

Контрольный
экземпляр

СГАУ: 6
А 224

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве методических указаний*

Самарский Государственный
аэрокосмический университет
№ 723489
Научно-техническая библиотека

САМАРА
Издательство СГАУ
2007

УДК 621.9.021
ББК 32.965



Инновационная образовательная программа
"Развитие центра компетенции и подготовка
специалистов мирового уровня в области аэро-
космических и геоинформационных технологий"

Составители: *Л.А. Анипченко, Н.Д. Проничев, В.Н. Бородин, В.Г. Смелов*

Рецензент д-р техн. наук, проф. А. Н. Первышин

Автоматизация технологической подготовки производства: метод. указания /
сост.: [Л.А. Анипченко и др.] – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2007.–80 с.

В практикум вошли четыре лабораторные работ. В работах кратко изложена теория использования системы Techcard: расчет параметров заготовки, расчет режимов резания, нормирование операций и переходов, принципы работы системы ТЕСНЕХР.

Методические указания предназначены для студентов обучающихся по специальности: 160301, 160302 Авиационные двигатели и энергетические установки, изучающих курс «Технология производства АД и ЭУ».

Методические указания разработаны на кафедре производства двигателей летательных аппаратов.

УДК 621.9.021
ББК 32.965

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2007

Содержание

Общие сведения	6
Лабораторная работа 1. Расчет параметров заготовки с помощью системы TechCard	9
1. Назначение параметров заготовки	10
2. Сортамент	11
3. Сценарий на расчет заготовок	14
Задание для лабораторной работы	15
Порядок выполнения работы	15
1. Запуск TechCard	15
2. Создание нового ТП	16
3. Назначение параметров заготовки	17
4. Контрольные вопросы	23
Заключение	23
Лабораторная работа 2. Расчет режимов резания в программе «Модуль проектирования техпроцессов TechCard»	24
1. Создание нового ТП	26
2. Добавление операции	27
3. Добавление переходов	29
4. Расчет режимов резания	31
4.1. Расчет глубины резания	32
4.2. Расчетная скорость резания	34
4.3. Расчет числа оборотов шпинделя	35
4.4. Вычисление окончательной скорости резания	36
5. Контрольные вопросы	38
Заключение	38
Лабораторная работа 3. Нормирование операций и переходов с помощью программы TechCard	38
Задание для нормирования операций и переходов	40
1. Нормирование переходов	40
2. Нормирование операций	43

3. Контрольные вопросы.....	44
Заключение.....	45
Лабораторная работа 4. Экспертная система ТЕСНЕХР.....	45
1. Общие принципы работы ТЕСНЕХР.....	46
1.1. Условия для формул и таблиц.....	47
1.2. Как работает система ТЕСНЕХР.....	48
2. Редактор базы знаний.....	50
2.1. Команды главного меню.....	52
2.2. Создание нового файла.....	52
2.3. Открытие файла для просмотра.....	53
2.4. Взятие файла на изменение.....	54
2.5. Удаление файла.....	55
2.6. Привязка файла к виду производства.....	55
3. Работа с формулами и таблицами.....	56
3.1. Знакомство с редактором формул.....	57
3.2. Редактирование формул.....	58
3.3. Добавление формул.....	60
3.4. Добавление условий и изменение формул и условий.....	61
3.5. Удаление формул.....	62
3.6. Копирование формул и условий.....	62
3.7. Проверка формул и условий.....	62
3.8. Использование каталогов и справочников.....	64
4. Знакомство с редактором таблиц.....	65
4.1. Типы таблиц.....	65
4.2. Создание таблиц.....	68
4.3. Удаление таблиц.....	69
4.4. Перемещение и копирование таблиц.....	69
4.5. Расшифровка условий.....	70
4.6. Поиск таблицы.....	70
4.7. Диалог редактирования таблицы.....	70

4.8. Редактирование клеток решений.....	72
4.9. Действия над строками и столбцами.....	72
4.10. Редактирование клеток условий.....	73
4.11. Определение условия применимости таблицы.....	76
5. Контрольные вопросы.....	77
Библиографический список.....	79

Общие сведения

Автоматизация технологической подготовки производства на предприятии - важный шаг к сокращению затрат на выпуск новых видов изделий.

Планирование производственных процессов связано с определением последовательности выполнения отдельных технологических операций, необходимых для изготовления детали или вида продукции, и выбором соответствующей инструментальной оснастки.

Системы автоматизированного планирования производственных (технологических) процессов (САПР ТП) открывают перспективы для уменьшения объема рутинной канцелярской работы инженеров-технологов. В то же время они обеспечивают возможность разработки таких технологических процессов, которые рациональны, состоятельны и, возможно, даже оптимальны. Одной из таких систем является TECHCARD, которая позволяет достаточно быстро и удобно сформировать технологию обработки детали с подробным проектированием маршрутно-операционного технологического процесса и сгенерировать все необходимые выходные документы.

Система TECHCARD предназначена для комплексной автоматизации технологической подготовки производства на машиностроительных, приборостроительных и любых других предприятиях, использующих в производстве продукции различные виды работ и, соответственно, проектирующих комплекты технологической документации.

Систему можно использовать в технологических подразделениях и технических отделах как крупных предприятий, так и небольших производственных организаций, применяющих автоматизированные рабочие места технологов на базе автономных персональных компьютеров и локальных сетей.

Система TECHCARD позволяет:

- создавать любые новые и редактировать имеющиеся формы бланков технологической документации;
- включать в состав одного бланка текст и графические изображения;

- управлять оформлением и выводом на печать документов;
- осуществлять поддержку нескольких видов производств;
- сопровождать базу данных различных видов производств с возможностью графической иллюстрации классификаторов, справочников и сценариев;
- создавать и сопровождать технологические таблицы и формулы для их последующего использования в автоматизированных расчетах при проектировании технологических процессов;
- создавать графические библиотеки типовых элементов (техпроцессов), стандартных нормализованных деталей с обеспечением редактирования любых текстовых полей из базы данных;
- создавать расцеховочный маршрут на обработку изделия;
- проектировать технологический процесс обработки детали (в том числе сквозной) в диалоговом режиме с расчетом заготовок, режимов обработки и нормированием для различных видов производств, используя базы данных, типовые техпроцессы, формулы и таблицы;
- оперативно настраивать вид и состав комплекта технологических документов для различных видов производств;
- создавать выборки изделий и техпроцессов по разнообразным критериям с целью последующего получения по ним ведомостей;
- получать практически любые ведомости и сводные ведомости по материалам, операциям, переходам, оборудованию, оснастке, расцеховочным маршрутам, технологическим документам;
- обеспечить вход в систему по паролю; назначать права доступа каждому пользователю, работающему с системой;
- обеспечить взаимосвязь с системой ведения архива конструкторской документации SEARCH (разработка НПП ИНТЕРМЕХ) для организации и ведения архива технологических документов;
- обеспечить взаимосвязь с системой разработки конструкторской документации CADMECH (разработка НПП ИНТЕРМЕХ) для проектирования и оформления операционных эскизов и карт наладок.

В зависимости от варианта поставки система TECHCARD позволяет осуществлять поддержку различных видов производств. В настоя-

щее время система может поддерживать следующие виды производств: механообработка, термообработка, гальваника, сборка, сварка, окраска, консервация, холодная штамповка, литье. Поддержка конкретных видов производств определяется содержанием базы данных, то есть наличием соответствующей информации об оснастке, оборудовании, операциях, переходах, режимах обработки, нормировании, сценариях, справочниках и комплектах выходных документов.

В состав базы данных TECHCARD входит:

- база данных по основным и вспомогательным материалам, сорту и видам заготовок;
- база данных средств технологического оснащения (оборудование, приспособления, режущий, вспомогательный и измерительный инструмент);
- классификатор технологических операций и типовых переходов с описанием параметров и сценариями на разные виды производства;
- информационно-справочные данные для заполнения параметров операционной технологии;
- база знаний по режимам резания (механическая обработка) и режимам обработки (для других видов производств);
- база знаний по нормированию.

Работа с системой TechCard предполагает начинать проектирование техпроцессов тогда, когда в архиве SEARCH уже созданы изделия (детали) и основные документы на них (чертежи и спецификации). В этом случае основная информация об изделии передается в общие сведения техпроцесса и устанавливается связь между разрабатываемым техпроцессом и имеющимся в архиве чертежом для последующего использования его при построении операционных эскизов и расчета параметров обработки, или имеющейся в архиве спецификацией для последующего использования состава изделия. SEARCH хранит информацию о чертежах, техпроцессах и других документах.

SEARCH (InterMech) представляет собой систему организации и ведения компьютерных архивов. С помощью SEARCH можно управлять локальными и распределенными архивами конструкторской и технологической документации.

Лабораторная работа 1. Расчет параметров заготовки с помощью системы TECHCARD

Цель работы: изучить процесс расчета параметров заготовки.

Порядок выполнения работы

1. Перед началом лабораторного занятия студент обязан самостоятельно ознакомиться с данными методическими указаниями, усвоить теоретические сведения, подготовить бланк отчёта. В начале занятия преподаватель производит проверку уровня подготовки студента к выполнению данной работы. В случае, если уровень не соответствует перечисленным выше требованиям, студент не допускается к выполнению лабораторной работы.
2. Получить задание для выполнения работы (маршрут технологического процесса).
3. Включить компьютер, войти в операционную систему.
4. Запустить модуль TECHCARD.
5. Рассчитать параметры заготовки.
6. Внести данные по работе в отчёт, а именно результаты выполнения заданий лабораторной работы, представленным в виде картинок с пояснением.
7. Выйти из модуля TECHCARD.
8. Записать выводы по работе.
9. Произвести защиту лабораторной работы согласно имеющемуся отчёту, созданным в результате работы файлом и контрольным вопросам.

TECHCARD позволяет рассчитать параметры заготовки отдельно от конкретного технологического процесса, это дает возможность всем разработчикам разных технологических процессов иметь в своем ТП информацию о заготовке, рассчитанную на раннем этапе проектирования ТП. Назначение заготовок на изделие производится пользователем, входящим в группу пользователей подготовительного производства. Модуль определения параметров заготовок разных типов в процессе расчета использует информацию базы знаний, которая содержит справочные коэффициенты и расчетные формулы, определяемые типом заготовки.

В качестве языка представления знаний при этом наиболее часто используется язык правил вида «если-то». В системе ТЕСНЕХР экспертные знания представляются в виде формул и таблиц. Формулы широко используются там, где требуемое значение можно получить путем обычных математических вычислений из других параметров (например, для получения минимальных размеров заготовки можно взять габаритные размеры детали из чертежа и прибавить припуски на обработку). Если такой математической зависимости нет, то можно задать различные значения нужного параметра при разных условиях, в результате чего получится таблица, очень похожая на таблицы, приводимые в технологических справочниках. Несомненным преимуществом ТЕСНЕХР является привычность формы представления знаний (формул и таблиц) для экспертов-технологов.

ТЕСНЕХР позволяет определить условие применимости каждой формулы и таблицы. В большинстве случаев Вы просто обязаны задать условия применимости, чтобы система не использовала неподходящие формулы и таблицы. От того, насколько точно заданы эти условия, зависит работоспособность всей системы и правильность ее выводов. Условие применимости в ТЕСНЕХР представляет собой формулу с логическим результатом, в которой могут присутствовать любые аргументы или константы.

1. Назначение параметров заготовки

В главном окне отображается список документов, с которыми ведется работа.

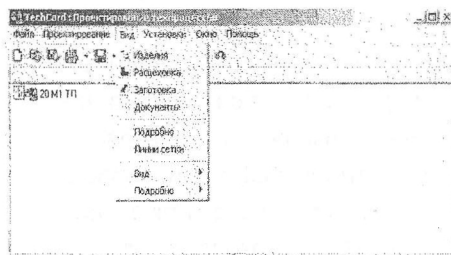


Рис.1. Всплывающее меню закладки «Вид»

По команде Вид /Заготовка выводится окно сведений о заготовке: вид, материал, сортament и т.д.

Назначение, изменение и удаление информации о заготовке в техпроцессе производится разработчиком техпроцесса с использованием информации о

заготовках на изделие. При нажатии правой кнопки мыши появляется окно сведений о заготовке.

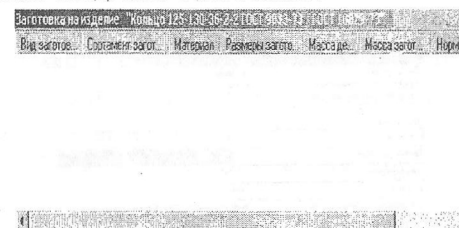
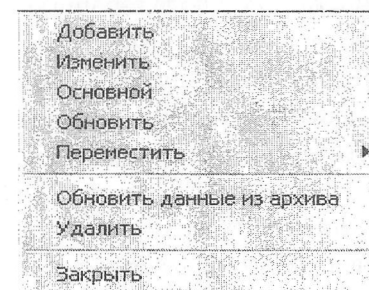


Рис.2. Окно сведений о заготовке



Рис.3. Диалог назначения заготовки



Добавление, изменение, удаление, перемещение в списке выполняются при помощи соответствующих команд всплывающего меню. Команда «Обновить» данные из архива обновляет данные из карточки изделия, находящегося в архиве. После обновления данных из архива следует произвести перерасчет заготовок.

Допускается назначение на деталь нескольких заготовок, при этом одна заготовка (первая в списке) считается основной, а остальные — заменителями основной заготовки. Установка признака основной заготовки производится по команде всплывающего меню.

2. Сортамент

При назначении новой заготовки система предлагает указать сортмент, а также вид детали, вид заготовки и материал (если соответствующая информация еще неизвестна).

Первоисточником информации по сортаменту (материалу) является архив с конструкторскими сведениями. Выбор сортамента осуществляется в окне следующего вида:

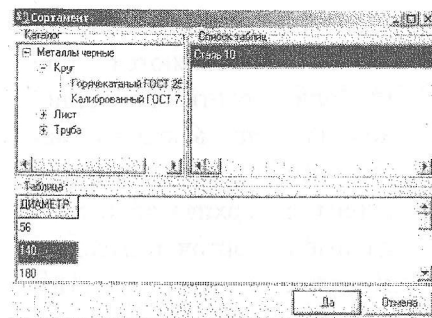


Рис.5. Выбор сортамента

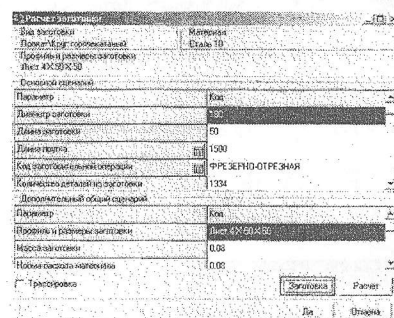


Рис.6. Диалог расчета параметров заготовки

Панель «Каталог» демонстрирует дерево каталога сортамента с наложенным фильтром по виду деталей. Панель «Список таблиц» содержит имена таблиц, существующих у текущей папки дерева каталога. В области панели «Таблица» выводится содержимое таблицы, имя которой выделено курсором на панели «Список таблиц». При этом видимы только те поля, для которых установлен флаг «TECHCARD», и те записи, у которых включена применяемость («+» в поле таблицы с именем «ПРИМЕНЯЕМОСТЬ»).

Если в момент выбора сортамента материал уже назначен, то на дерево каталога сортамента будет наложен дополнительный фильтр по известному материалу. Отключение фильтра выполняется командой всплывающего меню «Фильтр».

При передаче информации по сортаменту или материалу из архива (конструкторских сведений) следует иметь в виду, что переназначение ее в модуле проектирования будет некорректным действием; так, к примеру, технолог не может использовать в качестве основного материала другой материал, кроме того, который указан в карточке изделия (назначен конструктором). Используя полученные сведения, сис-

тема выберет сценарий для расчета заготовки, после чего появится диалоговое окно расчета параметров заготовки (рис.6).

В верхней части диалога выводятся панели, где содержится информация о виде заготовки, материале, профиле и размерах заготовки, в нижней части диалога расположена кнопочная панель с двумя кнопками: «Заготовка» и «Расчет». В центральной части расположены две панели с выводимыми в них основным и дополнительным сценариями.

Если для проектируемого техпроцесса расчет заготовки производится впервые, элементы диалога расчета заготовки находятся в следующем состоянии:

панель «Вид заготовки» содержит вид заготовки,

панель «Материал» содержит материал, указанный в общих сведениях о детали,

панель «Основной сценарий» содержит основной сценарий для расчета заготовки, в котором могут быть автоматически заполнены поля, содержащие значения по умолчанию,

панель «Дополнительный сценарий» содержит дополнительный общий сценарий с незаполненными полями, остальные панели и поля диалога не заполнены.

Для расчета заготовки необходимо нажать кнопку «Расчет». При этом все поля дополнительного общего сценария автоматически очищаются. Затем система пытается найти значения аргументов, связанных с незаполненными полями обоих сценариев (а в основном сценарии еще и тех полей, понятия которых назначены в сценарии на пересчет), рассматривая их в следующем порядке: сначала поиск идет сверху вниз по основному, а затем по дополнительному сценарию. Переключатель «Трассировка» позволяет включать или отключать режим трассировки вычислений.

Трассировщик позволяет просмотреть в экранной форме процесс применения формул и проверки условий.

После окончания расчета найденные значения заносятся в поля сценариев (если эти значения содержат шаблоны подстановок, то осуществляется подстановка, например, если для аргумента РАЗМ найде-

но значение «Круг Ф [ДЗГ] X [ЛЗГ]», то вместо шаблонов подстановок (в квадратных скобках) будут занесены значения соответствующих аргументов), а в панели «Профиль и размеры заготовки» выводится значение системного аргумента с кодом РАЗМ.

3. Сценарий на расчет заготовок

Сценарий - это алгоритм, по которому в данной программе рассчитывается заготовка. Сценарий отображается в виде таблицы, где справа расположены коды понятий с возможными значениями по умолчанию, а слева соответствующие комментарии к понятиям.

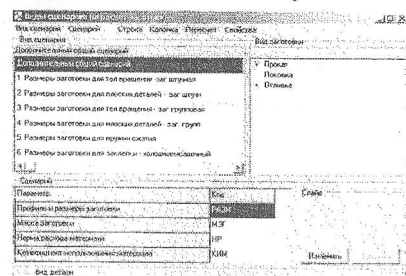


Рис.7. Окно редактирования видов сценариев

Редактирование сценариев для расчета заготовок производится после указания команды Настройка/Заготовка только для подготовительного вида производства.

Сценарии объединены в группы, которые названы видами сценариев на расчет заготовок. Вид сценария связывается с видом детали.

Например, из листа стали 45 можно делать как тела вращения, так и плоские детали, при этом сценарии расчета, используемые в первом и во втором случаях, отличаются друг от друга.

Всегда существует один вид сценария, который нельзя ни удалить, ни переименовать, ни связать с каким-либо видом детали. Этот сценарий носит название «Дополнительный общий сценарий» и всегда неявно добавляется после каждого основного сценария на заготовку. В дополнительный общий сценарий включаются те параметры (масса заготовки, норма расхода материала, коэффициент использования материала), которые необходимо заполнять или рассчитывать для любой заготовки независимо от ее вида.

Основные сценарии могут редактироваться после указания вида сценария (кроме дополнительного общего) и вида заготовки. Команда «Пересчет для сценария» позволяет указать список понятий основного

сценария, которые должны пересчитываться при каждом расчете заготовки независимо от того, присвоено им или не присвоено какое-либо значение (по умолчанию пересчитываются только те понятия основного сценария, которым не присвоено значение).

Задание для лабораторной работы

В ходе лабораторной работы студент должен научиться с помощью программы рассчитывать параметры заготовки по соответствующим сценариям, которые определяют настраиваемый пользователем состав информации и последовательность ввода информации. Сценарий отображается в виде таблицы, где справа расположены коды понятий с возможными значениями по умолчанию, а слева соответствующие комментарии к понятиям.

Рассчитать параметры заготовки - размер заготовки, масса заготовки, норма расхода материала, коэффициент использования материала, количество деталей из заготовки, при следующих условиях:

1. диаметр заготовки 140мм
2. вид заготовки – круг горячекатаный.

Порядок выполнения работы

1. Запуск TechCard

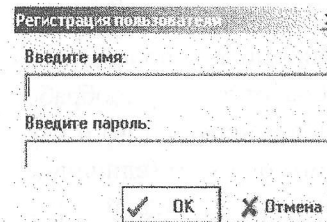


Рис.8. Окно идентификации пользователя

Для запуска TechCard – модуля проектирования ТП – войдите в меню ПУСК / ПРОГРАММЫ / INTERMEX. В центре экрана появится окно идентификации пользователя:

Введите в указанных полях имя пользователя и пароль в системе. После успешной идентификации пользователя на экране появляется главное окно

2. Создание нового ТП



Рис.9. Всплывающее меню для создания нового техпроцесса

ТП» заполняются автоматически. Заполните графу «Привязка к изделию».

Вручную создаваемое обозначение техпроцесса обязательно должно в начале содержать обозначение изделия, а заканчиваться сокращением "ТП", например, 8020-8400018 ТП. Переключатель «Зарегистрировать в архиве» указывает, требуется ли сохранять документ в архиве.

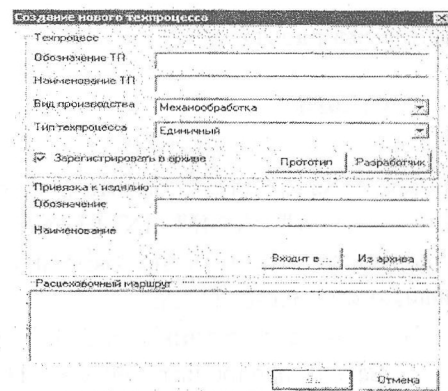


Рис.10. Диалог создания ТП

Укажите в полях «Вид производства» и «Тип техпроцесса», к какому виду производства следует отнести новый техпроцесс (механообработка, термообработка, гальваника и т.д.) и какого типа он будет (единичный, групповой, типовый, фрагмент, единичный по типуовому).

3. Назначение параметров заготовки

Выделите ТП, щелкнув по нему. Затем выберите во всплывающем меню строку «Редактировать».

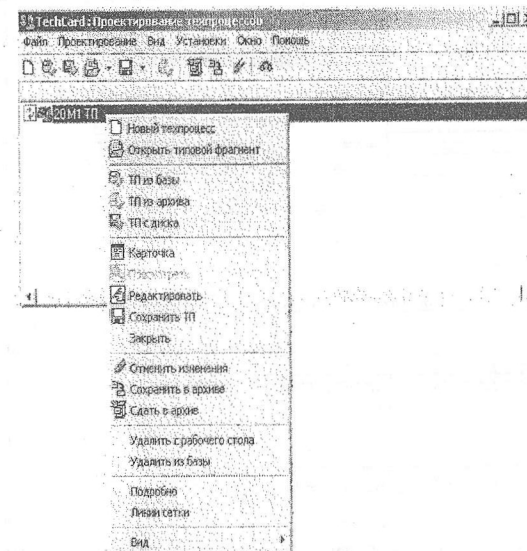


Рис.11. Окно создания ТП

Отображается окно следующего вида (рис. 12).

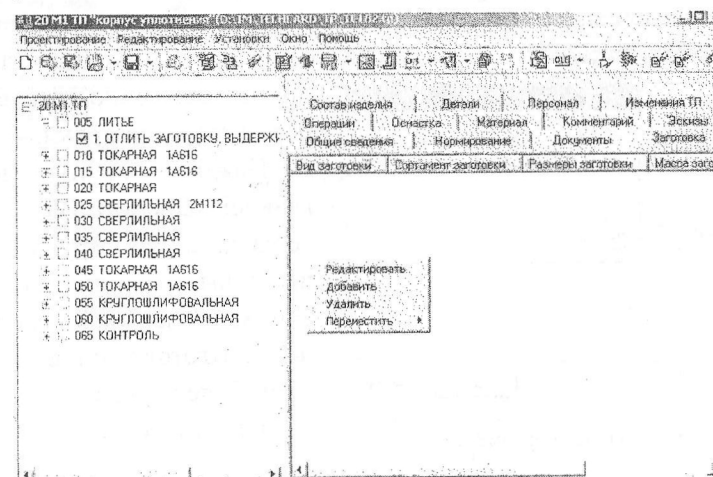


Рис.12. Всплывающее меню

Щелкнув правой кнопкой на закладке Заготовка, выберите в контекстном меню строку «Редактировать».

Заготовка

Общие сведения

Параметр

Значение

Обозначение детали

К.ДМ. 1000.00 08.012

Наименование детали

Уплотнитель

Составляющая заготовки

Марка материала

Разработал

Сидоренко

Проверил

Николаев

Утвердил

Вид детали

тело вращения - заготовка шпунца

Составитель

Заготовка

Вид заготовки

Составляющая заготовки

Материал

Размеры заготовки

Марка детали

Марка заготовки

Вспомогательные материалы

Обозначения вспомогательного материала

Нормы расхода вспомогательного материала

Рис.13. Окно сведений о заготовке

Заполните отсутствующие строки. Далее выберите меню «Сортамент», после чего появится окно следующего вида (рис. 14).

Выбор материала и диаметра происходит из архива. Используя полученные сведения, система выберет сценарий для расчета заготовки, после чего появится диалоговое окно расчета параметров заготовки.

Свойства

Каталог

- Металлы черные
 - Круг
 - Горячекатаный ГОСТ 2
 - Калиброванный ГОСТ 7
 - Лист
 - Труба

Список таблиц

Сталь 10

Таблица

ДИАМЕТР
56
140
100

Отмена

Рис.14. Окно выбора сортамента

Нажмите кнопку под главной панелью. Выберите из каталога - круг горячекатаный диаметром 140мм. Далее окно сведений о заготовке с параметрами будет представлено в следующем виде.

ДЗ	
Общие сведения	
Получено	Эксперимент
Подписанные детали	КДМ 1050-00-01-012
Нанесенные детали	Чистовые
Согласованы заготовки	Кух 140 В ГОСТ 2530-88/10-а ГОСТ 1050-88
Марки материалов	Сталь 10
Разработчик	Магариш
Проектировщик	Николаев
Изготовитель	ИТ
Вид детали	тело вращения - фланцевая шпилька

Сопоставление					
Сопоставление					
Вид заготовки	Согласованы заготовки	Материал	Размеры заготовки	Марка детали	Марка заготовки
Прокат	Кух 140 В ГОСТ 2530	Сталь 10		0.01	
x					
Вспомогательные материалы					
Основные технологические материалы			Порядок раскроя вспомогательных материалов		

Рис.15. Окно сведений о заготовке

но окно, в котором последовательно выводятся номера формул, по которым произведен расчет и какие условия при этом выполнялись.

Расчет заготовки	
Вид заготовки	Металлическая
Профиль заготовки	Сталь 10
Профиль и размеры заготовки	
Особенности заготовки	
Диаметр	Код
Диаметр заготовки	
Длина заготовки	
Длина заготовки	100
Код заготовки/таблицы	80
Количество деталей из заготовки	
Длина/ширина/толщина заготовки	
Диаметр	Код
Размеры и размеры заготовки	
Масса заготовки	
Нормы расхода материала	
☐ Трансформация Заготовка Расчет	
Да Отмена	

Рис.16. Диалог расчета заготовки

Далее для расчета нажмите кнопку  под заголовком формы Заготовка.

После указания диаметра заготовки, длины прутка, кода заготовительной операции и остальных параметров нажмите кнопку «Расчет».

Если установлен режим «Трассировка», то при расчете будет показана

Рис.17. Пример расчета параметра КДТ – количества деталей из заготовки для круга горячекатанного 140х15

Укажите диаметр заготовки 140мм, длину заготовки 15мм. И произведите расчет. Просмотрите трассировщик. После чего обязательно нажмите кнопку «ДА» для занесения рассчитанных данных в поле

сортамента заготовки. После окончания расчета найденные значения заносятся в поля сценариев.

При расчете заготовки для нашего примера основными являются следующие параметры:

- размер заготовки (выбирается из стандартов архива);
- масса заготовки;
- норма расхода материала;
- коэффициент использования материала;
- количество деталей из заготовки.

1. Количество деталей из заготовки. В общем виде формула для расчета выглядит следующим образом

$$N = (L_{\text{пр}} - L_{\text{зажима}}) / (L_{\text{ЗГ}} + l_{\text{прип}} + l_{\text{кос}}),$$

где $L_{\text{ЗГ}}$ – длина заготовки.

В программе расчетная формула представлена

$$\text{int}((L_{\text{пр}} - L_{\text{кз}}) / (L_{\text{ЗГ}} + l_{\text{отр}} + l_{\text{кос}}))$$

Расшифровка ((Длина прутка - Длина концевого отхода на зажим прутка)/(2-й размер заготовки для 1-й мех. операции + Припуск на отрезку заготовки + Величина косины заготовки при отрезке)).

Программа выбирает конкретную формулу для расчета, основываясь на заданных параметрах, и вычисляет проверочное условие, которое задано в следующем виде

`def(L_пр) и ((ВИД=1 и КЗГ{1:3,6,9:12,19,21}) или (ВИД=2 и КЗГ{14,15,18,25}))`

Расшифровка. Данная формула применима для следующих видов заготовки:

Круг горячекатаный,

Шестигранник,

Квадрат горячекатаный,

Труба бесшовная холоднодеформированная,

Проволока,

Круг калиброванный,

Квадрат калиброванный,

Шестигранник калиброванный,

Литье круглое,

Труба прямоугольная,

Литье прямоугольное.

Условие выполняется для нашего примера – круг горячекатаный.

2. Масса заготовки вычисляется по формуле

$$M_{\text{з}} = \pi \frac{D_{\text{заг}}^2}{4 \cdot 1000^2} \cdot \left(\frac{L_{\text{ЗГ}}}{1000}\right) \cdot \left(\frac{\rho}{1000}\right)$$

В программе формула

`0.01((pi*((ДЗГ/1000)^2/4)*(ЛЗГ/1000)*(Уд_В*1000)))`.

Расшифровка

(($\pi \cdot ((1\text{-й размер заготовки для 1-й мех. операции} / 1000)^{2/4}) \cdot (2\text{-й размер заготовки для 1-й мех. операции} / 1000) \cdot (\text{Удельный вес материала} \cdot 1000)$)),

$L_{\text{ЗГ}}$ – длина заготовки.

Проверочное условие в программном виде

`(ВИД=1 и КЗГ{1:10,9,19}) или (ВИД=3 и КЗГ{1:10,9,19})`

Данная формула применима для следующих видов заготовки:

Круг горячекатаный,

Круг калиброванный,

Проволока,

Литье круглое.

3. Норма расхода материала вычисляется $N = M \text{ прутка} / N$

В программе `0.01(МРП/КДТ)`,

т.е. (Масса прутка / Количество деталей из заготовки)

Проверочное условие

Данная формула применима для следующих видов заготовки:

`def(L_пр) и ((ВИД=1 и КЗГ{1:3,6,9:12,21}) или (ВИД=3 и КЗГ{1:3,6,9:12,21,23}) или (ВИД{2,4} и КЗГ{18,14,4,20,22,15}))`

Круг горячекатаный,
Шестигранник,
Квадрат горячекатаный,
Труба бесшовная холоднодеформированная,
Проволока,
Круг калиброванный,
Квадрат калиброванный,
Шестигранник калиброванный,
Труба бесшовная горячедеформированная.

4. Коэффициент использования материала. $KIM = M/H$

В программе **г0.01(МАС/НР)**,

т.е. (Масса / Норма расхода материала).

Условие **не КЗГУ(7.8)**.

Данная формула применима для всех видов заготовок, кромековки и отливки.

В итоге в главном окне мы видим рассчитанные параметры заготовки, которые автоматически были перенесены из расчетов.

Параметр	Значение
Обозначение детали	
Наименование детали	Кольцо 125-130-36-2-2 ГОСТ 9833-73 / ГОСТ 18829-73
Сортамент заготовки	Круг 140-8 ГОСТ 2590-83 / 10-а ГОСТ 1050-86
Марка материала	Сталь 10
Разработчик	Сидоров
Проверка	Николаев
Утвердил	
Вид детали	тело вращения - заготовка излучения

Вид заготовки	Сортамент заготовки	Материал	Размеры заготовки	Масса детали	Масса заготовки	Норма расхода	KIM
Прокат	Круг 140-8 ГОСТ 2590	Сталь 10	Круг Ф140 X 15	1,81	4,03		

Вспомогательные материалы	Норма расхода вспомогательного материала
Обозначение вспомогательного материала	
АКТИВИРОВАННЫЙ УГОЛЬ МАРКИ БАУ	г. 0,9

Рис.18. Окно сведений о заготовке с рассчитанными параметрами

Материал	Калибровка	Сортамент	Деталь	Переход	Измерения
005 ПР115					
010 ТОКАРНАЯ 14016					
015 ТОКАРНАЯ 14016					
020 ТОКАРНАЯ					
025 СВЕРЛИЛЬНАЯ 2М112					
030 СВЕРЛИЛЬНАЯ					
035 СВЕРЛИЛЬНАЯ					
040 СВЕРЛИЛЬНАЯ					
045 ТОКАРНАЯ 14016					
050 ТОКАРНАЯ 14016					
055 КРУГОВОПЛОЩАДЬНАЯ					
060 КРУГОВОПЛОЩАДЬНАЯ					
065 КОНТРОЛЬ					

Рис.19. Главное окно с рассчитанными параметрами

4. Контрольные вопросы

1. Какие преимущества дает расчет заготовки в Techcard?
2. Каким образом назначаются параметры заготовки?
3. Каким образом выбирается сортамент(материал) заготовки?
4. Как проводится расчет заготовки?
5. Что такое сценарий и для чего он нужен?

Отчёт должен содержать следующую информацию:

- титульный лист;
- цель работы;
- задачи работы;
- данные по работе: выполнения задания лабораторной работы, представленных в виде картинок с пояснением;
- выводы по работе;

Заключение

Комплекс TECHCARD можно использовать в технологических подразделениях и технических отделах как крупных предприятий, так и небольших производственных организаций, применяющих автоматизированные рабочие места технологов на базе автономных персональных компьютеров и локальных сетей.

TECHCARD позволяет рассчитать параметры заготовки отдельно от конкретного технологического процесса, это дает возможность всем разработчикам разных технологических процессов иметь в своем ТП информацию о заготовке, рассчитанную на раннем этапе подготовки производства. Назначение заготовок на изделие производится пользователем, входящим в группу пользователей подготовительного производства.

Внедрение комплекса TECHCARD поможет поднять на новый качественный уровень использование персональных компьютеров на предприятии, ускорить цикл технологической подготовки производства, вести единую технологическую базу данных предприятия, освободить технологов от рутинной работы.

Лабораторная работа 2. Расчет режимов резания в программе «Модуль проектирования техпроцессов TechCard»

Цель работы: изучить процесс расчета режимов резания.

Порядок выполнения работы:

1. Перед началом лабораторного занятия студент обязан самостоятельно ознакомиться с данными методическими указаниями, усвоить теоретические сведения, подготовить бланк отчёта. В начале занятия преподаватель производит проверку уровня подготовки студента к выполнению данной работы. В случае, если уровень не соответствует перечисленным выше требованиям, студент не допускается к выполнению лабораторной работы.
2. Получить задание для выполнения работы (маршрут технологического процесса).
3. Включить компьютер, войти в операционную систему.
4. Запустить модуль TECHCARD.
5. Рассчитать режимы резания.
6. Внести данные по работе в отчёт, а именно результаты выполнения заданий лабораторной работы, представленных в виде картинок с пояснением.
7. Выйти из модуля TECHCARD.

8. Записать выводы по работе.

9. Произвести защиту лабораторной работы согласно имеющемуся отчёту, созданным в результате работы файлам и контрольным вопросам.

Система Techcard предназначена для комплексной автоматизации технологической подготовки производства особенно на машиностроительных предприятиях, изготавливающих сложную и многономенклатурную продукцию и использующих в производстве продукции различные виды работ.

В условиях современного производства стоит задача назначения рациональных режимов обработки. Это весьма сложный и трудоемкий процесс, поэтому на предприятиях используется автоматизированная система расчета режимов резания, которая облегчает работу и позволяет значительно сэкономить время на подготовительном этапе производства. Система Techcard позволяет проектировать технологический процесс обработки детали в диалоговом режиме с расчетом заготовок, режимов обработки и нормированием различных видов производств, используя базы данных, типовые техпроцессы, формулы и таблицы.

Эта лабораторная работа направлена на получение практических навыков работы с программой «Модуль проектирования ТП», широко применяемой в современном производстве, и ознакомление с процессом автоматизированного расчета режимов резания для конкретного ТП в модуле проектирования. При выполнении лабораторной работы у студентов должны развиваться навыки самостоятельной научно-исследовательской работы в части моделирования производственно-хозяйственной деятельности промышленных предприятий.

В данной работе выделяются следующие разделы и решаются следующие задачи. Формируется технологический маршрут изготовления детали, рассчитываются режимы резания и нормируются операции технологического маршрута.

Задание

Задача формирования маршрута обработки детали решается с помощью средств системы автоматизированного проектирования технологических процессов, реализуемых в Techcard за несколько этапов:

Сначала создается технологический процесс: токарная обработка детали.

Далее выбирается токарно-винторезная операция.

Добавляются переходы:

- Установка заготовки в патроне,
- Подрезание торца,
- Точение наружной поверхности,
- Проверка выполнения размера,
- Контроль обработки поверхности.

Для работы с программой в меню пуск/ Программы/ зайдите в программу Intermech и выберите окно Модуль проектирования ТП. В диалоге Регистрация пользователя введите имя пользователя: Student и введите шестизначный пароль: 111222.

1. Создание нового ТП

Выберите на панели инструментов меню: Создание нового технологического процесса.

В открывшемся окне Создание нового техпроцесса введите наименование и обозначение создаваемого ТП. В пункте Вид производства выберите раздел МЕХАНООБРАБОТКА. Тип техпроцесса выбирается *единичный*.

В окне базы данных Search :укажите АРХИВ, выберите пункт Технологическая операция и нажмите ОК.

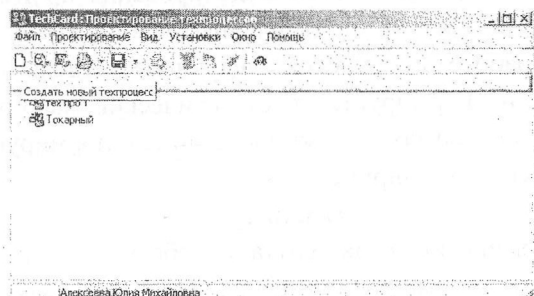


Рис.1. Окно Модуля проектирования ТП

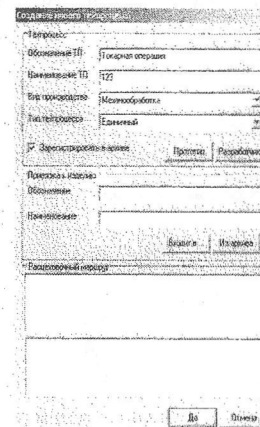


Рис.2. Диалог создания нового ТП

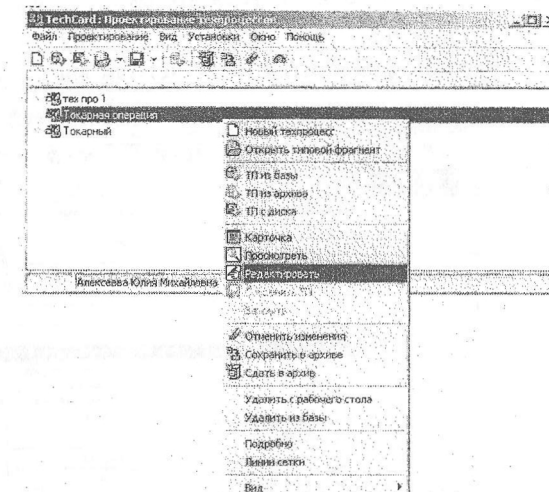


Рис.3. Всплывающее меню для редактирования ТП

Теперь можно приступать к работе по созданию технологического маршрута изготовления детали в Модуле проектирования техпроцессов.

Выберите созданный вами технологический процесс и во всплывающем меню выберите пункт РЕДАКТИРОВАТЬ. Перед вами панель задачи по созданию ТП.

Принципиальная схема ТП представляет собой определенную последовательность операций, каждая из которых содержит переходы. Задача студента состоит в том, чтобы расчленить укрупненные операции на переходы в соответствии с различными методами обработки, технологическими возможностями оборудования, с учетом конфигурации детали и качества обрабатываемых поверхностей.

2. Добавление операции

Для добавления новой операции необходимо установить курсор в дереве маршрута обработки на операцию, за которой требуется добавить новую операцию (при добавлении первой операции текущей папкой в дереве маршрута обработки должна быть корневая папка де-

рева), затем воспользоваться кнопкой "Операция" главной кнопочной панели или командой главного меню Проектирование/Операция/Добавить, после чего появится диалог выбора операций:

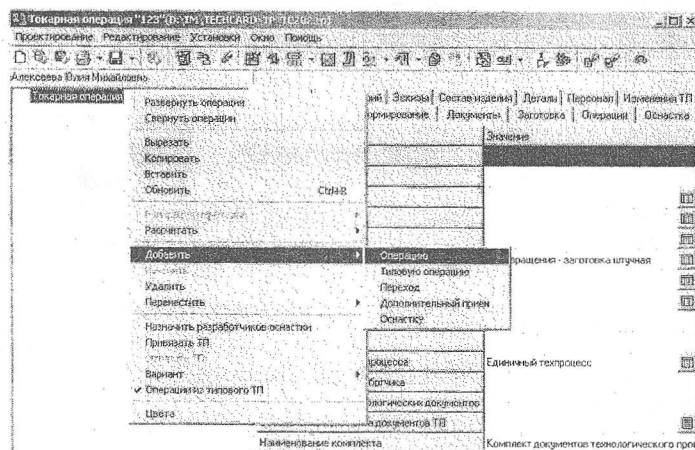


Рис.4. Всплывающее окно добавления операции

Если операция добавляется в конец техпроцесса, то ей назначается номер, получаемый суммированием номера предыдущей операции и шага номеров операций. Если операция вставляется между другими операциями, то ей назначается номер предыдущей операции, увеличенный на единицу.

Для изменения номеров одной или сразу нескольких операций следует воспользоваться командой меню Проектирование/Операция/Нумеровать или соответствующей командой всплывающего меню страницы "Операция".

После того, как в техпроцесс была добавлена новая операция, для нее необходимо назначить подходящее оборудование.

Команда всплывающего меню Выбрать/Заменить оборудование позволяет назначить оборудование на операцию. Команды всплывающего меню Подобрать оборудование и Подобрать оснастку позволяют автоматически подобрать оборудование и оснастку на операцию.



Рис.5. Диалог выбора операции и назначение оборудования

3. Добавление переходов

Для добавления нового перехода необходимо установить курсор в дереве маршрута обработки на переход, после которого требуется добавить новый переход (при добавлении первого перехода в операцию текущей папкой на дереве должна быть папка операции).

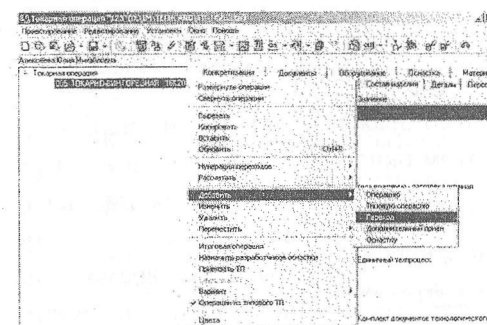


Рис.6. Всплывающее окно для выбора перехода

Команды для работы с переходами содержатся в пункте главного меню Проектирование/Переход. Кроме того, можно воспользоваться кнопкой «Переход» (кнопочная панель редактора ТП), которая позволяет вызвать окно каталога для выбора переходов.

Информация о том, какие переходы допустимы для операции, определяется привязками переходы-операции, поэтому после указания команды Проектирование/Переход/Добавить, будет предложен каталог переходов, которые могут быть задействованы на текущей опера-

ции (при отсутствии привязок отображается все дерево переходов). Из справочника переходов выбирается нужный переход.

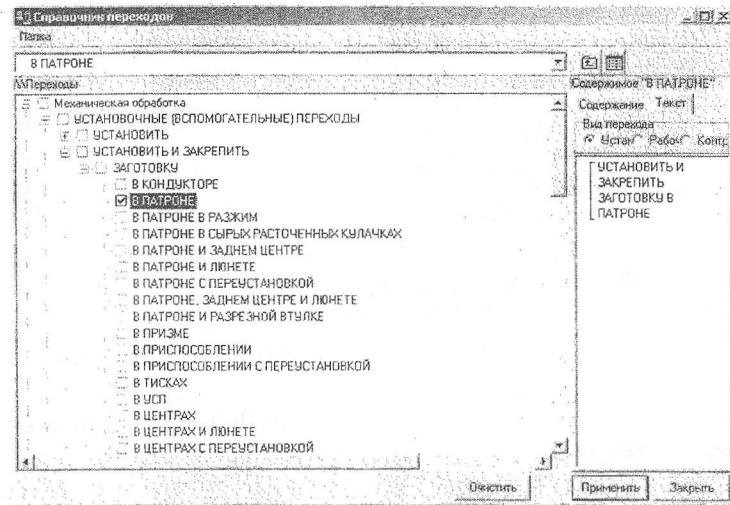


Рис.7. Справочник переходов

Для выбора перехода необходимо дважды щелкнуть по переходу-листу левой кнопкой мыши, при этом окно выбора останется в активном состоянии, давая

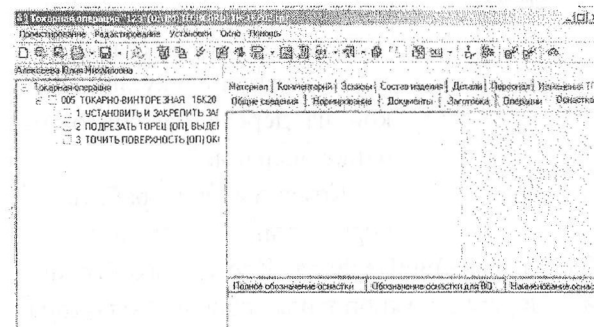


Рис.8. Токарный ТП с выполняемыми переходами

возможность не тратить время на повторное открытие при последующих выборах переходов.

Если переход содержит только один текст перехода, то выбор такого перехода сводится к установке курсора на папку дерева переходов и нажатия на кнопку "Применить" (или просто двойного нажатия левой кнопки мыши по папке).

Если переход содержит только один текст перехода, то выбор такого перехода сводится к установке курсора на папку дерева переходов и нажатия на кнопку "Применить" (или просто двойного нажатия левой кнопки мыши по папке).

4. Расчет режимов резания

(в соответствии с заданием для токарной операции)

Для расчета режимов обработки на переход необходимо установить курсор в дереве маршрута обработки на переход и перейти на страницу «Режимы».

В верхней части страницы «Режимы» отображается текст перехода с нужными значениями вместо шаблонов подстановок, в нижней части - таблица, определяемая сценарием расчета режимов обработки. Таблица может содержать дополнительную колонку (для чистового прохода) в том случае, если соответствующая информация была определена для сценария расчета режимов обработки на этапе настройки базы данных.

Значения в колонку "Значения" могут вноситься как вручную, так и рассчитываться системой самостоятельно (при загруженных файлах формул и таблиц). При указании кнопки "Расчет" рассчитываются понятия, связанные с пустыми ячейками сценария.

При расчете режимов обработки система может дополнительно запрашивать неизвестные данные, если их невозможно найти в процессе промежуточных расчетов. Запрос на ввод данных выполняется посредством вывода на экран нужного справочника/каталога. Так, если для перехода не была назначена точность обработки, а она необходима, к примеру, для расчета подачи, то при расчете режимов резания на этот переход система запросит точность из справочника, который привязан к искомому параметру.



Рис.9. Страница режимы

Порядок выполнения работы по расчету режимов резания токарной обработки:

В соответствии с заданием выбираем переход, для которого необходимо рассчитать режимы резания и переходим на страницу Режимы.

Для расчета режимов токарной обработки детали необходимо ввести в пустые ячейки следующие данные:

- расчетный размер, т.е. линейный размер, обрабатываемый в данном переходе;
- расчетная длина, т.е. диаметральный размер в данном переходе;
- припуск, снимаемый в переходе;
- количество проходов;
- величина подачи.

Далее рассчитываются следующие параметры режимов обработки:

- глубина резания $t = \frac{\text{Прип}}{i}$;
- расчетная скорость $V_p = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$;
- число оборотов $n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}$;
- окончательная скорость резания (принимается в соответствии с паспортными данными станка)

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

В процессе вычислений число задействованных формул и таблиц может быть велико, поэтому отследить последовательность обращений программы к ним было бы достаточно сложно (скорее невозможно), если бы не механизм трассировки, встроенный в экспертную систему ТЕСНЕХР. Режим трассировки применяется при отладке и проверке правильности вычислений по таблицам и формулам.

4.1. Расчет глубины резания

Формула для расчета глубины резания в математическом виде выглядит следующим образом $t = \frac{z}{i}$,

где z – снимаемый припуск, i – количество проходов.

В программе эта формула принимает вид `г0.01(ПРИП/и)`, что расшифровывается как `г 0.01(Припуск, снимаемый на переходе / Количество проходов)`.

Для каждого вида обработки имеются свои формулы расчета режимов резания, которые отдельный пользователь или даже целое предприятие может отредактировать для своего вида производства.

Программа Модуль проектирования ТП путем перебора проверяет необходимые условия и выбирает нужную формулу. Ее действия можно отследить с помощью функции трассировки – визуализатор, наглядно отображающий формулы и условия их применения проверяемые программой (в процессе расчета режимов резания).

Для перехода “Подрезание торца с выдерживанием заданного размера” программа Модуль проектирования ТП проверяет условие: если осуществляется подрезание торца торцевой поверхности, точение наружных поверхностей или растачивание отверстий, зенкерование, развертывание внутренних поверхностей, то используется формула `г0.01(ПРИП/и)`; если, например, нарезается резьба наружных или внутренних поверхностей, то программа выбирает формулу для расчета глубины резания в зависимости от высоты профиля резьбы.

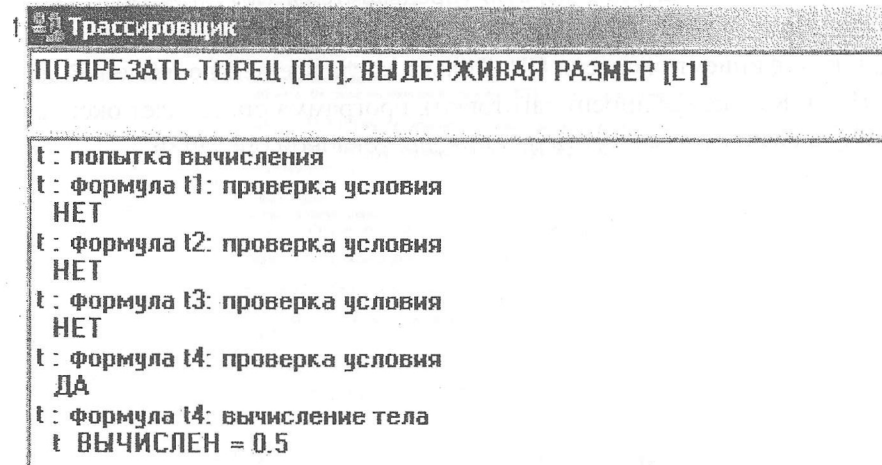


Рис.10. Функция трассировки при расчете глубины резания

4.2. Расчетная скорость резания

С помощью функции трассировки рассмотрим, как программа вычисляет расчетную скорость резания

$$V_p = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000},$$

где D – диаметр обрабатываемой поверхности,
n – частота вращения шпинделя станка.

В программе эта формула имеет вид

$$FV1 = K_m \cdot K_z$$

, что означает

(Расчетная скорость · Коэффициент марки материала · Коэффициент заготовки).

Эта формула используется только, когда выполняется условие

$$CHRN \text{ и } KPER \{181, 200, 206\}$$

, т.е.

при черновом проходе осуществляется точение наружных поверхностей, точение выточек или конусов наружных поверхностей.

Функция трассировки наглядно показывает, что для расчета скорости резания программа Techcard последовательно вычисляет все неизвестные, сначала находит первую (предварительную) расчетную скорость, затем по таблицам определяет коэффициент марки материала K_m и коэффициент скорости CV. Только когда все неизвестные найдены (K_m и K_z – коэффициент заготовки), программа определяет окончательную расчетную скорость резания для токарной операции.

```

#9 Трассировщик
ТОЧИТЬ ПОВЕРХНОСТЬ [OP] ОКОНЧАТЕЛЬНО

FV2 : попытка вычисления
FV2 : таблица TR4 (Режимы резания.TCT): проверка условия
  НЕТ
FV2 : таблица TR5 (Режимы резания.TCT): проверка условия
  НЕТ
FV2 : таблица TR6 (Режимы резания.TCT): проверка условия
  НЕТ
FV2 : таблица TR7 (Режимы резания.TCT): проверка условия
  НЕТ
FV2 : таблица TR8 (Режимы резания.TCT): проверка условия
  НЕТ
FV2 : таблица TR9 (Режимы резания.TCT): проверка условия
  НЕТ
FV2 : формула V1: проверка условия
  ДА
FV2 : формула V1: вычисление тела
  НЕИЗВЕСТНЫЕ :FV1,
FV1 : попытка вычисления
FV1 : таблица TR1 (Режимы резания.TCT): проверка условия
  НЕТ
FV1 : таблица TR14 (Режимы резания.TCT): проверка условия
  НЕТ
FV1 : таблица TR2 (Режимы резания.TCT): проверка условия
  НЕТ
FV1 : таблица TR3 (Режимы резания.TCT): проверка условия
  НЕТ
FV1 : таблица TR10 (Режимы резания.TCT): проверка условия
  НЕТ
FV1 : таблица TR11 (Режимы резания.TCT): проверка условия
  НЕТ
FV1 : формула 1: проверка условия
  НЕТ
FV1 : формула 2: проверка условия
  ДА
FV1 : формула 2: вычисление тела
  НЕИЗВЕСТНЫЕ :CV,
CV : попытка вычисления
CV : таблица CV1 (Режимы резания.TCT): проверка условия
  ДА
CV : таблица CV1 (Режимы резания.TCT): вычисление тела
  CV ВЫЧИСЛЕН = 212
FV1 : формула 2: вычисление тела
  FV1 ВЫЧИСЛЕН = 119.1423355508
FV2 : формула V1: вычисление тела
  НЕИЗВЕСТНЫЕ :Kм,
Kм : попытка вычисления
Kм : таблица (Нормирование по режимам.TCT): проверка условия
  НЕТ
Kм : таблица TM1 (Режимы резания.TCT): проверка условия
  ДА
Kм : таблица TM1 (Режимы резания.TCT): вычисление тела
  Kм ВЫЧИСЛЕН = 1
FV2 : формула V1: вычисление тела
  НЕИЗВЕСТНЫЕ :Kз,
Kз : попытка вычисления
Kз : таблица (Нормирование по режимам.TCT): проверка условия
  НЕТ
Kз : таблица TZ (Режимы резания.TCT): проверка условия
  ДА
Kз : таблица TZ (Режимы резания.TCT): вычисление тела
  Kз ВЫЧИСЛЕН = 1
FV2 : формула V1: вычисление тела
  FV2 ВЫЧИСЛЕН = 119.1423355508

```

Рис.11. Функция трассировки для расчета скорости для токарного перехода

4.3. Расчет числа оборотов шпинделя

Вычисление значения числа оборотов шпинделя в программе проектирования Techcard.

Число оборотов шпинделя вычисляется по формуле $n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}$,

в программе эта формула принимает вид – **га (n_p)**, при выполнении условия **К_ОП{2003:2005,4231:4235,4237,4238,4240}**, что означает: данная формула используется при обработке детали в токарных, сверлильно-расточных, фрезерных, программных расточных с ЧПУ, программных сверлильных с ЧПУ, программных токарных с ЧПУ операциях.

Программа проверяет условие, выбирает формулу для расчета *n*, далее вычисляется неизвестный параметр формулы *n_p* – расчетная скорость резания. Далее программа находит значение *n* – число оборотов шпинделя станка и приводит его в соответствие с паспортными данными назначенного станка.

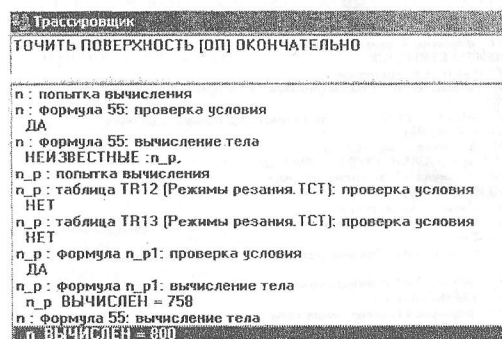


Рис.12. Трассировщик расчета числа оборотов шпинделя для токарного перехода

4.4 Вычисление окончательной скорости резания

Окончательная скорость резания рассчитывается по формуле

$$V_o = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

Модуль проектирования ТП снова проверяет условия для данного режима обработки и выбирает подходящую формулу.

Используется формула: $r1(\pi \cdot D \cdot V \cdot n / 1000)$, т.е. (π * расчетный размер * число оборотов /1000) при выполнении условия **К_ОП<>4134 и К_ОП<>2005**, т.е. в случае обработки детали на шлифовальных, бесцентрово-шлифовальных и фрезерных операциях.

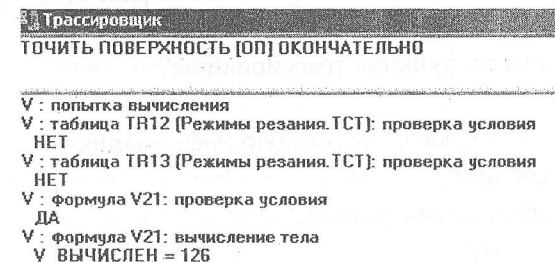


Рис.13. Трассировщик для расчета окончательной скорости обработки в переходе “Подрезка торца”

Итак, имея первоначальные значения размеров заготовки и детали, с помощью программы Модуль проектирования ТП Techcard можно быстро и достаточно точно произвести предварительный расчет режимов резания.

В итоге для нашего перехода получаем искомые величины режимов резания.



Рис.14. Искомые величины режима обработки

5. Контрольные вопросы

1. Каким образом происходит создание нового технологического процесса?
2. Как добавляются операции ТП?
3. Как добавляются переходы для операции ТП?
4. Что необходимо сделать для того, чтобы рассчитать режимы резания?
5. Для чего нужна функция трассировщик?

Отчёт должен содержать следующую информацию:

- титульный лист;
- формулировка цели работы;
- задачи работы;
- данные по работе: выполнения задания лабораторной работы, представленного в виде картинок с пояснением;
- выводы по работе

Заключение

Таким образом, система TECHCARD позволяет проектировать технологические процессы обработки деталей в диалоговом режиме с расчетом режимов обработки и нормированием для различных видов производств, используя базу данных, формулы и таблицы.

Использование системы TECHCARD в производстве позволяет значительно снизить бумажный оборот документов на предприятий, сократить время, затрачиваемое на подготовительном этапе производства, а также существенно облегчить и ускорить проектирование технологического процесса.

Лабораторная работа 3. Нормирование операций и переходов с помощью программы Techcard

Цель работы: изучить процесс нормирования операций и переходов.

Порядок выполнения работы:

1. Перед началом лабораторного занятия студент обязан самостоятельно ознакомиться с данными методическими указаниями, усвоить теоретические сведения, подготовить бланк отчёта. В начале занятия преподаватель производит проверку уровня подготовки студента к выполнению данной работы. В случае, если уровень не соответствует перечисленным выше требованиям, студент не допускается к выполнению лабораторной работы.
2. Получить задание для выполнения работы (маршрут технологического процесса).
3. Включить компьютер, войти в операционную систему.
4. Запустить модуль TECHCARD.
5. Рассчитать параметры заготовки.
6. Внести данные по работе в отчёт, а именно результаты выполнения заданий лабораторной работы, представленным в виде картинок с пояснением.
7. Выйти из модуля TECHCARD.
8. Записать выводы по работе.
9. Произвести защиту лабораторной работы согласно имеющемуся отчёту, созданным в результате работы файлам и контрольным вопросам.

Нормирование операций ТП – это определение величины затрат времени, требуемого как непосредственно на съём материала, связанного с изменением формы заготовки и повышения качества ее поверхностей, так и на проведение различного рода технических и организационных мероприятий.

Время, затрачиваемое на съём материала и изменения формы, зависит от геометрических параметров заготовки и принятого метода обработки, от возможностей технологической системы и технологических требований.

К возможностям технологической системы относят мощность привода станка, приспособление, инструмент, деталь.

Задание для нормирования операций и переходов

После ввода маршрута обработки техпроцесса в Модуле проектирования ТП Techcard необходимо задать нормы времени как на операции, так и на переходы, из которых они состоят. Чтобы задать нормы времени, требуется:

1. Выбрать операцию или переход, для которого необходимо задать нормы времени;
2. Открыть страницу "Нормирование";
3. Определить нормы времени для каждого перехода и операции в целом.

1. Нормирование переходов

Таблица, расположенная на странице "Нормирование", определяется сценарием для нормирования переходов.

Значения в колонку "Значения" могут вноситься как вручную, так и рассчитываться системой самостоятельно (при загруженных файлах формул и таблиц).

Для расчета норм времени в Модуле проектирования ТП используется кнопка "Расчет".

Рассмотрим нормирование переходов токарно-револьверной операции в Модуле проектирования ТП Techcard.

Выбираем первый переход: "Установка детали в патроне". Откры-

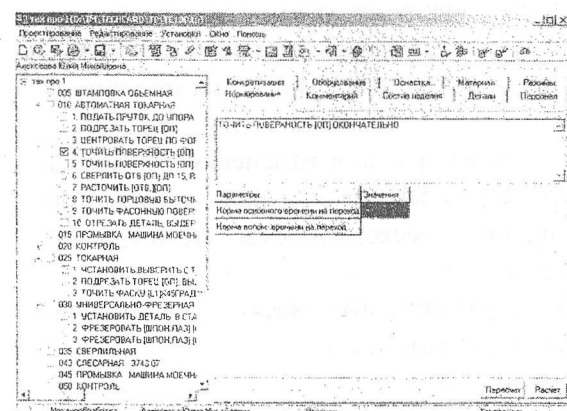


Рис.1. Страница нормирования для переходов

ваем текущую страницу нормирования.

Ставим курсор в пустую ячейку "Значение" и нажимаем кнопку "Расчет". В колонке появляется значение нормы времени на установку детали.



Рис.2. Вычисление нормы времени для перехода, связанного с установкой детали на станке

Имя	Тип	Размер	Изменен
Ведущая	файл таблицы	1 Кбайт	30.01.02 17:49:15
Заготовка	файл таблицы	5 Кбайт	17.12.01 15:22:52
Заготовка(автомат)	файл таблицы	15 Кбайт	27.05.02 14:28:42
Нормирование по нормативам	файл таблицы	1 Кбайт	19.03.01 18:01:16
Нормирование по нормативам	файл таблицы	163 Кб.	06.04.01 15:20:08
Нормирование по режимам	файл таблицы	15 Кбайт	03.04.01 10:05:34
Нормирование по режимам	файл таблицы	40 Кбайт	07.07.01 13:08:48
Параметры	файл таблицы	64 Кбайт	14.06.02 16:18:48
Режимы резания	файл таблицы	31 Кбайт	17.12.01 16:44:06
Режимы резания	файл таблицы	32 Кбайт	03.04.01 11:37:56

Рис.3. Главное окно Редактора базы знаний

Трассировка
ПОДРЕЗАТЬ ТОРЕЦ (ОР), ВЫДЕРЖИВАЯ РАЗМЕР (L1)
То.п.: попытка вычисления
То.п.: формула: проверка условия
НЕТ
То.п.: формула: проверка условия
НЕТ
То.п.: формула: проверка условия
НЕТ
То.п.: формула: проверка условия
ДА
То.п.: формула: вычисление тела
НЕИЗВЕСТНЫЕ: Топр.
То.п.: попытка вычисления
То.п.: таблица 35 (Нормирование по нормативам, TCT): проверка условия
НЕТ
То.п.: таблица 36 (Нормирование по нормативам, TCT): проверка условия
НЕТ
То.п.: таблица 1 (Нормирование по нормативам, TCT): проверка условия
НЕТ
То.п.: таблица 3 (Нормирование по нормативам, TCT): проверка условия
НЕТ
То.п.: таблица 5 (Нормирование по нормативам, TCT): проверка условия
НЕТ
То.п.: таблица 7 (Нормирование по нормативам, TCT): проверка условия
НЕТ
То.п.: таблица 9 (Нормирование по нормативам, TCT): проверка условия
НЕТ
То.п.: таблица 10 (Нормирование по нормативам, TCT): проверка условия
ДА
То.п.: таблица 10 (Нормирование по нормативам, TCT): вычисление тела
То.п.: формула: $ВЫЧИСЛЕН = 0.95$
То.п.: формула: вычисление тела
То.п.: $ВЫЧИСЛЕН = 0.95$

Рис.4. Функция трассировки для вычисления нормы времени на установку детали для первого перехода

В программе Techcard содержится большая база знаний, где хранятся файлы формул и таблиц по нормированию. Программа автоматически проверяет условия и выбирает формулу для конкретного перехода.

В процессе вычислений число задействованных формул и таблиц может быть велико, поэтому отследить последовательность обращений программы к ним можно с помощью механизма трассировки, встроенного в экспертную систему ТЕСНЕХР. Режим трассировки применяется при отладке и проверке правильности вычислений по таблицам и формулам.

Для нормирования следующих переходов также выбирается текущая страница "Нормирование" и рассчитываются величины норм времени.

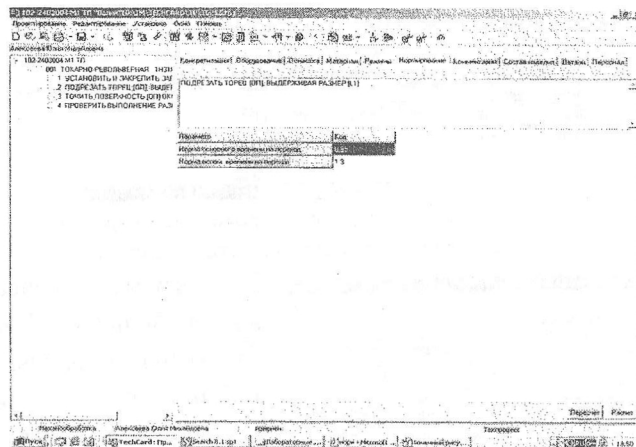


Рис.5. Определение норм основного и вспомогательного времени для перехода "Подрезка торца"

С помощью трассировщика можно наглядно проследить, как программа Techcard проверяет различные условия, чтобы выбрать формулу, по которой рассчитывается норма основного времени для перехода, в котором подрезается торец детали.

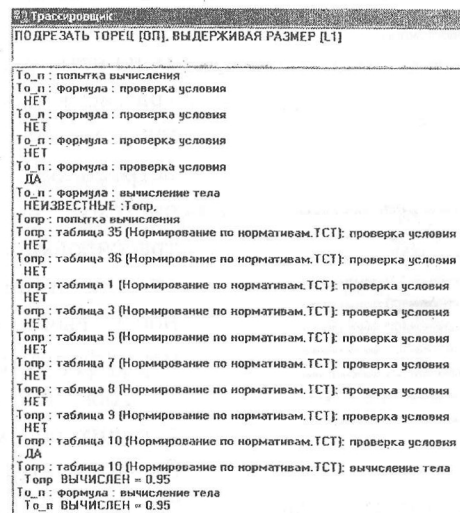


Рис.6. Функция трассировки для вычисления нормы основного времени на переход

2. Нормирование операций

Таблица, расположенная в нижней части страницы (рис.7), предназначена для редактирования норм времени на каждый переход операции. Программа просматривает все возможные сценарии нормирования переходов, входящих в данную операцию, и формирует сводную таблицу так, чтобы строки соответствовали переходам, а колонки - всем понятиям, которые встречаются в сценариях нормирования переходов. При этом, если в сценарии на какой-либо переход отсутствует некоторое понятие, то в сводной таблице соответствующую ячейку редактировать будет нельзя.

В верхней части диалога нормирования операции располагается таблица, определяемая сценарием по нормированию операции. В этот сценарий попадают поля ввода, предназначенные для редактирования параметров нормирования всей операции. В частности, эти поля могут содержать норму основного времени (T_0), вспомогательного (T_v), процент на время обслуживания ($T_{обсл.(\%)}$), норму времени обслуживания ($T_{обсл.}$), подготовительно-заключительного ($T_{пз}$), штучного ($T_{шт}$) времени.

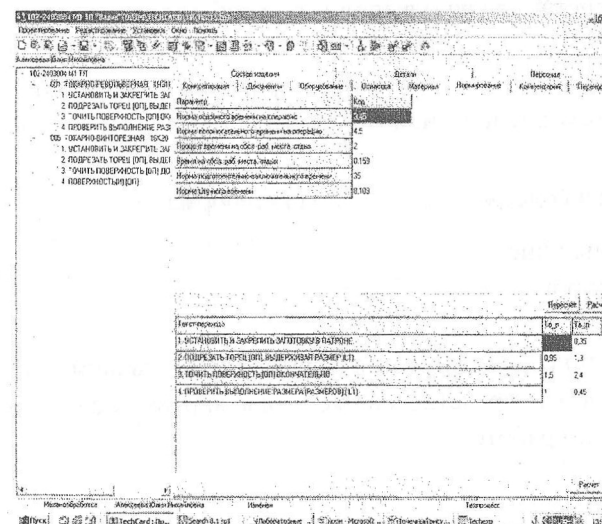


Рис.7. Страница "Нормирование" для операции

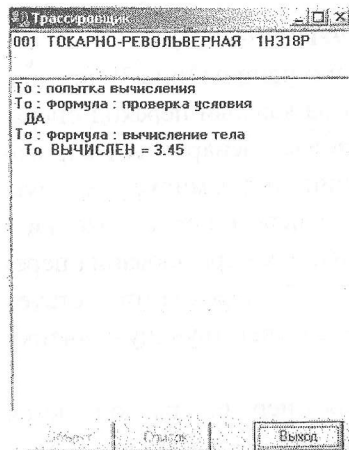


Рис.8. Функция трассировки
вычисления операционного времени

Однако чтобы рассчитать время на обслуживание рабочего места необходимо в соответствующей колонке предоставить значение процента времени на обслуживание рабочего места и отдых. Для укрупненных расчетов это значение можно принять равным 3 – 4%.

3. Контрольные вопросы

1. Что такое нормирование операций, и для чего оно нужно?
2. Какие действия нужно выполнить, чтобы задать нормы времени?
3. Каким образом происходит нормирование переходов?
4. Как происходит нормирование операций?

Отчёт должен содержать следующую информацию:

- титульный лист;
- формулировка цели работы;
- задачи работы;
- данные по работе: результаты выполнения задания лабораторной работы представленные в виде картинок с пояснением;
- выводы по работе

Заключение

Таким образом, с помощью модуля проектирования ТП можно не только предварительно рассчитать режимы резания, но и определить нормы времени на переходы и операции. Эти расчеты, даже в оценочном варианте составляют важнейшую часть проектирования не только любого технологического процесса, но и всего производства в целом. Результаты значений, полученных при нормировании операций и переходов, программой Techcard заносятся в операционную карту ТП.

Лабораторная работа 4. Экспертная система TECHEXP

Цель работы: изучить систему TECHEXP и способы работы в ней.

Порядок выполнения работы:

1. Перед началом лабораторного занятия студент обязан самостоятельно ознакомиться с данными методическими указаниями, усвоить теоретические сведения, подготовить бланк отчёта. В начале занятия преподаватель производит проверку уровня подготовки студента к выполнению данной работы. В случае, если уровень не соответствует перечисленным выше требованиям, студент не допускается к выполнению лабораторной работы.
2. Получить задание для выполнения работы (маршрут технологического процесса).
3. Включить компьютер, войти в операционную систему.
4. Запустить модуль TECHCARD.
5. Рассчитать режимы резания.
6. Внести данные по работе в отчёт, а именно результаты выполнения заданий лабораторной работы с пояснением, представленных в виде картинок.
7. Выйти из модуля TECHCARD.
8. Записать выводы по работе.
9. Произвести защиту лабораторной работы согласно имеющемуся отчёту, созданным в результате работы файлам и контрольным вопросам.

Система TECHCARD позволяет автоматизировать многие расчеты, которые прежде Вам приходилось производить вручную даже при использовании каких-либо других программ, поддерживающих редактирование документации технологических процессов. Например, можно автоматизировать выбор допусков и припусков для механической обработки деталей, подбор режимов обработки, выбор оснастки и многое другое. Это обеспечивается специальной экспертной системой (ЭС) TЕСHEXP, входящей в состав TECHCARD.

Конечно, сразу после установки TECHCARD не будет "знать", какие технологические процессы используются на предприятии, какое оборудование и где установлено, и так далее. Однако в состав TECHCARD входит редактор базы знаний, с помощью которого можно ввести эти сведения в систему.

Для того чтобы TЕСHEXP автоматически использовала Ваши данные, требуется обучить ее. Для этого не нужно изучать программирование, потому что TЕСHEXP "понимает" обычные математические формулы и технологические таблицы, которые так часто встречаются в технологических справочниках и пособиях.

В состав TЕСHEXP входит Редактор базы знаний и машина логического вывода, включаемая в ПРОЕКТ-ТП.

База знаний TЕСHEXP образована базой данных TECHCARD и файлами формул и таблиц, содержащих правила для работы с данными, хранящимися в базе данных.

TECHCARD поставляется вместе со стандартизированной базой данных и набором формул и таблиц, ориентированных на эту базу. При хорошо освоенной экспертной системе можно практически полностью автоматизировать все рутинные функции, переложив их на компьютер, что уменьшит время, затрачиваемое на создание техпроцессов.

1. Общие принципы работы TЕСHEXP

Любая экспертная система предназначена для решения определенного круга задач. Для того, чтобы экспертная система могла работать, в нее требуется ввести знания экспертов в формализованном виде. В качестве языка представления знаний при этом наиболее часто

используется язык правил вида "если-то". В системе TЕСHEXP экспертные знания представляются в виде формул и таблиц. Формулы широко используются там, где требуемое значение можно получить путем обычных математических вычислений из других параметров (например, для получения минимальных размеров заготовки можно взять габаритные размеры детали из чертежа и прибавить припуски на обработку). Если такой математической зависимости нет, то можно задать различные значения нужного параметра при разных условиях, в результате чего получится таблица, очень похожая на таблицы, приводимые в технологических справочниках. Несомненным преимуществом TЕСHEXP является привычность формы представления знаний (формул и таблиц) для экспертов-технологов, что позволит им самостоятельно настраивать базу знаний системы.

1.1. Условия для формул и таблиц

Большинство формул и таблиц, которые вводятся в качестве знаний TЕСHEXP, можно использовать далеко не во всех случаях. Например, формулы для расчета режимов обработки обычно составляются только для деталей, размеры которых находятся в определенных пределах, а для больших или меньших деталей используются другие формулы. Очевидно, что каждая формула или таблица должна иметь условие, которое будет определять, можно ли использовать эту формулу в каждой конкретной ситуации.

TЕСHEXP позволяет определить условие применимости для каждой формулы и таблицы. В большинстве случаев нужно задать условия применимости, чтобы система не использовала неподходящие формулы и таблицы. От того, насколько точно заданы эти условия, зависит работоспособность всей системы и правильность ее выводов.

Условие в TЕСHEXP представляет собой формулу с логическим результатом, в которой могут присутствовать любые аргументы или константы. Например, для указания того, что формула должна работать только для определенной операции, можно назначить ей следующее условие: "К_ОП = 4114". При вводе этого условия не придется вводить код операции вручную, для соответствующего выбора будет

предоставлен каталог операций, который при необходимости можно дополнить.

Вы также можете создать справочники для своих аргументов. В условиях ТЕСНЕХР можно использовать привычные символы отношений: "=" (равенство), ">" (неравенство), "<" (меньше), ">" (больше) и так далее.

В условиях можно использовать логические связки "И", "ИЛИ" и "НЕ" (например, "K_ОП = 4114 и КПЕР = 0221" задает условие одновременно на код операции и код перехода).

1.2. Как работает система ТЕСНЕХР

ТЕСНЕХР предназначена для того, чтобы с помощью формул и таблиц находить значение неизвестных аргументов, исходя из уже известных. Когда Вы редактируете техпроцесс в ПРОЕКТ-ТП, то постепенно вводите операции, оборудование, оснастку и прочую информацию, причем программа автоматически определяет, к какому аргументу относится то или иное значение. Например, после выбора операции получает значение аргумент K_ОП (код операции). Если в базу знаний введены таблицы и формулы для расчета определенного аргумента, то экспертная система сможет определить его значение, как только для этого будет достаточно информации. Естественно, что для каждого

Таблица [ПД1] "Поля допусков относительно базовой точности" (60)										
ИЧП	12	13	16	14	15	19	16	17	20	
НОМ	Верхнее отклонение									
3	0	+0.1	+0.05	0	+0.25	+0.125	0	+0.6	+0.3	
6	0	+0.12	+0.06	0	+0.3	+0.15	0	+0.75	+0.375	
10	0	+0.15	+0.075	0	+0.36	+0.18	0	+0.9	+0.45	
18	0	+0.16	+0.09	0	+0.43	+0.215	0	+1.1	+0.55	
30	0	+0.21	+0.105	0	+0.52	+0.26	0	+1.3	+0.65	
50	0	+0.25	+0.125	0	+0.62	+0.31	0	+1.6	+0.8	
80	0	+0.3	+0.15	0	+0.74	+0.37	0	+1.9	+0.95	
120	0	+0.35	+0.175	0	+0.87	+0.435	0	+2.2	+1.1	
180	0	+0.4	+0.2	0	+1.0	+0.5	0	+2.5	+1.25	
250	0	+0.46	+0.23	0	+1.15	+0.575	0	+2.9	+1.45	
315	0	+0.52	+0.26	0	+1.3	+0.65	0	+3.2	+1.6	
400	0	+0.57	+0.285	0	+1.4	+0.7	0	+3.6	+1.8	
500	0	+0.63	+0.315	0	+1.55	+0.775	0	+4.0	+2.0	

Рис.1. Таблица для расчета полей допусков

Когда ПРОЕКТ-ТП обращается к машине логического вывода экспертной системы, он передает значения всех аргументов для текущего контекста (в частности, аргумент K_ОП хранит код текущей операции, аргумент КПЕР - код текущего перехода и так далее). Кроме этого, экспертная система получает код того параметра, значение которого требуется определить (таблица, изображенная на рисунке, позволяет получить значение двух параметров - ВО и НО, то есть верхнего и нижнего отклонения).

Получив задание, ТЕСНЕХР в первую очередь определяет, какие формулы и таблицы можно использовать для получения нужного результата. Каждая формула всегда имеет ровно один результат, а таблицы могут иметь и несколько (например, таблица для расчета полей допусков имеет два результата). После выбора формул и таблиц проверяются их условия; если условие ложно, то соответствующая таблица или формула отбрасывается. В идеале, должна остаться только одна формула или таблица, из которой и определяется требуемое значение.

Если база знаний составлена так, что на некотором этапе логического вывода ЭС выясняет, что значение аргумента можно получить по нескольким формулам или таблицам сразу, это чаще всего означает, что Вы недостаточно хорошо определили условия их применимости. Если возникает ситуация, при которой ТЕСНЕХР может использовать несколько формул или таблиц для расчета, то не определено, какая именно из них будет использована, что может привести к нестабильному расчету и результату.

В большинстве случаев ТЕСНЕХР не получает сразу же значения всех аргументов, необходимых для расчета. Если в таблице или формуле встречается аргумент, значение которого неизвестно, то экспертная система сначала должна найти значение этого аргумента, и только уже потом она сможет получить то значение, которое от нее требовалось. Однако для расчета значения промежуточного аргумента также могут понадобиться значения каких-либо неизвестных аргументов. Это может привести к тому, что системе придется рассмотреть десятки формул и таблиц. В некоторых случаях из-за недостатка исходной ин-

результата набор исходных аргументов различен: например, для расчета полей допусков в размерах требуется знать значение номинального размера и качества точности. Если эти параметры известны, то значения верхнего и нижнего отклонения размера определяются из таблицы:

формации искомое значение невозможно определить, тогда система запросит у пользователя значения одного или нескольких неопределенных аргументов. Желательно, чтобы эксперты хорошо понимали логику работы ТЕСНЕХР еще при заполнении базы знаний — это позволит им более удачно формулировать свои знания, и тогда система будет работать намного быстрее и всегда добиваться результата. Если при заполнении базы знаний ошибка все же будет совершена, то ее можно будет обнаружить и исправить при тестировании системы. Поэтому эксперты всегда должны проверять правильность работы экспертной системы перед тем, как передавать базу знаний пользователям, которые будут создавать реальные техпроцессы.

Необходимо, чтобы пользователи ТЕСНЕХР не считали, что "компьютер всегда прав", что довольно часто происходит с пользователями большинства экспертных систем. Результаты, получаемые экспертной системой, ВСЕГДА нуждаются в проверке, и TECHCARD позволит исправить любое значение. Если результат, выданный ТЕСНЕХР, сильно отличается от истинного, то пользователи должны понимать, что это произошло из-за ошибки в базе знаний, и немедленно сообщать об этом эксперту.

2. Редактор базы знаний

Для создания и редактирования файлов формул и таблиц, требуемых для работы экспертной системы, используется Редактор базы знаний, входящий в состав TECHCARD. Файлы формул и таблиц находятся внутри базы данных.

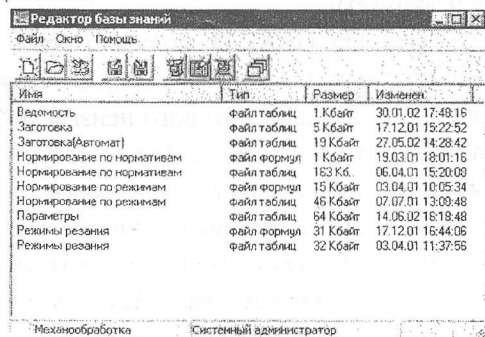


Рис.2. Главное окно Редактора базы знаний

Редактор базы знаний представляет собой программу с мультидокументным интерфейсом (MDI), то есть окна редакторов файлов формул и таблиц будут находиться внутри главного окна. Главное окно в верхней части содержит главное меню и панель кнопок, в нижней части находится строка состояния. Главное меню содержит команды для манипулирования файлами формул/таблиц, взятия файлов на редактирование или для просмотра, привязки к видам производства и т.д.

При редактировании содержимого файлов формул и таблиц в главном окне будут появляться окна редакторов формул и таблиц, а в главное меню добавятся соответствующие контексту пункты меню. Кнопочная панель содержит кнопки, дублирующие некоторые команды меню. Строка состояния содержит информацию об активном виде производства и имени активного пользователя.

Внутри главного окна выводится список файлов формул и таблиц, взятых на изменение активным (текущим) пользователем. Содержимое этого окна соответствует рабочему столу пользователя. Рабочий стол представляет собой папку на жестком диске, которую система TECHCARD использует для хранения взятых на изменение файлов, то есть для хранения физических копий файлов, хранящихся в базе данных. Копии могут быть изменены и затем помещены обратно в базу по верху оригиналов.

Если ранее файл был взят на изменение тем же пользователем, но на другой машине, то в списке файлов, находящихся на рабочем столе, для такого файла будет указано, что "физическая копия отсутствует".

Для упорядочивания списка файлов по имени или типу можно щелкнуть левой кнопкой мыши по соответствующей шапке таблицы или воспользоваться командами всплывающего меню (правая кнопка мыши).

Команды, предоставляемые окном "Рабочий стол", указываются нажатием на соответствующие кнопки кнопочной панели, курсор предварительно должен быть установлен на нужную строку списка.

Вызов редактора для взятых на изменение файлов выполняется после нажатия кнопки "Изменить". Для файла формул будет вызван редактор формул, для файла таблиц - редактор таблиц. Возврат изменен-

ного файла в базу с сохранением изменений происходит при нажатии кнопки "Вернуть в базу", файл при этом убирается с рабочего стола. Удаление взятого на изменение файла без сохранения в базе сделанных изменений выполняется с помощью кнопки "Удалить рабочую копию".

2.1. Команды главного меню

Главное меню содержит три пункта: "Файл", "Окно" и "Помощь". Подменю пункта "Файл" предоставляет команды для манипулирования файлами формул и таблиц.

Новый	
Открыть для просмотра	F3
Взять на изменение	F4
Удалить	F8
Настройка на расчет	
Снять с редактирования	
Поддержка вида производства	
Импортировать	Ctrl+I
Экспортировать	Ctrl+E
Выход	Alt+X

Рис.3. Подменю пункта "Файл"

Каскад	Ctrl+C
Применить расположение окон	F12
Сохранить расположение окон	Ctrl+F12
Минимизировать все	
1. Нормирование по нормативам	
2. Нормирование по режимам	

Рис.4. Подменю пункта "Окно"

Подменю пункта "Окно" предоставляет команды для управления окнами, находящимися внутри главного окна.

Команда "Каскад" размещает все открытые окна так, чтобы каждое следующее окно было немного правее и ниже предыдущего. С помощью команды "Сохранить расположение окон" можно установить желаемое расположение окон на экране и впоследствии восстановить его командой "Применить расположение окон". В нижней части меню располагается список открытых окон, который позволяет легко открыть любое из них.

2.2. Создание нового файла

Создать новый файл формул или таблиц можно с помощью команды Файл/Новый. Файл должен иметь уникальное среди файлов своего типа имя длиной не более 250 символов, что позволяет сделать имя комментарием к содержимому файла. Имя файла не должно содержать

в себе символы, которые не допускаются операционной системой для имен файлов.

Для указания атрибутов нового файла выводится следующий диалог:

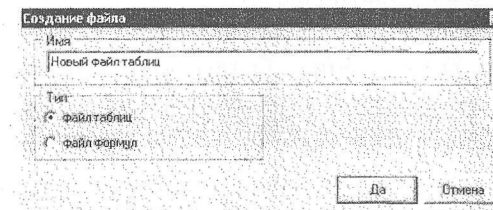


Рис.5. Диалог создания нового файла

Новый файл считается принадлежащим активному виду производства.

2.3. Открытие файла для просмотра

При необходимости просмотра без редактирования содержимого файлов формул/таблиц, находящихся в базе, можно воспользоваться командой Файл/Открыть для просмотра.

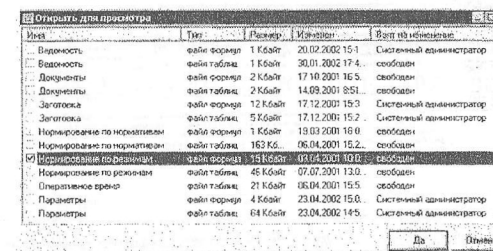


Рис.6. Диалог открытия файла для просмотра

Список, показываемый в диалоге, содержит информацию о файлах формул и таблиц, принадлежащих общему и активному виду производства.

Выбор файла производится установкой соответствующей «птички». При необходимости можно выбрать из списка одновременно несколько файлов.

2.4. Взятие файла на изменение

Процесс редактирования файлов формул/таблиц состоит из трех этапов: взятие файла на изменение, редактирование и, наконец, возврат измененного файла обратно в базу.

Взятие файлов формул/таблиц на редактирование выполняется командой Файл/Взять на изменение. Файлы, взятые на редактирование, предварительно копируются, копии помещаются на рабочем столе компьютера, с которого была дана команда на редактирование. Снимаемые копии будут называться в дальнейшем физическими копиями файлов. При возврате в базу копии будут перезаписаны поверх существующих в базе файлов.

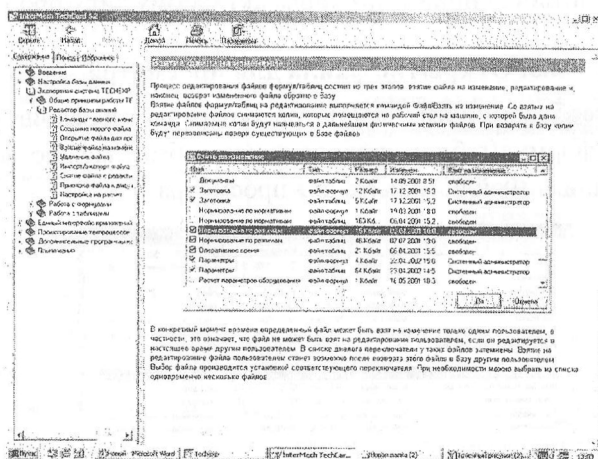


Рис. 7. Диалог взятия файла на изменение

В конкретный момент времени определенный файл может быть взят на изменение только одним пользователем; в частности, это означает, что файл не может быть взят на редактирование пользователем, если он редактируется в настоящее время другим пользователем. В списке диалога переключатели у таких файлов затемнены. Взятие на редактирование файла пользователем станет возможно после возврата этого файла в базу другим пользователем. Выбор файла производится установкой соответствующего переключателя. При необходимости можно выбрать из списка одновременно несколько файлов.

2.5. Удаление файла

Для удаления файла формул/таблиц из базы можно воспользоваться командой Файл/Удалить.

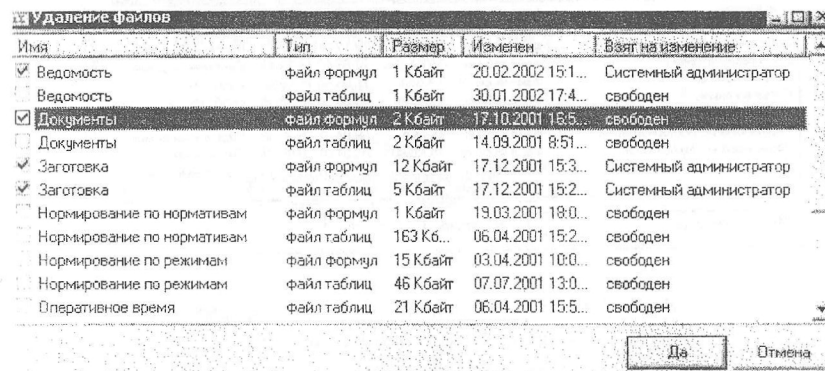


Рис. 8. Диалог удаления файла из базы

Выбор файла производится установкой соответствующего переключателя. При необходимости можно выбрать из списка одновременно несколько файлов. Из базы нельзя удалить файл, взятый на изменение. Предварительно необходимо снять файл с редактирования.

2.6. Привязка файла к виду производства

Каждый файл формул или таблиц может быть общим для всех видов производств или назначен конкретному виду производства. Соответственно этот файл может быть назначен на расчет всем группам пользователей всех видов производств или только группам конкретного вида производства. Привязка файлов к виду производств производится по команде Файл/Поддержка вида производства.

В списке появляющегося после указания команды диалога содержится информация по всем файлам формул и таблиц, содержащихся в базе.

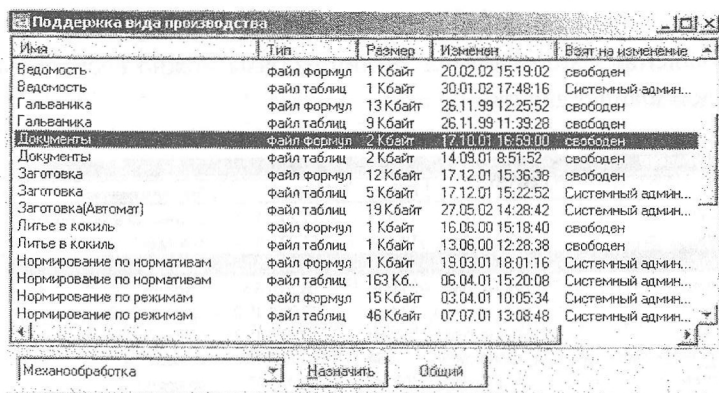


Рис.9. Диалог вывода списка файлов с информацией по привязке к видам производства

Для назначения файла всем видам производств необходимо нажать кнопку «Общий», для назначения файла конкретному виду производства требуется выбрать соответствующую этому виду производства строку списка и нажать кнопку «Назначить». Команда Файл/Поддержка вида производства доступна только администратору системы.

3. Работа с формулами и таблицами

Для создания и редактирования формул используется редактор формул, входящий в Редактор базы знаний. Файлы формул, с которыми работает редактор, имеют расширение TCF (TECHCARD Formulas). Формулы, относящиеся к одной и той же теме, целесообразно сохранять в одном файле формул.

Редактор формул позволяет:

- создавать и сопровождать файлы формул;
- вводить и редактировать формулы;
- проверять правильность вычисления введенных формул.

Файл формул - это файл специального формата, который предназначен для хранения формул в виде, позволяющем производить вычисления с высокой скоростью и точностью. Файл формул хранится внутри базы и извлекается наружу при редактировании.

3.1. Знакомство с редактором формул

Окно редактора формул с загруженным файлом выглядит следующим образом:

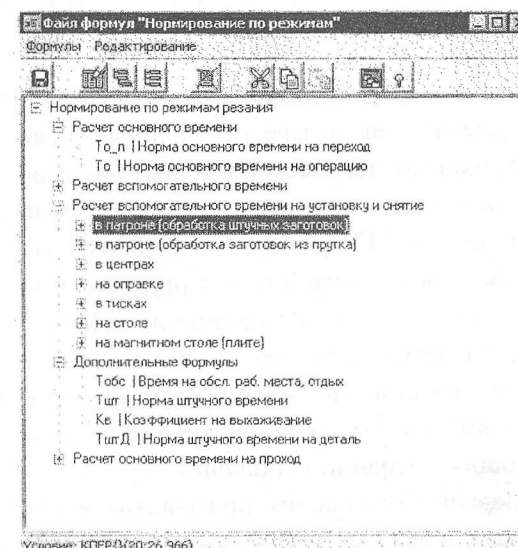


Рис.10. Главное окно редактора формул

В окне редактора формул выводится иерархия формул, хранящаяся в редактируемом файле, кнопочная панель содержит кнопки, обеспечивающие редактирование иерархии, внизу имеется информационная строка.

В иерархии формул могут присутствовать папки двух типов: наборы и группы наборов. Группы наборов — это фиктивные папки, которые служат для сведения формул в единую иерархию. Наборы не могут включать в себя другие группы и наборы. Каждый набор связывается с понятием и может содержать в себе одну или несколько формул. В одном файле формул может быть несколько наборов с одинаковыми именами. Имя набора определяется именем понятия.

Формула состоит из двух компонент: тела и условия. При выполнении условия формулы аргументу, связанному с набором, присваивается значение, получаемое при вычислении тела формулы. Если в процессе вычисления сразу у нескольких формул набора усло-

вия истинны, то не определено, тело какой именно формулы будет вычислено.

Условие - формула, представляющая собой логическое выражение.

Пример условия: (КПЕР=704 и КОСН=324) или (КПЕР=590 и КОСН=406).

Пример формулы: $i*((ДЛИН/(1000*V))+(ДЛИН/(1000*V_{обр})))$. Редактор формул поддерживает четыре типа данных: целый тип, с плавающей точкой, строковый, логический. Первые два типа числовые.

Переменная или константа целого типа может принимать целые значения в диапазоне от -2147483648 до 2147483647. Переменная или константа типа с плавающей точкой может принимать значения в диапазоне от $-2.94 \cdot 10^{-39}$ до $1.74 \cdot 10^{38}$ с 10 значимыми цифрами после точки.

Переменная или константа строкового типа может содержать последовательность любых символов общим количеством не более 255.

Выражение отношения — выражение вида (в.) (отн.) (в.), где (отн.) — одна из следующих операций отношения: $>$, $<$, $=$, $<>$, $<=$, $>=$. Все перечисленные операции отношения применимы к арифметическим выражениям, для строковых и логических выражений допускаются только операции отношения $=$, $<>$. Кроме того, в редакторе формул введена ещё одна специфическая операция {}, которая позволяет реализовать проверку на перечисление и принадлежность диапазону.

Переменная или константа логического типа может принимать только два значения: ДА или НЕТ.

3.2. Редактирование формул

Если установить курсор на какой-нибудь набор, то в поле "Атрибуты" внизу окна редактора формул будет отображена информация о текущем наборе: тип понятия, связанного с набором, и количество формул в данном наборе.

Если сделать двойное нажатие левой кнопкой мыши на наборе, то появится диалог, изображённый на рисунке.

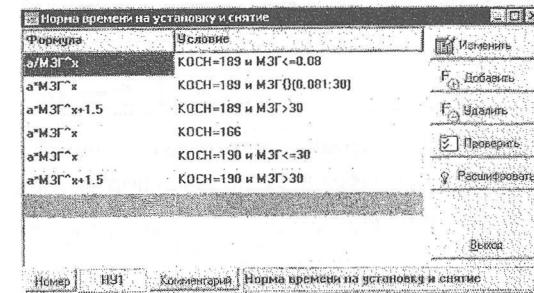


Рис.11. Диалог отображения формул набора

Формулы набора выводятся вместе с соответствующими условиями в таблицу, внизу диалога отображается номер и комментарий к формуле.

Номер формулы - строка, имеющая не более 20 символов, которая используется для идентификации формулы. Номер формулы задавать не обязательно, но весьма желательно хотя бы потому, что в тексты различных сообщений системы будет включаться именно номер формулы. Если номер формулы задан, то он отображается в трассировщике при проверке работы машины логического вывода на этапе отладки. Редактор формул проверяет уникальность номеров формул в пределах одного файла формул.

Комментарий к формуле используется для описания формул, чтобы впоследствии можно было легко узнавать, для расчета какого параметра предназначена формула. Строка комментария должна быть не более 255 символов.

Редактор отслеживает перемещения указателя мыши и выводит необходимые подсказки, в частности, если указатель будет установлен на аргумент (напр. КПЕР) или код (напр. 141), находящийся в формуле, то рядом с указателем появится комментарий к соответствующему аргументу или коду. Естественно, что если аргументу не будет поставлен в соответствие справочник или в справочнике будет отсутствовать код, то комментарий показан не будет. Изменение номера формулы или комментария производится при помощи диалога, который вызывается при нажатии на кнопки "Номер" или "Комментарий" соответственно.

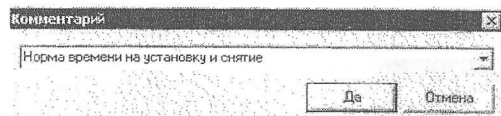


Рис.12. Диалог изменения комментария к формуле

В выпадающем списке содержатся номера формул и комментариев, имеющиеся в данном файле формул.

3.3. Добавление формул

Для добавления новой формулы необходимо воспользоваться кнопкой "Добавить", после чего будет предложен диалог редактирования формулы.

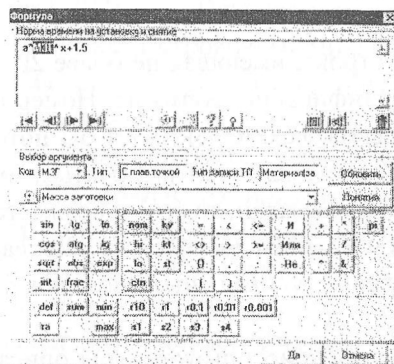


Рис.13. Диалог редактирования формулы

Диалог, изображенный на рисунке часто встречается при работе с системой TECHCARD (при редактировании формул, таблиц или выполнении отладки).

В диалог входят следующие панели (по порядку сверху вниз):

1. Панель отображения формулы;
2. Вспомогательная кнопочная панель;

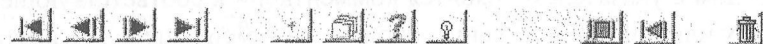


Рис.14. Вспомогательная кнопочная панель

3. Панель вывода сообщений об ошибках;
4. Панель выбора аргументов;
5. Совокупность кнопочных панелей, используемых для набора формул;

6. Кнопочная панель с кнопками "Да" и "Отмена" для подтверждения введенной формулы или для отмены редактирования формулы соответственно.

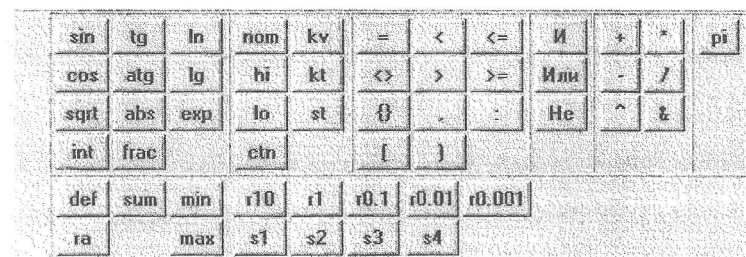


Рис.15. Панель для набора формул

Формула не редактируется напрямую (как текст), поскольку это было бы неудобно и приводило к большому количеству ошибок. Поэтому ввод формулы производится поэлементно, каждый элемент называется лексемой.

Лексемы могут заноситься как при помощи кнопок на панели диалога, так и с клавиатуры. Например, ввести знак умножения ("звездочку") можно как нажав соответствующую кнопку на панели, так и воспользовавшись клавишей "*" на клавиатуре. При этом некоторые лексемы могут вноситься только одним из способов, так, например, функцию вычисления синуса можно ввести только с помощью кнопки "sin", а константу (любого типа) можно внести только с клавиатуры. Каждая последующая лексема может быть введена, если она согласуется с предыдущей лексемой. Например, нельзя ввести знак "*" сразу после знака "+", так как это заведомо неверное построение выражения.

3.4. Добавление условий и изменение формул и условий

Для добавления или изменения условия к введенной формуле, для изменения введенной формулы необходимо воспользоваться кнопкой "Изменить", предварительно установив курсор на нужную клетку таблицы, после чего будет предложен диалог редактирования с занесенной туда формулой или условием.

3.5. Удаление формул

Для удаления формулы необходимо воспользоваться кнопкой "Удалить", предварительно установив курсор на нужную строку (будет производиться удаление всей строки: как формулы, так и условия) таблицы. После подтверждения запроса на удаление формула с условием будут уничтожены.

3.6. Копирование формул и условий

Бывают такие ситуации, когда несколько формул настолько похожи друг на друга и настолько велики, различаясь при этом лишь в мелочах, что весьма рациональной представляется возможность копирования формул.

Для того чтобы скопировать формулу или условие (не только в пределах одного файла формул), необходимо установить курсор на нужную клетку в таблице формул и нажать правую кнопку мыши для вызова всплывающего меню.

Копировать Ctrl+Ins
Вставить Shift+Ins

Рис.16. Всплывающее меню

Команда «Копировать» позволяет скопировать текущую формулу или условие в буфер, после этого необходимо установить курсор на ту клетку, куда нужно поместить скопированную формулу и дать команду «Вставить». Скопированное в буфер условие может быть также назначено группе.

3.7. Проверка формул и условий

Часто формулы и условия бывают достаточно сложны для того, чтобы "на глазок" определить правильность их работы. С этой целью в редакторе формул введен верификатор, вызываемый при нажатии кнопки "Проверка". Естественно, что курсор должен быть предварительно установлен на клетку таблицы, содержащую формулу или условие.

На следующих двух рисунках изображены диалоги проверки формулы и условия.

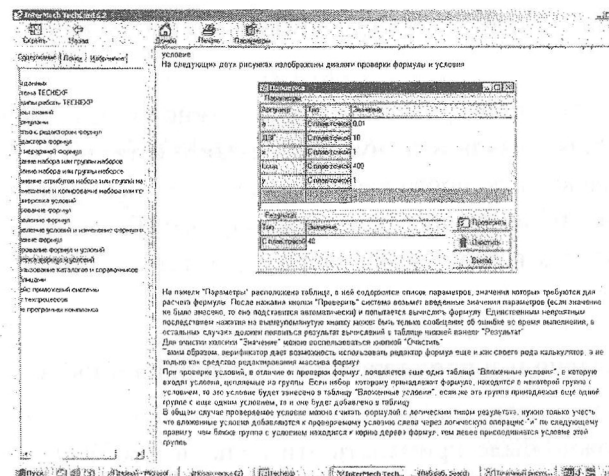


Рис.17 Диалог проверки формулы

На панели "Параметры" расположена таблица, в ней содержится список параметров, значения которых требуются для расчета формулы. После нажатия кнопки "Проверить" система возьмет введенные значения параметров (если значение не было внесено, то оно подставится автоматически) и попытается вычислить формулу. Единственным неприятным последствием нажатия на вышеупомянутую кнопку может быть только сообщение об ошибке во время выполнения, в остальных случаях должен появиться результат вычислений в таблице нижней панели "Результат". Для очистки колонки "Значение" можно воспользоваться кнопкой "Очистить".

Таким образом, верификатор дает возможность использовать редактор формул еще и как своего рода калькулятор, а не только как средство редактирования массива формул.

При проверке условий, в отличие от проверки формул, появляется еще одна таблица "Вложенные условия", в которую входят условия, цепляемые на группы. Если набор, которому принадлежит формула, находится в некоторой группе с условием, то это условие будет занесено в таблицу "Вложенные условия", если же эта группа принадлежит

еще одной группе с еще одним условием, то и оно будет добавлено в таблицу.

В общем случае проверяемое условие можно считать формулой с логическим типом результата, нужно только учесть, что вложенные условия добавляются к проверяемому условию слева через логическую операцию "и" по следующему правилу: чем ближе группа с условием находится к корню дерева формул, тем левее присоединяется условие этой группы.

3.8. Использование каталогов и справочников

Значения многих аргументов представляются кодами, и для того, чтобы можно было применять эти коды, в TECHCARD существуют каталоги и справочники.

Для внесения в формулу (условие) значений кодов из справочника необходимо, чтобы курсор был установлен после операции отношения, а до операции отношения находился аргумент, который привязан к полю "Код" соответствующего каталога или справочника.

Если операция отношения, после которой установлен курсор, - это операция {}, то справочник будет работать в режиме множественного выбора, в остальных же случаях режим выбора будет одиночным.

Для вызова каталога/справочника необходимо нажать кнопку

, которая находится на вспомогательной кнопочной панели. Если

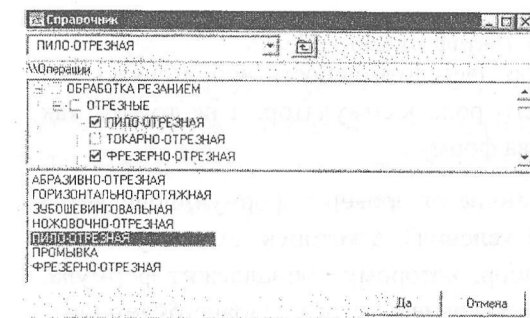


Рис.18. Справочник с выбранными кодами

коды уже были занесены ранее, то для изменения этих кодов на другие необходимо установить курсор на один из кодов и вызвать справочник. В этом случае выбранные коды в справочнике будут вынесены в нижний список.

4. Знакомство с редактором таблиц

Окно редактора таблиц с загруженным файлом выглядит следующим образом:

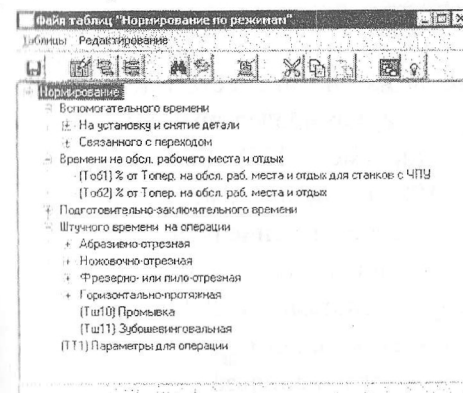


Рис.19. Главное окно редактора таблиц

В окне редактора таблиц выводится иерархия таблиц, хранящаяся в редактируемом файле, кнопочная панель содержит кнопки, обеспечивающие редактирование иерархии, внизу находится информационная строка.

В иерархии таблиц могут присутствовать элементы двух типов: собственно таблицы и группы таблиц. Таблицы не могут включать в себя другие

группы и таблицы. Группы таблиц - это фиктивные таблицы, которые служат только для сведения таблиц в единую иерархию.

4.1. Типы таблиц

Редактор таблиц позволяет использовать три типа таблиц, которые различаются количеством входов (под входом понимается набор условий на один или несколько аргументов, предназначенный для выбора нужной строки или столбца решения). Таблицы бывают без входов, с одним входом, и с двумя входами. Тип таблицы определяется при создании таблицы.

1. Таблицы с одним входом.

Таблицы с одним входом встречаются наиболее часто. Особенностью таких таблиц является то, что в них присутствуют только вертикальные столбцы условий на аргументы. Справа от столбцов условий располагаются столбцы

М1P	Об	ИЗ	И4
502	50	+	1.14
	60	+	1.18
	70	+	1
	80	+	0.87
	90	+	0.77
	100	+	0.69
	110	+	0.62
	+	+	0.57
503	+	180	1.25
	+	180	1.15
	+	200	1
	+	220	0.89
	+	240	0.79
	+	+	0.71
	+	90	2.43
(1) 506-508	+	140	1.43
	+	+	1

Рис.20. Пример таблицы с одним входом

решений. В таблице с одним входом всегда должен быть хотя бы один столбец условия и один столбец решения.

Если для какой-либо строки таблицы выполняются условия на все аргументы-условия, то аргументы-решения принимают значения, содержащиеся в этой строке.

Например, в таблице, изображенной на рисунке, есть три столбца условия (на аргумент МТР-код материала, Gb-предел прочности, HB-твердость) и один столбец решения (аргумент Км). Если аргумент МТР будет иметь значение 502, Gb=100, то, независимо от значения HB, аргументу-решению Км будет присвоено значение 0.69.

В некоторых ситуациях все условия могут выполняться сразу для нескольких строк таблицы. В этом случае система ТЕСНЕХР находит первую подходящую строку и отбрасывает остальные.

Для того, чтобы экспертная система могла использовать таблицу с одним входом, ей, как правило, требуется иметь значения всех аргументов, входящих в условные столбцы таблицы (для таблицы, изображенной на рисунке, требуется иметь значения аргументов МТР, Gb, HB). Если ТЕСНЕХР не имеет нужных значений, она может начать их поиск по другим формулам или таблицам либо запросить значение у пользователя.

2. Таблицы с двумя входами

Таблицы с двумя входами концептуально похожи на таблицы с одним входом, но в этих таблицах, кроме выбора строки по условным столбцам, добавляется также выбор столбца по условным строкам. В результате, после нахождения строки и столбца, клетка на их пересечении дает значение аргумента решения.

Таблица, изображенная на рисунке, имеет три условных столбца (по аргументам МТР-код материала, РИ_1-диаметр фрезы, Зин-количество зубьев инструмента) и одну условную строку (по аргументу Д_В). Числа в клетках решений таблицы являются возможными значениями аргумента FS-промежуточная подача. Например, при МТР=502, РИ_1=16, Зин=3, Д_В=10 аргумент FS получит значение 0.04.

Таблица [T513] "Концевыми фрезами"						
МТР=	РИ_1<=	Зин<=	Промежуточная подача	10	15	20
502	8	+	0.02	0.015		
	10	+	0.025	0.02	0.015	
	16	3	0.05	0.04	0.03	
		+	0.04	0.025	0.02	
	20	3		0.08	0.06	0.05
		+		0.06	0.05	0.04
	25	3		0.12	0.1	0.06
		+		0.1	0.08	0.06
	32	4		0.12	0.1	0.08
		+		0.1	0.09	0.06
503,506,508	8	+	0.025	0.02		
	10	+	0.05	0.03	0.02	
	16	3	0.1	0.08	0.07	
		+	0.08	0.07	0.05	

Условие КПЕР={431,440,444,448,450,452,458,465,475,493} и КОСН=287

Рис.21. Пример таблицы с двумя входами

Естественно, в каждой клетке решения таблицы может располагаться значение только для одного аргумента. Если таблица должна иметь несколько решений, для этого придется использовать слои. Слои образуют "третье измерение" таблицы. Увидеть два слоя одновременно нельзя, но редактор таблиц позволяет переключаться на редактирование любого из существующих слоев с помощью закладок. К таблицам с двумя входами относится все то, что было сказано про таблицы с одним входом. В частности, система ТЕСНЕХР ищет только первую строку и первый столбец, удовлетворяющие условиям, даже если таких строк и столбцов несколько.

3. Таблицы без входов

Эта разновидность таблиц используется крайне редко. Как следует из названия, такие таблицы вообще не имеют входов (то есть условий). Таблица без входов просто определяет некоторое отношение между аргументами, которые назначены ее столбцам. Таблица, не имеющая входов, может использоваться для поиска любого из входящих в нее аргументов по остальным аргументам. Например, можно по значению

одного аргумента узнать значения оставшихся. Однако отношения такого рода встречаются чрезвычайно редко, что и приводит к малой популярности подобных таблиц.

4.2. Создание таблиц

Для того, чтобы создать новую таблицу или группу, прежде всего нужно выбрать место, на котором она будет находиться. Для этого достаточно щелкнуть левой кнопкой мыши на той таблице или группе, которая находится непосредственно перед нужным местом, после чего необходимо нажать одну из кнопок "Вставить" или "Добавить" в зависимости от того, как должна располагаться новая таблица по отношению к той, которая только что была выбрана:

кнопка "Вставить" сделает новую таблицу или группу таблиц дочерней по отношению к текущей группе. Нельзя произвести вставку в таблицу, а не в группу, в этом случае будет получено сообщение об ошибке;

кнопка "Добавить" поместит новую таблицу или группу на том же уровне, что и текущая. Только с помощью этой кнопки можно создать группы верхнего уровня, которые не входят ни в какие группы.

Если начинается редактирование нового файла, то в иерархии таблиц необходимо создать хотя бы одну группу верхнего уровня с помощью кнопки "Добавить" или "Вставить". Позднее в эту группу можно будет поместить таблицы и подгруппы (конечно, можно создавать на верхнем уровне иерархии и обычные таблицы, но желательно все же группировать их, особенно если таблиц в файле должно быть много).

После нажатия кнопки "Вставить" или "Добавить" на экране появится диалог параметров таблицы, в котором можно ввести все параметры новой таблицы. Если требуется создать группу, то в этом диалоге достаточно ввести только имя и нажать кнопку "Да". После создания таблицы сразу же появится диалог редактирования таблиц, в котором можно заполнить только что созданную таблицу.

4.3. Удаление таблиц

Для того, чтобы удалить таблицу или группу таблиц, необходимо выбрать ее в иерархии, нажать кнопку "Удалить" и подтвердить удаление. При удалении группы таблиц вместе с группой будут удалены и все подгруппы с таблицами, которые входят в эту группу.

4.4. Перемещение и копирование таблиц

Иногда может потребоваться изменение положения таблиц внутри иерархии. В редакторе таблиц эта операция может производиться, во-первых, с помощью команд меню или, во-вторых, путем "перетаскивания" требуемой таблицы или группы к той группе, в которую она должна входить.

При копировании/перемещении группы таблиц/таблицы с помощью меню нужно выбрать команду всплывающего меню Копировать (при копировании) или Вырезать (при переносе) для группы/таблицы, над которыми необходимо выполнить действие, затем установить курсор на группу, куда необходимо выполнить вставку/копирование, и выбрать команду Вставить.

Для перемещения/копирования путем "перетаскивания" рекомендуется следующая последовательность действий:

1. Подвести курсор мыши к той группе или таблице, которую нужно переместить;
2. Нажать левую кнопку мыши и не отпускать ее;
3. Переместить указатель мыши к той группе, в которую требуется поместить таблицу или группу;
4. Отпустить кнопку мыши.

Во время "перетаскивания" можно заметить, что указатель мыши будет изображать запрещающий знак, если в текущий элемент нельзя ничего перемещать (например, если это не группа, а обычная таблица). При перемещении над группами указатель будет иметь вид прямоугольника со стрелкой, чтобы показать, что перемещение возможно и будет произведено, если будет отпущена кнопка мыши.

Допускается перемещение и копирование групп таблиц и таблиц из одного файла таблиц в другой.

4.5. Расшифровка условий

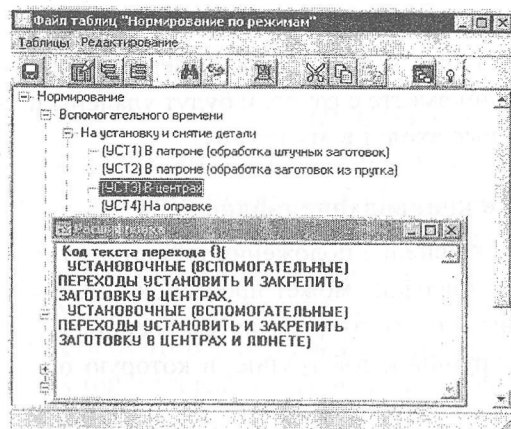


Рис.22. Расшифровка условий таблицы.

Для поиска таблицы в дереве таблиц можно воспользоваться кнопкой "Найти". После ее нажатия появится диалоговое окно: в полях "Номер" и "Имя" отображаются номера и имена таблиц. По кнопке "Найти снова" выполняется поиск следующей таблицы, удовлетворяющей критериям поиска.

4.7. Диалог редактирования таблицы

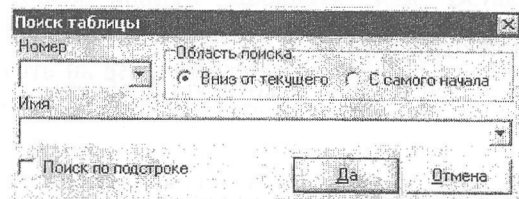


Рис.23. Диалог параметров поиска

Если она слишком большая и не вмещается в выделенную область, то можно прокрутить область вывода с помощью линеек прокрутки. Можно также изменить ширину любого столбца, перетаскивая мышью границы между столбцами (в верхней части таблицы).

Расшифровка условия, назначенного на таблицу, выполняется при помощи кнопки "Расшифровка условий". Переходя по дереву файла таблиц при открытом окне расшифровщика, можно просматривать условия на таблицы, не открывая диалог редактирования таблиц.

4.6. Поиск таблицы

Таблица [P3] "Примуски на шлифование отверстий"

Длина	50	100	200	300	500
Номер	ТМО	Примуски	оставшиеся	на поверхности	
10	2	0.2			
	+	0.2			
10	2	0.3	0.4		
	+	0.2	0.3		
30	2	0.3	0.4	0.4	
	+	0.3	0.3	0.4	
50	2	0.4	0.4	0.4	0.5
	+	0.3	0.3	0.4	0.4
100	2	0.4	0.5	0.5	0.5
	+	0.4	0.4	0.4	0.4

Условие: K_ОП=4132 или КПЕР3(246.247)

Проверить условие Да Отмена

Рис.24. Диалог редактирования таблиц

Клетки таблицы делятся на два типа: клетки условий (серые) и клетки решений (белые). В таблице могут быть строки и столбцы, содержащие условия (например, таблица на рисунке имеет два столбца и одну строку с условиями). Клетки условий и клетки решений редактируются по-разному. Некоторые клетки таблицы вообще не редактируются, например, клетки, перечеркнутые крест-накрест. Редактирование клеток обоих типов будет подробно описано ниже.

В нижней части диалога редактирования таблиц находится поле условия применимости данной таблицы. В подобном условии нуждается практически каждая таблица, и его следует определять как можно точнее.

Параметры...

Справочник...

Копировать

Вставить

Расставить плюсы

Очистить

Добавить

Удалить

Ширина столбцов

Найти... Ctrl+F

Рис.25. Всплывающее меню диалога редактирования таблиц

Кроме описанных элементов, диалог имеет всплывающее меню, которое появляется при нажатии правой кнопки мыши. Поле условия применимости таблицы имеет отдельное всплывающее меню. Меню содержит команды "Копировать" и "Вставить", которые позволяют скопировать условие в буфер или вставить условие из буфера. При копировании в буфер последующую вставку можно выполнить как в условие таблицы текущего или другого файла таблиц, так и в любое условие из какого-либо файла формул.

4.8. Редактирование клеток решений

Клетку, которую необходимо редактировать, можно выбрать различными способами: просто щелкнуть в нужную клетку левой кнопкой мыши или перейти на нее с помощью клавиш управления курсором и нажать клавишу Enter.

Можно скопировать содержимое одной клетки таблицы в другую, для чего достаточно "перетащить" его из клетки в клетку. Эта возможность может оказаться очень полезной при наличии в таблице часто встречающегося одного и того же значения.

4.9. Действия над строками и столбцами

Команды всплывающего меню диалога редактирования таблиц предоставляют возможность работать не с отдельными ячейками, а с целыми строками и столбцами. Например, для того, чтобы скопировать содержимое одного столбца в другой, требуется:

1. Перевести курсор мыши к копируемому столбцу;
2. Нажать правую кнопку мыши, чтобы показалось всплывающее меню;
3. Выбрать команду Копировать. После этого появится дополнительное подменю, содержащее два пункта: "Строку" и "Столбец". Так как мы копируем столбец, следует выбрать соответствующий пункт;
4. Теперь нужно перевести курсор к тому столбцу, в который нужно копировать содержимое первого и снова нажать правую кнопку мыши для вывода всплывающего меню;
5. Выбрать в меню команду Вставить и Столбец в появившемся подменю.

Удаление строки или столбца производится в следующей последовательности:

1. Выбрать удаляемую строку или столбец;
2. Нажать правую кнопку мыши для доступа к всплывающему меню;
3. Выбрать команду Удалить и соответствующую команду Строку или Столбец подменю.

Перемещение строк и столбцов осуществляется в два этапа: сначала требуется скопировать строку или столбец на новое место, а затем удалить ненужный оригинал.

4.10. Редактирование клеток условий

Серые клетки, находящиеся в столбцах с условиями (в таблицах с одним или двумя входами) редактируются не так, как остальные. Каждая из таких клеток содержит не все условие, а только его часть, потому что

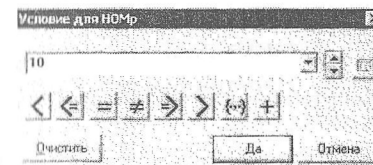


Рис.26. Диалоговое окно ввода решений

аргумент, на который накладывается условие, один и тот же для всей строки или столбца. Например, на рис. "Диалог редактирования таблиц" все условия первого столбца накладываются на аргумент НОМр, а второго - на аргумент ТМО.

В клетке условия можно задать знак математического отношения и правую часть этого отношения. Например, если в клетке, расположенной в первом столбце нашей таблицы, записать " $=10$ ", это условие будет считаться истинным, если значение аргумента НОМр равно 10.

Довольно часто знаки отношения совпадают для всех клеток строки или столбца. В этом случае можно определить знак, который будет приниматься по умолчанию, если в какой-нибудь клетке строки или столбца не задано другого знака. Знаки отношения по умолчанию записываются в клетки с кодами аргументов. В частности, в таблице, изображенной на рис. "Диалог редактирования таблиц", для строки определен знак по умолчанию " $=$ " и для столбца определен знак по умолчанию " $\leq$ ". Это означает, что соответствующий знак будет подставляться во все клетки с числами, поскольку они не содержат своих знаков.

Чтобы отредактировать клетку условия, достаточно щелкнуть в ней левой кнопкой мыши. После этого появится небольшое диалоговое окно, в котором можно выбрать знак отношения и ввести правую часть этого отношения. Для задания знака отношения достаточно про-

сто нажать соответствующую кнопку в нижнем ряду. Кроме общеизвестных математических отношений, среди них есть два экзотических: знак "{...}" обозначает отношение "одно из значений". В клетке таблицы этот знак изображается как "{}". После этого знака можно перечислить значения через запятую (например, "120, 145, 146, 147, 218"), и условие будет истинным, если значение аргумента присутствует в списке. Кроме этого, можно вставлять в список диапазоны значений, которые записываются через двоеточие. Например, тот же самый список удобнее записать так: "120, 145:147, 218".

знак "+" используется для обозначения условия, которое всегда истинно.

Знак отношения для клетки задавать не обязательно - если не нажимать ни одну из кнопок отношений, то клетка не будет иметь своего знака, и в нее будет подставляться знак по умолчанию для соответствующей строки или столбца.

Для редактирования знаков отношения в столбцах и строках используется то же самое диалоговое окно, что и для редактирования клеток условий.

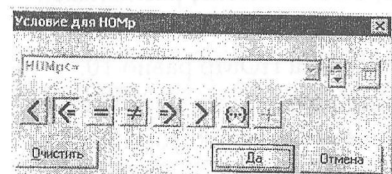


Рис.27. Выбор знака отношения по умолчанию для столбца и строки

Следует обратить внимание, что на этот раз нельзя вводить никаких значений в поле ввода. Кроме этого, кнопка "+" запрещена, поскольку разрешение ее в данном случае не имеет смысла. При создании новой таблицы редактор таблиц автоматически назначит знак отношения по умолчанию, исходя из типа аргументов (для числовых аргументов установится отношение "<=", а для остальных - "="). Если назначенный по умолчанию знак отношения не устраивает пользователя, то этот знак можно изменить на другой.

Если в таблице несколько строк или столбцов с условиями, то для упрощения ввода вместо многих повторяющихся значений можно просто оставлять клетки пустыми. Когда система ТЕСНЕХР будет искать нужную строку в этой таблице, она будет использовать следую-

щий алгоритм:

1. Сравнить значение параметра НОМр с числом 10, записанным в первой клетке столбца. Если $\text{НОМр} \leq 10$ (используется знак отношения по умолчанию), тогда проверяется условие второго столбца этой строки ($\text{ТМО} \leq 2$);
2. Предположим, что это условие неверно - тогда система переходит к анализу второй строки, в которой находится пустая клетка. Пустая клетка считается повторением предыдущего условия, и если оно было верным, то нужная строка найдена, потому что во втором столбце стоит знак плюса (всегда истинное условие);
3. Если параметр НОМр был больше 10, то система продолжит анализ следующих строк.

Таблица [P3] "Припуски на шлифование отверстий"						
	ДЛИН<=	50	100	200	300	500
НОМр<=	ТМО<=	Припуск, оставляемый на поверхности				
	+	0.3	0.3	0.4	0.4	
80	2	0.4	0.5	0.5	0.5	
	+	0.4	0.4	0.4	0.4	
120	2	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7
	+	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6
180	2	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7
	+	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
260	2	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8
	+	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7
360	2	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9
	+	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8
+	2	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9
	+	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9

Условие K_ОП=4132 или КПЕР{(246,247)}

☒ Проверить условие

Рис.28. Нижняя часть таблицы припусков

Желательно задавать условия так, чтобы любым значениям проверяемых параметров соответствовала хотя бы одна строка или столбец. Например, в нашей таблице это реализовано следующим образом: в таблице, изображенной на рисунке, даже для значения $\text{НОМр} > 360$ найдется соответствующая строка таблицы, так как в последних двух строках стоит знак плюс. Очевидно, что в рассматриваемой таблице для любых значений НОМр и ТМО система сможет найти соответствующую строку. Для столбцов это не так: если длина детали (ДЛИН) больше 500, то ни один столбец не подойдет. Если такие длинные детали на предприятии не обрабатываются, то на это можно не обращать внимания: если последний столбец соответствует всем остальным значениям, большим 300, то цифру 500 следует заменить на плюс. Наконец, если существует еще одна таблица, в которой содержатся решения для $\text{ДЛИН} > 500$, то необходимо модифицировать условия для каждой из таблиц (в эту таблицу добавить условие " $\text{ДЛИН} \leq 500$ ", а во вторую - " $\text{ДЛИН} > 500$ "), чтобы система не тратила времени на поиск в ненужных таблицах.

4.11. Определение условия применимости таблицы

Условие применимости таблицы редактируется с помощью стандартного диалога редактирования формул TECHCARD, так как любое условие представляет собой формулу, возвращающую логическое значение.

Полная расшифровка условия выводится при нажатии кнопки "Расшифровка". В расшифровке коды параметров заменены на их комментарии, а коды значений аргументов - на соответствующие строки.

Чтобы изменить условие применимости таблицы, необходимо дважды щелкнуть левой кнопкой мыши в поле ввода условия. После этого появится диалог редактирования условия:

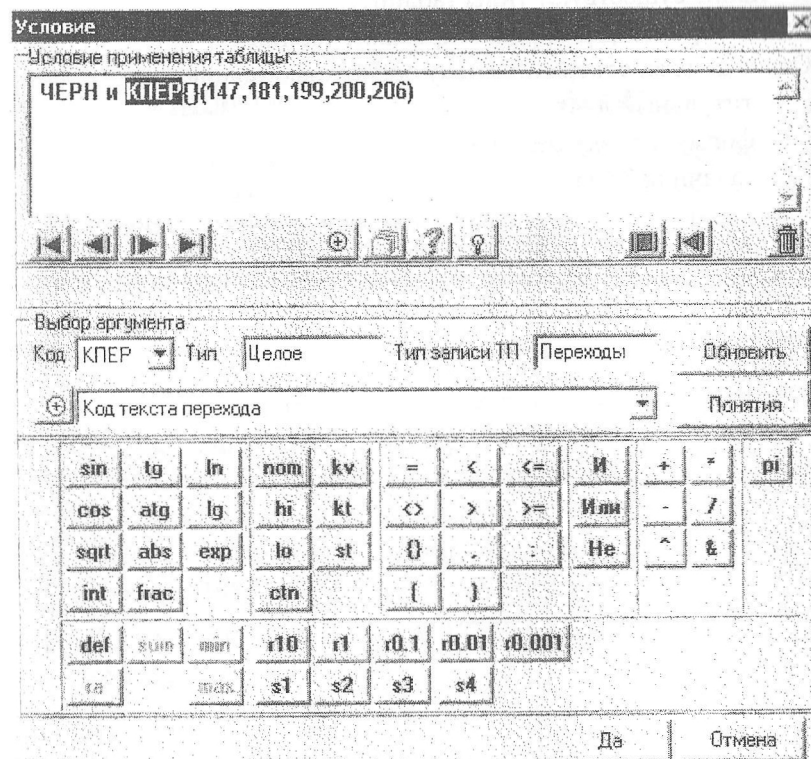


Рис.29. Диалог редактирования условия

При редактировании условия также имеется доступ к справочникам и каталогам.

5. Контрольные вопросы

1. Для чего необходимо система ТЕСНЕХР?
2. Какие преимущества дает система ТЕСНЕХР?
3. Какие условия необходимо выполнить для правильной работы системы ТЕСНЕХР?
4. Как работает система ТЕСНЕХР?
5. Для чего нужен редактор базы знаний и каким образом осуществляется работа в нем?

6. Какие существуют типы таблиц?

7. Как производится редактирование таблиц?

Отчёт должен содержать следующую информацию:

- титульный лист;
- формулировку цели работы;
- задачи работы;
- данные по работе: результаты выполнения задания лабораторной работы, представленные в виде картинок с пояснением;
- выводы по работе

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Компьютерные технологии в науке, технике и образовании: учеб. пособие / под общ. ред. А.И.Промптова. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2000. – 396 с.
2. САПР изделий и технологических процессов в машиностроении. /Р.А.Аллик, В.И.Бородянский, А.Г.Бурин и др.; под общ. ред. Р.А.Аллика.–Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1986. – 319 с.
3. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов. Учебник для вузов по спец. "Технология машиностроения", "Металло-режущие станки и инструменты"/ С.Н.Корчак, А.А.Кошин, А.Г.Ракович, Б.И.Синицын; под общ. ред. С.Н.Корчака. – М.: Машиностроение, 1988. – 352 с.
4. Ли, К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE)/ К. Ли. – СПб.: Питер, 2004. – 560 с.

Учебное издание

Составители: *Анипченко Леонид Алексеевич,
Проничев Николай Дмитриевич,
Бородин Виктор Николаевич,
Смелов Виталий Геннадьевич*

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА**

Методические указания к лабораторным работам

Технический редактор С. К. Бочкарев
Редакторская обработка Т. И. Кузнецова
Корректорская обработка Н. В. Прядильникова
Доверстка В. С. Телпова

Подписано в печать 18.10.07. Формат 60х84 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Печ.л. 5,0.

Тираж 120 экз. Заказ 136 . ИП-33/2007

Самарский государственный
аэрокосмический университет.
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

Изд-во Самарского государственного
аэрокосмического университета.
443086 Самара, Московское шоссе, 34.