

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированного оборудования
машиностроительного производства

**ОПТИМИЗАЦИОННЫЙ СИНТЕЗ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ
КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ
для студентов направления

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
(профиль «Конструкторско-технологическое обеспечение
кузнечно-штамповочного производства»)
очной формы обучения

Воронеж 2022

УДК 621.73(07)
ББК 34.623я7

Составители: канд. техн. наук, доц. А. М. Гольцев,
ст. преп. С. Л. Новокшенов

Оптимизационный синтез технологических комплексов кузнечно-штамповочного производства: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (профиль «Конструкторско-технологическое обеспечение кузнечно-штамповочного производства») очной формы обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: А. М. Гольцев, С. Л. Новокшенов. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2022. 38 с.

В методических указаниях изложены материалы по порядку выполнения лабораторных работ, представлен перечень технического и программного обеспечения, требования к отчету, представлен библиографический список литературы, приведены необходимые теоретические сведения по применению современных САПР при проведении оптимизационного синтеза при проектировании кузнечно-штамповочного оборудования.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ_ОСТККШП.pdf.

Ил. 30. Табл. 9. Библиогр.: 3 назв.

УДК 621.73(07)
ББК 34.623я7

Рецензент: А. В. Демидов, канд. техн. наук, доц. кафедры
автоматизированного оборудования
машиностроительного производства

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

ВВЕДЕНИЕ

Работоспособность кузнечно-штамповочных машин в значительной степени зависит от работоспособности и долговечности главных исполнительных механизмов и элементов системы включения. При этом важнейшими требованиями для новых кузнечно-штамповочных машин является снижение материалоемкости конструкций с одновременным обеспечением заданного ресурса и надежности.

Эти требования обусловили развитие расчетных и экспериментальных методов и средств в прикладной механике и существенно изменили общую методологию проектирования новой техники в различных отраслях машиностроения.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Занятия в лаборатории проводятся под руководством преподавателя. Для проведения лабораторных занятий группа делится на подгруппы (по 10 - 12 человек), постоянный состав которых сохраняется до окончания всего лабораторного практикума. Лабораторные работы выполняются студентами самостоятельно. По результатам выполненных работ оформляется отчет. По окончании лабораторного практикума каждый студент должен сдать зачёт. При сдаче зачёта студент обязан:

1. Знать целевое назначение работы и уметь объяснить порядок и технику её выполнения.
2. Знать устройство, приемы управления и настройку оборудования, приборов и программных средств, применяемых в работе.
3. Понимать физический и практический смысл полученных результатов.
4. Предъявить отчёт с записями со всеми необходимыми расчётами, эскизами, графиками и выводами по каждой выполненной работе.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Перед началом лабораторных занятий студенты знакомятся с содержанием лабораторного практикума, организацией и режимом занятий, правилами техники безопасности. Распределение обязанностей внутри подгруппы производится студентами с соблюдением принципа равного участия в работе каждого студента.

Студенты должны:

1. Изучить самостоятельно методику выполнения работы и ознакомиться с организацией рабочего места.
2. Ознакомиться под руководством преподавателя или лаборанта с устройством лабораторного оборудования и его управлением.
3. Категорически запрещается самостоятельный пуск оборудования и пользование без ведома преподавателя или лаборанта.
4. Изучить правила техники безопасности.
5. Произвести под руководством преподавателя или лаборанта настройку оборудования и приборов.
6. Выполнить самостоятельно необходимые учебные задания в соответствии с методикой. Результаты занести в рабочую тетрадь.
7. После окончания работы рабочее место сдать лаборанту.
8. Провести анализ полученных результатов и сделать выводы по работе. Оформить и сдать преподавателю отчет.

ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ

Отчет по работе оформляется на бумаге стандартного формата (формат А4). Отчет брошюруется в общую тетрадь. Отчет представляется в печатном виде. Коллективное составление и сдача отчетов не допускается. Отчет по лабораторной работе должен быть выполнен в текстовом редакторе Microsoft Word 2010 или выше и содержать: титульный лист, название темы работы, цели работы, перечень технических и программных средств, необходимых для выполнения лабораторной работы; краткое описание исследуемого вопроса; алгоритм программы; исходные данные варианта; распечатку полученных в ходе расчета значений; выводы, содержащие анализ проведенной работы. В выводах дается краткое объяснение сущности полученных результатов. Выводы должны

быть краткими и отвечать на вопросы, поставленные в лабораторной работе.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ В ЛАБОРАТОРИИ

Для того чтобы уберечь себя и товарищей от несчастного случая, а государственное имущество от аварии, необходимо хорошо знать и полностью выполнять правила внутреннего распорядка, техники безопасности и пожарной безопасности.

К лабораторным работам допускаются студенты, которые ознакомились с общими конкретными требованиями техники безопасности и прошли соответствующий инструктаж. Проведение инструктажа и проверка знаний правил техники безопасности должны быть зарегистрированы соответствующими записями в лабораторном журнале. Конкретные требования техники безопасности при проведении той или иной работы изложены в описании к лабораторным работам.

Лабораторная работа №1 Организация автоматизированного рабочего места инженера-конструктора

(4 часа)

Цель работы: изучить требования, предъявляемые к безопасности и сохранности данных, получить практические навыки работы с устройствами ввода-вывода информации в составе комплекса АРМ, приобрести навыки работы с современными техническими средствами

Техническое и программное обеспечение:

- 1) персональный IBM-PC или совместимый компьютер;
- 2) операционная система Microsoft Windows;
- 3) лазерный принтер.

Описание работы:

Для разработки и использования программного обеспечения машинной графики с целью автоматизации чертежных работ необходимо четко знать и представлять принципы работы и эксплуатации автоматизированных рабочих мест (АРМ). Устройства, входящие в состав автоматизированных рабочих мест, в основном пред-

назначены для оперативного взаимодействия инженера с ЭВМ и ввода-вывода информации. В общем случае средства автоматизации проектирования группируют по следующим видам обеспечения автоматизированного проектирования: 1) техническое обеспечение САПР; математическое обеспечение САПР; программное обеспечение САПР; информационное обеспечение САПР; лингвистическое обеспечение САПР; методическое обеспечение САПР; организационное обеспечение САПР.

Высокую производительность современных систем автоматизированного проектирования обеспечивают технические средства САПР, которые предназначены для решения следующих задач: 1) ввода исходных данных описания объекта проектирования; 2) отображения введенной информации с целью ее контроля и редактирования; 3) преобразования информации; 4) хранения различной информации; 5) отображения промежуточных и итоговых результатов решения; 6) оперативного общения конструктора с системой в процессе решения задачи.

Основу технических средств современной САПР составляют персональные IBM-PC или совместимые компьютеры на базе процессоров Intel Pentium (далее PC). Современный PC является и простым и сложным, что характеризуется списком компонентов, необходимых для сборки современного PC:

- 1) системная плата;
- 2) процессор;
- 3) память (оперативная память);
- 4) корпус;
- 5) блок питания;
- 6) дисковод для гибких дисков;
- 7) жесткий диск;
- 8) накопитель CD-ROM, CD-R, CD-RW или DVD-ROM;
- 9) клавиатура;
- 10) мышь;
- 11) видеоадаптер;
- 12) монитор (дисплей);
- 13) звуковая плата;
- 14) акустические системы.

Задание:

1) Определить и описать конфигурацию ПК, оценить возможности его применения для решения конструкторско-технологических задач.

Лабораторная работа №2 Программное обеспечение автоматизированного рабочего места инженера-конструктора

(4 часа)

Цель работы: изучить требования, предъявляемые к безопасности и сохранности данных, получить практические навыки работы с устройствами ввода-вывода информации в составе комплекса АРМ, приобрести навыки работы с современными техническими средствами

Техническое и программное обеспечение:

- 1) персональный IBM-PC или совместимый компьютер;
- 2) операционная система Microsoft Windows;
- 3) лазерный принтер.

Описание работы:

Операционная система Windows (рис. 1) получила свое название от графических окон, в которых она отображает информацию. Окно - это область экрана, в которой отображается информация. Любая задача в Windows выполняется в прямоугольной области экрана, которая называется *окном*. Размер окон можно менять, а сами окна перемещать на экране. Окна, которые появляются на заднем плане, называются оформлением или экраном. При открытии окна в Windows 9x на панели задач появляется соответствующая ему кнопка, которая остается там до тех пор, пока окно не будет закрыто. Окно, в котором Вы работаете в данный момент, называется *активным*. Окно можно увеличить до максимально возможного размера, щелкнув по кнопке Развернуть (Maximize), расположенной в строке заголовка окна. При этом окно займет весь экран, а кнопка Развернуть превратится в кнопку Восстановить (Restore). С помощью кнопки Свернуть (Minimize) можно вообще убрать окно с экрана, хотя открывшая его программа продолжает работать. Для того, чтобы закрыть окно, следует щелкнуть по кнопке Закрыть (Close).

Концепция Windows изначально была построена на применении компьютерной мыши при работе в операционной системе. Подавляющее большинство действий в Windows осуществляется с ее помощью. Обычно мышь имеет две кнопки: основную и вспомогательную. Роль основной кнопки чаще всего выполняет левая кнопка, которая используется для быстрого выполнения конкретных действий. Правая кнопка используется для программирования и быстрого вывода на экран контекстных меню. Существует пять основных операций, которые можно произвести с помощью мыши:



Рис. 1. Вид рабочего стола операционной системы Microsoft Windows

- 1) указать;
- 2) щелкнуть кнопкой;
- 3) выполнить двойной щелчок;
- 4) щелкнуть правой кнопкой;
- 5) перетащить объект.

При первом запуске системы Microsoft Windows (рис. 2) на экране появляется Рабочий стол системы с доступными приложениями в виде значков и Панели задач. Рабочий стол — это область, появляющаяся на экране при запуске Windows. В левой части рабочего стола имеются *значки* — маленькие рисунки, отображающие файлы, такие как документы, папки или программы. Чтобы открыть файл, достаточно дважды щелкнуть его значок. Для перемещения в Windows можно воспользоваться кнопкой Пуск  и панелью задач, обычно расположенных в нижней части экрана. Оба этих средства всегда доступны на рабочем столе независимо от количества открытых окон. Кнопки на панели задач показывают, какие в данный момент открыты окна и запущены программы, даже если некоторые из окон свернуты или находятся под другими окнами. Для перехода в другое окно или программу достаточно нажать со-

ответствующую кнопку на панели задач. При нажатии кнопки Пуск  отображается список команд и ярлыков (ссылок на файлы), которые обеспечивают выполнение практически любой задачи. Они позволяют запускать программы, открывать документы, настраивать систему, получать справочные сведения, осуществлять поиск по компьютеру и многое другое. Некоторые пункты главного меню содержат стрелку, направленную вправо, что означает наличие еще одного меню, называемого подменю. При перемещении указателя на пункт меню со стрелкой появится подменю. В Windows имена файлов могут содержать до 255 знаков, включая пробелы, но за исключением следующих:

\ / : * ? " < > |

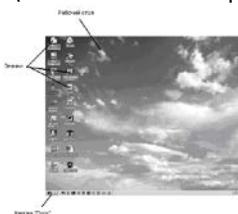


Рис. 2. Главные элементы рабочего стола операционной системы Microsoft Windows

Порядок выполнения работы:

В большинстве конструкторских бюро на данном этапе развития средств вычислительной техники применяются персональные IBM-PC или совместимые компьютеры на базе процессора Intel Pentium IV под управлением операционных систем Microsoft Windows 2000 или Microsoft Windows XP. Рассматриваемые операционные системы предоставляют широкие возможности, как пользователю, так и прежде всего системному администратору, который занимается как техническими вопросами, связанными с организацией обмена файлами, так и вопросами безопасности.

После включения компьютера эти операционные системы вызывают диалог, при возникновении которого для продолжения загрузки требуется нажать комбинацию клавиш <Ctrl>+<Alt>+. Далее запускается диалог, в котором пользователю предлагается ввести свое идентификационное имя и пароль с целью предоставления определенных ему прав при входе в систему. В связи с этим каждому пользователю дается свое уникальное имя. Для студенческих сеансов работы в данных операционных системах вводятся специ-

альные идентификационные имена, например Stud1, Stud2 и т. д. Данные имена с целью повышения безопасности жестко привязаны к номеру и имени компьютера. Пароль для каждого из сеансов выдается студенту преподавателем. Выключение компьютера производится стандартными средствами данных операционных систем. Последовательность действий при этом выглядит следующим образом: на панели задач операционной системы щелкнуть по кнопке **Пуск**, выбрать из появившегося меню пункт **Завершение работы** и выполнить предложенный диалог. Целью проведения данной работы является знакомство с установленным порядком работы в операционной системе Microsoft Windows, созданием, хранением и управлением необходимых пользователю данными. Основные сведения об этой операционной системе были даны в пункте “Теоретические сведения”. Одна из важнейших составляющих Windows - меню Пуск. Основное назначение меню Пуск  - служить местом, из которого Вы можете выбирать программы для запуска. Каждая программа, установленная на Вашем компьютере, представлена в этом меню. Меню Пуск позволяет:

- 1) добавлять программы в меню Пуск;
- 2) создавать новые подменю;
- 3) переименовывать программы и подменю;
- 4) упорядочивать программы с помощью подменю;
- 5) удалять программы из меню Пуск и подменю;
- 6) автоматический запуск программ;
- 7) запускать программу в свернутом виде.

Для начала работы с любым приложением Windows, необходимо изучить его основные элементы. Большинство приложений Windows достаточно дружелюбны, чтобы позволить пользователю быстро выполнять наиболее используемые команды. Команды для работы с приложениями в Windows находятся в различных меню. Меню Пуск содержит восемь основных элементов, перечисленных в табл. 1.

Таблица 1

Пункт меню	Его назначение
Windows Update	Подключение к Internet позволяющее обновить Windows
Программы	Отображает подменю с перечнем программ
Документы	Отображает подменю с перечнем документов, которые Вы открывали последними
Настройка	Отображает подменю, откуда можно получить быстрый доступ к различным средствам настройки Windows
Найти	Отображает подменю с перечнем команд, позволяющих искать, в частности, файлы, папки и программы на диске
Справка	Открывает окно справки Windows
Выполнить	Открывает диалоговое окно, где можно ввести имя программы для запуска
Завершение работы	Предлагает несколько опций завершения работы Windows

Лабораторная работа №3 Средства оформления конструкторско-технологической документации
(4 часа)

Цель работы: изучить состав прикладного программного обеспечения, получить практические навыки по оформлению текстовой и графической конструкторской документации

Техническое и программное обеспечение:

- 1) персональный IBM-PC или совместимый компьютер;
- 2) операционная система Microsoft Windows;
- 3) текстовый редактор Microsoft Word;
- 4) табличный процессор Microsoft Excel;
- 5) лазерный принтер.

Описание работы:

Кроме основных задач инженера-конструктора, связанных с разработкой и выполнением рабочих чертежей тех или иных деталей в повседневной практике появляются задачи, связанные с

оформлением тех или иных текстовых документов. К основным текстовым документам, оформляемым не в рамках какой-либо САПР, предназначенной для выполнения чертежно-графических работ, можно отнести следующее: руководства по эксплуатации, поставляемые с оборудованием; служебные записки, направленные соответствующим службам с целью корректировок разнообразных конструкторских ошибок и недоработок после сдачи документации в архив конструкторского бюро; программа и методика испытаний спроектированного оборудования; факсы и пр.

С этой целью в большинстве конструкторских бюро применяют специализированные программы, входящие в состав пакета Microsoft Office - Microsoft Word и Microsoft Excel. Программа Microsoft Word представляет собой мощный текстовый процессор, используемый для создания и редактирования документов, для вставки и удаления текста и графических изображений, а также для создания документов специального назначения, например бланков и серийных писем. Microsoft Word можно использовать, чтобы ввести новый текст, отредактировать существующий текст, отформатировать текст для придания ему большей наглядности и рационального размещения на странице. Для выполнения в приложениях Microsoft Office необходимых действий достаточно выполнить ту или иную команду, представляющую собой определенный набор инструкций. Внизу экрана представлена строка состояния ***Вставка и удаление текста***. При редактировании текста вносятся различные изменения: вставляется дополнительный текст, удаляется существующий, старый текст заменяется новым. Microsoft Word позволяет вставлять текст в любое место документа. Вставка фрагмента текста осуществляется тремя способами:

- 1) с помощью нажатия клавиш **<Shift+Ins>**;
- 2) выбором пункта контекстного меню **Вставить**, который можно вызывать щелчком правой кнопки мыши;
- 3) нажатие кнопки Вставить на панели инструментов **Стандартная**.

Выделение текста. Выделить слово можно посредством двойного щелчка мышью. Чтобы выделить большой участок текста, нужно подвести указатель мыши к началу выделяемого фрагмента, нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, переместить мышь так, чтобы “закрасился” весь необходимый участок. Текст можно выделить также и с помощью клавиш, удерживая клавишу **<Shift>** и нажимая соответствующие клавиши перемещения курсора. *Копиро-*

вание текста. Скопировать выделенный фрагмент можно двумя способами. Первый способ - нажать комбинацию клавиш <Ctrl+Ins>, или нажать кнопку **Копировать** (Copy) на панели инструментов **Стандартная**. **Удаление текста.**

Удаление текста осуществляется нажатием клавиши или выбором пункта контекстного меню **Вырезать**, вызываемого щелчком правой кнопки мыши. Есть также третий способ, который заключается в нажатие кнопки **Вырезать** на панели инструментов **Стандартная**. **Форматирование символов и абзацев.** Когда Вы изменяете начертание символов или размещение текста - путем его центрирования, например, или задавая полужирное начертание символов – пользователь осуществляет *форматирование* текста. Форматирование символов позволяет: установить полужирный шрифт, курсив, подчеркивание или изменить размер, применимо к выделенному тексту. Форматирование абзацев, например, центрирование или задание отступов, применимо к целым абзацам. Быстро и легко осуществить форматирование текста позволяет панель инструментов **Форматирование**.

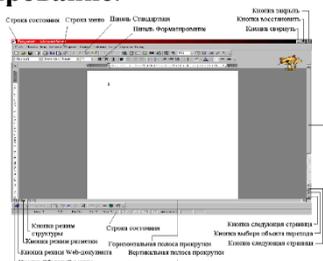


Рис. 3. Элементы окна Word

Дополнительные возможности форматирования символов доступны через команду **Шрифт** (Font), а возможности форматирования абзацев - через команду **Абзац** (Paragraph). **Отмена и возврат ранее отмененных действий.** Для отмены последнего изменения щелкните мышью по кнопке **Отменить** (Undo) на панели инструментов **Стандартная**. Один щелчок отменяет последнее изменение. Кнопка **Вернуть** (Redo) на панели инструментов **Стандартная** позволяет устранить действие отмены. Щелкнув по кнопке **Вернуть** (Redo), пользователь может восстановить изменения, отмененные с помощью кнопки **Отменить** (Undo). **Нумерация страниц.** Нумерация страниц осуществляется при выборе команды **Номера страниц...** из меню **Вставка**, которая позволит Вам расположить номер страницы в любой ее части. **Печать документа.** Чтобы получить

представление о том, как будет выглядеть документ в напечатанном виде, Вы можете воспользоваться окном предварительного просмотра. Для просмотра документа щелкните **Предварительный просмотр** (Print Preview) на панели инструментов **Стандартная**.

Лабораторная работа №4 Средства анализа данных

(4 часа)

Цель работы: изучить состав прикладного программного обеспечения, получить практические навыки по оформлению текстовой и графической конструкторской документации

Техническое и программное обеспечение:

- 1) персональный IBM-PC или совместимый компьютер;
- 2) операционная система Microsoft Windows;
- 3) текстовый редактор Microsoft Word;
- 4) табличный процессор Microsoft Excel;
- 5) лазерный принтер.

Описание работы:

Microsoft Excel (рис. 4) представляет собой мощный табличный процессор, предоставляющий огромное число математических и статистических функций для обработки табличных данных, построения диаграмм и применяемый для автоматизации методик инженерных расчетов.

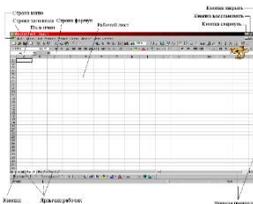


Рис. 4. Элементы окна Excel

В основу концепции работы с программой Excel, равно как и с другими Windows-приложениями, положено применение мыши. Однако выполнять операции можно также, используя клавиатуру. Файл Excel хранит *рабочую книгу*. Рабочая книга представляет собой единицу управления данными в Microsoft Excel. По умолчанию рабочая книга содержит 16 *рабочих листов*. Рабочие листы представляют собой *электронную таблицу*. Электронная Табл. разбита на столбцы и строки, на пересечении которых находятся клетки.

Электронная Табл. имеет обрамление (верхняя строка и левый столбец) с индентификаторами (именами) строк и столбцов, представленных на экране. Столбцы обозначаются одно и двух символьными буквами латинского алфавита. Строки обозначены номерами от 1 до 9999. Клетка задается координатами столбца и строки, на пересечении которых она находится. Использование нескольких рабочих листов, объединенных в одну рабочую книгу, позволяет упорядочить работу с таблицами. С помощью кнопок, которые находятся в левом нижнем углу рабочего листа, можно перемещаться по рабочим листам внутри рабочей книги. Если щелкнуть на одной из них правой кнопкой мыши, откроется контекстное меню, с помощью которого можно выбрать нужный лист по его номеру. Ненужные рабочие листы удалить из рабочей книги можно, выбрав команду Удалить (Delete) контекстного меню или выделив ненужный лист и нажать клавишу .

Чтобы поместить данные в определенную ячейку рабочего листа, следует выделить нужную *ячейку*, ввести данные и нажать <Enter>. Процедура ввода данных не зависит от типа вводимых данных. Excel интерпретирует введенное содержимое ячейки в качестве числового значения, если оно состоит только из цифр. В числовых значениях можно использовать также некоторые специальные символы: если вводимое числовое значение должно быть интерпретировано в качестве текста, укажите при вводе перед числом апостроф ('); ввод отрицательного числа начинается с ввода знака минус; для разделения целой и дробной части числа используйте знак запятой (,); Excel сохраняет и обрабатывает числа с точностью до 15 знаков. Выполнять вычисления и анализ данных рабочего листа можно с помощью формул. Формула может представлять собой сочетание констант, операторов, ссылок, функций и имен диапазонов. Приведем несколько примеров формул разного состава: 1) только константы и операторы: =100+1235; =(34+67)-12; 2) ссылки на ячейки и операторы: =B2+C2+D2; =D18· \$A\$1; 3) имена диапазона ячеек: =Цена· НДС; 4) функции рабочего листа: =СУММ(D2:D10); =ABS(D2); 5) функции, ссылки, имена диапазонов ячеек, константы и операторы =СУММ(D2:D10)/\$A\$1· НДС+100;

В табличном процессоре Microsoft Excel с этой целью был разработан и встроен **Мастер диаграмм** (Chart Wizard). Выбрав интервал ячеек, нажатием и удержанием клавиши <Shift> и управлением курсором, нажав кнопку и выполнив последовательно шаги, предложенные системой, результатом станет график или диаграмм-

ма, оформленная в соответствии с существующими требованиями. Диаграмма, построенная с помощью **Мастера**, может быть несколько переработана с использованием стандартных функций Microsoft Excel. Для автоматизации часто повторяемых действий в любом приложении пакета Microsoft Office используются встроенные в этом приложении **языком программирования макрокоманд**. С этой целью в приложениях используется язык Microsoft Basic в качестве универсального языка для разработки макроопределений. *Макрокоманда* - это последовательность обычных команд программы, записанные под одним именем. При помощи *макрофункций* можно определять собственные формулы и функции, расширив, таким образом, набор функций, предоставляемый Microsoft Excel и другими приложениями Microsoft Office. Большинство пользователей, обычно работает сразу с несколькими пакетами имеющихся у них в распоряжении программного обеспечения.

Порядок выполнения работы:

Для выполнения задания на проведение лабораторной работы необходимо построить график функции по варианту задания, выданного преподавателем. Исходные данные для построения даны в табл. 2.

Таблица 2

№	Функция	Интервал		№	Функция	Интервал	
		От	до			от	до
1	$\sin(x)$	0	60	16	$ x $	-30	40
2	$\cos(x)$	30	90	17	$1/x$	-40	20
3	$\tan(x)$	50	130	18	$1/\cos(x)$	0	-30
4	$\sin(x)+5$	10	50	19	$\arctan(x)$	-40	20
5	$\tan(x)+30$	20	40	20	$\cos(x+5)$	10	50
6	\sqrt{x}	0	40	21	$\cos(3*x)+4$	-10	60
7	x^2	0	50	22	x^4	-30	60
8	x^3	-50	50	23	$10x+5$	-60	60
9	x^2+10	-30	40	24	x^7+32	-30	55
10	$\arcsin(x)$	0	50	25	$\arcsin(x)$	-60	60
11	x^2+10	-20	40	26	x^2+10	0	80
12	x^4	0	90	27	x^3	-30	45
13	x^7+32	-20	40	28	$\sin(x)$	0	45
14	$\sqrt[3]{x}$	-20	30	29	$\cos(x)$	-30	55
15	$10x+5$	0	30	30	$\tan(x)$	-55	55

Лабораторная работа №5 Прикладное программное обеспечение автоматизированного проектирования технологических комплексов

(4 часа)

Цель работы: изучить порядок проектирования и получить практические навыки работы в системах обработки графической информации

Техническое и программное обеспечение:

- 1) персональный IBM-PC или совместимый компьютер на базе процессора Intel Pentium IV или выше;
- 2) операционная система Microsoft Windows;
- 3) система автоматизированного проектирования AutoCAD 2002 или выше;
- 4) система автоматизированного проектирования SolidWorks 2017 или выше;
- 6) текстовый редактор Microsoft Word;
- 7) лазерный принтер.

Описание работы:

Современный уровень программных и технических средств электронной вычислительной техники позволяет перейти от традиционных, ручных методов конструирования к новым информационным технологиям с использованием ЭВМ, создавать системы автоматизации разработки и выполнения конструкторской документации (АКД), удовлетворяющие стандартам ЕСКД как по качеству исполнения документов, так и по соблюдению требований стандартов. Средства для реализации таких систем предоставляет *машинная графика* - область информатики, предназначенная для создания, хранения и обработки моделей и их изображений с помощью ЭВМ. Задача перехода на новую технологию конструирования и разработки подобных систем требует глубокого изучения данного вопроса на примере уже разработанных и давно функционирующих систем разработки и выполнения конструкторской документации, таких как AutoCAD и SolidWorks (рис. 5 а,б). Структура рабочего окна систем AutoCAD и SolidWorks соответствует структуре рабочего окна большинства современных САПР, работающих с двухмерной и трехмерной графикой и состоит из следующих основных разде-

лов: *Строка меню*. Как и в других системах располагается в верхней части программного окна, сразу под строкой заголовка.

Первые три из них - системные, и состав кнопок на них изменить нельзя. Три другие панели формируются пользователем из доступных команд системы. В табл. 3 приведем команды вычерчивания основных графических примитивов в системах AutoCAD и SolidWorks.



а) Интерфейс AutoCAD



б) интерфейс SolidWorks

Рис.5. Окно создания документа *Деталь*

Таблица 3

Ключи наиболее часто используемых команд

№	Имя примитива	Команда в AutoCAD
1	Точка (Point)	определяется указанием ее координат
2	Отрезок (Line)	Запросы: From point - начало; To point - конец
3	Круг (Circle)	Ключи: 2P (2T) - по 2-м точкам; 3P (3T) - по 3-м точкам;
4	Дуга (Arc)	Ключи: C (Ц) - Center (Центр); S (Н) - Start point (Начальная точка); E(К) - End point (Конечная точка); A (У) – Angle (центральный угол) L (X) - Length of chord (длина хорды) R (P) - Radius (Радиус) D (На) – Direction (начальное направление)
5	Полилиния (Polyline)	Запрос: From point - начало; Выход - нажатие <ESC>
6	Фигура (Solid)	Запросы: First point - Начало; Second point - Вторая точка; Далее в бесконечном цикле: Third point - Третья точка

Таблица 4

Команда	Выполняемое действие
-> ТМП -> Формат	Устанавливает формат чертежа, заполняет основную надпись
	Рисует отрезок прямой линии по координатам конечных точек
	Изображает окружность по точке и диаметру
	Размножает выделенные объекты относительно точки
	Снимает фаску
	Устанавливает величину линейного размера (по вертикали или горизонтали)
	Устанавливает величину диаметра окружности

SolidWorks, при построении эскизов использует аналогичные инструменты построения геометрических примитивов. Отличительными особенностями здесь является унификация команд, так, например, нанесение размеров выполняется при помощи одной команды , которая автоматически определяет тип примитива и ставит соответствующее значение.

Порядок проведения лабораторной работы.

Подготовьте файл чертежа детали (см. рис. 6), исходные данные выбрать из таблицы 5, по варианту задания, выданного преподавателем в САПР AutoCAD и SolidWorks.

Подходы к проектированию на основе САПР

Таблица 5

Исходные данные

Номер варианта	Размеры детали, мм					
	A	B	H	D	N	F
1	95	85	15	8	4	12
2	100	100	20	10	4	10
3	97	95	15	9	6	8
4	95	85	25	8	5	5
5	90	85	20	6	7	9
6	85	70	15	5	6	8
7	80	75	25	7	3	10
8	75	65	20	6	3	7
9	65	50	12	8	4	15
10	60	55	17	7	8	6
11	75	60	20	9	5	12
12	80	70	15	4	7	5
13	110	95	25	10	2	4
14	100	85	20	12	7	14
15	95	60	10	15	8	8
16	93	70	5	13	9	9
17	90	100	15	12	6	15
18	75	85	10	9	10	8
19	65	75	18	8	4	10
20	63	90	15	10	6	15
21	57	100	12	7	5	5
22	75	83	20	8	7	13
23	80	65	15	6	3	8
24	78	80	25	11	5	5
25	75	100	19	5	8	7
26	73	95	15	15	9	6
27	70	90	17	4	7	5
28	68	95	15	16	8	15
29	65	100	20	10	5	6
30	63	120	25	11	3	12

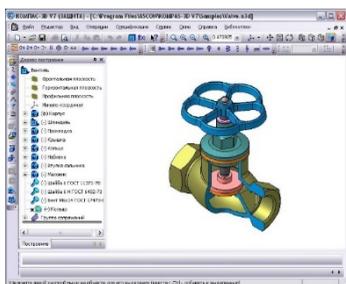


Рис. 1. Интерфейс программы КОМПАС-3D

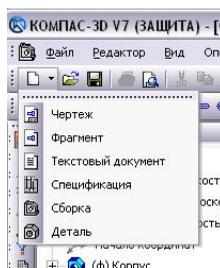


Рис. 2. Диалог выбора типа создаваемого документа

Чертеж - основной тип графического документа в КОМПАС-3D. Чертеж содержит графическое изображение изделия, основную надпись, рамку, иногда - дополнительные объекты оформления (знак неуказанной шероховатости, технические требования и т.д.). Чертеж КОМПАС-3D всегда содержит один лист заданного пользователем формата. В файле чертежа КОМПАС-3D могут содержаться не только чертежи (в понимании ЕСКД), но и схемы, плакаты и прочие графические документы. Файл чертежа имеет расширение **cdw**; **Фрагмент** - вспомогательный тип графического документа в КОМПАС-3D. Фрагмент отличается от чертежа отсутствием рамки, основной надписи и других объектов оформления конструкторского документа. Он используется для хранения изображений, которые не нужно оформлять как отдельный лист (эскизные прорисовки, разработки и т.д.). Кроме того, во фрагментах также хранятся созданные типовые решения для последующего использования в других документах. Файл фрагмента имеет расширение **frw**; **Спецификация** - документ, содержащий информацию о составе сборки, представленную в виде таблицы. Спецификация оформляется рамкой и основной надписью. Она часто бывает многостраничной. Файл спецификации имеет расширение **srw**; **Текстовый документ** - документ, содержащий преимущественно текстовую информацию - текстовый документ. Текстовый документ оформляется рамкой и основной надписью. Он часто бывает многостраничным. В текстовом документе могут быть созданы пояснительные записки, извещения, технические условия и т. п. Файл текстового документа имеет расширение **kdw**. Новый документ создается щелчком по кнопке  Создать на панели инструментов Стандартная (рис. 2). Главным элементом при работе с системой КОМПАС-3D является курсор. С

помощью курсора пользователь вызывает команды, вычерчивает и редактирует различные объекты, указывает точки и выполняет множество других действий. В зависимости от того, какое действие выполняется системой, изменяется внешний вид курсора. В процессе работы с чертежом постоянно возникает необходимость точно установить курсор в различные характерные точки элементов, уже существующих на чертеже. К характерным точкам объектов системы КОМПАС-3D можно отнести следующие:

Точка	- Сама точка
Отрезок	- Начало отрезка, конец отрезка
Дуга	- Начало дуги, конец дуги и центр
Окружность	- 4 точки квадрантов и центр
Эллипс	- Конечные точки полуосей и центр
Сплайн	- Точки перегиба сплайна
Ломаная линия	- Точки перегиба ломаной
Прямоугольник	- 4 точки в углах прямоугольника
Правильный многоугольник	- Точки пересечения сторон и центр
Фаска	- Аналогично отрезку
Скругление	- Аналогично дуге
Штриховка	- Точка в углах контура штриховки
Строка текста	- Точки начала и конца строки
Таблица	- Начальные и конечные точки всех отрезков

Модель детали в КОМПАС-3D создается путем выполнения булевых операций над объемными элементами. Объемные элементы образуются путем заданного пользователем перемещения плоской фигуры, так называемого эскиза в пространстве. Эскиз изображается на плоскости стандартными средствами чертежно-графического редактора КОМПАС-3D. Проектирование детали начинается с создания базового тела путем выполнения операции над эскизом (или несколькими эскизами). При этом доступны следующие типы операций:

1) **вращение эскиза** вокруг оси, лежащей в плоскости эскиза. При вращении эскиза можно задать угол и направление поворота относительно плоскости эскиза и выбрать тип тела - тороид или сфероид (если контур эскиза не замкнут);

2) **выдавливание эскиза** в направлении, перпендикулярном плоскости эскиза. При выдавливании эскиза можно задать расстоя-

ние и направление выдавливания относительно плоскости эскиза и при необходимости ввести угол уклона;

3) **кинематическая операция** - перемещение эскиза вдоль указанной направляющей. При выполнении кинематической операции можно задать ориентацию образующей относительно направляющей (сохранение нормали, угла наклона или ортогональности);

4) **построение тела** по нескольким сечениям-эскизам. При построении тела по сечениям можно указать, требуется ли замыкать построенное тело.

Каждая операция имеет дополнительные опции, позволяющие варьировать правила построения тела. Во всех типах операций можно включать опцию создания тонкостенной оболочки и задать толщину и направление построения стенки - внутрь, наружу или в обе стороны от поверхности тела, образованного операцией. После создания базового тела производится "добавление" или "вычитание" дополнительных объемов. Каждый из них представляет собой тело, образованное при помощи перечисленных выше операций над новыми эскизами. При выборе типа операции нужно сразу указать, будет создаваемое тело вычитаться из основного объема или добавляться к нему. Примерами вычитания объема из детали могут быть различные отверстия, проточки, канавки, а примерами добавления объема - бобышки, выступы, ребра. В КОМПАС-3D доступны разнообразные способы копирования элементов: копирование по сетке, по окружности, вдоль кривой, зеркальное копирование, а также создание "зеркальных" деталей. Кроме твердотельных объектов, в КОМПАС-3D могут быть построены пространственные кривые:

- 1) цилиндрические спирали,
- 2) конические спирали,
- 3) ломаные по точкам и координатам (в том числе с заданием радиусов скруглений в углах),
- 4) сплайны по точкам и координатам.

Модель сборки в КОМПАС-3D состоит из отдельных компонентов — деталей и подборок (которые, в свою очередь, также могут состоять из деталей и подборок). Проектирование сборки ведется "сверху вниз"; каждая новая деталь моделируется на основе уже имеющихся деталей (обстановки) с использованием параметрических взаимосвязей. Детали и подборы могут создаваться непосредственно в сборке или вставляться в нее из существующего файла.

Далее рассмотрим общие приемы и подходы к построению геометрических примитивов в САПР КОМПАС 3D. Создание любого документа начинается после щелчка по кнопке  Создать и выбора типа документа (рис. 3). Остановимся на шаблонах документов Деталь и Сборка, в которых выполняется построение трехмерных твердотельных моделей деталей и сборочных единиц. В качестве основания можно использовать любой тип формообразующих элементов:

- элемент выдавливания,
- элемент вращения,
- кинематический элемент,
- и элемент по сечениям,
- листовое тело.



Рис. 3. Диалог выбора шаблона вновь создаваемого файла документа

Построение любого основания начинается с создания эскиза. Эскиз располагается на плоскости. Как правило, для построения эскиза основания выбирают одну из существующих в файле детали проекционных плоскостей с помощью инструментов панели Компактная (рис.), в которой сведены команды создания и редактирования изображений по соответствующим категориям



Рис. 4. Категории панели инструментов «Компактная»

Каждая из этих категорий определяет соответствующий набор инструментов (рис. 5).



Рис. 5. Инструменты категории «Редактирование детали»



Рис. 6. Инструменты категории «Поверхности»



Рис. 7. Инструменты категории «Фильтры»



Рис. 8. Инструменты категории «Элементы листового тела»



Рис. 9. Инструменты категории «Геометрия»

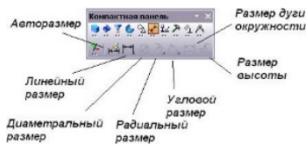


Рис. 10. Инструменты категории «Размеры»



Рис. 11. Инструменты категории «Обозначения»



Рис. 12. Инструменты категории «Редактирование»



Рис. 13. Инструменты категории «Параметризация»



Рис. 14. Инструменты категории «Измерения (2D)»



Рис. 15. Инструменты категории «Выделение»

Далее для построения основания детали необходимо выбрать плоскость в Дереве построения и создать на выбранной плоскости эскиз основания детали (рис. 16). При помощи инструментов категорий «Геометрия» и «Редактирование» выполняется построение эскиза основания детали, как показано на рис. 17.



Рис. 16. Создание эскиза основания

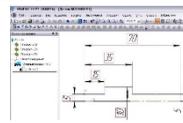


Рис. 17. Построение основания детали

Далее, после выполнения команды Операция вращения из категории «Редактирование детали» завершит построение трехмерной твердотельной модели основания проектируемой детали (рис. 18).



Рис. 18. Трехмерная модель основания проектируемой детали



Рис. 19. Доработанное основание спроектированной детали

Следующим шагом является доработка основания детали в соответствии с ее назначением, требованием Основных Конструкторских Норм и с соблюдением стандартов, действующих на предприятии. Доработка основания выполняется при помощи инструментов категории «Редактирование детали».

Лабораторная работа №7 Средства разработки рабочей конструкторской документации. Создание 3D сборки
Техническое и программное обеспечение:

- 1) персональный IBM-PC или совместимый компьютер на базе процессора Intel Pentium IV или выше;
- 2) операционная система Microsoft Windows 2000 или выше;
- 3) система автоматизированного проектирования КОМПАС 3D v7 или выше;
- 4) лазерный принтер.

Для создания сборки необходимо, как минимум, два компонента, поэтому описанными выше средствами и известными способами построим вторую твердотельную модель детали.

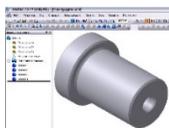


Рис. 20. Второй компонент собираемой части сборочной единицы

Создание сборочной единицы начинается с создания документа сборки, выбор шаблона которого выполняется после щелчка по команде  Создать. Вставить компонент во вновь созданный документ поможет команда  **Добавить из файла** в категории Редактирование сборки (рис.). После вставки компонентов изображение в документе Сборка примет следующий вид (рис. 22). Моделирование сборки сборочных единиц выполняется, как и в большинстве САПР, при помощи назначения на поверхности деталей соответствующих сопряжений.



Рис. 21. Выбор компонентов для создания сборочной единицы



Рис. 22. Вставленные в файл сборки компоненты

Дальнейшие этапы построения твердотельной модели сборочных единиц кузнечно-штамповочных машин полностью аналогичны, а порядок действий определяется местонахождением вновь вставляемой детали в проектируемой сборочной единице.



а) соосность



б) совпадение объектов

Рис. 23. Этапы сборки двух компонентов

Завершающим этапом проектирования сборки является расчет МЦХ, выполнить который позволяет инструмент категории Измерения (3D) –  МЦХ (рис. 24).



Рис. 24. Подсчитанные параметры МЦХ

Порядок выполнения работы:

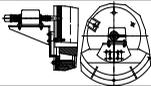
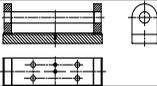
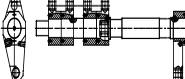
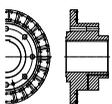
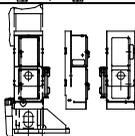
По указанному преподавателем варианту задания выполнить построение твердотельных моделей деталей и сборки одной из сборочных единиц кузнечно-штамповочных машин. Размеры деталей и остальные параметры, необходимые для расчета МЦХ назначаются преподавателем.

Содержание отчета и его форма:

Отчет по лабораторной работе должен быть выполнен в текстовом редакторе Microsoft Word и содержать название, цель и распечатку построенной сборочной единицы с результатами расчета МЦХ.

Таблица 6

Исходные данные вариантов

Вариант	Чертеж сборочной единицы	Вариант	Чертеж сборочной единицы
1...5		21...25	
6...10		26...30	
11...20		31...35	
36...40			

Лабораторная работа №8 САПР технологических процессов в машиностроении. Виртуальное производство

(4 часа)

Цель работы: получить практические навыки работы и изучить структуру систем анализа пластического состояния поковок

Техническое и программное обеспечение:

- 1) персональный IBM-PC или совместимый компьютер на базе процессора Intel Pentium IV или выше;
- 2) операционная система Microsoft;
- 3) система автоматизации конструкторского проектирования SolidWorks 2017 или выше;
- 4) система анализа пластического состояния поковок QForm;
- 5) Microsoft Visual Studio.NET 2003;
- 6) текстовый редактор Microsoft Word;
- 7) лазерный принтер.

Описание работы:

Цель проектирования технологических процессов - дать подробное описание процессов изготовления изделия с необходимыми технико-экономическими расчетами и обоснованиями принятого

варианта. В общем случае такое моделирование обеспечивает: проверку заполнения ручьев штампов и прогнозирование возникновения возможных дефектов течения металла; уменьшение потерь металла; снижение нагрузок на инструмент; уменьшение износа инструмента за счет оптимизации течения металла. Программа QForm построена на модульном принципе, организационно-структурная схема которого показана на рис. 1. Для проведения расчета в QForm необходимы только технологические данные и параметры, которые разделены на следующие группы: геометрические контуры заготовки и инструментов (могут быть импортированы из САД-программ или созданы встроенным графическим редактором); свойства материала; параметры оборудования; характеристики смазки; основные технологические параметры процесса (температура нагрева, время пауз между ударами и т. д.). Для моделирования того или иного процесса пластической деформации необходимо задавать геометрическую информацию. В системе имеются четыре списка, которые предлагаются для выбора: список типов оборудования.

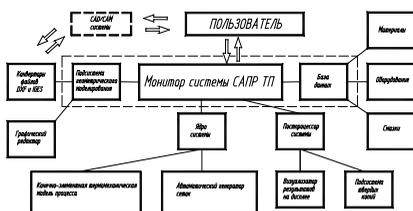


Рис. 25 Структурная схема систем САПР ТП



Рис. 26 Структура рабочего окна программы QForm

Порядок выполнения работы:

Выбор способа обработки зависит от множества факторов и определяется главным образом технико-экономическими показателями производства. При проектировании изделий большое значение имеет задание размеров детали. По типу задания размеры условно можно разделить на две категории: 1) размеры на наружной поверхности; 2) размеры на внутренней поверхности. В связи с этим на следующей диалоговой панели целесообразно разместить чертежи, представляющие собой главный вид детали с нанесенными размерами одной из вышеперечисленных групп. Для разработки технологического процесса изготовления детали сначала необходимо

вести в систему исходные данные, которые можно разделить на три группы: геометрические параметры заданной детали; величина технологического припуска на деталь, назначаемого с целью проектирования технологических переходов и выбора заготовки; геометрические параметры и механические свойства исходного материала, из которого планируется изготавливать заготовку, полуфабрикат и деталь.

Таблица 7

Исходные данные

№	Размеры заготовки, мм			Свойства материала заготовки				Оборудование
	D (a)	H (b)	H ₁	Материал	T, °C	смазка		
						Инстр.1	Инстр.2	
1	120	170	65	12X18H9T	1160	GW_ST_Н	GW_ST_Н	КГПП
2	125	155	70	45	1200	GW_ST_Н	GW_ST_Н	молот
3	115	165	55*	12X18H9T	1160	GW_ST_Н	GW_ST_Н	КГПП
4	125	155	70	50XГА	1200	GW_ST_Н	GW_ST_Н	КГПП
5	115	165	70	12X18H9T	1160	GW_ST_Н	GW_ST_Н	молот
6	125	155	55	45	1200	GW_ST_Н	GW_ST_Н	КГПП
7	115	165	70	12X18H9T	1200	GW_ST_Н	GW_ST_Н	КГПП
8	115	165	70	12X18H9T	1160	GW_ST_Н	GW_ST_Н	молот
9	118	168	70	12X18H9T	1160	GW_ST_Н	GW_ST_Н	КГПП
10	125	155	75	45	1200	GW_ST_Н	GW_ST_Н	КГПП
11	125	155	70	12X18H9T	1160	GW_ST_Н	GW_ST_Н	молот
12	118	168	55	50XГА	1160	GW_ST_Н	GW_ST_Н	КГПП

Продолжение табл. 7

1 3	125	155	70	45	120 0	GW_ST_ H	GW_ST_ H	КГШП
1 4	118	168	55	12X18H 9Г	116 0	GW_ST_ H	GW_ST_ H	МОЛОТ
1 5	123	150	70	50XГА	116 0	GW_ST_ H	GW_ST_ H	КГШП
1 6	125	155	75	12X18H 9Г	120 0	GW_ST_ H	GW_ST_ H	КГШП
1 7	115	165	75	12X18H 9Г	116 0	GW_ST_ H	GW_ST_ H	КГШП
1 8	118	168	55	45	120 0	GW_ST_ H	GW_ST_ H	МОЛОТ
1 9	123	150	55	12X18H 9Г	116 0	GW_ST_ H	GW_ST_ H	КГШП
2 0	123	150	70	50XГА	120 0	GW_ST_ H	GW_ST_ H	КГШП
2 1	125	155	75	12X18H 9Г	116 0	GW_ST_ H	GW_ST_ H	КГШП
2 2	115	165	75	45	120 0	GW_ST_ H	GW_ST_ H	МОЛОТ
2 3	123	153	75	12X18H 9Г	116 0	GW_ST_ H	GW_ST_ H	КГШП
2 4	125	155	55	50XГА	120 0	GW_ST_ H	GW_ST_ H	КГШП
2 5	123	150	70	12X18H 9Г	116 0	GW_ST_ H	GW_ST_ H	КГШП
2 6	125	155	70	12X18H 9Г	116 0	GW_ST_ H	GW_ST_ H	МОЛОТ
2 7	124	155	75	45	120 0	GW_ST_ H	GW_ST_ H	КГШП
2 8	125	155	55	12X18H 9Г	116 0	GW_ST_ H	GW_ST_ H	КГШП
2 9	125	155	70	50XГА	120 0	GW_ST_ H	GW_ST_ H	КГШП
3 0	125	155	70	45	120 0	GW_ST_ H	GW_ST_ H	МОЛОТ

* - тип задачи - плоская (рис. 3); - осесимметричная (рис. 4)

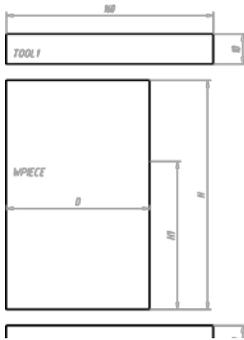


Рис. 27 Исходные данные для формирования осесимметричной задачи

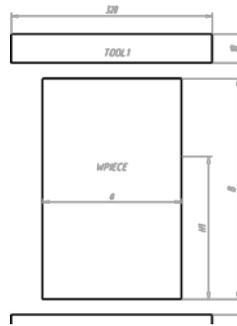


Рис. 28 Исходные данные для

Лабораторная работа №9 САПР инженерного анализа. Кинематический анализ главного исполнительного механизма кузнечно-штамповочных машин

(4 часа)

Цель работы: получить практические навыки работы и изучить структуру систем инженерного анализа на примере программы COSMOSMotion

Техническое и программное обеспечение:

- 1) персональный IBM-PC или совместимый компьютер на базе процессора Intel Pentium IV или выше;
- 2) операционная система Microsoft Windows 2000 или выше;
- 3) система автоматизированного проектирования AutoCAD 2002 или выше;
- 4) язык проектирования AutoLISP;
- 5) текстовый редактор Microsoft Word 2000 или выше;
- 6) лазерный принтер.

Описание работы:

Программное обеспечение COSMOSMotion (рис. 5) предназначено для интерактивного моделирования и расчета широкого класса механизмов и систем механизмов. Программа позволяет повысить качество конструкторских решений, снизить трудоемкость расчетов.

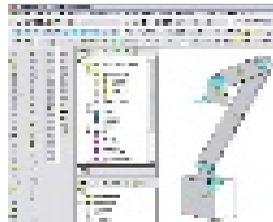


Рис. 29 Пример построения схемы кривошипно-шатунного

Основные возможности подобных систем: построение и моделирование движения механизмов на экране ЭВМ; выполнение кинематического и динамического расчета механизма с учетом действия рабочих усилий, масс и моментов инерции звеньев, сил трения; выявление заклинивания звеньев механизма в процессе движения с выделением группы звеньев, в которой оно произошло.

Общий вид кривошипно-шатунного механизма показан на рис. 30.

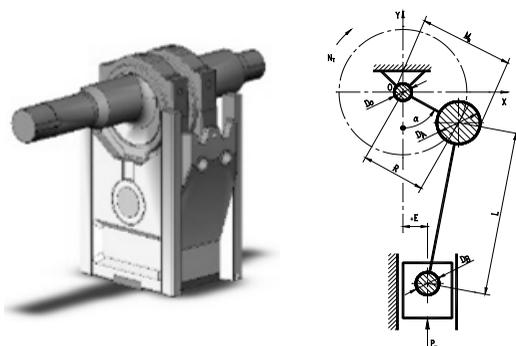
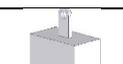


Рис. 30. Реальный кривошипно-ползунный механизм и его кинематическая схема

Построение схем механизмов необходимо начать с подготовки твердотельных моделей тел, входящих в анализируемый механизм. В общем виде схему любого механизма можно получить из следующей совокупности тел, описание которых приведено в табл. 8.

Таблица 8

Функциональное назначение и описание тел

№	Изображение	Описание
1		Представляет собой элемент, закрепленный от перемещения по всем трем плоскостям
2		Звено является элементом, которое закрепляется в одной или двух точках и может совершать вращательное движение
3		Ползун представляет собой элемент, который закрепляется в верхней точке и может совершать поступательное перемещение по одной из осей

Порядок выполнения работы:

По заданию преподавателя (см. табл. 8) с учетом указанных выше рекомендаций выполнить построение схемы заданного механизма и произвести расчет его кинематических характеристик в программе “Цифровой конструктор”.

Таблица 9

Исходные данные

№ варианта	L, мм	R, мм	E, мм	N _г , об/мин
1	1500	250	0	20
2	1750	300	10	30
3	1850	350	0	25
4	1450	250	15	15
5	1325	350	0	20
6	1415	400	20	25
7	1750	300	5	30
8	1450	250	10	15
9	1415	400	5	25
10	1850	350	5	25
11	1750	300	0	30
12	1450	250	20	15
13	1850	350	10	25
14	1415	400	10	25
15	1450	250	15	15
16	1850	350	0	25
17	1750	300	15	30
18	1450	250	20	15
19	1850	350	5	25
20	1415	400	10	25
21	1450	250	15	15
22	1850	350	15	25
23	1750	300	0	30
24	1450	250	10	10
25	1415	400	5	25
26	1850	350	0	25
27	1750	300	15	30
28	1850	350	20	25
29	1415	400	0	25
30	1450	250	20	25

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Новокщенов С. Л. Современные системы управления базами данных в автоматизированном производстве [Электронный ресурс]: учебное пособие] / С. Л. Новокщенов, М. В. Кондратьев, В. И. Корнеев; ФГБОУ ВО "Воронежский гос. технический ун-т". - Воронеж: ВГТУ, 2015
2. Новокщенов С. Л. САПР технологического оборудования КШП [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. Л. Новокщенов, А. Ю. Бойко, В. И. Корнеев ; ФГБОУ ВПО "Воронежский гос. технический ун-т". - Воронеж: ВГТУ, 2015
3. Новокщенов С. Л. Основы автоматизированного проектирования кузнечно-штамповочного оборудования [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. Л. Новокщенов, А. Ю. Бойко, В. И. Корнеев; ФГБОУ ВПО "Воронежский гос. технический ун-т". - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский гос. технический ун-т", 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ОРГАНИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ	5
ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	6
ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ	6
ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ В ЛАБОРАТОРИИ	7
Лабораторная работа №1 Организация автоматизированного рабочего места инженера-конструктора.....	7
Лабораторная работа №2 Программное обеспечение автоматизированного рабочего места инженера-конструктора.....	9
Лабораторная работа №3 Средства оформления конструкторско- технологической документации.....	13
Лабораторная работа №4 Средства анализа данных.....	16
Лабораторная работа №5 Прикладное программное обеспечение автоматизированного проектирования технологических комплексов	19
Лабораторная работа №6 Средства разработки рабочей конструкторской документации. Подходы к проектированию на основе САПР	23
Лабораторная работа №7 Средства разработки рабочей конструкторской документации. Создание 3D сборки	29
Лабораторная работа №8 САПР технологических процессов в машиностроении. Виртуальное производство.....	31
Лабораторная работа №9 САПР инженерного анализа. Кинематический анализ главного исполнительного механизма кузнечно-штамповочных машин.....	35

**ОПТИМИЗАЦИОННЫЙ СИНТЕЗ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ
КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ
для студентов направления
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
(профиль «Конструкторско-технологическое обеспечение
кузнечно-штамповочного производства»)
очной формы обучения

Составители:

Гольцев Александр Михайлович
Новокщенов Сергей Леонидович

Издается в авторской редакции

Подписано к изданию 03.06.2022.
Уч.-изд. л. 2,0.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394006, Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84