Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение

Высшего профессионального образования

Ярославский государственный технический университет

Кафедра «Технология машиностроения»

Рекомендовано советом

машиностроительного

факультета

КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПО ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

По направлению 151000 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Методические указания

Версия не прошла регистрацию в РИО вуза

Ярославль 2006

УДК 621.757

Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Методические указания / О.Н.Калачев, Ю.А. Легенкин, А.В.Оборин, В.Т.Синицын;

Яросл. гос. техн. ун-т. -Ярославль, 2006.

Представлены общие вопросы организации выполнения курсового проекта, а также его содержание и состав. Изложены общие требования к оформлению расчетно-по­яснительной записки и графической части работы. Подробно описана последовательность выполнения каждого раздела пояснительной записки с указанием литературных источников, откуда можно взять необходимый для выполнения работы материал. Приведены примеры выполнения, реферата, углового чертежного штампа и его заполнения, технологической документации.

Рецензенты: кафедра «Технология машиностроения» ЯГТУ (зав. кафедрой к.т.н., доцент Янчевский Ю. В.); А.М. Трофимов, канд. техн. наук, доцент, заместитель генерального директора по техническому перевооружению производства ОАО «ИФО».

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Редактор Л.С. Кокина

План 2004

Подписано в печать 21.06.2003. Формат 60х84 1/16. Бумага белая.

Печать ризограф.

Усл. печ. л. 2,09. Уч.-изд. л. 2,07. Тираж 150. Заказ *1189*

# Ярославский государственный технический университет

150023, Ярославль, Московский пр., 88

Типография Ярославского государственного технического университета

150028, Ярославль, ул. Советская, 14а

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

© Ярославский государственный технический университет, 2006

*C:\DOCUME~1\stud\LOCALS~1\Temp\Rar$DI02.438\Испр методичка2.doc*

**I. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Курсовой проект выполняется студентами дневного и заочного отделения.

Он имеет своей целью: подготовить студентов к самостоятельной работе тельной разработке и решению технологических задач механической

обработки и сборки деталей машин различного функционального назначения, используя знания, полученные ими за предшествующий период обучения по естественнонаучным, специальным и социально-экономическим дисциплинам. В ходе достижения этой цели решаются следующие задачи:

* выявить знания, умения и навыки студентов по различным дисциплинам учебного плана;
* ознакомить студентов с методикой выполнения различных частей курсового проекта и принципами решения производственных задач на базе полученных ими знаний;
* развить у студентов навыки и умения самостоятельной инженерной деятельности, используя литературные, справочные, патентные и руководящие материалы для решения производственных проблем.

К защите допускаются курсовые проекты, подписанные консультантами, руководителем работы и заведующим кафедрой «Технология машиностроения». При защите студент делает доклад на 10-15 минут, который строится по следующей схеме:

* тема курсового проекта и ее актуальность;
* исходные данные к проекту и обоснование путей решения задачи с учетом литературных данных и патентных исследований:
* кратко излагается содержание всех разделов расчетно-пояснительной записки с выделением тех решений, которые предложены лично студентом, с показом иллюстративных материалов, развешиваемых в порядке их упоминания в докладе;
* выводы и практические рекомендации по личному вкладу студента в каждом разделе проекта;
* экономическая эффективность предложенных в проекте решений.

По результатам выполнения проекта и его защиты выставляется общая оценка проекта.

**II. ТЕМА И ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ**

**ПРОЕКТ ПО ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

В соответствии с поставленной задачей темами курсового про­ектирования могут быть:

I) Проект технологического процесса сборки машины (изделия), узла или механизма и изготовление одной детали из них согласно программы выпуска. Изделие или узел должны быть средней сложности с количеством оригинальных деталей порядка 15-20 штук. Деталь, на которую будет разрабатываться технологический процесс, по возмож­ности должна быть типа корпусной, средней сложности (количество операций порядка 15) и обрабатываться различными методами механи­ческой обработки.

Для одной из операций сборки, механообработки или контроля проектируется специальное приспособление. Выбор приспособлении согласуется с консультантом. Вместо приспособлений могут разра- батываться различные средства механизации и автоматизации тех-нологического процесса.

В проекте дается экономическое обоснование выбранного вари­анта технологического процесса.

2) Проект с развитой исследовательской частью предусматривает проектирование технологического процесса сборки изделия (узла) или изготовления детали с исследованием новых технологических процессов (операций), существующих технологических процессов в части их точности и стабильности, качества поверхности деталей, нового оборудования, приспособлений, инструментов, средств меха­низации и автоматизации, внедрение статистических методов контро­ля и управления, изыскание путей повышения эффективности действую­щего производства. Тематика вопросов и объем исследовательской части согласуются с руководителем. Исследования производятся в лабораторных или цеховых условиях.

В отдельных случаях содержание некоторых разделов курсового проекта может быть изменено консультантом с учетом специфики темы и конкретных условий производства.

Ниже более подробно излагается методика курсового проекта первого типа. Исследовательские проекты имеют специфические особенности и их методика согласовывается с руководителем.

Задание на курсовой проект выдает руководитель. Вместе с заданием студенту выдаются сборочный чертеж изделия (узла) и детали или источник (альбом, каталог и т.п.), откуда можно позаимствовать эти чертежи. Чертежи прикладываются к расчетно-пояснительной записке.

Рациональной формой является самостоятельная подготовка студентом материалов для курсового проекта во время прохождения производственной практики. Студент подбирает тему проекта, необходимые чертежи изделия (узла) и детали, технические требования, инструкции и другую необходимую документацию. Тема проекта должна быть направлена на решение конкретных задач производства (цеха) с учетом перспективы развития.

В задании указывается годовая программа выпуска, условие ра­боты и краткое содержание проекта.

Для проектов, связанных с конкретным производством, программа выпуска должна быть соизмерима с реальными условиями производства (цеха) и учитывать перспективы его разви­тия.

В курсовом проекте решается комплексная задача проектирования и исследования совершенных и экономически эффективных технологических процессов.

При разработке проекта необходимо отражать вопросы комплексной механизации и автоматизации производства, использовать типовые технологические процессы, возможности группового метода обра­ботки для условий серийного производства, обработку на станках с программным управлением и многооперационных станков, применять быстропереналаживаемую) унифицированную оснастку, вводить поточные методы производства.

В проекте должен быть отражены новейшие достижения отечествен­ной и зарубежной науки и техники, разработка принципиально новых технологических процессов и совершенствование существующих, исследование отдельных этапов технологического процесса в данных произ­водственных условиях, мероприятия по охране труда при технологи­ческих разработках.

Принятый технологический процесс должен быть экономически оп­тимальным и не являться простым повторением действующего на заводе или в цехе технологического процесса.

**III. СОДЕРЖАНИЕ, ОБЪЕМ И ОФОРМЛЕНИЕ**

**КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

**Курсовой проект** представляется к защите в виде расчетно-пояснительной записки, чертежей, демонстрационных плакатов, технологической документации (маршрутных и операционных карт механической обработки), описания методики автоматизированного решения на ЭВМ различных проектных задач механообработки и распечаток полученных результатов.

Расчетно-пояснительная записка включает в себя следующие составные части с указанным ориентировочным объемом:

**Титульный лист**……………………………………………..……..1 с.

**Задание на курсовой проект** ……………………………….…..1-2 с.

**Реферат**………………………………………………………….…..1 с.

**Содержание**…………………………………………………….…1-2 с.

**Введение**………………………………………………………..…....1 с.

**РАЗДЕЛ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

1. Анализ исходных данных………………………………..…..4-6 с.

2. Анализ базового (заводского) технологического процесса сборки узла и изготовления детали……………………………....…4-7 с.

3. Выбор исходной заготовки и метода ее получения………..2-3 с.

4. Разработка технологического маршрута обработки детали …………………………………………………………………....4-7 с.

5. Патентные исследования……………….……………………4-5 с.

6. Экономическая часть…………………….…………………..3-5 с.

7. Охрана труда……………….…………………………………2-4 с.

**РАЗДЕЛ КОНСТРУИРОВАНИЯ**

1. Конструкция приспособления………………………….……4-6 с.

2. Режущий инструмент…………………………………...…..8-10 с.

**РАЗДЕЛ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

1. Расчет режимов резания…..……………………………..…...4-6 с.

2. Выявление и расчет технологических размерных цепей.….5-8 с.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**…………………………...….1-2 с. **Список использованной литературы**………………….….…1-2 с.

Итого(без приложений)…..….….………....51-78 с.

**Приложения**

«А» Ведомость курсового проекта.

«Б» Маршрутные карты технологического процесса.

«В» Операционные карты технологического процесса.

«Г» Описание примененного в работе патента.

«Д» Спецификация приспособления.

«Е» Спецификация режущего инструмента.

«Ж» Распечатка расчетов по программам KONCUT и KON7.

**ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ТЕКСТОВОЙ ЧАСТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

При выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра необходимо руководствоваться стандартами, имеющимися в читальном зале библиотеки и их электронными версиями на сервере ЯГТУ:

* **СТП 701-99 «Документы текстовые учебные. Требования к оформлению»;**
* **СТП 702-99 «Документы текстовые учебные. Требования к оформлению титульных листов и основных надписей»;**
* **СТП 703-99 «Проекты курсовые и дипломные. Требования к оформлению графической части машиностроительных чертежей».**

Текст расчетно-пояснительной записки печатается на принтере персонального компьютера на бумаге формата А4 (210×297) с одной стороны листа. Шрифт принтера Times New Roman обычный пт 14, на странице должно располагаться от 40 до 50 строк с расстоянием между ними 1 интервал, при включении опции «автоматического переноса» слов текста и опции «выравнивание текста по ширине». Размер полей устанавливается в соответствии со стандартом предприятия **СТП 701-05:** левого не менее 30 мм, нижнего и верхнего не менее 20 мм, правого не менее 10 мм.

При печатании текста на пишущей машинке формулы, латинские и греческие буквы вписываются от руки. Допускается выполнение пояснительной записки от руки с чертежным написанием букв текста.

Нумерация страниц текста пояснительной записки и приложений должна быть сквозной: первой страницей является титульный лист, на нем номер не ставится. На последующих страницах номер проставляют арабскими цифрами внизу листа по центру.

Основная часть текста делится на разделы, подразделы (объемом не менее двух-трех страниц) и, в случае необходимости, на пункты.

Разделы, подразделы и пункты нумеруются арабскими цифрами. При этом цифры, разделенные точками, означают последовательно порядковый номер раздела, подраздела (в пределах каждого раздела) и пункта (в пределах каждого подраздела). Например: 3.1.4 – четвертый пункт первого подраздела третьего раздела. После номера раздела, подраздела и пункта, в конце названия заголовка точка не ставится. Введение и заключение (выводы и практические рекомендации) не нумеруют.

Каждый раздел начинают с новой страницы. Заголовок пишут непосредственно вслед за номером посередине строки, не подчеркивают и слова в нем не переносят. После заголовка на странице должно быть не менее двух строк текста. Заголовок подразделов начинают с абзацного отступа, причем в конце заголовков точку не ставят, а между ним и текстом делают пробел в одну или две строки. Номер пункта начинается с абзаца. Текст пункта начинают непосредственно вслед за его заголовком.

Перечисления требований, указаний, положений и другие пояснения выделяют дефисом «–», дальнейшую детализацию обозначают так: 1); 2); или а); б).

Список литературы снабжается заголовком «Список использованной литературы» и включает только те источники, на которые есть нумерованные ссылки в тексте записки. Очередность источников должна соответствовать порядку появления ссылок на них в тексте пояснительной записки выпускной квалификационной работы.

**Титульный лист** оформляется на бланках, выдаваемых кафедрой.

**Задание** содержит его номер и название курсового проекта, исходные данные для проектирования и сроки выполнения работы.

**Реферат** краткоотражает сущность разработки поставленных в проекте задач и содержит количество страниц, иллюстраций и таблиц в расчетно-пояснительной записке, объем графической части (образец реферата в приложении «**А**» данных методических указаний).

**Содержание** указывает точное название разделов и подразделов расчетно-пояснительной записки с их нумерацией и номером страницы, с которой они начинаются. Не допускается какое-либо сокращение названий и их перефразировка.

**Введение** кратко обосновывает актуальность и необходимость выполнения курсового проекта.

**РАЗДЕЛ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Содержит следующие подразделы и пункты:

**1. Анализ исходных данных для разработки технологического**

**процесса**

В данном разделе рассматривается служебное назначение и конструкция сборочной единицы и детали (объект производства), технологичность конструкции узла и детали, определяется тип производства.

**1.1 Служебное назначение и технические требования на сборочную единицу**

Приводится краткая характеристика служебного назначения сборочной единицы и описание ее работы. Исходя из служебного назначения сборочной единицы производится анализ технических требований, заданных чертежом или другим документом. Если технические требования отсутствуют на чертеже, то исходя из служебного назначения сборочной единицы, они разрабатываются с существующими показателями. Технические требования на чертежах выполняют в соответствии с ГОСТ 2.316-68.

**1.2 Анализ технологичности конструкции сборочной единицы**

Анализ технологичности конструкции сборочной единицы проводится на основе разрабатываемого технологического процесса сборки. В результате анализа возможно предложения по улучшению технологичности конструкции сборочной единицы, упрощающие процесс сборки. Предложения по конструктивным изменениям обосновываются техническими расчетами и экономической целесообразностью предлагаемых изменений. В дальнейшем вся разработка технологического процесса сборки и изготовления деталей производится на

"основе" конструкции сборочной единицы.

**1.3 Разработка схемы сборки и технологического процесса сборки**

Схема сборки может быть построена по любой из принятых в настоящее время форме. В записке дается краткое пояснение в схеме сборки. На основании принятой схемы сборки разрабатывается технологический процесс сборки и заполняются технологические карты сборки. Маршрутная карта слесарных и слесарно-сборочных работ оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 3.1105-84, опера­ционные карты оформляются в соответствие с ГОСТ 3.1407-86. Правила записи операций и переходов согласно ГОСТ 3.1703-79.

Сборочные и контрольные операции поясняется в записке на картах эскизов или выносятся в графическую часть проекта.

**1.4 Механизация и автоматизация сборки**

Процесс сборки разрабатывается с учетом возможности сокращения или исключения трудоемких ручных работ и повышения производительности труда за счет применения средств механизации и автоматизации. Решение задач по механизации и автоматизации освещается и поясняется схемами и эскизами.

**1.5 Служебное назначение и конструкция детали**

Приводится краткое описание служебного назначения и технические требования на деталь, входящей в это изделие, условия ее работы и конструктивные особенности. Анализируются технические требования, предъявляемые к детали. Из описания назначения и конструкции детали устанавливаются основные поверхности и размеры, оказывающие наибольшее влияние на выполнение деталью служебного назначения. Анализ детали производится по всем ее обрабатываемым поверхностям с рассмотрением точности получаемых размеров и шероховатости поверхностей, их вза­имного положения.

Это дает возможность выбирать оптимальные методы обработки каждой из рассмотренных поверхностей обрабатываемой детали.

Если назначение детали неизвестно, следует описать назначение ее поверхностей. Рассматривая поверхности детали, необходи­мо присваивать каждой из них буквенные обозначения, например:

плос­кость **А**, торец **Б**. Эти же обозначения должны быть нанесены на соответствующие поверхности в чертеже.

В этом же разделе приводятся также данные о материале детали: химический состав, механические и другие свойства, которые разме­щаются в отдельных таблицах (таблица 1).

Таблица 1

Химический состав стали 45 (ГОСТ 1050-88), массовой доли %

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| C | Si | Mn | S | | P | Ni | Cr |
| Не более | | |
| 0.40…0,50 | 0,17…0,37 | 0,50…80 | 0,045 | 0,045 | | 0,30 | 0,30 |

Кроме этого, следует дать заключение относительно правильности выбора материала для данных условий работы детали в изделии, целесообразности его замены другими марками материала и какими именно.

**1.6. Анализ технологичности конструкции детали**

Целью анализа является выявление недостатков конструкции детали по сведениям, содержащимся в чертеже и технических требованиях, а также возможное улучшение технологичности рассматриваемой конструкции.

При технологическом контроле чертежа обращается внимание на наличие всей информации, необходимой для изготовления детали: необходимые проекции, разрезы и сечения, наличие всех размеров с допускаемыми отклонениями, требуемая шероховатость обрабатываемых поверхностей, допускаемые отклонения от правильных геометрических форм и взаимного расположения поверхностей, материал детали, характер термической обработки, масса детали и др.

Анализ технологичности конструкции сводится к возможному уменьшению трудоемкости и металлоемкости, обработки детали высокопроизводительными методами.

Мероприятия по улучшению технологичности конструкции должны обеспечить снижение себестоимости изготовления детали при заданном служебном назначении.

Качественная оценка технологичности конструкции производится с учетом материала детали, его обрабатываемости, стоимости, рациональности геометрических форм детали и требований к качеству ее поверхности, правильности простановки размеров, требуемых допусков, возможности рационального способа получения заготовки.

При количественной оценке показателей технологичности могут рассматриваться: масса детали, коэффициент использования материала; коэффициент точности обработки; коэффициент шероховатости поверхностей; уровень технологичности конструкции по технологической себестоимости.

При анализе используются рекомендации по технологичности конструкций, приведенные в справочной литературе [1,2,4].

Если чертеж детали в результате технологического контроля и качественного анализа технологичности оставлен без изменения и рассматривается только один вариант технологического процесса обработки, то уровень технологичности как сравнительный показатель по использованию материала, точности обработки, шероховатости и технологической себестоимости равен единице.

Все возможные предложения по улучшению показателей технологичности и улучшению конструкции приводятся в пояснительной записке.

**1.7. Выбор типа производства**

Так как в задании на курсовой проект регламентируется годовой объем выпуска конкретной детали, то исходя из данного положения, разработка технологического процесса механической обработки детали в проекте предусматривается в условиях единичного, мелкосерийного и серийного производства. Исходя из заданных типов производства, определяется коэффициент закрепления операций. Порядок расчета коэффициента закрепления операций приводится в работе [2, 4].

**2. Анализ базового технологического процесса изготовления**

**детали**

Анализ существующего (базового) варианта технологического процесса проводится с точки зрения обеспечения заданного качества детали и производительности обработки. Проведение анализа является основой для выдвижения предложений по его улучшению и модернизации.

Содержание и степень углубленности обработки анализа зависят от различных факторов: конструкции детали, применяемых методов обработки, реальных производственных условий. В общем случае анализ базового варианта технологического процесса должен включать следующие основные вопросы:

а) рациональность метода получения заготовки для данного производства;

б) соответствие реальной заготовки чертежу в отношении фактических припусков на обработку и выполнения технических требований;

в) правильность выбора черновых и чистовых баз, соблюдение принципа единства баз;

г) правильность установки последовательности операций процесса для обеспечения заданной точности размеров детали;

д) соответствие параметров применяемого оборудования требованиям данной операции;

е) соответствие режимов резания прогрессивным;

ж) степень оснащенности операции (станочные приспособления, режущие и вспомогательные инструменты, средства технического контроля);

з) применение высокопроизводительного режущего инструмента и новых марок материала его режущей части;

и) брак при обработке и причины его возникновения.

Не допускается заменять анализ технологического процесса только его описанием или переписыванием сведений из технологических карт.

**3. Выбор исходной заготовки и метода ее получения**

На выбор метода получения заготовки оказывают влияние: материал детали; ее назначение и технические требования на изготовление; конструктивные размеры и формы поверхностей детали; объем выпуска деталей.

При выполнении курсового проекта приводится краткий анализ существующего метода получения заготовки на заводе. В анализе должны быть отражены: экономичность метода в условиях завода; технологический процесс получения заготовки; его положительные и отрицательные стороны; качество заготовки; причины брака и возможности его устранения. Приводятся данные о себестоимости метода получения заготовки в условиях завода, его трудоемкости, производительности, материалоемкости (коэффициент использования материала).

На основании произведенного анализа, изучения передовых методов получения аналогичных заготовок на других предприятиях, а также литературных данных и технико-экономического обоснования может быть предложен оптимальный для данных условий производства метод получения заготовки.

При разработке технологического процесса метод получения заготовки может приниматься аналогичным существующему методу на данном заводе, меняться без изменений в технологическом процессе механической обработки или меняться с существенными изменениями на ряде операций механической обработки.

В первом случае достаточно ограничиться ссылкой на справочную литературу, где для данных условий рекомендован этот вариант как оптимальный. Так как стоимость заготовки не изменяется, она не учитывается при определении технологической себестоимости детали.

Во втором случае предпочтение отдается заготовке, характеризующейся более высоким коэффициентом использования материала и меньшей стоимостью.

В двух рассмотренных случаях можно принять окончательное решение относительно вида заготовки и рассчитать ее стоимость до определения технологической себестоимости детали и выбора варианта процесса ее механической обработки.

В третьем случае вопрос о целесообразности определенного вида заготовки может быть решен лишь после расчета технологической себестоимости детали по сравниваемым вариантам. Предпочтение отдается заготовке, которая обеспечивает меньшую технологическую себестоимость детали. Если же сопоставимые варианты окажутся равноценными, предпочтение отдается заготовке с более высоким коэффициентом использования материала.

Выбор метода получения заготовки и его технико-экономическое обоснование приводятся в работах [2, 4].

**4. Разработка технологического маршрута обработки**

Характер технологического процесса механической обработки определяется типом производства и особыми условиями проектирования, указанными в задании.

В проекте разрабатывается единичный маршрутно-операционный технологический процесс. В этом случае на все операции оформляется подробная маршрутная карта, а для одной-двух операций, по которым производится технико-экономическое сравнение вариантов обработки, – операционные технологические карты и карты эскизов. В маршрутной карте указывается содержание операций и переходов, выдерживаемые размеры, оборудование и т.д.

На данном этапе производится выбор технологических баз, методов обработки поверхностей и установление общей последовательности обработки, средств технологического оснащения; назначение и расчет припусков, режимов резания. Для обоснования выбора технологических баз выполняется автоматизированное построение и решение технологических размерных цепей (см. раздел «Автоматизация проектирования»).

**4. 1. Выбор технологических баз**

При выборе технологических баз следует учитывать основные принципы базирования – принципы единства и постоянства баз.

В процессе выбора **баз для черновой обработки** исходят из следующих положений:

1) при обработке заготовок, полученных литьем и штамповкой, необработанные поверхности следует принимать в качестве баз только на первой операции (при последующей обработке использование их не допускается);

1. у деталей, не подвергающихся полной обработке, технологическими базами для первой операции рекомендуется принимать поверхности, которые вообще не обрабатываются;
2. в качестве технологических баз следует принимать поверхности достаточных размеров, имеющих более высокую точность размеров и малую шероховатость (они не должны иметь литейных прибылей, литников, линий разъема, окалины и других дефектов, что способствует повышению точности базирования).
3. если у заготовки обрабатываются все поверхности, в качестве технологических баз на первой операции следует принимать поверхности с наименьшими припусками, тем самым при дальнейшей обработке исключается возможность появления необработанных мест (чернот) на этих поверхностях.

При выборе **баз для чистовой обработки** учитывается следующее:

1. наибольшая точность достигается при условии использования на всех операциях механической обработки: одних и тех же комплектов баз, т.е. при соблюдении принципа их единства;
2. особенно важным при чистовой обработке является соблюдение принципа совмещения баз, т.к. при этом окончательно выдерживается заданная точность детали (при совмещении технологической и измерительной баз погрешность базирования равна нулю);
3. базы для окончательной обработки должны иметь высокую точность размеров и геометрической формы, малую шероховатость поверхности и не должны деформироваться под действием сил резания, зажима и собственного веса заготовки.

В общем случае за базы принимают поверхности, от которых задан размер на чертеже, определяющий положение обрабатываемой детали.

Оценка точности базирования при выполнении каждой операции может характеризоваться следующими моментами. При соблюдении принципа единства баз в случае выдерживания заданных размеров погрешность базирования равна нулю, а анализ точности базирования для рассматриваемых размеров на этом заканчивается.

При несовпадении технологической и измерительной баз выявляются размерно-геометрические связи между ними путем построения технологической размерной цепи, из числа звеньев которой выбирается технологический размер, подлежащий контролю при выполнении данной обработки. Это позволяет косвенно контролировать заданный на чертеже размер. Рассчитывается допуск выбранного технологического размера путем решения размерной цепи. Если рассчитанный допуск выдержать на данной операции затруднительно, то изыскивается возможность сокращения погрешности базирования за счет увеличения точности обработки тех или иных составляющих звеньев размерной цепи, т.е. производится перерасчет допусков звеньев.

Рекомендации по выбору технологических баз и оценке точности базирования приведены в работах [4 - 6].

С учетом рассмотренных положений производится выбор технологического процесса.

**4.2. Выбор методов обработки**

Выбор метода обработки зависит от конфигурации детали, ее конструктивных размеров, точности и качества обрабатываемых поверхностей, вида принятой заготовки.

Решение задач выбора метода и конкретного вида обработки облегчается при использовании справочных таблиц экономической точности обработки [6] в которых содержатся сведения о технологических возможностях обработки резанием различными методами, типовые маршруты обработки различных поверхностей. С помощью этих таблиц выбираются окончательный и предварительный методы обработки, а также устанавливаются промежуточные методы.

**4.3. Технологический маршрут обработки**

На данном этапе разрабатывается общий план обработки с указанием последовательности, состава и содержания операции. Результаты работы оформляются в виде маршрутной карты технологического процесса (Приложение «Б» данных методических указаний).

Последовательность операций назначают исходя из следующих основных положений:

1. в первую очередь обрабатываются поверхности, которые будут являться технологическими базами для последующих операций;
2. операции, на которых возможно появление брака из-за внутренних дефектов заготовки, нужно выполнять на ранних стадиях обработки;
3. первыми следует обрабатывать поверхности, не требующие высокой точности;
4. отверстия сверлятся в конце технологического процесса, за исключением тех случаев, когда они служат базами;
5. заканчивается процесс изготовления детали обработкой той поверхности, которая должна быть наиболее точной и имеет основное значение для эксплуатации детали. Если она была обработана ранее, до выполнения других смежных операций, может возникнуть необходимость в ее повторной обработке;
6. если деталь подвергается термической обработке по ходу технологического процесса, механическая обработка разбивается на две части: до термической обработки и после нее;

7) технический контроль намечают после тех операций, где вероятна повышенная доля брака, перед ответственными операциями, а также в конце обработки детали.

При рассмотрении содержания операции число и последовательность технологических переходов зависят от вида заготовки и точностных требований к готовой детали. Совмещение переходов определяется конструкцией детали, возможностями расположения режущих инструментов на станке и жесткостью заготовки. Переходы, при которых выдерживаются жесткие требования по точности и шероховатости поверхности, выделяются в отдельную операцию.

Рекомендации по выбору последовательности обработки для обеспечения экономической точности обработки на металлорежущих станках приведены в работе [6]. Разработка маршрута механической обработки существенно облегчается при использовании типовых технологических маршрутов механической обработки деталей для разных условий производства [7]. Наименование операции должно соответствовать требованиям классификатора технологических операций в машиностроении и приборостроении [8].

Если в состав технологического процесса механической обработки входят операции обработки на станках с ЧПУ, то методика проектирования таких операций приведена в работах [6, 9 - 12].

При разработке единичного маршрутного технологического процесса ссылки на инструкции по технике безопасности приводятся в маршрутной карте перед наименованием операции в графе «наименование и содержание операции» или в графе «обозначение документа». Средства защиты работающих должны быть указаны в графе «приспособления и вспомогательный инструмент». Примеры заполнения маршрутных и операционных карт технологических процессов приведены в приложениях методических указаний (Приложения Б и В).

**4.4. Выбор оборудования и технологической оснастки**

При проектировании технологического процесса в заданных условиях производства, где основными являются станки универсального профиля, выбор оборудования сводится к подбору типа станка по размерам его рабочей зоны в соответствии с размерами обрабатываемой детали, с учетом допустимых чисел оборотов (частоты вращения), подачи и мощности для принятого метода обработки.

Для расчета мощности, необходимой для обработки, выбирается переход, в котором одновременно участвует несколько инструментов или при обработке одним инструментом применяются наибольшая подача, глубина и скорость резания.

На выбор типа станка в значительной степени оказывают влияние требуемая точность размеров, формы детали и шероховатость ее обрабатываемых поверхностей. Станок должен быть наиболее простым для данной операции, обеспечивать оптимальные режимы обработки, заданную точность операции, занимать меньшую производственную площадь, иметь меньшую стоимость.

Сведения по оборудованию приведены в работах [3, 10, 13, 14].

Применяемые станочные приспособления могут быть универсальными, стандартными и специальными [15 - 17].

Выбор режущих инструментов производится исходя из условий обработки с учетом: вида станка, метода обработки, режимов и условий работы; материала обрабатываемой детали, ее размеров и конфигурации; требуемой точности обработки и шероховатости поверхностей; типа производства и заданного объема выпуска деталей; стоимости инструмента и затрат на его эксплуатацию по соответствующим стандартам и справочной литературе [13, 18 - 28].

**4.5. Определение промежуточных припусков**

**и технологических размеров механообработки**

При выполнении курсового проекта используется расчетно-аналитический метод определения межпереходных размеров, получаемых в процессе механической обработки деталей, припусков и допусков на них. Расчетно-аналитический метод учитывает многие факторы, действующие в процессе обработки, и выполняется по формулам, приведенным в работах [2, 6].

Расчет производится обычно для одного диаметрального и одного линейного размеров, имеющих наибольшую точность и наименьшую шероховатость. Результаты расчета представляются в табличной форме. Затем выполняется графическая схема расположения номинальных промежуточных размеров, их припусков и допусков. После проверки правильности выполненных расчетов производится сравнение размеров заготовки, полученных расчетно-аналитическим методом, и размеров заготовки на действующем предприятии, после чего делается вывод о возможности перевода заводской заготовки в более высокий класс точности.

Для расчета линейных технологических размеров используется программа KON7, которая автоматически выявляет и решает технологические цепи, учитывает погрешность базирования, рассчитывает припуски исходя из заданной точности конечных размеров детали (см. раздел «Автоматизация проектирования»).

**4.6. Определение режимов резания и норм времени**

В проекте режимы резания определяются аналитически для четырех разнотипных операций, эскизы которых представлены в графической части квалификационной работы, по формулам, приведенным в работе [13], на остальные операции технологического процесса режимы резания находятся по нормативным данным работ [30, 31] в зависимости от выбранного типа производства и принятого метода обработки заготовки. При использовании компьютерной программы предлагается оптимальный режим резания для одного перехода с учетом экономических показателей (см. раздел «Автоматизация проектирования»)

**Определение режимов резания** ведется одновременно с заполнением маршрутных или операционных карт технологического процесса, где указываются данные по оборудованию, способу обработки, характеристике обрабатываемой детали и другие, которые используются для расчета режимов резания.

**Норму штучного времени** Тшт определяют в следующем порядке. На основании установленных режимов резания определяется основное время То. По содержанию каждого перехода устанавливается вспомогательное время Тв по нормативам, которое включает в себя время на установку и снятие детали, управление станком, измерение детали. Определяется оперативное время Топ = То + Тв. Время на обслуживание рабочего места Тобс включает в себя время на техническое и организационное обслуживание рабочего места. Время Тотд предназначено для перерывов на отдых. Составляющие штучного времени Тобс и Тотд принимаются по нормативам или укрупненно, в процентах от оперативного времени – Тобс = 6 % Топ и Тотд = 2,5 % Топ.

Результаты определения Тшт приводится в табличной форме (таблица 2).

Таблица 2

Сводные данные по нормам времени

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер и наименование операций (перехода) | То,  мин | Тв,  мин | Топ,  мин | Тобс | | Тотд,  мин | Тшт,  мин |
| Ттех | Торг |
| 1. Сверлильная |  |  |  |  |  |  |  |
| 2. Токарная |  |  |  |  |  |  |  |
| 3. Фрезерная |  |  |  |  |  |  |  |
| 4. Шлифовальная и т.д. |  |  |  |  |  |  |  |

При выполнении расчетов следует пользоваться литературой [32 - 35].

**5. Патентные исследования**

Патентные исследования проводятся в соответствии с ГОСТ 15011-96 и путем обзора патентов класса «В» сборника «Изобретения» (официальный бюллетень Российского агентства по патентам и товарным знакам), имеющемуся в областной библиотеке, где представлены патенты на режущие инструменты, приспособления, методы обработки поверхностей и средства автоматизации.

**6. Экономическая часть**

В данном разделе производится технико-экономическое обоснование принятого варианта технологического процесса изготовления детали в целом или по одной из операций механической обработки. Для сравнения двух операций необходимо использовать более прогрессивное оборудование, режущий и мерительный инструмент, станочные приспособления. Сравнению подлежат одинаковые объемы работ, т.е. обработка одних и тех же поверхностей, но различными методами.

По каждому варианту операции должна быть определена технологическая себестоимость и произведено сравнение.

Расчет себестоимости операции при выборе варианта обработки может быть осуществлен методом прямого распределения затрат (метод калькулирования) или нормативным методом.

Методика определения себестоимости обработки по отдельным вариантам и выбора наиболее рационального из них для данных условий производства приведена в учебной и справочной литературе [3, 4, 13, 36].

**7. Охрана труда**

При прохождении производственной практики изучаются достоинства и недостатки в организации безопасного труда на участке, где обрабатывается деталь. При выполнении квалификационной работы вопросы охраны труда отражаются в технологической документации и в пояснительной записке, следует кратко указать используемые на участке технические средства и организационные методы, обеспечивающие безопасность труда работающих и защиту окружающей среды.

Требования безопасности труда излагаются в соответствии с ГОСТ

12.1.028-80; 12.1.029-80; 12.1.030-81; 12.1.03-81; 12.1.036-81; 12.1.049-86.

**РАЗДЕЛ КОНСТРУИРОВАНИЯ**

В конструкторской части курсового проекта разрабатывается конструкция станочного, сборочного или контрольно-измерительного приспособления, средств механизации и автоматизации и т.д. Выбор разрабатываемой конструкции определяется заданием на курсовое проектирование, Приспособление проектируется для одной из операций механической обработки, сборки или контроля по согласованию о

руководителем.

**1. Конструкция приспособления.**

В расчетно-пояснительной записке кратко формулируется служеб­ное назначение конструкции. На основе технологического эскиза операции с принятой схемой базирования разрабатывается эскиз кон­струкции приспособления и технические требования на него. Затем определяется способ базирования приспособления на станке.

Расчеты в зависимости от особенностей конструкции должны включать: расчет усилий зажима, расчет силового привода, расчет на прочность особо нагруженных деталей приспособления, расчет точности приспособления.

При расчете усилий зажима определяются силы резания и составляется расчетная схема с указанием точек приложения и направления всех действующих на деталь сил в процессе обработки. На основании этой схемы определяются усилия зажима, производится расчет силовых приводов и выбираются юс конструктивные параметры.

При расчете приспособления на точность составляются погреш­ности установки детали с допустимой погрешностью обработки (допуском) [2, 15, 17]. Составляется спецификация приспособления.

В качестве средств механизации и автоматизации могут разра­батываться конструкции устройств для автоматизации рабочего цикла станка, средств активного контроля, установки закрепления и сня­тия обработанных деталей, загрузочно-транспортных и бункерных устройств и т.д.

В графической части проекта выполняется сборочный чертеж проектируемой конструкции.

**2. Режущий инструмент**

На основании анализа операций существующего техпроцесса изготовления детали выявляются недостатки конструкции режущих инструментов, не позволяющие обеспечить соответствующее качество деталей или высокую производительность.

В курсовом проекте на основании патентных исследований, изучения современных журналов по технологии машиностроения и др. источников выбираются новые режущие инструменты прогрессивной нестандартной конструкции. Проектируется один-два инструмента. Например, объектами проектирования могут быть специальные резцы, фасонные резцы, протяжки наружные и внутренние, сборные цилиндрические и торцовые фрезы, червячные фрезы для обработки зубчатых колес и неэвольвентных профилей, долбяки, шеверы, комбинированные инструменты для обработки отверстий сложной формы, инструменты для нарезания резьбы, инструментальная оснастка для станков с ЧПУ и др.

При проектировании инструментов решаются вопросы профилирования режущих кромок, выбора оптимальной геометрии режущей части и рациональных конструктивных размеров.

В расчетно-пояснительной записке приводятся обоснование выбора конструкции инструментов, схемы к аналитическому расчету, расчеты профилей режущих инструментов, порядок выбора геометрических параметров режущей части инструментов и режимов резания, краткое описание разработанной конструкции и другие расчеты и пояснения.

Графическая часть работы содержит сборочные и рабочие чертежи разработанных режущих инструментов. Сборочные чертежи должны быть дополнены спецификацией.

На рабочем чертеже инструмента должна содержаться вся необходимая для изготовления информация: достаточное количество проекций, сечений, линейные и угловые размеры с допускаемыми отклонениями, геометрические параметры режущей части инструмента, обозначение шероховатости, технические требования, место маркировки. При выполнении рабочих чертежей желательно применять масштаб 1:1.

При выполнении чертежей инструментов сложной формы допускается применять упрощения:

1. у многолезвийных инструментов полностью дается изображение только 2 – 3 зубьев;
2. профиль инструмента обычно вычерчивается отдельно в увеличенном виде;
3. винтовые линии при вычерчивании многолезвийных инструментов заменяются прямыми линиями;
4. для обозначения передних и задних углов сечения вычерчиваются только частично.

На рабочем чертеже инструмента приводятся технические требования, которые содержат следующее: марки материалов; твердость отдельных частей инструментов; допуски и отклонения, обеспечивающие необходимое качество инструментов (биение режущих кромок, торцов и т.д.); ссылка на номер стандарта, содержащего технические требования на данный вид инструмента; содержание маркировки инструмента. Кроме того, на чертеже зуборезного инструмента в таблице указываются характеристики инструмента, например, для червячных фрез указываются: модуль, угол профиля исходного контура, число заходов, направление витков, число стружечных канавок, шаг витков по оси, шаг витков по нормали, угол подъема витка, направление стружечной канавки, шаг стружечной канавки [36, с. 147].

При выполнении чертежей необходимо ознакомиться со стандартами, содержащими технические требования на различные виды режущих инструментов. Например, ГОСТ 28442-90 “Протяжки для цилиндрических, шлицевых и граненых отверстий. Технические условия”.

Сборочный чертеж проектируемого инструмента должен содержать изображение инструмента в собранном виде с достаточным для сборки количеством проекций, видов, сечений. На сборочном чертеже должны содержаться необходимые размеры, размеры сопряженных деталей с указанием допусков и посадок, указания об обработке в процессе сборки или после нее, технические требования. В спецификации указывается наименование, количество деталей, твердость и метод повышения стойкости режущей части инструмента (цианирование, сульфидирование и пр.).

* Расчет и конструирование протяжек

Обоснование конструкции протяжки связано с выбором схемы резания при протягивании. При выборе схемы резания учитываются форма протягиваемой поверхности, требования к точности размеров и качеству обработанной поверхности, обеспечение необходимой стойкости, трудоемкость изготовления [19, с. 55 - 56].

Исходными даннымидля проектирования являются: чертеж протягиваемой заготовки, ее материал; твердость; состояние (после нормализации, отжига, закалки); подготовка поверхности под протягивание (прокат, литье, штамповка, после механической обработки); диаметр отверстия до обработки и после обработки с полем допуска; параметр шероховатости поверхности; наибольшая длина протягивания; станок для протягивания (тип, модель, тяговая сила, диапазон скоростей, длина хода штока, тип патрона, размеры опорной плиты, состояние станка).

Сведения о станках можно принять по каталогам металлорежущего оборудования.

Диаметр отверстия до протягивания, полученного после сверления, зенкерования или растачивания, определяют как разность между номинальным диаметром протянутого отверстия и припуском под протягивание. Припуски под протягивание отверстий определяют по таблицам работы [19, с. 57 - 58, таблица 6,7] или рассчитывают по формулам работы [20, с. 62 - 63].

Для уменьшения возможности коробления протяжек при термообработке существуют рекомендуемые предельные нормы их длин в зависимости от диаметров [19, с. 73].

Порядок расчета круглой и шлицевой протяжки переменного резания подробно изложен в работах [21, 22]. Особенности расчета и конструирования протяжек для обработки фасонных отверстий и наружных протяжек рассмотрены в книге [23].

Расчет и проектирование выглаживающих элементов протяжек для обработки круглых отверстий приведен в книге [24].

* Расчет и конструирование фасонных резцов

При выборе типа и проектирования фасонного резца учитываются все особенности формы детали, определяемые чертежом [25, с. 5 - 13].

Исходные данные для проектирования фасонных резцов: форма, размеры и материал обрабатываемой резцом детали, допуски на ее изготовление и шероховатость ее поверхности.

Порядок аналитического расчета круглых и призматических резцов с базовой точкой изложен в работе [21]. Особенности расчета резцов с базовой линией, с винтовой задней поверхностью, с наклонной базой крепления, а также тангенциальных резцов рассмотрены в книге [25].

Державки для фасонных резцов выбираются в зависимости от типа резца, способа крепления резца в державке, способа регулирования положения режущей части резца, способа крепления державки на станке. Конструкции державок рассмотрены в работе [25].

* Расчет и конструирование зуборезных фрез

Выбор конструкции фрезы зависит от вида и модуля нарезаемых колес, степени точности колес, характера обработки, необходимости обеспечения равномерности износа зубьев, трудоемкости изготовления и др. [20, с. 184 - 187].

Для расчета червячной зуборезной фрезы задаются следующие данные: модуль, угол зацепление пары колес, коэффициент высоты головки зуба, коэффициент радиального зазора, толщины зубьев нарезаемых колес по нормали на делительной окружности, угол наклона зуба на делительной окружности, степень точности и вид сопряжения.

Чистовые червячные фрезы стандартизованы по типам и основным размерам. В соответствии с ГОСТ 9324-80 их изготавливают трех типов и пяти классов точности. Для выбора типа и класса точности фрезы можно воспользоваться рекомендациями, приведенными в работах [13, с. 188; 19, с. 106].

Методика расчета черновых, получистовых и чистовых червячных зуборезных фрез представлена в [21].

* Расчет и конструирование зуборезных долбяков

Выбор конструкции долбяка зависит от вида и модуля нарезаемых колес, степени точности колес, характера обработки и др. [13, с. 188 - 189].

Для расчета зуборезного долбяка задаются следующие данные нарезаемого и сопряженного зубчатых колес: профильный угол и модуль по нормали, числа зубьев колес, диаметры делительных окружностей, диаметры окружностей вершин и впадин, толщина зубьев по нормали, угол наклона зубьев на делительной окружности, межцентровое расстояние зубчатой передачи.

Зуборезные долбяки стандартизованы по типам и основным размерам. В соответствии с ГОСТ 9323-79 дисковые и чашечные прямозубые долбяки изготавливают трех классов точности. Для выбора типа и класса точности фрезы можно воспользоваться рекомендациями, приведенными в работах [19, с. 119 - 120; 20, с. 202].

Методика расчета прямозубого зуборезного долбяка для обработки колес внешнего зацепления приведена в работе [21]. Особенности расчета долбяков для нарезания колес под шевингование и колес внутреннего зацепления приведены в книге [26].

В этой же книге представлена методика расчета и конструирования пальцевых и дисковых фасонных фрез, дисковых шеверов и инструментов для нарезания неэвольвентных зубчатых колес.

* Расчет и конструирование сборных резцов, фрез, осевого инструмента может производиться по работам [13, 27].
* Расчет и конструирование резьбонарезного инструмента может производиться по работам [18, 27].
* Расчет и конструирование инструментальной оснастки для станков с ЧПУ может производиться по работам [27, 28, 34].

**РАЗДЕЛ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

В данном разделе студент должен показать умение использовать компьютерные системы автоматизированного проектирования для практического решения технологических задач: 1) расчета оптимального режима резания и 2) определения значений технологических размеров механообработки исходя из заданной точности конструкторских размеров детали.

**Расчет режимов резания.** Для одного из технологических переходов с помощью компьютерной программы *KONCUT* [38,39]определяются значения частоты вращения шпинделя станка (n), подачи стола или суппорта (S) для выбранной глубины резания (t), которые затем заносятся в строку операционной карты.

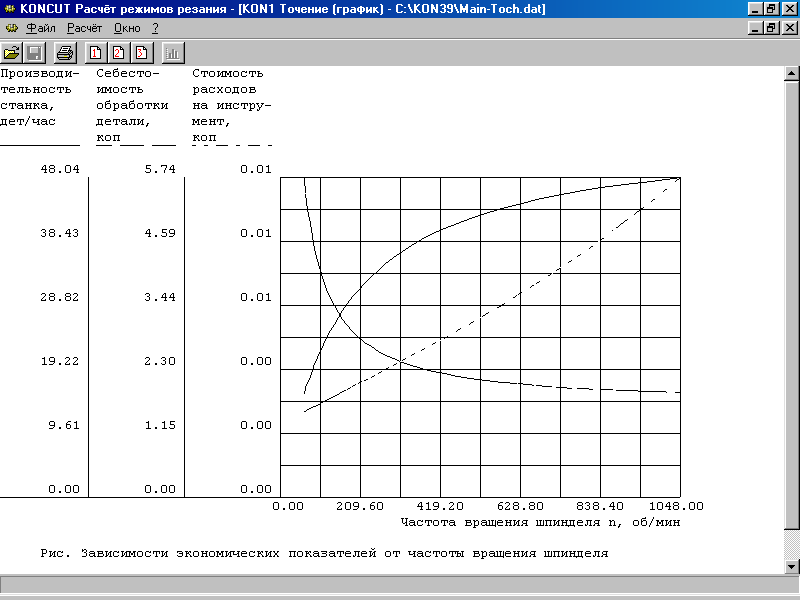
В ходе взаимодействия с программной системой *KONCUT* необходимо заполнить шесть вкладок путем ввода в поля диалогового окна или выбора из меню сведений по следующим группам информации:

* сведения о заказчике;
* материал заготовки ;
* кинематика станка;
* характеристики режущего инструмента;
* экономические показатели;
* содержание операции.

Система автоматически определяет коэффициент «φ» геометрического ряда частот выбранного станка, а затем рассчитывает целевые функции: производительность и себестоимость обработки, стоимость затрат на инструмент, а также нормы времени и мощность резания, – для каждого дискретного (или искусственно введенного при бесступенчатом регулировании) значения частоты в пределах кинематики выбранного станка. По результатам расчета программно оформляются графики целевых функций (рис. 1), которые включаются в раздел. Используя полученные таблицы и график , следует сопоставить и оценить варианты обработки с разной частотой. Оптимальным считается режим с таким значением частоты вращения, при котором производительность максимальна, а себестоимость обработки и стоимость расходов на инструмент минимальны. Поскольку экстремумы целевых функций часто не совпадают, предпочтение отдается варианту с минимальной себестоимостью обработки, а в случае, когда станок лимитирует работу поточной линии – варианту, обеспечивающему наибольшую производительность. При использовании дорогостоящего режущего инструмента целесообразно понизить частоту вращения шпинделя, минимизировав стоимость расходов на инструмент.

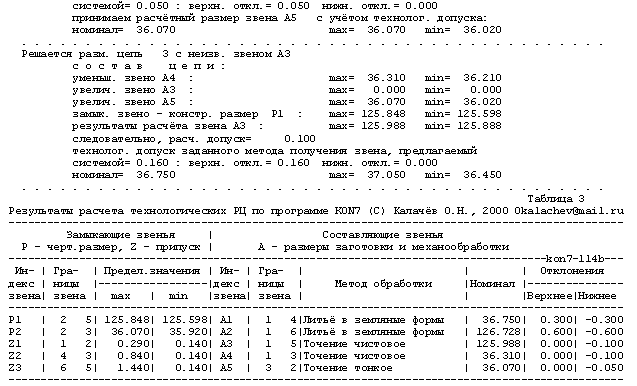
**Расчет технологических размеров**. На основе выбранной студентом структуры технологического процесса (последовательности операций и переходов) и точности конструкторских размеров детали программа *KON7* [38-42] автоматически отыскивает технологические Ра­змерные цепи, а затем рассчитывает номиналы и отклонения допуска технологических размеров, которые оформляет в виде таблицы (рис. 2). Эти значения заносятся в операционную карту и должны выдерживаться при механообработке для обеспечения точности размеров детали.

В случае неадекватности предложенного технологического процесса с точки зрения достижения точности конструкторских размеров чертежа, расчет прерывается. При этом система информирует, точность какого конструкторского размера «Р» не может быть обеспечена из-за недостаточной точности технологических размеров. В этом случае следует а) повысить точность метода получения технологического размера (для этого, возможно, придется ввести дополнительную обработку и, соответственно, дополнительный технологический размер); б) изменить схему базирования, добиваясь выполнения принципа «единства баз» или, согласно принципу "кратчайшего пути", уменьшения суммы допусков технологических размеров в критической размерной цепи.



*Рисунок 1– Пример зависимостей экономических показателей от частоты вращения шпинделя станка*

В разделе приводятся пояснения методики работы с программой, вспомогательные эскизы для подготовки исходных данных со ссылками на источники информации; распечатки исходных данных и результатов проектирования, а также обсуждение результатов с точки зрения их использования в конкретных технологических документах других разделов выпускной работы.



*Рисунок 2 – Пример таблицы результатов расчета технологических*

*размеров*

Программы *KONCUT* и *KON7* выполняются в среде операционных систем Windows и осваиваются в ходе лабораторного практикума. При дистанционном обучении они могут быть получены на сервере ЯГТУ с Web-страницы http://tms.ystu.ru/.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Содержит оценку результатов курсового проекта с точки зрения их соответствия требованиям задания. Приводятся основные результаты разработанного технологического процесса с указанием мероприятий (технологических, конструкторских, использование автоматизированного проектироваия и др.), за счет которых обеспечивается повышение качества изготавливаемых деталей, производительности труда, снижение себестоимости обработки и т.д. Особенно выделяются новые решения и предложения проекта, которые могут быть рекомендованы к внедрению в производство.

**ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Графическая часть является одной из составляющих курсового проекта и включает в себя следующие виды материалов: технологическую документацию, конструкторскую документацию (чертежи изделий, сборочных единиц, электрические, гидравлические, пневматические схемы и демонстрационные плакаты).

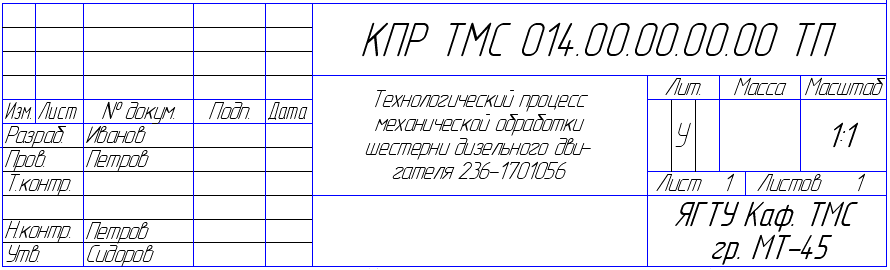
**1. Технологическая документация**

Технологическая документация (образцы ее даны в приложениях «Б» и «В» данных методических указаний) в составе графической части выполняется и оформляется в соответствии с ГОСТ 3.1102 – 81, 14.201 – 83, 14.322 – 83.

**2. Конструкторская документация**

Конструкторскую документацию в составе графической части курсового проекта выполняют и оформляют в соответствии с правилами «Единой системы конструкторской документации» (ГОСТ 2.001 – 93 и др.), используя также стандарт предприятия ЯГТУ **СТП – 703 «Проекты курсовые и дипломные».**

Пример шифрации конструкторской документации курсового проекта по технологии машиностроения:



КПР ТМС 014.01.00.00.00. ТП, где КПР ТМС – курсовой проект по технологии машиностроения; 014 – порядковый номер задания на квалификационную работу; 00 – порядковый номер чертежа; 00 – номер сборочной единицы; 00 – номер сборочной единицы, входящий в предыдущую сборочную единицу; 00 – номер детали, входящей в сборочную единицу; ТП – технологический проект (КП – конструкторский проект, НИП – научно-исследовательский проект).

**3. Демонстрационные плакаты**

Демонстрационные плакаты (электрические и кинематические схемы, диаграммы, графики, номограммы, циклограммы, алгоритмы и другие материалы, используемые в процессе доклада на защите курсового проекта) создаются на основе выданного задания, приведенной в записке технологической, конструкторской документации и иных результатов работы. Угловой штамп на демонстрационном плакате выполняется на обратной стороне плаката в правом нижнем углу. Каждый лист с демонстрационными материалами должен иметь краткий заголовок, располагающийся посередине верхней части листа. На свободных от изображений участках допускается размещать поясняющий текст и использовать для оформления тушь, фломастеры, краски.

При оформлении демонстрационных плакатов руководствуются стандартами ЯГТУ:

* **СТП 701 - 05 «Документы текстовые учебные. Требования к оформлению»;**
* **СТП 702 – 05 «Документы текстовые учебные. Требования к оформлению титульных листов и основных надписей»;**

**Перечень и содержание демонстрационных плакатов**

**курсового проекта**

На защиту выносят 5 листов формата А1:

1) Сборочный узел и схема сборки;

2) Чертежи заготовки и детали;

3) Технологические наладки на 4 разнотипные операции

(Приложения Г или Д);

4) Сборочный чертеж приспособления;

5) Сборочный чертеж режущего инструмента;

**Список использованной литературы**

В список литературы включают все использованные источники в порядке появления ссылок в тексте пояснительной записки и оформляют его в соответствии с **СТП 701 - 99 «Документы текстовые учебные. Требования к оформлению» с изменениями.**

В тексте расчетно-пояснительной записки производятся ссылки на использованную литературу с указанием порядкового номера по списку литературы в квадратных скобках. В расчетах, связанных с нормативами (например, в расчетах режимов резания, припусков на обработку и др.), ссылки делаются с указанием страницы или таблицы, например, [5, с. 39], [18, таблица 25].

**РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

**(**для выполнения курсового проекта**)**

1. Технологичность конструкций изделия / Под ред. Ю.Д. Амирова - М.: Машиностроение, 1990. - 768 с.

2. Сборник задач и упражнений по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностроительных вузов по спец. «Технология машиностроения»/ В.И.Аверченков, В.Б. Ильицкий и др. – М.: Машиностроение,1988.-192с.

3. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. - Минск: Высш. шк.,1983.- 256 с.

4. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении / Под ред. В.В. Бабука - Минск: Высш. шк.,1987. - 255 с.

5. Маталин А.А. Технология машиностроения - Л.: Машиностроение, 1985. - 496 с.

6. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 тт: Т. 1 (под ред. Дальского А.М., Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К. и др.) Изд. 5-е, испр. 2003г.-944с.

7. Технология машиностроения (специальная часть) / А.А. Гусев, Е.Р. Ковальчук, И.М. Колесов и др. - М.: Машиностроение, 1986. - 480 с.

8. Классификатор технологических операций в машиностроении и приборостроении - М.: Изд-во стандартов, 1975. - 24 с.

9. Гжиров Р.И. Программирование обработки на станках с ЧПУ / Р.И. Гжиров, П.П. Серебреницкий. - Л.: Машиностроение, 1990. - 588 с.

10. Станки с программным управлением. Справочник / Г.А. Монахов, А.А Оганян, Ю.И. Кузнецов и др. - М.: Машиностроение, 1975. -288 с.

11. Дерябин А.П. Программирование технологических процессов для станков с ЧПУ - М.: Машиностроение, 1984. - 224 с.

12. Марголит Р.Б. Наладка станков с программным управлением - М.: Машиностроение, 1983. - 254с.

13. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 тт: Т. 2 (под ред. Дальского А.М., Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К. и др.) Изд. 5-е, испр. 2003г.-944с.

14. Металлорежущие станки. Каталог - М.: НИИмаш, 1981. - 238 с.

15. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. - М.: Машиностроение, 1979. - 656 с.

16. Синицын В.Т. Технологическая оснастка машиностроительного производства. Учеб. пособие. - Ярославль: Изд-во ЯГТУ. 2000. - 223 с. [2322].

17. Станочные приспособления: Справочник. Т. 1 и Т. 2 / Под ред. Б.Н. Вардашкина. - М.: Машиностроение, 1984. - Т.1 - 592 с; Т.2 - 656 с.

18. Шатин В.П. Справочник конструктора инструментальщика / В.П. Шатин, Ю.В. Шатин. - М.: Машиностроение, 1975. - 456 с.

19. Денисенко В.И. Расчет и конструирование режущих инструментов: Методическое пособие. - Владимир, 1973. - 166 с.

20. Иноземцев Г.Г. Проектирование металлорежущих инструментов: Учеб. пособие для вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты». - М.: Машиностроение, 1984. - 272 с.

21. Сенюков В.А. Практика по проектированию режущих инструментов: Учеб. пособие - Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2000. - 155 с. [2436].

22. Сенюков В.А. Проектирование протяжек для обработки цилиндрических отверстий: Учеб. пособие. - Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2000. - 64 с. [2351].

23. Щеголев А.В. Конструирование протяжек. - М.: Машгиз, 1960.

24. Протяжки для обработки отверстий/ Д.К. Маргулис, М.М. Тверской, В.Н. Ашихмин и др. - М.: Машиностроение, 1986. - 232 с., ил. - (Б-ка инструментальщика).

25. Грановский Г.И. Фасонные резцы / Г.И. Грановский, К.П. Панченко. - М.: Машиностроение, 1975. - 309 с.

26. Романов В.Ф. Расчеты зуборезных инструментов. - М.: Ма­ши­но­строение, 1969. - 254 с.

27. Справочник конструктора-инструментальщика: Под общ. ред. В.И. Баранчикова - М.: Машиностроение, 1994. - 560 с., ил. - (Библиотека инструментальщика)

28. Кузнецов Ю.И. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник / Ю.И. Кузнецов, А.Р. Маслов, А.Н. Байков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1990. - 512 л.: ил.

29. Обработка металлов резанием. Справочник технолога / Под общ. ред. А.А. Панова - М.: Машиностроение, 1988. - 736 с.

30. Режимы резания металлов. Справочник / Под ред. А.Д. Корчемкина - М.: НИИТавтопром, 1995. - 456 с.

31. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов. Справочник / Баранчиков В.И., Жавринов И.Д., Юдина И.Д. и др. - М.: Машиностроение, 1990. - 400 с.

32. Общемашиностроительные нормативы времени и режимы резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. В 2-х частях. - М.: Экономика, 1990. Ч.1 - 208 с.; Ч.2 - 240 с.

33. Нефедов Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту / Н.А. Нефедов, К.А. Осипов. - М.: Машиностроение, 1990. - 448 с.

34. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Мелкосерийное и единичное производство. - М.: НИИтруда, 1982. - 136 с.

35. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного на работы, выполняемые на металлорежущих станках. крупносерийное и массовое производство. - М.: НИИтруда, 1982. - 136 с.

36. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов: Учеб. пособие для вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты». - М.: Машиностроение, 1986. - 288 с.

37. Информационные ресурсы, размещенные на Web-странице О.Н.Ка­лачева http://tms.ystu.ru/

38. Калачев О.Н., Синицын В.Т. Применение вычислительной техники в курсовом и дипломном проектировании по технологии машиностроения: Учеб. пособие.- 2-е изд., перераб. и доп./ Яросл. политехн. ин-т. - Ярославль,1989. - 87 с. [1265].

39. Митрофанов В.Г., Калачев О.Н., Схиртладзе А.Г. и др. САПР в технологии машиностроения: Учебное пособие [УМО АМ]. - Ярославль, Яросл. гос. техн. ун-т, 1995.-298 с. [2021].

40. Автоматизация размерного анализа технологических процессов с помощью ЕС ЭВМ: Методические указания к практическим занятиям/ Сост.: О.Н.Калачев, В.Т.Синицын, А.М.Шапошников/ Яросл. политехн. ин-т, 1987. - 36 с. [1110].

41. Калачев О.Н. САПР технологических процессов: Лабораторный пра­к­тикум на IBM PC: Учебное пособие для вузов по спец." Технология машиностроения". - Яросл. политехн. ин-т.- Ярославль, 1991.- 147 с. [2511].

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

(обязательное)

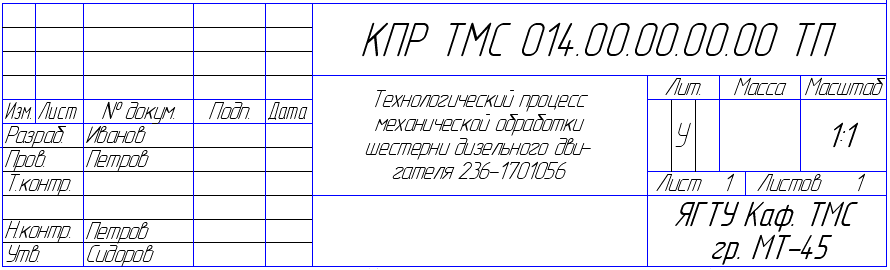
**РЕФЕРАТ**

58 с., 3 таблицы, 5 рисунков, 18 источников, 4 приложения

СТАНКИ С ЧПУ, РОБОТОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМП­ЛЕК­СЫ (РТК), АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, РАЗМЕРНЫЕ ЦЕПИ, ПРОГРЕССИВНАЯ ОСНАСТКА, СОКРАЩЕНИЕ ТРУДОВЫХ ЗАТРАТ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПЛОЩАДЕЙ, СНИЖЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

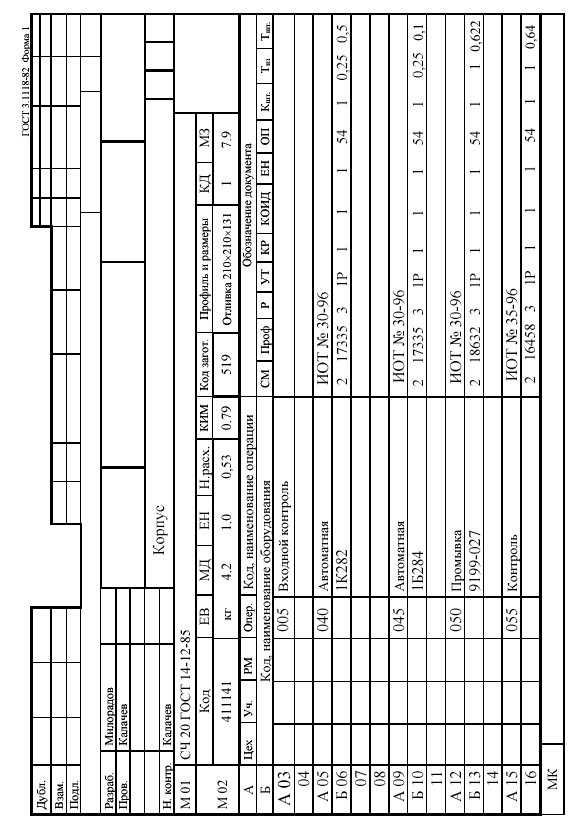
**Объект проектирования:** технологический процесс сборки коробки передач и механической обработки шестерен.

**Цель проектирования:** разработка технологического процесса сборки и механообработки с использованием компьютерных систем, применение станков с ЧПУ и РТК, позволяющих повысить производительность труда, снизить материальные и энергетические затраты при изготовлении шестерен коробки перемены передач двигателей ЯМЗ-238 ОАО «Автодизель». Применение новых видов технологической оснастки, автоматизация процесса сборки, автоматизация процесса механизации обработки с помощью промышленных роботов, изменение состава оборудования, сокращение производственных площадей и количества работающих.



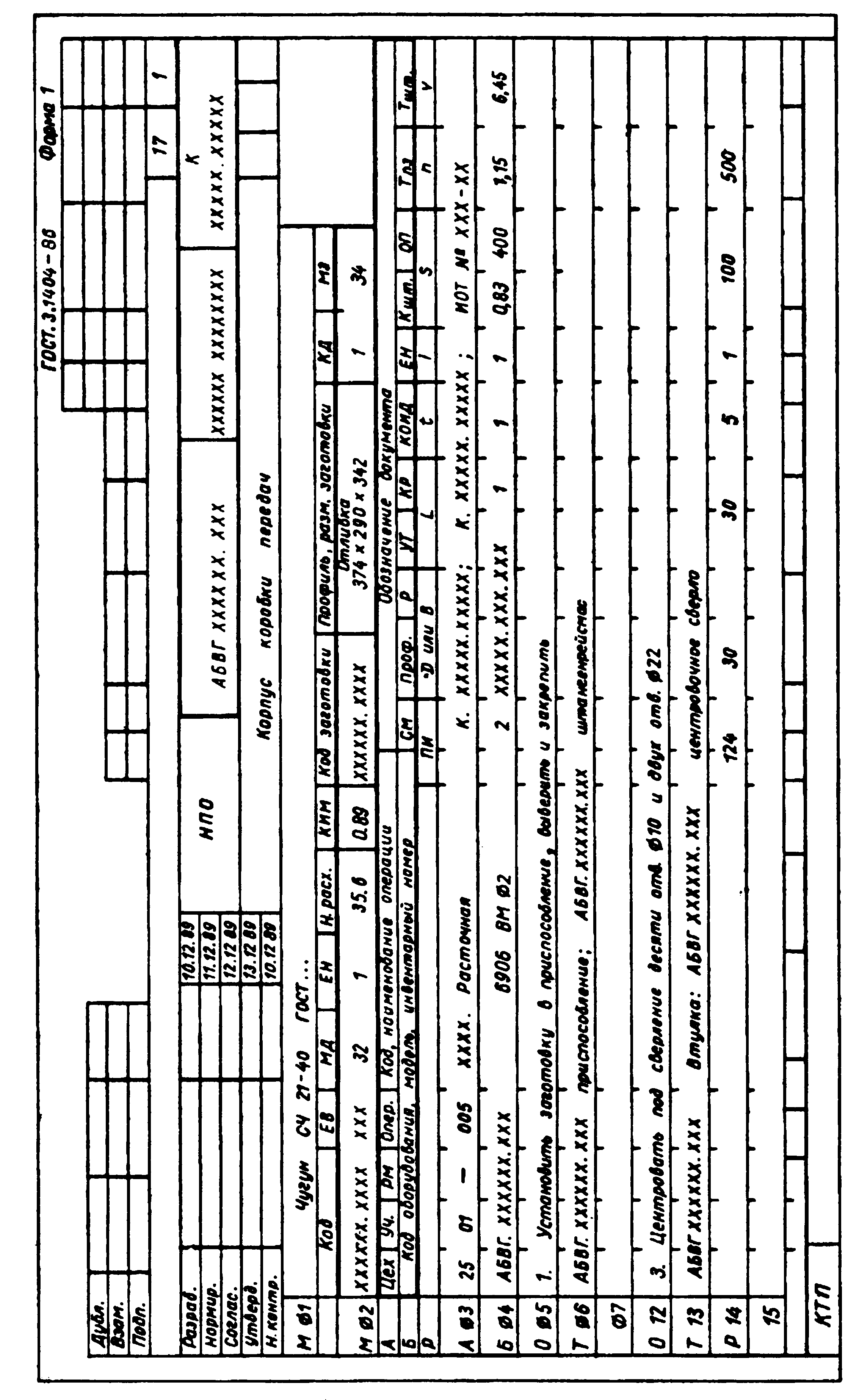
##### ПРИЛОЖЕНИЕ Б

###### Маршрутная карта технологического процесса



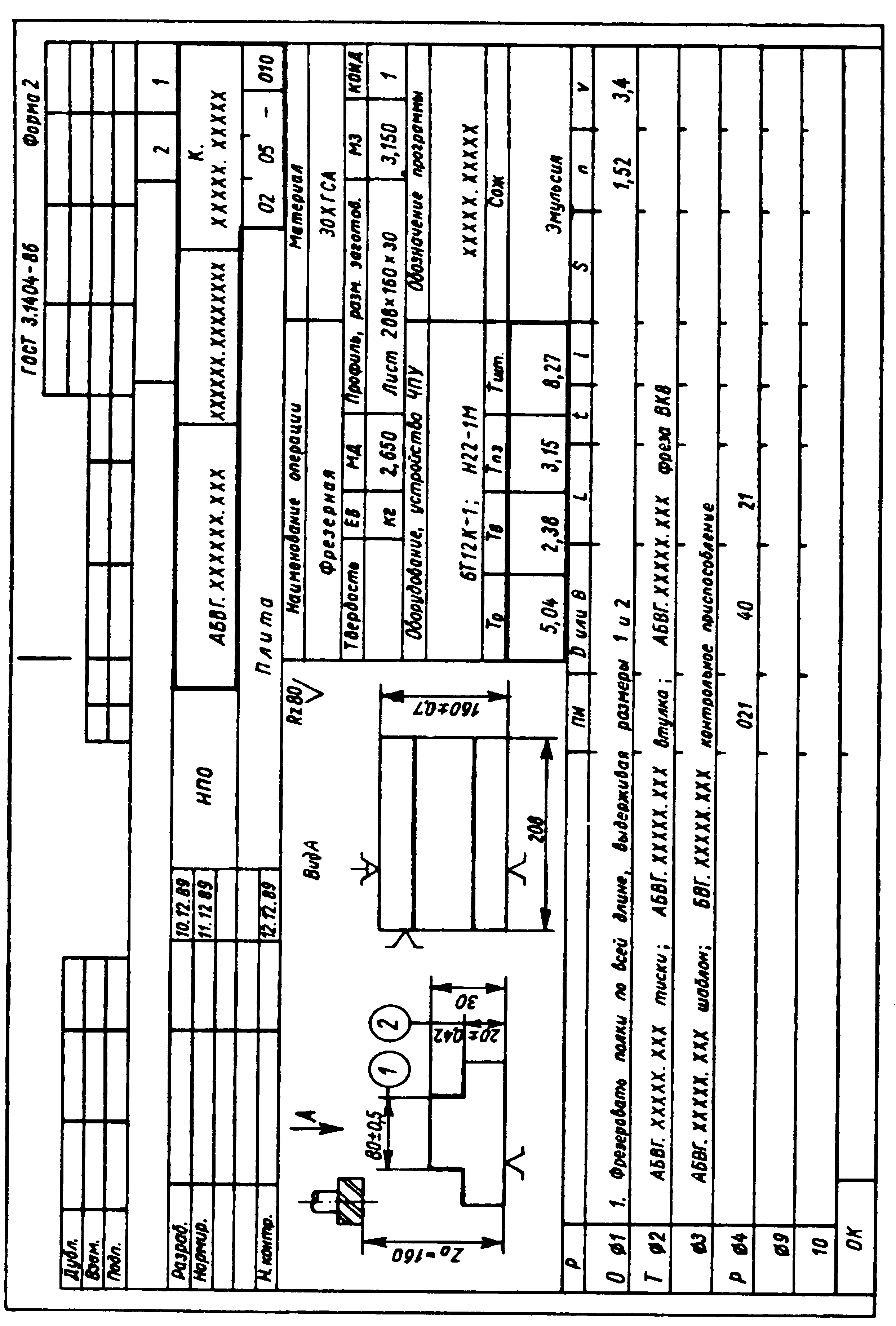
**ПРИЛОЖЕНИЕ В**

**Карта технологического процесса** (форма 1)



**ПРИЛОЖЕНИЕ В (окончание)**

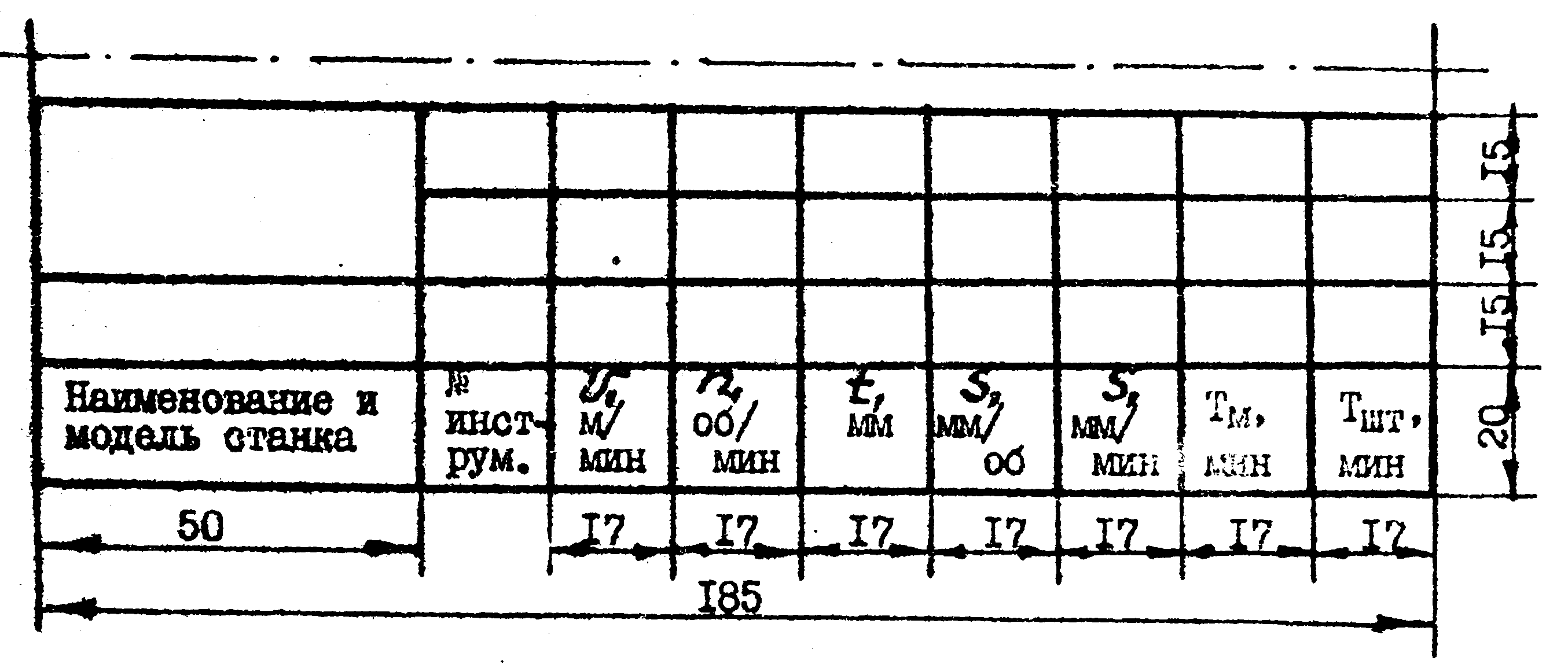
**Операционная карта технологического процесса (**форма 2**)**



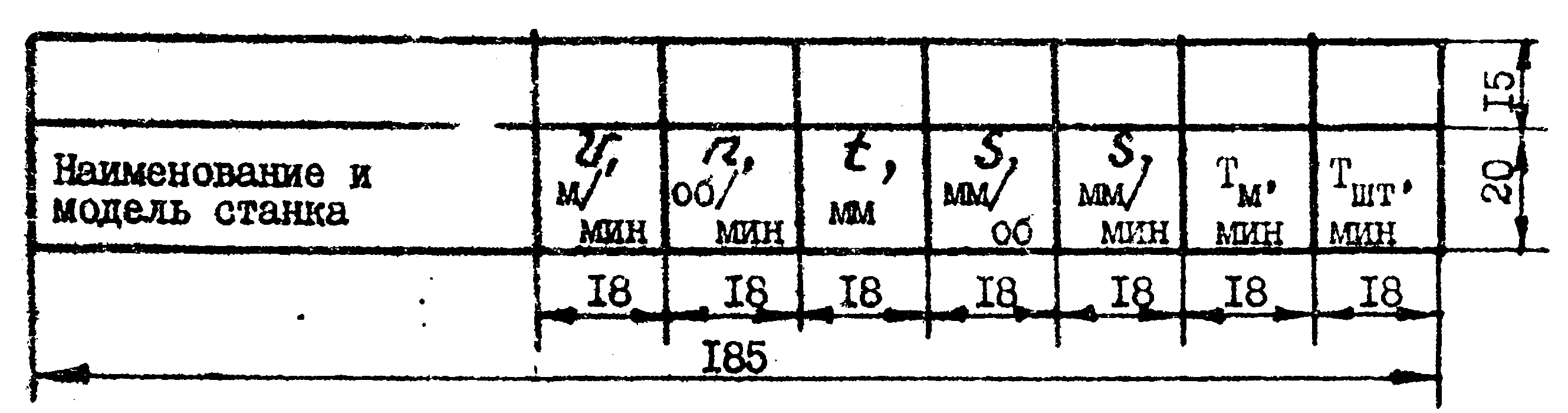
# ПРИЛОЖЕНИЕ Г

**Формы табличек операционных эскизов (карт наладок)**

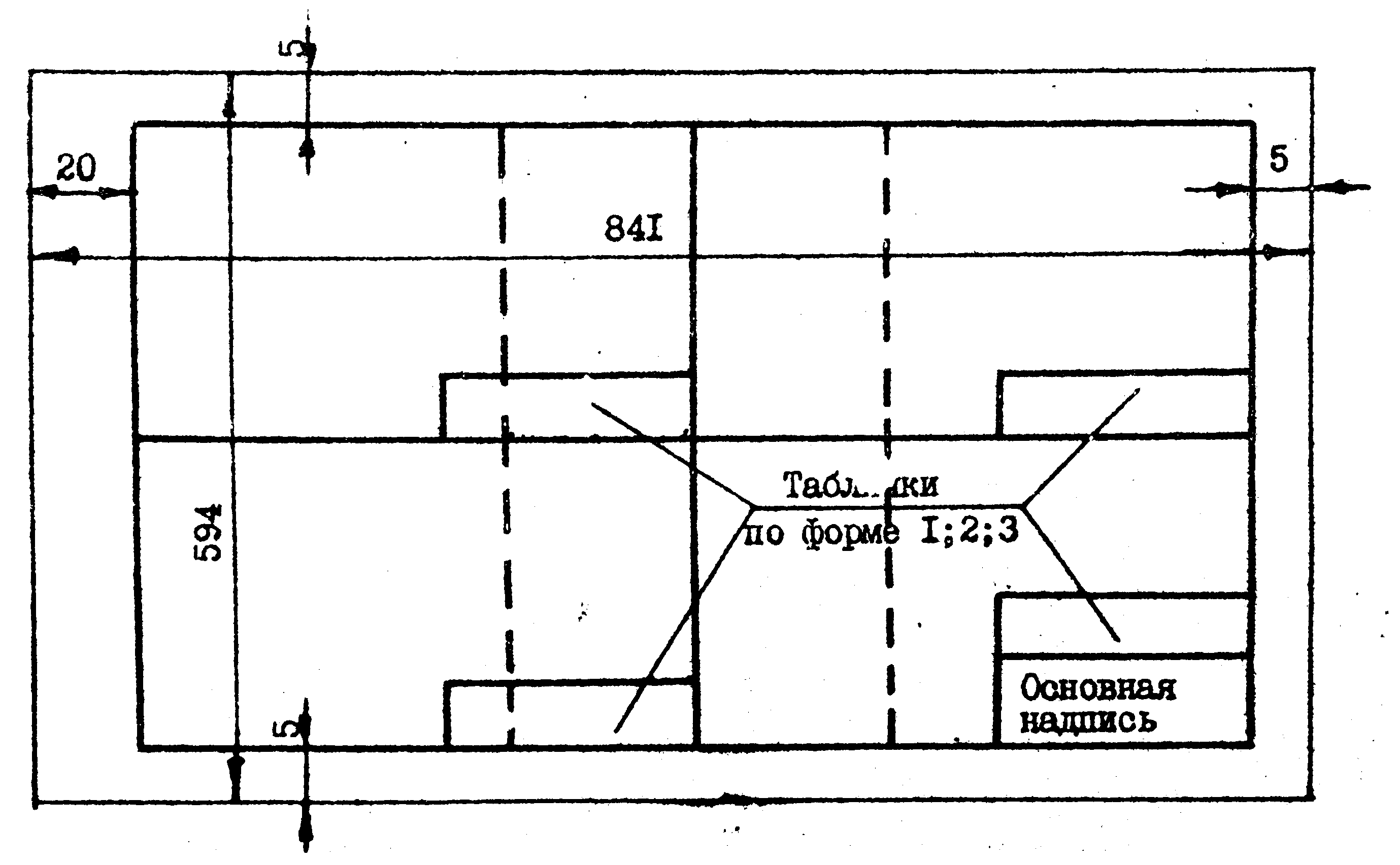
Форма 1 – многоинструментальная обработка



Форма 2 – одноинструментальная обработка

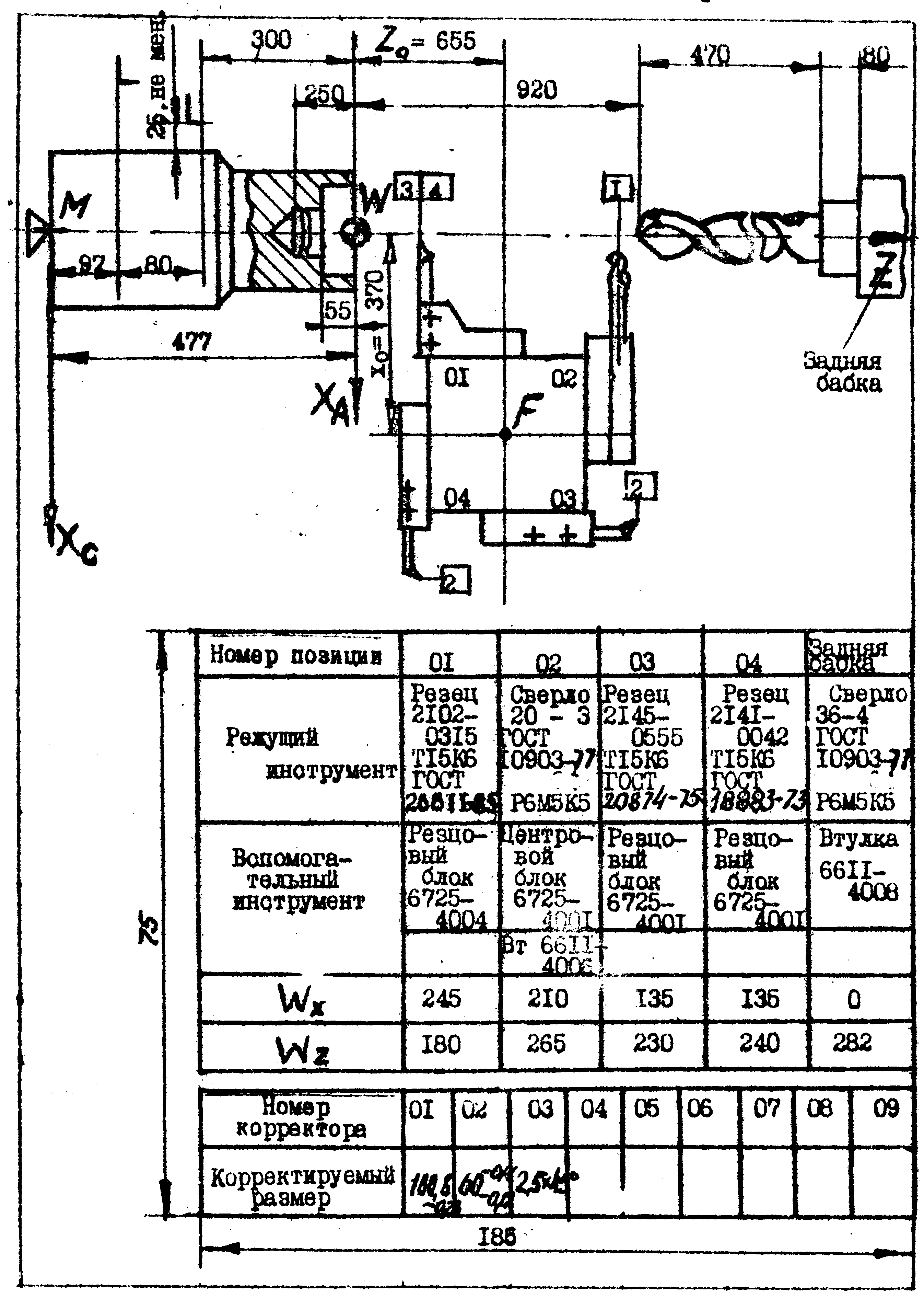


Расположение табличек на операционных эскизах



## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Пример карты наладки на обработку детали на токарном станке с ЧПУ



*C:\DOCUME~1\stud\LOCALS~1\Temp\Rar$DI02.438\Испр методичка2.doc*