых дало возможность определить так называемое температурное поле резца. Также он установил, что точность исследования процесса резания зависит от уровня средств измерения. Значительное развитие методов и средств измерения получило в работе Якова Григорьевича Усачева "Явления, происходящие при резании металлов". Он изучал процесс резания металлов при промышленных скоростях, фотографируя обработанные поверхности и поверхность стружки через микроскоп. Силу резания измерял сконструированным им механическим динамометром. Для определения температуры поверхности резца использовал термопару. При этом для измерения количества тепла в срезанной стружке он использовал калориметр, в который сбрасывал стружку сразу после ее отделения.

В этот период в развитие практики резания металлов большой вклад сделали русские механики-изобретатели XVIII столетия. Русский механик А.К. Нартов впервые изобрел токарный станок с механическим суппортом. Более существенный вклад в развитие станкостроения XVIII в. внес механик-

изобретатель М.В. Сидоров-Красильников и Я. Батищев, которые создали многошпиндельный станок для обработки стволов ружей. М.В. Ломоносов изобрел сферотокарный станок, на котором обрабатывались металлические сферические зеркала.

В конце XIX столетия за изучением процессов резания взялся американский исследователь Ф.Тейлор. Формулы Ф. Тейлора для расчета силы и скорости резания, предназначенные для решения частных практических задач, представляли собой только статистическое описание эмпирически накопленной информации и не затрагивали физической сущности процесса резания. Вторым этапом развития науки о резании был выделен благодаря созданию отечественной школы резания в этот период, которая изучала коренные вопросы процесса резания и намного обогнала зарубежные исследования.

Третий период.

После Октябрьской революции 1917 г. в СССР начинается новый этап в развитии науки о резании. В 1925 г. выходит в свет работа преподавателя Ленинградской артиллерийской академии А.Н. Челюсткина "Влияние размеров стружки на усилие резания металлов", которая, по словам автора, является "результатом критической обработки главнейших сочинений, относящихся к вопросу резания металлов на станках, а также собственных изысканий и опытов автора в этой области". А.Н. Челюсткин цифрами и графиками подтвердил неодинаковое влияние ширины и толщины срезаемого слоя на силу резания. Работы А.Н. Челюсткина сыграли большую роль в критике формалистического направления в теории резания металлов, получившего название "немецкой школы" резания.

В годы первой пятилетки активно развивается машиностроение, что есть основой индустриализации страны. Это развитие предъявляло высокие требования к науке про резание металлов. При Техническом совете Наркомтяжпрома была создана Комиссия по резанию металлов под управлением Е.П. Наденским в составе Л.И. Каширина, В.А. Кривоухова, И.М. Беспрозванного и С.Д. Тиша. Комиссия по резанию, к работе которой было привлечено больше 30 ВУЗов, исследовательских институтов и заводских лабораторий, стала руководящей и планирующей организацией всесоюзного значения во всех научно-исследовательских работах резания металлов. На протяжении пяти лет по единой методике было выполнено около 250 капитальных исследовательских работ. Это позволило разработать основные нормативы и руководящие материалы по расчетам режимов резания для всех основных видов металлообработки. Появляется ряд работ большого научного значения, которые вместе с материалами Комиссии по резанию металлов заложили фундамент советской школы резания.

Важное значения для развития науки о резании имели достижения отечественных ученых этого периода в разработке методов скоростного резания металлов твердосплавными инструментами. В 1937-1940 годах была доказана возможность обработки черных металлов твердосплавными

инструментами особой формы со скоростью резания, которая доходила до 250-300 об/мин. С 1940 года на некоторых заводах начинают применять резцы и фрезы с пластинками твердых сплавов, которые работают при высоких скоростях.

В годы Великой Отечественной войны ученые все силы бросили на решение ряда практических заданий, которые повышают продуктивность работы и качество продукции оборонной промышленности. В довоенный период преобладали экспериментальные методы изучения процессов резания, дальше они сочетались с аналитическими. Для изучения разных сторон процесса резания широко используются высокоскоростная киносъемка, поляризационно-оптический метод, метод радиоактивных изотопов рентгеноскопия и электронноскопия, сканирование. Большой экспериментальный материал, накопленный в результате проведенных исследований, позволил приступить к разработке общей теории процесса резания. Г.И. Грановский, В.А. Шишков, С.С. Петрухин, В.Ф. Бобров и другие разработали кинематику резания – раздел науки про резание металлов, которая изучает принципиальные кинематические схемы резания и действительные геометрические параметры инструментов, которые определяют характер стружкообразования, износа и стойкость инструментов.

Наименьшей математизации поддалась теория износа инструментов, что объясняется исключительной сложностью физических процессов, которые проходят на контактирующих поверхностях инструмента в условиях высоких давлений и температур, которые имеют место при резании.

В этот период получила развитие также теория обрабатываемости металлов и сплавов. Наряду с разработкой новых ускоренных методов определения обрабатываемости были получены ценные сведения про влияние химических, механических, теплофизических и структурных свойств материалов на допустимую скорость и сил резания. В связи со всеми требованиями, которые повышаются, к качеству выпускаемой продукции, была выполнена большая работа по исследованию процесса резания металлическими и абразивными инструментами с тонкими и сверхтонкими стружками. Роботами Л.Н. Маслова, А.В. Подзея, С.Г. Редько, А.Л. Маталина и др. были исследованы физические процессы при резании закрепленным и свободным абразивным зерном и состояние поверхностного слоя при шлифовании. Наряду с разработкой теорий процесса резания выполнено большое количество работ практического характера, результаты которых успешно внедрены в машиностроительную промышленность. Были разработаны оптимальные геометрические параметры инструментов и режимов резания при обработке труднообрабатываемых и высокопрочных материалов, созданы новые методы обработки фасонных зубчатых профилей и резьб, разработаны методы обработки инструментами с самовращающимися резцами.

Четвертый период.

В период с 1960 года до наших дней в машиностроении широко стала применяться автоматизация технологических процессов. Созданы и внедрены в практику новые конструкционные и инструментальные материалы, а также синтетические материалы, которые работают в агрессивных средах, при высоких температурах. Внедрены новые методы и режимы резания для обработки жаропрочных, тугоплавких сплавов, труднообрабатываемых материалов. Опережающее развитие получает станкостроение, в особенности производство станков с ЧПУ, обрабатывающих центров и гибких производственных систем. В связи с этим предъявляются высокие требования к уровню технологических процессов, обоснованному выбору характеристик инструмента и режимов обработки. В этот период началась разработка методов вибрационного и ультразвукового резания при автоматизированной обработке деталей, гидромеханическое резание крупногабаритных деталей и обработке алмазным инструментом. Новый подход к познанию закономерностей процесса резания описал в работе «Теория резания. Вводные главы» в 1975 г. М.И. Калужин. Он отмечает, что стружкообразование, изнашивание режущего инструмента и создание поверхностного слоя на заготовке совершаются одновременно и тесно взаимосвязаны. Это в совокупности составляет единое целое, характеризуется взаимозависимостью его частей и называется системой резания, которая является подсистемой замкнутой динамической системы станка. Одним из основных направлений развития технологии машиностроения является расширение областей применения абразивной обработки заготовок. Из общего парка металлорежущих станков 20-22 процентов станков работают с использованием абразивного и алмазного инструмента; для станков-полуавтоматов и автоматов эти цифры значительно выше – 30-33 процентов. В автомобильном, подшипниковом, инструментальном производстве доля станков для абразивной обработки составляет 50-60 процентов. Созданы станки с ЧПУ и многоцелевые центры для абразивной обработки. Наряду с развитием станков, инструментальных материалов проводятся также работы по усовершенствованию заточки режущих инструментов. Шлифование твердосплавных режущих инструментов и доводка инструмента из быстрорежущей стали является одной из основных областей применения алмазных инструментов.

Контрольные вопросы:

1. Систематизируйте периоды становления и развития теории резания металлов.
2. Охарактеризуйте содержание каждый периода развития теории резания металлов.
3. Назовите отечественных и зарубежных ученых, работавших в области теории резания материалов

Практическое (семинарское) занятие № 16

Роль вычислительной техники в теории и технике управления промышленным производством

Цель и задачи практического занятия – изучить закономерности развития вычислительной техники применительно к системам управления процессами и объектами.

План практического занятия:

1. Контроль подготовленности студентов к занятию
2. Изложение теоретического материала
3. Ответы студентов на вопросы преподавателя
4. Подведение итогов занятия

Появление и развитие электронной вычислительной техники во второй половине XX века оказало и продолжает оказывать огромное влияние на мировое общество и мировую экономику. Значимость информационных технологий на основе компьютеризации носит глобальный характер. Их воздействие касается государственных структур и институтов гражданского общества, экономической и социальной сфер, науки и образования, культуры и образа жизни людей.

В наше время жизнь каждого отдельного человека и всего социума в целом тесно связана с компьютером. Электронно-вычислительная техника все шире входит во все сферы нашей жизни. Компьютер стал привычным не только в производственных целях и научных лабораториях, но и в студенческих аудиториях и школьных классах. Непрерывно растет число специалистов, работающих с персональным компьютером, который становится их основным рабочим инструментом. Ни экономические, ни научные достижения невозможны теперь без быстрой и четкой информационной связи и без специального обученного персонала.

В продолжение всей истории вычислительной техники дискутируется проблема специализации средств вычислительной техники (СВТ) и вычислительных систем (ВС) в постановке: альтернатива это или дополнение к направлению развития универсальных компьютерных систем. Станет ли «универсальная» ВС «специализированной», если в ее состав будет включен, например, специализированный процессор? Вместе с тем, любая конкретная универсальная ВС ограничена сферой своего целевого назначения и вследствие этого приобретает свойства специализированности (по крайней мере, на уровне прикладного программного обеспечения).

Академик В.М. Глушков подчеркивал: «... требования увеличения эффективности оборудования, а также упрощения программирования и облегчения общения с человеком ведут к специализации процессоров, хотя каждый из таких специализированных процессоров будет оставаться алгоритмически универсальным и потому в принципе пригодным и для

других применений».

Кроме того, успешная реализация ряда современных проектов, связанных с разработкой и производством современных военных систем, позволяет говорить о серьезном прорыве в традиционных подходах к формированию технической и бизнес-политики создания компьютерных систем. Основу этого прорыва составляет то, что для реализации военных проектов широко использованы готовые аппаратные и программные технологии открытого типа, ранее широко апробированные и стандартизированные на рынке общепромышленных гражданских приложений. Это COTS-технологии (Commercial Off-The-Shelf – "готовые к использованию"). Нормативная база COTS-технологий развивается и поддерживается как в рамках международных (IEC/МЭК, ISO) и национальных (ANSI, DIN, IEEE, ГОСТ) организаций по стандартизации, так и в рамках крупных профессиональных консорциумов (ARINC, PCISIG, VITA, PICMG, Group IPC и т.д.). Стандартизация ведется совместными усилиями большого числа конкурирующих компаний (Motorola, HP, IBM, Sun и др.), производящих совместимую серийную технику.

Информатика и ее практические результаты становятся важнейшим двигателем научно-технического прогресса и развития человеческого общества. Её технической базой являются средства обработки и передачи информации. Скорость их развития поразительна, в истории человечества этому бурно развивающемуся процессу нет аналога. Можно утверждать, что история вычислительной техники уникальна, прежде всего, фантастическими темпами развития аппаратных и программных средств. В последнее время идет активный рост слияния компьютера, средств связи и бытовых приборов в единый набор. Будут создаваться новые системы, размещенные на одной интегральной схеме и включающие кроме самого процессора и его окружения, еще и программное обеспечение.

Главной тенденцией развития вычислительной техники в настоящее время является дальнейшее расширение сфер применения ЭВМ и, как следствие, переход от отдельных машин к их системам – вычислительным системам и комплексам разнообразных конфигураций с широким диапазоном функциональных возможностей и характеристик.

Наиболее перспективные, создаваемые на основе персональных ЭВМ, территориально распределенные многомашинные вычислительные системы – вычислительные сети – ориентируются не столько на вычислительную обработку информации, сколько на коммуникационные информационные услуги: электронную почту, системы телеконференций и информационно-справочные системы.

Специалисты считают, что в первой четверти XXI в. в цивилизованных странах произойдет смена основной информационной среды. Удельные объемы информации, получаемой обществом по традиционным информационным каналам (радио, телевидение, печать) станут катастрофически малы по сравнению с объемами получаемой информации посредством компьютерных сетей.

Прогнозируется дальнейший рост массового производства и распространения персональных ЭВМ, встраиваемых микропроцессоров, создания глобальных и региональных сетей обмена информацией. Примером здесь является развитие сети Internet.

При разработке и создании собственно ЭВМ существенный и устойчивый приоритет в последние годы имеют сверхмощные компьютеры – суперЭВМ и миниатюрные, и сверхминиатюрные ПК. Ведутся поисковые работы по созданию ЭВМ 6-го поколения, базирующихся на распределенной нейронной архитектуре, – нейрокомпьютеров. В частности, в нейрокомпьютерах могут использоваться уже имеющиеся специализированные сетевые МП – транспьютеры.

Транспьютер – микропроцессор сети со встроенными средствами связи. Например, транспьютер IMS T 800 при тактовой частоте 30 МГц имеет быстродействие 15 млн. оп/с (операций в сек.), а транспьютер Intel WARP при тактовой частоте 20 МГц – 20 млн. оп/с (оба транспьютера 32-разрядные).

Ближайшие прогнозы по созданию отдельных устройств ЭВМ:

1. Микропроцессоры с быстродействием не менее 1000 MIPS и встроенной оперативной памятью.
2. Встроенные сетевые и видеоконтроллеры;
3. Плоские крупноформатные дисплеи с разрешающей способностью FullHD пикселей и более;
4. Портативные, размером со спичечный коробок, устройства внешней памяти (магнитные диски или твердотельные накопители SSD) емкостью более 100 Гбайт. Терабайтные дисковые массивы на их основе сделают практически ненужным стирание старой информации.

Повсеместное использование мультимедиа широкополосных радио-, волоконно-оптических, а в пределах прямой видимости и инфракрасных каналов обмена информацией между компьютерами обеспечит практически неограниченную пропускную способность (до сотен миллионов байт в секунду и более).

Широкое внедрение средств мультимедиа, в первую очередь аудио и видеосредств ввода и вывода информации, позволит общаться с компьютером на естественном языке. Мультимедиа нельзя трактовать узко, только как мультимедиа на ПК. Можно говорить о бытовом (домашнем) мультимедиа, включающем в себя и ПК, и целую группу потребительских устройств, доводящих потоки информации до потребителя и активно забирающих информацию у него.

Этому уже сейчас способствуют:

1. Технологии медиа-серверов, способных собирать и хранить огромнейшие объемы информации и выдавать ее в реальном времени по множеству одновременно приходящих запросов;
2. Системы сверхскоростных широкополосных информационных магистралей, связывающие воедино все потребительские системы.

Специалисты предсказывают в ближайшие годы возможность создания

компьютерной модели реального мира, такой виртуальной (кажущейся, воображаемой) системы, в которой мы можем активно жить и манипулировать виртуальными предметами. Простейший прообраз такого кажущегося мира уже сейчас существует в сложных компьютерных играх. Но в будущем можно говорить не об играх, а о виртуальной реальности в нашей повседневной жизни, когда нас в комнате, например, будут окружать сотни активных компьютерных устройств, автоматически включающихся и выключающихся по мере надобности, активно отслеживающих наше местоположение, постоянно снабжающих нас ситуационно необходимой информацией, активно воспринимающих нашу информацию и управляющих многими бытовыми приборами и устройствами.

Информационная революция затронет все стороны жизнедеятельности, появятся системы, создающие виртуальную реальность:

1. Компьютерные системы – при работе на ЭВМ с "дружественным интерфейсом" абоненты по видеоканалу будут видеть виртуального собеседника, активно общаться с ним на естественном речевом уровне с аудио- и видеоразъяснениями, советами, подсказками. "Компьютерное одиночество", так вредно влияющее на психику активных пользователей ЭВМ, исчезнет.

2. Системы автоматизированного обучения – при наличии обратной видеосвязи абонент будет общаться с персональным виртуальным учителем, учитывающим психологию, подготовленность, восприимчивость ученика.

3. Торговля – любой товар будет сопровождаться не магнитным кодом, нанесенным на торговый ярлык, а активной компьютерной табличкой, дистанционно общающейся с потенциальным покупателем и сообщаящей всю необходимую ему информацию – что, где, когда, как, сколько и почем.

Техническое обеспечение, необходимое для создания таких виртуальных систем:

1. Дешевые, простые, портативные компьютеры со средствами мультимедиа;

2. Программное обеспечение для "вездесущих" приложений.

3. Миниатюрные приемопередающие радиоустройства (трансиверы) для связи компьютеров друг с другом и с сетью.

4. Распределенные широкополосные каналы связи и сети.

Характерной чертой компьютеров пятого поколения обязано быть внедрение искусственного интеллекта и естественных языков общения. Предполагается, что вычислительные машины пятого поколения будут просто управляемы. Пользователь сумеет голосом подавать машине команды.

Предполагается, что XXI век будет веком наибольшего использования достижений информатики в экономике, политике, науке, образовании, медицине, быту, военном деле.

Главной тенденцией развития вычислительной техники в настоящее время является дальнейшее расширение сфер внедрения ЭВМ и, как следствие, переход от отдельных машин к их системам – вычислительным

системам и комплексам разнообразных конфигураций с широким спектром функциональных возможностей и черт.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение информационной революции. Какие информационные революции произошли к настоящему времени?
2. Какие новые качества привнесли информационные технологии и микроЭВМ в современную теорию управления?
3. Что такое COTS-технологии? Приведите примеры компьютерных систем управления, отвечающих принципам COTS.
4. Каким образом осуществляется унификация и стандартизация компьютерных систем управления?
5. Какие существуют тенденции и перспективы развития информационной технологии в сфере автоматического управления процессами и объектами?
6. Какие существуют тенденции и перспективы развития информационной технологии в сфере управления производственными системами?

Библиографический список

1. Аладьев В.З., Хунт Ю.Я., Шишаков М.Л. Основы информатики: Учеб. пособие. – М.: Филинь, 1999. – 544 с. (19 экз.)
2. Афанасьев Ю.Н. Хрестоматия по истории науки и техники / под ред. Ю.Н. Афанасьева, В.М. Орла; сост.: Б.А.Старостин и др. – М.: РГГУ, 2005. – 701 с.(1 экз.)
3. Васильев Ю.В. Теория управления: учебник для вузов / Ю.В. Васильев [и др.]; под ред. Ю.В. Васильева, В.Н. Парахиной, Л.И.Ушвицкого. – 2-е изд., доп. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 608 с. (5 экз.)
4. Вдовин А.И. История развития науки и практики управления производством / А.И.Вдовин, В.А. Заренков, Е.Н. Згода.– СПб., 2001. – 224 с. (23 экз.)
5. Вдовин А.И. История развития науки и практики управления производством: учеб. пособие для вузов и сред. учеб. заведений / А.И.Вдовин, В.А. Заренков, Е.Н. Згода.– СПб., 2001. – 224 с. (23 экз.)
6. Зайцев Г.Н. История техники и технологий: учебник для вузов / Г.Н. Зайцев, В.К. Федюкин, С. А. Атрошенко; под ред. В. К. Федюкина. – СПб: Политехника, 2007. – 415 с. (15 экз.)
7. Зайцев Г.Н., Федюкин В.К., Атрошенко С.А. История техники и технологий: Учебник. – СПб: Политехника, 2007. – 415 с. (15 экз.)
8. Игнатов В.Г. Теория управления: курс лекций / В.Г. Игнатов, Л.Н. Албастова. – М.; Ростов н/Д: МарТ, 2006. – 464 с. (11 экз.)
9. История развития технологии машиностроения: Учеб. пособие / В.П.Смоленцев [и др.]; Воронежский ГТУ. – Воронеж, 2001. – 259 с. (1 экз.)
10. Маликов А. А. История и методология науки и производства: учеб. пособие для вузов / А.А. Маликов, А.С. Ямников, В.Б. Протасьев. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2011. – 318 с. (25 экз.)
11. Медухо О.А. Этапы развития науки и техники: Учебное пособие / О.А. Медухо, Н.Н. Шемарин. – Тула: ТулГУ, 1999. – 94 с. (68 экз.)
12. Медухо О.А., Шемарин Н.Н. Этапы развития науки и техники: Учебное пособие. – Тула: ТулГУ, 1999. – 94 с. (68 с.)
13. Никитич Л.А. История и философия науки: Учеб. пособие – М.: Юнити-дана, 2008. – 336 с.
14. Никитич Л.А. История и философия науки: Учеб. пособие для вузов. – М.: Юнити-дана, 2008. – 336 с. (25 экз.)
15. Острейковский В.А. Информатика: Учебник. – М.: Высшая школа, 2005. – 511 с. (20 экз.)
16. Певзнер Л.Д. Теория систем управления: Курс лекций: Учеб. пособие для вузов / Л.Д. Певзнер. – М.: Изд-во МГГУ, 2002. – 472 с. (1 экз.)
17. Певзнер Л.Д. Теория систем управления: Курс лекций: Учеб. пособие для вузов / Л.Д. Певзнер. – М.: Изд-во МГГУ, 2002. – 472 с. (1 экз.)
18. Петров Ю.П. Новые главы теории управления. – СПб., 2000. – 156 с. (10 экз.)

19. Петров Ю.П. Новые главы теории управления. – СПб., 2000. – 156 с. (10 экз.)
20. Сергеев А.Г. Метрология: история, современность, перспективы: учеб. пособие для вузов / А. Г. Сергеев. – М.: Логос, 2009. – 382 с. (5 экз.)
21. Соломатин В.А. История науки: Учеб. пособие. – М.: ПЕРСЭ, 2003. – 352 с. (4 экз.)
22. Соломатин В.А. История науки: учебное пособие для вузов / В.А.Соломатин. – М.: PerSE, 2003. – 352 с. (4 экз.)
23. Стрекопытов С.П. История научно-технических учреждений в России (вторая половина XIX - XX вв. / С.П.Стрекопытов. – М.: РГГУ, 2002. – 425 с. (11 экз.)
24. Техника в ее историческом развитии: От появления ручных орудий труда до становления техники машинно-фабричного производства. / Под ред. С.В. Шухардина. АН СССР, Ин-т истории естествознания и техники. – М.: Наука, 1979. – 413 с. (6 экз.)
25. Уколов В.Ф. Теория управления: учебник для вузов / В.Ф. Уколов, А.М. Масс, И.К. Быстрыков. – 3-е изд., доп. – М.: Экономика, 2007. – 704 с. (10 экз.)
26. Христич Д.В. История и методология механики: Учеб. пособие. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2009. – 196 с. (10 экз.)
27. Шейпак А.А. История науки и техники. Материалы и технологии: Учеб. пособие. Ч. I. – М.: МГИУ, 2001. – 192 с. (4 экз.)
28. Шейпак А.А. История науки и техники. Материалы и технологии: Учеб. пособие. Ч. II. – М.: МГИУ, 2004. – 302 с. (4 экз.)
29. Ямников А.С. История развития технологической науки: учебное пособие для вузов / А.С. Ямников, А.А. Маликов. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2012. – 390 с. (15 экз.)

В скобках указано количество экземпляров книги в фондах библиотеки ТулГУ.