

Министерство сельского хозяйства РФ  
Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Мичуринский государственный аграрный университет»  
Кафедра "Прикладной механики и конструирования машин"

УТВЕРЖДЕНО  
протокол № 30  
методической комиссии  
Инженерного факультета  
от 20 февраля 2006г.

## Методические указания

**по выполнению курсового проекта по теме:  
ТЕОРИЯ И РАСЧЕТ МАШИН ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ**

студентами дневного, заочного и дистанционного отделения,  
обучающимися по специальности  
*311500 "Механизация переработки  
сельскохозяйственной продукции"*



Мичуринск 2006

Методические указания составлены к.т.н. В.Ю. Ланцевым

Рецензент: доцент, к.т.н. К.А. Манаенков

Изложены основные положения при выполнении курсового проекта по дисциплине: «Теория и расчет машин для переработки сельскохозяйственного сырья».

Предназначено для самостоятельной работы студентов дневного, заочного и дистанционного отделения, обучающихся по программе подготовки инженеров-механиков.

Одобрено и рекомендовано к изданию методической комиссией Мичуринского государственного аграрного университета.



Введение.....	4
1. Состав и объем курсового проекта.....	5
2. Организация выполнения курсового проекта.....	7
3. Рекомендации к составлению разделов пояснительной записки...	9
4. Маркировка проектируемого оборудования, обозначение чертежей, схем, текстовых документов и проекта в целом.....	36
5. Содержание и оформление графической части.....	40
6. Рекомендации к оформлению пояснительной записки.....	43
7. Защита курсового проекта.....	53
Рекомендуемая литература.....	54
Приложения.....	55

## ВВЕДЕНИЕ

Современная действительность требует повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции, снижения материалоемкости конструкции, повышения производительности, долговечности и надежности машин. Особая роль в обеспечении этих требований принадлежит инженерам. Значительная роль в формировании облика инженера по направлению механизации переработки сельскохозяйственной продукции принадлежит дисциплинам специализации и, в частности, дисциплине «Теория и расчет машин для переработки сельскохозяйственного сырья».

Для закрепления и расширения теоретических знаний при изучении дисциплины студенты выполняют курсовой проект.

Курсовой проект – самостоятельная работа студента, основной целью и содержанием которой является развитие умений и навыков путем решения конструкторских или технологических задач, проведения инженерных расчетов, составления технико-экономического обоснования принимаемых решений, оформления графической части проекта, а также подготовка студентов к творческому решению конкретных задач проектирования с использованием средств вычислительной техники.

Темы курсовых проектов должны быть связаны с задачами по развитию соответствующей отрасли перерабатывающей промышленности, предусматривать разработку новых, более совершенных и экономически эффективных машин и аппаратов или модернизацию действующего оборудования, и как можно полнее учитывать конкретные потребности предприятий, являющихся базовыми. Объектом разработки могут быть опытно-промышленные и лабораторные аппараты и установки, предназначенные для исследования различных технологических процессов или конструктивного совершенства самих машин и аппаратов. При выборе темы необходимо учитывать основные тенденции и направления развития соответствующей отрасли.

### 1. СОСТАВ И ОБЪЁМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Содержание курсового проекта определяется индивидуальным заданием, которое выдается студенту на специальном бланке (приложение А). В нем указывают: конкретную тему, исходные данные, перечень подлежащих разработке вопросов с указанием их объёма и обязательных чертежей, срок сдачи работы и руководителя.

Работы, не имеющие утвержденного и оформленного на кафедре задания, к защите не принимают, а студенту, утерявшему задание, выдают новую тему.

Объем курсового проекта складывается из графической части (3 – 4 листа формата А1) и пояснительной записки с необходимыми эскизами,

расчётными схемами, графиками, таблицами, имеющую объём 30-50 страниц стандартного размера А4 (210x297 мм).

Пояснительная записка является документом, в котором излагают исчерпывающие сведения о выполненной работе. Материал, включаемый в пояснительную записку, должен быть обработан и систематизирован.

Общими требованиями к пояснительной записке является:

- чёткость построения;
- логичная последовательность изложения материала;
- убедительность аргументации;
- краткость и точность формулировок, исключая возможность субъективного и неоднозначного истолкования;
- конкретность изложения результатов работы;
- доказательность выводов и обоснованность рекомендаций.

Ниже приводится примерное содержание пояснительной записки и примерный объём:

	Кол-во стр.
Титульный лист (приложение Б)	1
Задание на проектирование	1
Содержание	1
Введение	1-2
1 Назначение и область применения проектируемой машины (аппарата)	
1.1 Назначение и область применения	1-2
1.2 Классификация и современные конструкции	3-6
1.3 Описание конструкции и принципа действия	2-3
2 Расчетная часть	
2.1 Технологические расчеты	2
2.2 Кинематические расчеты	2-3
2.3 Энергетические расчеты	1-2
2.4 Специальные расчеты (теплотехнические, гидравлические и др.)	3-5
2.5 Расчеты на прочность	5-7
2.6 Использование ЭВМ, САПР	2-5
3 Техническое обслуживание	1-3
4 Охрана труда, техника безопасности и санитарно-гигиенические требования	1-2
Заключение	1
Список использованной литературы	1-2
Спецификации к сборочным чертежам, выполненным в графической части проекта (приложение М)	1-2
<b>ВСЕГО:</b>	<b>30-50</b>

Графическая часть в зависимости от задания может включать:

- общий вид машины (аппарата);
- сборочный чертеж изделия (машины, аппарата);
- технологические, кинематические и другие схемы изделия;
- чертежи сборочных единиц с необходимым количеством изображений и чертежи оригинальных деталей.

Чертежи выполняют с соблюдением всех действующих стандартов ЕСКД.

## 2. ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●●

Выполнение курсового проекта начинают с момента получения задания примерно в следующей последовательности:

- 1) получив задание, студенту следует изучить рекомендованную литературу по теме проекта;
- 2) составить краткое описание (черновик) и эскиз аппарата или машины, выяснить назначение сборочных единиц и деталей;
- 3) обосновать выбор материала для изготовления важнейших сборочных единиц и деталей;
- 4) составить расчетные схемы и выполнить необходимые расчеты;
- 5) выполнить эскиз разрабатываемой сборочной единицы;
- 6) после проверки и утверждения расчетов руководителем приступить к выполнению графической части и оформлению пояснительной записки. При этом особо обращают внимание на необходимость соблюдения графика выполнения работы, указанного в задании.

Работа руководителя проводится индивидуально с каждым студентом в соответствии с графиком, определяющим календарные сроки выполнения отдельных разделов. На консультациях студент получает ответы на все возникающие у него вопросы, получает рекомендации по основным разделам, работу с указанием литературных источников, подлежащих изучению.

При выполнении проекта студенту рекомендуется иметь рабочую тетрадь, в которую делаются все записи, относящиеся к работе. В нее заносят все материалы, соображения, черновые расчёты, библиотечные шифры, названия книг и статей. Следует соблюдать правило: не пользоваться черновиками, отдельными листочками, случайными записями в записных книжках, блокнотах и т.д. Все, что относится к курсовому проекту, должно записываться только в рабочую тетрадь, там же должны выполняться все расчёты, вычерчиваться эскизы и прочее. В эту же тетрадь следует заносить все замечания и задания руководителя, а также отметки об их исполнении.

Литература, записанная в тетради, позволит при окончании работы

составить список использованной литературы, и библиотечные шифры значительно сократят время на поиск нужных источников. Тетрадь всегда должна находиться у студента при посещении библиотеки, на практике, при посещении руководителя.

Как показывает опыт, пояснительную записку нецелесообразно писать начерно, а потом переписывать. Лучше всего для пояснительной записки приобрести папку белой бумаги и писать сразу записку набело, нумеруя их карандашом. В случае помарок и ошибок испорченный лист можно заменить другим. Записку пишут по разделам в произвольной последовательности, но с соблюдением общего плана.

Следует иметь в виду, что написание записки очень трудоёмкое дело. Даже при полной ясности и хорошо подготовленном материале студент обычно пишет не более 10 страниц в день. Если учесть, что при написании записки возникают различные недоразумения и выявляются ошибки, требующие устранения, то окажется, что время, которое необходимо потратить на переписку, составит 5-6 дней активной работы. Поэтому целесообразней отдельные разделы записки параллельно писать с выполнением графических работ. Использование ЭВМ значительно облегчает работу.

### **3. ●●●●●●●● ● ●●●●●●● ●●●●●● ●●●●●●●●●● ●●●●●●**

#### ***3.1. Введение***

Данному разделу следует придать четкий аннотационный характер. В нем излагают общие соображения о состоянии и перспективах развития данной отрасли промышленности. Чётко формулируют: цель проектирования и средства достижения ее, актуальность и новизну темы, связь решаемых в проекте (работе) вопросов с общими задачами развития народного хозяйства страны, указывают значение разрабатываемого оборудования и обосновывают целесообразность разработки темы с учётом практических интересов производства.

#### ***3.2. Назначение и область применения проектируемой машины (аппарата)***

Этот раздел состоит из нескольких частей и представляет собой анализ научно-технической информации.

Из информационных материалов изучают состояние вопроса, получают сведения о назначении и области применения, о свойствах исходного сырья, об устройстве и принципе действия оборудования, о задачах и опыте усовершенствования техники.

##### ***3.2.1. Назначение и область применения***

Приводят краткую характеристику области и условий применения

машины (аппарата), общую характеристику цеха (участка, отделения, установки), для применения в котором предназначена разрабатываемая машина (аппарат).

### ***3.2.2. Классификация и современные конструкции***

Содержание этой части показывает умение студента ориентироваться в материале темы, четко представлять себе разновидности разрабатываемого оборудования, определять его назначение.

Желательно графическое представление этого материала в виде классификационных схем.

Кратко рассматривают отечественные и зарубежные конструкции, оборудования, аналогичного разрабатываемому, описывают их достоинства и недостатки. Содержание обзора должно показывать умение студента критически анализировать известный из литературных источников материал.

На основе проведенного анализа существующих конструкций обосновывают выбор конструкции и разрабатывают кинематическую схему проектируемой сборочной единицы (узла машины, агрегата), намечают основные направления ее усовершенствования.

Четко формулируется полное название проектируемого оборудования, его марка (раздел 4).

### ***3.2.3. Описание конструкции и принципа действия***

Приводят описание выбранной конструкции сборочной единицы, которое должно сопровождаться ссылками на соответствующий чертеж общего вида в графической части работы.

Обосновывают выбор конструкционных материалов с указанием их стойкости в соответствующих средах и условиях режима работы оборудования.

## ***3.3. Расчетная часть***

Расчетная часть состоит из технологического, кинематического, энергетического и конструктивного расчета, обосновывающего размеры всех основных элементов проектируемой машины (аппарата).

### ***3.3.1. Технологические расчеты***

Под технологическим расчетом проектируемого оборудования обычно понимается совокупность расчетов, связанных непосредственно с видом, особенностями и рабочими параметрами технологического процесса.

Основной целью технологического расчета является определение исходных значений величин, необходимых при выполнении конструкторской



проработки проектируемого оборудования, а также для проведения последующих специальных расчетов его отдельных элементов.

Задачи, решаемые при проведении технологического расчета обычно сводятся к определению основных технологических, конструктивных, силовых, кинематических и энергетических факторов, необходимых на начальном этапе проектирования и являющихся основой для последующего проведения конструкторских расчетных работ по созданию машины или устройства определенного технологического назначения.

Результаты технологического расчета дают возможность, опираясь на прогрессивную технологию, обосновать применение в промышленности выбранной машины или устройства. При этом предусматривают применение наиболее интенсивных технологических процессов.

При компоновке агрегата, машины выбирают оптимальный вариант технологического процесса, транспортные и перегружающие устройства и т.д. Все эти вопросы решают так, чтобы при соблюдении всех требований к качеству продукции издержки производства были наименьшими, а оборудование имело высокие конструктивные и технико-экономические показатели.

Основной характеристикой работы машины или устройства является их **производительность**, под которой понимают количество (массовое, объемное, штучное) продукции, полученное в единицу времени. Следует очень тщательно рассмотреть технологический процесс, реализуемый проектируемым объектом, и определить возможные потери продукции (отходы, брак и т. д.), а также потери времени, которые в реальном производстве неизбежны из-за простоев оборудования во время осмотра, чистки, ремонта и т. д., перебоев в подаче некондиционного сырья, полуфабрикатов, организационных простоев и других причин. Следовательно, производительность проектируемого объекта должна быть выше фактической (номинальной) производительности поточной линии, где устанавливается этот объект.

Если не учесть при проектировании эксплуатационные потери, то заданная выработка продукции на том производственном участке, где устанавливается проектируемый объект, фактически не будет достигнута. Таким образом, производительность  $Q$  на которую должен быть рассчитан проектируемый объект, определяют следующим образом:

$$Q = (G_T + \sum G_{II}) / (t_B + \sum t_{\text{э}}), \quad (3.1)$$

где  $G_T$ —требуемое количество продукции (массовое, кг, объемное, м<sup>3</sup> или штучное, шт.);

$\sum G_{II}$  — сумма возможных потерь продукции (кг, м<sup>3</sup>, шт.);

$t_B$  — время выдачи продукции (с, мин, ч);

$\sum t_{\text{э}}$  — эксплуатационные потери времени (с, мин, ч).

Так, в самом общем виде рассчитывают производительность любого оборудования, будь то поточная линия или производственный участок, от-

дельная машина или часть ее, т. е. любой проектируемый объект производственного назначения.

Полученная производительность является исходной для расчета всех остальных необходимых параметров проектируемого объекта. Она определяет как размеры самого объекта, так и отдельных его частей, рабочих объемов, накопительных или активных емкостей, габариты, форму и режим работы рабочих органов и деталей их привода и многое другое. Кроме того, от величины производительности зависят кинематические и силовые характеристики приводных механизмов, а также величины потребляемой энергии. От правильного нахождения указанных параметров в основном зависит работоспособность проектируемой конструкции, ее надежность и долговечность.

*Определение основных конструктивных параметров* проектируемого объекта (вместимости, емкости, рабочих объемов, размеров отдельных элементов конструкции и т. д.) в значительной степени зависят от принципа его работы: является ли объект машиной или устройством периодического или непрерывного действия, выдает готовую продукцию на своей стадии технологического процесса в виде отдельных порций (доз, поштучно) или в виде непрерывного потока.

Для определения конструктивных параметров обычно используют величину объемной производительности, которую находят из отношения:

$$W = G / r, \quad (3.2)$$

где  $G$  — массовая производительность (т. е. производительность по массе продукта, выданной в единицу времени), кг/с;

$\rho$  — плотность или насыпная масса продукта, кг/м<sup>3</sup>.

Зная объемную производительность  $W$  и суммарное время, затраченное на загрузку, обработку и выгрузку определенной рабочей емкости объекта  $\sum t$  находят вместимость  $V$  (м<sup>3</sup>) этой емкости

$$V = W \cdot \sum t. \quad (3.3)$$

Полученную вместимость корректируют, умножая ее на соответствующий коэффициент, учитывающий определенные поправки (на запас емкости, расширение или вспенивание продукта, неравномерное его распределение и т. д.), а затем определяют габаритные размеры емкости, задаваясь ее формой и некоторыми размерами, исходя из конструктивных соображений.

Для объекта непрерывного действия объем элемента, пропускающего поток продукта  $V$  (м<sup>3</sup>), определяется величиной объемной производительности  $W$  (м<sup>3</sup>/с) и временем технологической обработки продукта в этом объеме  $\tau$  (с) или временем технологической операции

$$V = W \cdot t. \quad (3.4)$$

Как уже было отмечено выше, для объекта непрерывного действия обычно определяют скорость потока продукта. Эту величину, обычно бе-

рут из таблицы или принимают на основании практического опыта эксплуатации подобных устройств либо берут по данным экспериментальных исследований. При известной скорости потока  $v$  (м/с) можно определить его фактическое сечение

$$F = W / u, \quad (3.5)$$

а также длину потока  $L$  (м), если при этом происходит его обработка

$$L = u \cdot t, \quad (3.6)$$

где  $t$  - длительность технологической операции, с.

По найденной величине сечения потока легко определить сечение канала, учитывая реальный процесс течения материала, т.е. вводя поправочные коэффициенты на неравномерность заполнения канала, неравномерность или колебание скорости, установку в канале различных конструктивных элементов, сопротивление потоку и т.п. По найденному таким образом сечению канала легко определить его размеры при заданной геометрической форме.

Если технологический процесс связан с передачей теплоты через поверхность теплообмена, то площадь последней  $F$  (м<sup>2</sup>) можно определить, пользуясь известными уравнениями:

$$F = Q_T / k \cdot \Delta t \cdot t, \quad (3.7)$$

где  $Q_T$  — количество передаваемой теплоты, Дж;

$$Q_T = G \cdot C_{cp} (t_2 - t_1), \quad (3.8)$$

$G$  — количество продукта, кг;

$C_{cp}$  — средняя теплоемкость продукта, Дж (кг К);

$t_1, t_2$  — соответственно начальная и конечная температуры продукта, К;

$k$  - коэффициент теплопередачи, Вт (м К);

$\Delta t$  - средняя разность температур теплоносителей, К;

$t$  - продолжительность процесса передачи теплоты, с.

Затем в зависимости от конфигурации поверхности теплообмена определяют ее конструктивные размеры.

Обычно поточная линия, производственный участок или технологическая машина имеют несколько различных устройств, пропускающих через себя и обрабатывающих продукт, которые могут быть периодического либо непрерывного действия. Студенту следует досконально разобраться в заданном технологическом процессе, расчленив его на отдельные элементы по выполнению определенных технологических операций, тщательно и обоснованно определить производительность и, принимая во внимание вышеуказанное, обосновать выбор конструктивных параметров каждого элемента.

### 3.3.2. Кинематические расчеты

Кинематическая схема разрабатывается при конструировании новой

или модернизации старой машины.

Основные кинематические параметры рабочих органов необходимо знать для того, чтобы получить единицу продукции (или единицы промежуточного продукта) в строго определенный отрезок времени - рабочий цикл. Поэтому, обрабатывая продукт (непрерывно и периодически) рабочие органы должны иметь заданный ритм движения, перемещаясь с необходимой скоростью или частотой вращения. Можно определить указанные кинематические параметры, пользуясь формулами производительности. Для этого формулы преобразовывают в уравнения, выраженные относительно интересующих нас кинематических параметров (обычно относительно скорости).

Полученные кинематические параметры основных рабочих органов машины необходимо проверить на оптимальные и критические значения. Например, на основе данных установлены оптимальные значения скоростей различных жидкостей в трубопроводах. Следовательно, и рабочие органы машины, создающие эти скорости, сами должны иметь определенные параметры движения.

Большое значение имеет величина ускорения рабочего органа, так как при большом ускорении возрастает сила инерции, действующей как на обрабатываемый объект, так и на рабочий орган. При большом значении силы инерции (критическом ускорении) может нарушиться запланированная связь рабочего органа и продукта, в результате чего технологическая операция будет выполнена некачественно.

Кинематическая схема представляет собой чертеж, на котором с помощью условных графических обозначений (приложение В) дано изображение всех элементов привода, начиная от электродвигателя до рабочих органов, их соединение и взаимоположение, направленное на осуществление, управление, регулирование и контроль заданных законов движения.

Выполняя кинематический расчет привода устройства, определяют основные кинематические параметры, которые должны быть указаны затем на кинематической схеме. При проектировании оборудования автоматического действия кинематическая схема должна быть увязана с циклограммой его работы.

Циклограммы разрабатывают для взаимной увязки структуры исполнительного механизма, в состав которого входит рабочий орган, обрабатывающий продукт, и кинематики отдельных звеньев этого механизма. В циклограмме отражены совокупность, продолжительность и соотношение рабочих и холостых ходов, а также остановок (выстоев) рабочих органов устройства при выполнении им заданных технологических операций в пределах одного кинематического цикла. Циклограмма дает наглядное представление о согласованной работе отдельных механизмов, приводящих в движение рабочие органы при выполнении технологических операций. По циклограмме можно также определить кинематическое взаимо-

действие всех рабочих органов в любой момент времени и при необходимости найти конкретные значения таких параметров, как величина перемещений, скорости и ускорения.

На практике в самом общем случае кинематический расчет предполагает следующее:

1. Определение общего передаточного отношения от вала электродвигателя до вала, на котором крепится ведущее звено исполнительного механизма.

2. Определение общего передаточного отношения всей кинематической цепи привода между отдельными передаточными механизмами, составляющими эту цепь.

Передаточные отношения отдельных механизмов выбираются по справочным данным в пределах, указанных в учебниках и справочниках по деталям машин в зависимости от типа механизма.

3. Определение конструктивных размеров каждого передаточного механизма. Для зубчатых и цепных передач - это определение числа зубьев, для ременных передач - это определение расчетного диаметра шкивов и т. д.

4. Определение частоты вращения каждого звена, каждого передаточного механизма (каждого вала) кинематической цепи.

5. Для вариаторов скоростей - определение предельных (максимальных и минимальных) значений передаточных отношений и частоты вращения выходного вала.

6. Определение скоростей поступательно движущихся элементов передаточных механизмов (реек, плунжеров и т. д.).

В каждом конкретном случае должны выполняться лишь необходимые расчеты, соответствующие конкретной схеме. При простых кинематических схемах нет смысла расчленять расчет на перечисленные этапы, он может выполняться без такого подробного деления и частично даже в другой последовательности. Конечно, это требует согласования с руководителем проекта.

Кинематические схемы и циклограммы рекомендуется помещать в пояснительной записке.

Кинематический расчет является исходным для силового расчета машины или отдельных механизмов, а также для энергетического расчета.

### ***3.3.3. Энергетические расчеты***

Энергетический расчет, как правило, сводится к определению мощности электродвигателя. Соответствующие рекомендации обычно приводятся в учебной и научно-технической литературе. Необходимо только учитывать, кроме всех затрат энергии на полезную работу, также и потери различного рода (на сопротивление, на нагрев, на преодоление динамических нагрузок и т. д.).



Кроме того, следует учитывать, что в целом ряде технологических процессов пусковая мощность машин может значительно превышать номинальную, вычисленную для установившегося режима работы. Это может быть связано, например, с изменением свойств продукта в процессе.

Следовательно, во всех случаях необходимо сначала выяснить затраты энергии, а потом уже рассчитать мощность привода.

По сумме всех затрат энергии определяется потребляемая мощность, в соответствии с которой по справочным материалам подбирается электродвигатель (надо указать его тип и характеристику, марку, частоту вращения вала).

### ***3.3.4. Специальные расчеты***

Отдельные виды расчетов, условно относимых к специальным, (теоретического характера, теплотехнические, гидравлические и др.). Такого рода расчеты, ввиду их значимости, могут быть выделены в пояснительной записке в отдельный раздел.

*Теплотехнические расчеты и определение основных конструктивных размеров аппаратов.*

Во всех отраслях пищевой промышленности многие технологические процессы связаны с использованием теплоты: некоторые виды сырья, полуфабрикатов и готовых продуктов подвергаются нагреванию, охлаждению, выпариванию, высушиванию и т. п. При этом применяется большое количество видов теплоиспользующих установок, в том числе теплообменников и выпарных аппаратов, сушилок и т. п. По характеру процесса теплообменные аппараты разделяются на аппараты периодического или непрерывного действия. При проектировании теплообменной аппаратуры необходимо знать, что, несмотря на многообразие, все теплообменные аппараты должны отвечать определенным общим требованиям. К этим требованиям относятся: высокая тепловая производительность, экономичность в работе, обеспечение заданных технологических условий процесса и высокого качества готового продукта, простота конструкции, компактность, надежность в работе, удобства монтажа, соответствие требованиям охраны труда и правилам Госгортехнадзора. Каждое из этих требований достигается определенными приемами и методами. Высокая тепловая производительность определяется интенсивным теплообменом, поддержанием оптимального режима работы.

Обеспечение заданных технологических условий процесса и высокого качества продукта достигается выбором оптимальных температур теплоносителей, правильным расчетом поверхности теплообмена, строгой цикличностью или непрерывностью процесса и удобством его регулирования.

При проектировании теплообменных аппаратов рассчитывают расход теплоносителя (пара, воздуха или воды) на подогрев, охлаждение или

выпаривание продукта, площадь поверхности теплообмена, конструктивные размеры: рассчитывают также на прочность основные детали аппарата.

Различают два вида расчетов аппаратов: конструктивные и поверочные.

Конструктивный расчет производится тогда, когда известны параметры теплоносителей на входе и выходе и их расход или расход теплоты (производительность аппарата). В этом случае предварительно выбирают конструкцию аппарата, а затем определяют общую поверхность теплообмена, конструктивные размеры поверхности теплообмена и основных элементов, а затем рассчитывают на прочность основные детали аппарата.

Поверочные расчеты выполняют для определения возможности использования готовых аппаратов для заданного процесса или определенных условий, обеспечивающих оптимальный режим работы аппаратов.

Тепловой расчет теплообменных аппаратов основан на совместном решении уравнения теплового баланса и уравнения теплопередачи. Из уравнения теплового баланса можно найти количество теплоты, расходуемой на тепловой процесс, а также расход теплоносителей (например, пара и воды). Уравнение теплопередачи позволяет определить площадь поверхности теплообмена, необходимую для проведения теплообменного процесса.

*Определение расхода теплоносителя.*

*Расход теплоносителя для теплообменников непрерывного действия при неизменном агрегатном состоянии продукта.*

Расход охлаждающего агента или греющего пара (первичного теплоносителя) для охлаждения или подогрева продукта (вторичного теплоносителя) определяют в следующей последовательности. Вначале составляют тепловой баланс процесса. Начальную и конечную температуру теплоносителей принимают в соответствии с технологическим процессом. Удельную теплоемкость теплоносителей определяют по справочным данным. Количество обрабатываемого пищевого продукта бывает, как правило, известно.

При необходимости в уравнении теплового баланса учитывают и расход теплоты на нагрев аппарата во время его пуска.

*Расход теплоносителя для теплообменников непрерывного действия при изменяющемся агрегатном состоянии продукта.*

К теплообменным аппаратам такого типа можно отнести, например, вакуум-аппарат для уваривания карамельной массы и др.

Расход пара в этих теплообменных аппаратах также определяют из уравнения теплового баланса. Входящие в это уравнение величины находят следующим образом.

При расчете аппарата задают его производительность по исходному продукту или по готовому продукту, тогда одна из них может быть опре-

делена из уравнения баланса сухих веществ. Начальную температуру продукта определяют из условий технологического процесса, конечную температуру кипения продукта находят по справочным данным в зависимости от его концентрации и абсолютного давления в камере, куда выходит продукт. Теплоемкость продуктов находят обычно по справочным данным в зависимости от их температуры и концентрации (приложение Ж).

Параметры греющего пара выбирают так, чтобы его температура была на 15—20 С<sup>0</sup> выше температуры кипения продукта. Как правило, на пищевых предприятиях в качестве нагревающего агента используют насыщенный водяной пар со средним давлением 0,6—0,8 МПа. Приняв для расчета его рабочее давление, можно по таблицам свойств водяного насыщенного пара найти его температуру и другие параметры. Количество вторичного пара (выпариваемой влаги) определяют обычно из уравнения материального баланса. Параметры вторичного пара зависят от абсолютного давления в вакуум-камере и определяют по тем же таблицам.

*Расход теплоносителя для теплообменников периодического действия.*

Расход пара в теплообменных аппаратах периодического действия определяют также из уравнения теплового баланса, вид которого зависит от характера теплового процесса (охлаждения или нагревания).

*Определение площади поверхности теплообмена.*

Площадь поверхности теплообмена, необходимую для проведения теплового процесса в нагревающих и охлаждающих аппаратах, определяют из уравнения теплопередачи.

При расчете коэффициентов теплопередачи наибольшие трудности представляет определение коэффициентов теплоотдачи. Величина этих коэффициентов зависит от гидродинамических факторов (скорости, ламинарного или турбулентного характера движения теплоносителей), физических факторов (вязкости, плотности, теплоемкости и других параметров теплоносителей), а также геометрических параметров поверхности теплообмена. Теорию этих расчетов можно найти в литературе по теплопередаче, процессам и аппаратам пищевых и химических производств, теплообменным аппаратам пищевых производств и т. п.

*Расчет основных конструктивных размеров теплообменных аппаратов.*

Вначале из уравнения расхода определяют размеры сечения трубопроводов, патрубков, штуцеров и каналов для прохода теплоносителей.

В аппаратах с трубчатой поверхностью теплообмена вначале определяют количество теплообменных трубок одного хода. Общая поверхность теплообмена складывается из поверхностей всех трубок. Затем рассчитывают и определяют число ходов трубного пространства, общее количество трубок в многоходовом аппарате, выбирают способ размещения трубок в трубных решетках, расстояние между трубками и другие конструктивные



параметры.

В аппаратах со змеевиковой поверхностью теплообмена площадь ее равна геометрической поверхности трубы змеевиков. При конструировании змеевиков обычно задаются определенным отношением длины трубы змеевика к ее диаметру. Незначительные особенности имеют расчеты конструктивных размеров пластинчатых теплообменников, спиральных теплообменников и теплообменников типа «труба в трубе».

Сферические двутельные котлы обычно выполняют в виде сферического сегмента, а не в виде полусферы. Приближенные расчеты можно вести как для котла, выполненного в виде полусферы. Расчет аппаратов специального назначения выполняют согласно методикам, изложенным в соответствующей литературе в зависимости от условий технологического процесса и той отрасли промышленности, где предполагается установка аппарата.

#### *Гидравлические расчеты.*

Составление гидравлической схемы аппарата со всеми трубопроводами и элементами арматуры. Рассчитывают потери давления на преодоление трения потоками теплоносителей и местных сопротивлений в трубопроводах и арматуре (в зависимости от режимов движения, шероховатости труб с учетом коэффициентов местных сопротивлений).

В аппаратах специального типа, имеющих пористые (зернистые) слои и насадки, определяют эквивалентный диаметр, а затем с учетом режима движения жидкости определяют потери давления.

В зависимости от расхода теплоносителя и давления, необходимого для его перекачивания по всем магистралям аппарата с учетом ранее найденных потерь давления, подбирают насосы и электродвигатели для их привода.

#### **3.3.5. Расчеты на прочность**

При проектировании любой машины или аппарата необходимо рассчитывать различные механические передачи и их отдельные элементы, соединения, муфты, валы и оси, подшипники, корпуса и другие детали.

Расчеты на прочность включают:

а) определение толщины стенок роторов, обечаек, патрубков, днищ, крышек, проверку необходимости укрепления участков, ослабленных отверстиями, расчеты фланцевых соединений, укрепляющих деталей, трубных решеток, компенсаторов, опор;

б) выбор типа и определение основных размеров перемешивающих устройств, подбор подшипников, деталей привода и т.п.;

в) выбор конструкции и определение размеров тепловой изоляции и др.

Приступая к механическим прочностным расчетам, прежде всего следует составить расчетную схему с нанесением внешних сил и вероят-

ных точек их приложения. Затем определяют величины, направление и точки приложения внешних сил и моментов. Указывают соображения, ссылки на рекомендации по конструктивной форме деталей, их материалов, особенностям изготовления.

В результате механических расчетов должны быть уточнены размеры всех основных элементов оборудования, определен их вес, а также уточнен материал для изготовления (приложения Г, Д, Е). В необходимых случаях по конструктивным соображениям корректируют размеры машин и аппаратов.

При выполнении расчетов можно задаваться необходимыми недостающими параметрами продукта (приложение Ж) и процесса его переработки, не указанными в исходных данных задания. Они выбираются либо на основании подобных параметров в смежных отраслях промышленности из литературных источников, либо на основании производственного опыта работы в промышленности.

Наиболее ценны расчеты сложных нестандартных деталей, отличающиеся от расчетов элементарных деталей машин.

Текстовой и расчетный материал рекомендуется, необходимо максимально снабжать иллюстрациями (схемами, эпюрами и т. д.).

Важным показателем совершенства конструкции является условие равнопрочности и равной долговечности элементов. Наличие в конструкции хотя бы одного недостаточно прочного или недостаточно долговечного элемента снижает надежность конструкции в целом. На практике встречаются случаи, когда различные элементы конструкции рассчитывают на различную долговечность или на различный ресурс наработки до предельного состояния. Например, валы, как правило, рассчитывают на неограниченный, а подшипники на ограниченный ресурс. При этом допускают замену подшипников при очередных плановых ремонтах. Расчет подшипников на большой ресурс в некоторых случаях мог бы привести к неоправданному завышению массы и габаритов конструкции в целом. Ограниченный ресурс имеют цепи, ремни и некоторые другие элементы. Важно, чтобы ни один из этих элементов не выходил из строя раньше намеченного срока очередного планового ремонта.

Ниже приведены основные этапы расчета различных деталей и узлов машин и аппаратов. Методика расчетов, необходимые данные и расчетные формулы даны в учебниках по курсу «Детали машин» и соответствующих справочниках.

*Расчет корпусов, крышек и днищ аппаратов.*

*Тонкостенные корпуса аппаратов и трубы, работающие под внутренним избыточным давлением.* Определяют разрывающую силу в продольном сечении корпуса от действия внутреннего избыточного давления и уравнивающую силу от напряжения, возникающего в металле стенки корпуса от действия разрывающей силы. Приравнивая обе силы и под-

ставляя в полученное выражение значение допускаемого напряжения, возникающего в металле продольного сечения аппарата, определяют толщину стенки корпуса аппарата.

*Толстостенные цилиндрические корпуса, работающие под давлением.* Определяют толщину стенки корпуса в зависимости от отношения наружного диаметра к внутреннему.

*Цилиндрические корпуса, работающие под внешним избыточным давлением.* Определяют толщину стенки корпуса, работающей на сжатие. Проверяют расчетную толщину стенки корпуса аппарата на устойчивость. Для этого используют формулу критического давления. Принимают определенный запас устойчивости (для горизонтальных  $m=5$ , а для вертикальных  $m=4$ ) и определяют толщину стенки корпуса из выражения для критического давления.

*Крышки и днища аппаратов.* Определяют толщину стенок крышек и днищ аппаратов в зависимости от их формы и усилий нагружения.

*Механические передачи.*

*Прямозубые и косозубые цилиндрические и прямозубые конические передачи.* Задают или выбирают число зубьев зацепляющихся колес в соответствии с кинематическим расчетом и конструктивными соображениями. Минимальное возможное число зубьев колеса — 17.

Задают (для ненагруженных передач) или определяют расчетом на прочность модуль зацепления передачи  $m$  (мм), округляя его до ближайшего большего значения. Предпочтительный ряд модулей: 1; 1,25; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20.

Для косозубых передач еще определяют торцевой модуль, зная угол наклона зубьев на делительном цилиндре ( $\beta=8—22^\circ$ ).

Для конических передач задают по конструктивным соображениям угол между осями колес.

Определяют:

диаметры делительных окружностей колес;

межосевое расстояние между колесами;

угол делительного конуса колес;

диаметры окружности выступов колес;

длину образующей делительного конуса.

Задают по конструктивным соображениям ширину зубчатого венца колеса. Допускается подбирать ширину зубчатого венца колеса  $B$  (мм) по следующим соотношениям:

для прямозубых колес  $b = (2 - 6)m$ ,

для косозубых колес  $b = (5 - 10)m$ ,

для конических колес  $b = (0.25 - 0.3)L$ ,

где  $m$  — нормальный модуль зацепления, мм;

$L$  — длина образующей делительного конуса, мм.

Производят проверку на прочность зубчатой пары по допускаемому

напряжению изгиба и допускаемому контактному напряжению для материала зуба колес. В случае получения неудовлетворительного результата увеличивают величину модуля или ширину зубчатого венца колеса, а иногда и то и другое вместе. Затем проводят повторный расчет зубчатой пары по вышеизложенной методике.

*Червячные передачи.* Задают или выбирают число заходов червяка и число зубьев червячного колеса в соответствии с кинематическим расчетом и конструктивными соображениями.

Следует помнить:

- точность однозаходных червяков обычно выше точности многозаходных;
- число заходов червяка больше четырех применять не рекомендуется;
- число зубьев червячного колеса должно находиться в пределах от 30 до 70 (оптимальный режим работы пары).

Задают (в ненагруженных передачах) или определяют расчетом осевой модуль зацепления, округляя его до ближайшего большего значения. Предпочтительный ряд модулей: 1,1.25; 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10.

Определяют условный угол обхвата червячного колеса. Допускается подобрать угол обхвата (град) по следующим отношениям:

для силовых передач	90—120;
для неответственных передач	60—90;
для несиловых ответственных передач	45—60.

Определяют коэффициент, учитывающий число модулей в диаметре делительной окружности червяка. Допускается использовать табличные значения коэффициентов: 8,10; 12,5; 16; 20; 25.

Определяют:

- диаметры делительных окружностей колеса и червяка;
- межосевое расстояние между колесом и червяком;
- диаметры окружностей выступов червяка и колеса;
- длину нарезной части червяка;
- ширину червячного колеса.

Производят проверку на прочность зубчатой пары по допускаемым напряжению изгиба и контактному напряжению для материала зубчатой пары.

*Цепные передачи.* Задают или выбирают:

- число зубьев звездочек в соответствии с кинематическим расчетом и конструктивными соображениями. Минимально возможное число зубьев звездочки  $z=9-11$
- шаг применяемой цепи  $t$  (мм) в зависимости от частоты вращения меньшей звездочки и числа ее зубьев.

Необходимо иметь в виду, что с увеличением шага цепи увеличива-

ется неравномерность движения привода и возрастают ударные нагрузки. Выбранную втулочно-роликовую цепь проверяют на работоспособность по числу ударов звена в секунду, которое определяют после нахождения количества звеньев цепи, межосевое расстояние между звездочками. Наибольшее расстояние  $A_{\max}=80t$ .

Определяют:

скорость набегания цепи на звездочку или среднюю скорость цепи;  
количество звеньев цепи, значение которого желательно округлять

до

ближайшего четного числа;

уточняют расчетное межосевое расстояние между звездочками;

определяют нагрузку на валы и опоры звездочек;

Производят проверку выбранной цепи по допустимым удельным давлениям в шарнирах и разрывному усилию.

Определяют номинально допустимую мощность, передаваемую рассчитанной цепной передачей.

*Ременные передачи.* Задают или выбирают:

- диаметры шкивов в соответствии с кинематическим расчетом и конструктивными соображениями;

- межосевое расстояние между шкивами в соответствии с конструктивными соображениями.

Определяют:

угол обхвата меньшего шкива ремнем (для плоскоремennых передач минимальный угол обхвата  $150^\circ$ , для клиноремennой передачи минимальный угол обхвата  $120^\circ$ );

длину ремня. Для клиноремennой передачи расчетную длину ремня округляют до ближайшего стандартного значения. После этого определяют окончательно межосевое расстояние; ширину ремня для плоскоремennой передачи; допускаемую мощность, передаваемую ремennой передачей; сечение и количество клиновых ремней в зависимости от передаваемой мощности и их скорости;

число пробегов приводных ремней в единицу времени для обеспечения нормальной долговечности.

*Грузовые или ходовые винтовые передачи.*

Определяют (ориентировочно):

внутренний диаметр винта по пониженному (примерно на 30%) допускаемому напряжению;

шаг винта из условия, что должно быть самоторможение винта, т. е. угол подъема винтовой линии должен быть меньше угла трения в зацеплении. Проверяют:

прочность винта на совместное действие сжатия и кручения по допускаемому приведенному напряжению; на устойчивость винта (продольный изгиб) по формуле Эйлера при условии, что гибкость стержня больше

предельной. При гибкости меньше предельной винт проверяют по критическому напряжению. При гибкости меньше 60 расчет на устойчивость не производят.

Определяют:

высоту гайки;

условие, необходимое для подъема груза (для грузового винта), и скорость перемещения гайки.

*Храповые передачи.* Предварительно определяют или задаются числом зубьев храпового колеса в соответствии с необходимым углом поворота храпового колеса за один кинематический цикл механизма.

Определяют:

фактический угол поворота храпового колеса;

ширину зубчатого венца храпового колеса;

модуль храпового колеса, округляя его до нормального;

диаметр окружности выступов храпового колеса.

Проверяют храповую передачу на линейное удельное давление. В случае получения неудовлетворительного результата увеличивают модуль или ширину зубчатого венца храпового колеса, а иногда и то и другое вместе. Затем проводят повторный расчет передачи по вышеописанной методике.

*Разъемные и неразъемные соединения.*

*Шпоночные соединения.*

Выбирают по конструктивным соображениям тип, сечение и количество шпонок. Если на валу имеется ряд шпонок, которые установлены на различных по диаметру ступенях вала, то рассчитывают шпонку на ступени наименьшего диаметра.

Проверяют:

призматическую шпонку на смятие рабочих граней и на срез в опасном сечении;

сегментную шпонку на смятие выступающей части и на срез в опасном сечении;

торцовую шпонку на смятие ее узкой грани;

цилиндрическую шпонку на срез диаметрального сечения и на смятие боковой поверхности.

В случае получения неудовлетворительного результата при проверке выбранной шпонки увеличивают сечение или количество шпонок и повторяют проверочные расчеты.

*Шлицевые соединения.* Выбирают по конструктивным соображениям тип шлицевого соединения.

Проверяют боковые поверхности зубьев шлицевого соединения на смятие.

*Заклепочные соединения.* Выбирают по конструктивным соображе-



ниям тип, сечение и количество заклепок.

Проверяют заклепки по допускаемым усилиям в соединении. В зависимости от типа нагружения расчет соединения может быть на смятие, срез и растяжение.

*Сварные соединения.* Выбирают по конструктивным соображениям тип сварного шва и его основные размеры.

Подбирают для электросварки тип электрода в зависимости от материала свариваемых деталей и условий процесса сварки (ручная, автоматическая сварка).

Проверяют сварные соединения на допускаемое напряжение в зависимости от типа соединения деталей. Кроме того, при действии на сварное соединение изгибающего момента и продольной силы условие прочности находят из расчета нормальных или касательных напряжений в сварном шве.

*Резьбовые соединения.* Выбирают по конструктивным соображениям тип болта или винта, их диаметр и количество в соединении.

Проверяют прочность элементов соединения в зависимости от условий нагружения на растяжение или сжатие, на срез и смятие.

Усилие, действующее на болты или винты в клеммных соединениях, рассчитывают из условия, что момент трения в клеммном соединении должен равняться внешнему моменту или для надежности быть больше последнего примерно на 20%. Далее из уравнения прочности болта и винта, работающего на растяжение, определяют его размер.

Усилие, действующее на винты или болты во фланцевом соединении, определяют как сумму усилия от давления среды, открывающего крышку от фланца и силы нормального давления на прокладку, обеспечивающую плотность и герметичность соединения. Далее определяют усилие, приходящееся на один болт, и из уравнения прочности болта или винта, работающего на растяжение, определяют его диаметр.

*Валы и оси.*

*Валы.* Задают диаметры вала по конструктивным соображениям.

Далее проверяют вал расчетом на прочность и жесткость, так как вал, рассчитанный только на прочность, может не обеспечить нормальной работы зубчатых колес и подшипников, если под действием передаваемых усилий он будет чрезмерно деформироваться.

Определяют:

крутящий момент на валу с учетом КПД и окружной скорости, силы, действующие на вал и подшипники (составляют расчетную схему нагружения вала);

реакции в опорах в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и полные реакции;

изгибающий момент в опасном сечении (строят эпюры моментов);

диаметр вала из расчета на прочность;

угол наклона упругой линии в расчетном сечении в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и суммарный угол;

прогиб в расчетном сечении в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и суммарный прогиб.

Сравнивают допускаемое значение угла наклона упругой линии и величины прогиба вала в расчетном сечении с расчетными и принимают решение о пригодности вала к эксплуатации.

*Оси.* Задают диаметр оси по конструктивным соображениям.

Проверяют диаметр выбранной оси только из расчета прочности на изгиб.

*Муфты.*

Задают тип муфты в соответствии с конструктивными соображениями и условиями эксплуатации.

Подбирают конструктивные размеры муфт обычно по таблицам в справочном материале в зависимости от диаметра соединяемых валов и допускаемого крутящего момента, передаваемого муфтой.

Проверяют:

для втулочных муфт — на срез штифты, шлицы или шпонки, используемые для передачи крутящего момента;

для фланцевых муфт — болты, шпильки или пальцы, передающие крутящий момент.

Черные болты (поставленные с зазором) — на растяжение, а если используются чистые болты (поставленные без зазора) — на срез.

*Подшипники.*

*Подшипники скольжения.* Определяют окружную скорость шейки вала для радиальных подшипников, а для упорных — скорость точки, находящейся от оси вращения на расстоянии  $2/3$  радиуса пяты, удельное давление в подшипнике по действующему на него усилию и его конструктивным размерам.

Производят проверку расчетного значения удельного давления в подшипнике по допускаемому значению.

Определяют произведение удельного давления на окружную скорость вала и проверяют его по допустимому значению.

*Подшипники качения.* Подбирают тип подшипника, исходя из условий эксплуатации конструкции конкретного подшипникового узла в соответствии с размерами и основными характеристиками подшипников. Определяют:

условную нагрузку, которая учитывает как характер и направление действующих нагрузок, так и особенности кинематики и температуру узла;

коэффициент работоспособности подшипника по эмпирическому уравнению.

Подбирают по таблицам номер подшипника, соответствующий рас-



считанному коэффициенту работоспособности.

### ***3.3.6. Использование ЭВМ, САПР***

Если при выполнении курсового проекта применялась ЭВМ для выбора оптимального варианта конструкции, оптимизации производственного процесса, расчета отдельных элементов изделия и др., то в этом разделе даются результаты расчета.

### ***3.4. Техническое обслуживание***

Приводят основные требования по техническому обслуживанию, ежедневному, периодическому техническому уходу, схема и карта смазки машины.

### ***3.5. Охрана труда, техника безопасности и санитарно-гигиенические требования***

Приводят основные требования охраны труда, техники безопасности и санитарно-гигиенические требования, предъявляемые к разработанной конструкции, в соответствии с действующими нормативно-техническими актами, и реализуемые при эксплуатации машины (аппарата) в промышленных условиях.

### ***3.6. Заключение***

Кратко излагают итоги работы, отмечают элементы новизны, достоинства этого решения и собственного творчества студента в разработке конструкции узла машины (аппарата). Высказывают суждение о практической полезности работы.

### ***3.7. Список использованной литературы***

Сведения об литературных источниках, включенных в список, необходимо давать в соответствии с ГОСТ 7.1-84.

1. Библиографический список размещается в конце основной части.
2. Литература перечисляется в алфавитном порядке фамилий авторов или названий (когда автор не указан). Порядковый номер обозначается арабскими цифрами без знака «№». Допускается, но не рекомендуется располагать литературу в порядке появления ссылок в тексте работы.

Допускается разделение списка литературы по языкам, т.е. сначала книги на русском языке, потом - на иностранных языках. Но при этом нумерация источников должна быть сквозной.

Возможны другие варианты выделения источников; это зависит от характера работы.

3. Сведения о книгах, брошюрах должны включать: фамилию и инициалы автора (авторов), заглавие издания, место издания, издательство, год издания, количество страниц. Название места издания указывается без со-

кращений, в именительном падеже. Допускается сокращение только для двух городов: Москва (М) и Ленинград (Л), Санкт-Петербург (СПб).

Сведения о статье из периодического издания должны включать: фамилию и инициалы автора, заглавие статьи, название издания (журнала), название серии (если таковое имеется), год выпуска, том (при необходимости), номер выпуска (журнала), страницы, на которых напечатана статья.

Заглавия издания, название периодического издания, фамилию инициалы авторов следует приводить в том виде, в каком они даны на титульном листе с соответствующими дополнениями (например: пояснением содержания, назначением, указанием о переводе, языке оригинала, повторности издания и т. п.).

4. Нормативными материалами (ГОСТ 7.1-84 с дополнениями) рекомендуется следующее оформление библиографического описания источников (таблица).

Характеристики источника	Пример оформления
Однотомные издания: один, два или три автора	Иванов С. С., Филатова О. А. Технический контроль в хлопкопрядении. М: Легкая индустрия, 1998. -240 с.
пять и более авторов	Технический контроль в машиностроении: справочник проектировщика / В. Н.Чупырин, И. М. Дунаев, В. Г. Шолкин и др.; Под ред. В. Н. Чу-пырина. -М.: Машиностроение, 1987. -512 с.
Составная часть документа: статья из газеты	Гусев Б. Н. Эффективность студенческой науки / Рабочий край. - 1987. - 8 января.
статьи из журнала	Гусев Б. Н. Совершенствование обозначений физических величин в текстильном материаловедении // Изв. вузов., Технология текстильной промышленности. - 1996. - №6. - с. 102-103.
статья из книги	Ткач М. М. Технологическая подготовка гибких производственных систем // Гибкие автоматизированные производственные системы / Под ред. Л. С. Ямпольского. - Киев: Наукова думка, 1985.- С. 42-48.
статья из трудов конференции	Гусев Б.Н. Научные проблемы проектирования систем обеспечения качества текстильных предприятий // Теория и практика разработки оптимальных технологических процессов и конструкций в текстильном производстве: Тез. докл. межд. научи, конф. 19-22 ноября 1996. -Иваново, 1996.-С. 197-198.
Многотомные издания: издание в целом отдельный том	Книга о книгах: Библиогр. пособие. - М: Книга, 1969-1970. 3т. Книга о книгах: Библиогр. пособие. - Т. 1 . - М. Книга, 1969.-407 с.
Переводные издания	Хофманн Д. Техника измерений и обеспечения качества (справочная книга): Пер. с нем. - М.: Энергоатомиздат, 1983. -472 с.

4. ...., ....., ....., ....., .....



Структура обозначения изделий по предметной системе имеет следующий вид: И.ХХ.ХХ.ХХХ, где И — индекс изделий; первые два знака предназначены для указания порядковых номеров комплексных групп; вторые — для указания порядковых номеров простых групп; последние три знака — для указания порядковых номеров узлов и деталей.

Индекс (марка) проектируемого оборудования составляется из трех букв:

Ø первая буква определяет основную отрасль промышленности, для которой проектируется оборудование;

Ø вторая - определяет технологическую сущность (назначение) оборудования;

Ø третья - определяет разновидность оборудования; для новых разработок может быть использована первая буква фамилии автора проекта.

Отраслям пищевой промышленности присваиваются следующие индексы – буквы:

Разное пищевое оборудование	А
Бродильно-спиртовая, дрожжевая, пивоваренная, винодельческая и безалкогольная	В
Комбикормовая	Д
Мукомольно-крупяная	Б
Рыбная	И
Консервная, пищеконцентратная и витаминная	К
Макаронная	Л
Маслобойная	М
Молочная	О
Сахарная и крахмало-паточная	П
Элеваторная	У
Мясная	Ф
Хлебопекарная	Х
Кондитерская	Ш

**Пример.** Рассмотрим в качестве примера экспериментальную модель гидромеханического экстрактора — машины, предназначенной для интенсивного извлечения витамина С из плодов шиповника.

Поскольку получением витамина С занимаются в витаминной промышленности, то первая буква индекса этой машины обозначается **К**. В качестве второй буквы индекса гидромеханического экстрактора примем **Э**, которая будет характеризовать ее технологическую сущность — экстракцию (извлечение одного вещества из другого). В качестве конструктивной особенности машины подчеркнем наличие в ней турбулизаторов и соответственно этому выберем для третьего знака индекса букву **Т**. Итак,

индекс обозначения гидромеханического экстрактора будет состоять из трех букв: **КЭТ**.

Если производительность машины составляет 2 т/ч, то полная марка изделия КЭТ -2.

Чертеж общего вида машины имеет обозначение КЭТ-2.00.000 ВО.

Сборочная единица высшего порядка - 01, входящая в сборочную единицу КЭТ-2.00.000, обозначается КЭТ-2.01.000 СБ.

Сборочная единица высшего порядка 29, входящая в указанное изделие, обозначается КЭТ-2.29.000 СБ.

Сборочная единица низшего порядка 010, входящая непосредственно в сборочную единицу КЭТ-2.00.000, обозначается КЭТ-2.00.010 СБ.

Сборочная единица 010, входящая в сборочную единицу высшего порядка 01 того же изделия, обозначается КЭТ-2.01.010 СБ.

Деталь 001, непосредственно входящая в сборочную единицу КЭТ-2.00.000, обозначается КЭТ-2.00.001. Деталь 001, входящая в сборочную единицу высшего порядка 01 того же изделия, обозначается КЭТ-2.01.001.

Детали, входящие в сборочную единицу низшего порядка, которая в свою очередь входит в сборочную единицу высшего порядка, обозначаются как детали, входящие в сборочную единицу высшего порядка. Например, деталь 006 входит в сборочную единицу 010, которая в свою очередь входит в сборочную единицу высшего порядка 01; обозначение такой детали КЭТ-2.01.006.

Детали, входящие в сборочную единицу низшего порядка, которая в свою очередь входит непосредственно в сборочную единицу (изделие), обозначаются также, как детали, непосредственно входящие в изделие. Например, деталь 003 входит в сборочную единицу 020, которая в свою очередь входит непосредственно в КЭТ-2.00.000; обозначение такой детали КЭТ-2.00.003.

Шифры документов:

Общий вид	ВО
Сборочный чертеж	СБ
Габаритный чертеж	ГЧ
Монтажный чертеж	МЧ
Теоретический чертеж	ТЧ
Таблицы	ТБ
Пояснительная записка	ПЗ
Буквенно-цифровые индексы документов	
Электрическая схема	Э
Пневматическая схема	П
Кинематическая схема	К
Комбинированная схема	С
Структурная схема	1
Функциональная схема	2

Принципиальная схема	3
Соединения (монтажная)	5
Общая	6
Расположения	7

**Пример** обозначения технологической принципиальной схемы – ТЗ, кинематической принципиальной – КЗ.

На каждом документе проекта (чертеже, текстовом материале) указывается его обозначение. Оно вписывается в соответствующие графы основной надписи.

Для всех видов чертежей применяют форму основной надписи по ГОСТ 2.104-68 (см. рисунок 1).

В текстовых документах (спецификациях, пояснительной записке) применяют форму основной надписи по рисунку П.1 (для первого листа) и по рисунку П.2 (для последующих листов).

В графах основных надписей указывается следующее:

- в графе 1 - наименование изделия (сборочной единицы) в именительном падеже единственного числа при прямом порядке слов (для чертежей и спецификаций) или название раздела (для пояснительной записки);
- в графе 2 - обозначение документа (чертежа, пояснительной записки);
- в графе 3 - обозначение материала детали (для рабочих чертежей детали) или тема проекта (для сборочных чертежей и пояснительной записки);
- в графе 4 - литер, присвоенный документу (для учебных документов - У);
- в графе 5 - массу изделия в килограммах без указания единицы измерения;
- в графе 6 - масштаб изображения в соответствии ГОСТ 2.302-68;
- в графе 7 - порядковый номер листа (на документах из одного листа графу не заполняют);
- в графе 8 – общее количество листов документа (графу заполняют только на первом листе);
- в графе 9 – сокращенные наименования учебного заведения, кафедры, номер учебной группы, год выпуска документа (МичГАУ, «ПМКМ» 41-м, 2004).

				КП.30.017.04 - КЭТ.2.01.000 СБ <sup>(2)</sup>			
Изм.	Лист	№ докум.	Год.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Иванов				у <sup>(4)</sup>	95 <sup>(5)</sup>	12,5 <sup>(6)</sup>
Пров.	Петров				Лист <sup>(7)</sup>	Листов <sup>(8)</sup>	
Т.контр.					Гидромеханический экстрактор		
И.контр.					МичГАУ, "ГМКМ"		
Утв.	Сидоров				41-М, 2004 <sup>(9)</sup>		
				Копировал		Формат А3	

Рисунок 1

## 5. ●●●●●●●● ● ●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●

Объем и состав графической части определяется руководителем курсового проекта. Как правило, графическая часть включает:

**Лист 1.** Чертеж общего вида (приложение И).

Для полной информации о всем изделии в целом, его эксплуатационной характеристике, основных размерах, взаимной связи отдельных сборочных единиц и деталей, о присоединительных поверхностях и их размерах составляют чертеж общего вида.

Чертеж должен легко восприниматься. Его не надо загромождать мелкими деталями и элементами узлов — сборочные единицы и детали изображают на чертеже упрощенно. Винты и гайки показывают осевыми линиями, кроме тех, которыми отдельные узлы крепят к плите (раме), а плиту — к полу, потолку, цеховой колонне и др. Так как обычно все болты для крепления плиты (рамы) к полу цеха одинаковые, вычерчивают только один болт, а положение остальных показывают осевыми линиями. Так же изображают и болты для крепления сборочных единиц к плите (раме) привода.

Чертеж общего вида изделия должен содержать:

- изображение изделия;
- полное или частичное изображение устройства, к которому крепят изделие;
- габаритные размеры: длину, ширину и высоту;
- присоединительные и монтажные размеры (размеры опорных поверхностей, диаметры и координаты крепежных отверстий, зазоры между торцами деталей, расстояние между осями сборочных единиц и др.);
- техническую характеристику, в которой приводят основные пока-



затели изделия в соответствии с установленными техническим заданием.

**Лист 2 и 3.** Сборочный чертеж основной сборочной единицы (приложение К) и схему сборки (приложение Л).

Сборочный чертеж должен содержать изображения всех деталей, входящих в эти изделия. Виды, разрезы, сечения, выносные элементы должны давать полное представление о конструкции каждой детали.

Детали типа тел вращения (валы, колеса, стаканы, втулки и др.) полностью выявляет одна проекция. Для выявления конструкции более сложных деталей требуется несколько проекций, разрезов и сечений.

Сечения и выносные элементы, относящиеся к этим видам, выполняют в масштабе 1:1 или в масштабе увеличения (2:1, 4:1).

При выполнении курсового проекта студент должен отчетливо представлять себе не только конструкцию и взаимодействие деталей, но и назначение отдельных конструктивных элементов.

На сборочных чертежах рабочего проекта стандартами ЕСКД рекомендовано ряд деталей изображать упрощенно, например, подшипники качения, детали резьбовых соединений. В учебных проектах такие упрощения недопустимы. В связи с этим подшипники качения изображают в разрезе и вычерчивают их по правилам.

При вычерчивании резьбовых соединений обязательно следует показывать зазоры между стержнем болта (винта, шпильки) и отверстием детали, запасы резьбы и запасы глубины сверления.

На изображениях деталей следует показывать канавки для выхода инструмента, а также след инструмента на выходе при фрезеровании зубьев и пазов.

На сборочном чертеже приводят следующие данные:

- габаритные размеры: длина, ширина, высота;
- размеры присоединительных поверхностей: выступающих концов валов и опорных поверхностей корпуса;
- основные расчетные параметры передач;
- сопряженные размеры: диаметры и посадки на валах, обозначения шлицевых соединений, размеры и посадки резьбовых соединений, координаты отверстий в корпусе и крышке под крепежные болты и др.;
- размеры, входящие в состав размерных цепей;
- свободные размеры задают с учетом технологии изготовления и удобства контроля;
- техническую характеристику изделия;
- технические требования к изделию;

Кроме того, на сборочном чертеже показывают номера позиций сборочных единиц и деталей. Номера позиций приводят на полках, расположенных параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения. Их группируют в строчку или колонку по возможности на одной горизонтали или вертикали.

Номера позиций наносят на чертеже один раз.

Допустимо делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций для группы крепежных изделий, относящихся к одному и тому же месту крепления.

Шрифт номеров позиций должен быть на один-два размера больше, чем шрифт, принятый для размерных чисел на том же чертеже.

#### **Лист 4.** Рабочие чертежи деталей (приложение Н).

Рабочие чертежи деталей в совокупности с техническими условиями должны содержать все необходимые данные, определяющие форму, размеры, допуски, материал, термическую обработку, отделку и другие сведения, необходимые для изготовления и контроля деталей.

Выполнение графической части следует начинать с эскизов, которые переносят на ватман только после выяснения всех деталей чертежа.

Очень много времени занимает оформление чертежа: вычеркивание и заполнение основных надписей, спецификаций и т.д. На это обычно уходит не менее половины времени работы над листом. В среднем на один лист приходится затрачивать от двух до пяти дней активной работы.

Не следует сдавать чертежи на проверку руководителю, не проверив их еще раз самостоятельно. При проверке чертежей могут возникнуть новые мысли, решения, варианты, отчего ценность работы может возрасти.

## **6. ●●●●●●●● ● ●●●●●●● ●●●●●●●●●● ●●●●●●**

При оформлении пояснительной записки к курсовому проекту должен соблюдаться ряд требований, определяемых ГОСТ 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам» с учетом специфики документа учебного характера и требований учебного заведения.

Ниже приводятся единые требования ко всем видам текстовых документов, в том числе и к пояснительным запискам к курсовым проектам.

### **6.1. Общие требования**

1. Текст должен быть написан или напечатан на нелинованной писчей бумаге стандартного формата А4 (210x297 мм). Текст следует размещать на одной стороне.

Текст должен быть написан черными чернилами, аккуратно, четким почерком, без помарок. Средняя плотность записи 30-35 строк, в каждой строке должно быть примерно 35-40 знаков. При использовании компьютерного набора текст печатают кеглем 14 через 1,5 интервала. При машинописной печати текст следует печатать через 2 интервала.

Опечатки, описки, графические неточности (не более 5 поправок на странице) следует устранять черными чернилами или тушью после аккуратной подчистки. Повреждение листов, помарки, следы не полностью удаленного прежнего текста (графики) не допускаются.



2. Текст на листе следует располагать с учетом следующих правил:
  - расстояние от рамки формы до границ текста в начале и в конце строк не менее 3 мм.
  - расстояние от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней рамки должно быть не менее 10 мм.
  - абзацы в тексте начинают отступом, равным пяти ударам пишущей машинки (15-17 мм).

Пример выполнения текстового документа приведен в приложении

П.

3. Каждый раздел (главу) текста рекомендуется начинать с нового листа. Это же относится ко всем структурным частям работы (введению, заключению, приложениям и др.).

Каждый пункт текста и перечисление записывают с абзаца, т. е. с отступом от начала строки, равным 15 мм или трем ударам клавиши пропуска каретки. Цифры, указывающие номера пунктов, не должны выступать за границу абзаца.

Наименования разделов (глав) и подразделов (параграфов) - заголовки - должны быть краткими. Названия разделов печатают заглавными буквами (допускается выделение их жирным шрифтом), названия подразделов - печатают строчными буквами (первая буква, естественно, заглавная; допускается выделение жирным шрифтом). Заголовки не подчеркивают.

Переносы слов в заголовках не допускаются, точки в конце заголовков не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Расстояние между заголовком и последующим текстом должно быть равным 15 мм, при машинописном способе - трем интервалам. Расстояние между заголовками раздела (главы) и подраздела (параграфа) - два интервала. Расстояние от последней строки текста до заголовка следующего подраздела - четыре интервала.

4. Нумерация страниц должна быть сквозной, включая титульный лист, таблицы, графики, компьютерные распечатки. Номер страницы на Титульном листе не ставят.

5. Числа в тексте следует писать, соблюдая следующие правила:

- однозначные количественные и порядковые числительные, если среди них нет единиц измерения величины, пишут словами (например: по первому варианту);
- сложные прилагательные, первой частью которых являются числительные, а второй - метрические меры, проценты и т. п., пишут так: 10%-ный, 5-метровый, но трехполюсный, трехколесный и т. д.;
- не ставят падежные окончания в порядковых числительных, если они расположены за существительным, к которому относятся (например: в табл. 10, на рис. 5, см. приложение 2).

6. Текст на иностранных языках, в т. ч. отдельные слова, должен быть напечатан или вписан от руки тушью или черными чернилами. Не

допускается частичное печатание отдельных букв и частичное вписывание их от руки.

7. Разделы работы должны иметь порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами.

Подразделы должны иметь порядковые номера в пределах каждого раздела. Номера подразделов состоят из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. Как разделы, так и подразделы могут состоять из одного или нескольких пунктов.

Пример нумерации раздела, подразделов, пунктов и подпунктов:

2 - второй раздел;

2.1 - первый подраздел второго раздела;

2.1.1 - первый пункт первого подраздела второго раздела;

2.1.1.1 - первый подпункт первого пункта первого подраздела второго раздела.

Содержащиеся в тексте пункта или подпункта перечисления требований, указаний, положений можно обозначать арабскими цифрами со скобкой, например: 1), 2), 3) и т. д. Каждое перечисление после круглой скобки начинают со строчной буквы. После каждого перечисления ставится точка с запятой, после последнего - точка. Использование для этих целей букв русского и латинского алфавитов (строчных или заглавных) не рекомендуется.

8. Условные буквенные обозначения (символы) величин, условные графические обозначения (математические и др.) должны удовлетворять требованиям государственных стандартов (приложение Р).

Не следует использовать разные символы для обозначения одной и той же величины или, наоборот, применять один символ для разных величин. Обозначения величин записывают прописными и строчными буквами латинского и греческого алфавитов.

Формулы могут располагаться непосредственно в тексте (простые и короткие формулы) или отдельными сроками. Формулы можно вписывать от руки. Формула не должна нарушать синтаксический строй фразы, поэтому в тексте знаки препинания ставят в соответствии с обычными грамматическими правилами.

Двоеточие перед формулой ставят лишь в тех случаях, когда оно необходимо по правилам пунктуации: 1) когда в тексте перед формулой содержится обобщающее слово; 2) когда этого требует построение текста, предшествующего формуле.

Знаки препинания между формулами, следующими одна за другой и не разделенными текстом, отделяют запятой или точкой с запятой. Эти знаки препинания помещают непосредственно за формулами до их номера.

Значения буквенных символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны расшифровываться непосредственно под формулой.

Значение каждого символа дают с новой строки в той последовательности, в какой они указаны в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него. В этом случае после формулы ставят запятую.

Знаки препинания в расшифровке расставляют следующим образом:

- между символом и расшифровкой ставят тире;
- внутри расшифровки единицы измерений отделяют от текста запятой;
- после расшифровки перед следующим символом ставят точку с запятой;
- в конце последней расшифровки ставят точку.

При подстановке численных значений величин, которые входят в формулу, числа располагаются в порядке расположения величин. После подстановки числовых значений величин пишут окончательный результат вычислений, опуская промежуточные вычислительные операции. Часто встречающаяся в практике запись типа  $a = b + c = 0,2 + 0,5 = 0,7$  м совершенно недопустима. Правильно так:  $a = b + c$ ;  $a = 0,2 + 0,5 = 0,7$  м.

Перед написанием формулы необходимо дать ссылку на источник, из которого она заимствована.

При наличии в работе более одной формулы нумерацию формул выполняют арабскими цифрами в пределах раздела. Номер формулы должен состоять из номера раздела и ее порядкового номера с точкой между ними. Номер формулы располагают с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках.

При ссылках на какую-либо формулу ее номер ставят точно в той же графической форме. Например: в формуле (3.7); из уравнения (5.1) вытекает...

Если ссылка на номер формулы находится внутри выражения, заключенного в круглые скобки, то их рекомендуется заменять квадратными скобками. Например: Используя для расчетов [см. формулу (14.3)], получаем...

9. Используемые в тексте сокращения и аббревиатуры должны быть общепринятыми, например: г. (год), гг. (годы), в. (век), т.е. (то есть), и т.д. (и так далее), и др. (и другие), и пр. (и прочие), см. (смотри), ср. (сравни), н. э. (нашей эры), г. (город), доц. (доцент), проф. (профессор), акад. (академик), США, РФ.

Внутри предложения слова «и другие», «и тому подобное», «и прочие», «так как» (т.к.), «например» (напр.), «около» (ок.) не сокращают.

Допускается применение сокращений понятий и аббревиатур, относящихся к определенной области знания, но в этом случае их перечень с расшифровкой должен быть помещен в начало работы (после содержания). Если этих сокращений немного (меньше 20), то достаточно их расшифровки при первом упоминании в тексте (в скобках, либо в подстрочном примечании).

10. Рекомендуемая форма записи даты может быть проиллюстрирована следующими примерами: 05.01.98 г.; 5 января 1998 г.; в 1997-1998 гг. (не допускается «в 1997-98 гг.»); 80-е годы XX века; XX в.; 50-60-е годы XVIII века; 50-60 гг. XIX в.; 1860-е годы (если период исчисляется от круглой даты (с нулем на конце), а заканчивается десятилетием, то надо писать «1940 г. — 1960-е гг.»).

11. Ссылки на номер рисунка, таблицы, страницы, главы пишут без значка «№» (например: рис. 3, табл. 5, с. 31, гл. 3); если указанные слова не сопровождаются порядковым номером, то их следует писать полностью (например: «из рисунка видно», «результаты, приведенные в таблице, показывают»).

Текст сносок, обозначаемых надстрочными знаками, печатают с абзацного отступа и размещают после текста на той же странице, отделяя от основного текста сплошной чертой. Сноски к таблицам должны быть напечатаны непосредственно под таблицей.

Нумерация сносок должна быть отдельной для каждой страницы. Допускается использовать цифры или звездочки (не более четырех звездочек).

12. Приложения оформляются как продолжение работы. В него нельзя включать список использованной литературы, справочный аппарат и т.п.

Каждое приложение должно начинаться с нового листа (страницы) с указанием в верхнем правом углу слова «Приложение» и обязательно иметь тематический заголовок. Приложения нумеруются, если их количество больше одного.

Нумерация страниц приложения продолжает общую нумерацию страниц основного текста.

Ссылки на приложения даются в круглых скобках со словом «смотри» в сокращении [например: (см. приложение А)]. Приложения обозначают заглавными, буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ.

Текст каждого приложения при необходимости может быть разделен на подразделы и пункты, нумеруемые арабскими цифрами с буквой «П» в пределах каждого приложения (например: П. А; П. А.2.; П. А.2.1.). То же относится и к рисункам, формулам и таблицам приложений.

Приложения, в зависимости от их содержания и связи с основным текстом, могут помещаться до или после списка использованной литературы.

Спецификации к чертежам, выполненные по стандарту, следует помещать в конце пояснительной записки.

13. Каждая цитата в тексте должна сопровождаться ссылкой на источник. Ссылка может быть подстрочной (в виде сноски) или в виде номера источника из списка использованной литературы. В последнем случае





над таблицей. В случае использования в графах таблицы различных единиц, их указывают в заголовке каждой графы. Если все данные в строке таблицы приведены для одной величины, то единицу величины размещают в соответствующей строке боковика.

Слова «более», «не более», «менее», «не менее», «в пределах» следует помещать рядом с наименованием соответствующего параметра или показателя (после них) в боковике таблицы или в заголовке графы. Повторяющийся в графе текст, если он состоит из одного слова, допускается заменять кавычками. Если повторяющийся текст состоит из двух и более слов, то при первом повторении его заменяют словами «то же», а далее - кавычками.

Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок, знаков, математических символов не допускается.

Если цифровые или иные данные в таблице не приводятся, то в графе ставят прочерк.

2. Любой график, помещаемый в пояснительной записке, кроме геометрического образа, должен содержать ряд вспомогательных элементов:

- словесные пояснения условных знаков и смысла отдельных элементов графического образа;
- оси координат, шкалу с масштабами и числовые сетки;
- числовые данные, дополняющие или уточняющие величину нанесенных на график показателей.

Оси абсцисс и ординат графика вычерчиваются сплошными линиями. На концах координат осей стрелок не ставят. В некоторых случаях графики снабжаются координатной сеткой, соответствующей масштабу шкал по осям абсцисс и ординат. Можно при вычерчивании графиков вместо сетки по осям короткими рисками наносить масштаб. Числовые значения масштаба шкал осей координат пишут за пределами графика (левее оси ординат и ниже оси абсцисс). Исключение составляют графики, ось абсцисс или ось ординат которых служит общей шкалой для двух величин. В таких случаях цифровые значения масштаба для второй величины часто пишут внутри рамки графика или приводят вторую шкалу (в случае другого масштаба). Следует избегать дробных значений масштабных делений по осям координат.

На координатной оси этот множитель следует указывать либо при буквенном обозначении величины, откладываемой по оси, либо вводить в размерность этой величины.

По осям координат должны быть указаны условные обозначения и размерности отложенных величин в принятых сокращениях. На графике следует писать только принятые в тексте условные буквенные обозначения. Надписи, относящиеся к кривым и точкам, оставляют только в тех случаях, когда их немного и они кратки. Многословные надписи заменяют цифрами, а расшифровку приводят в подрисуночной подписи.

Если кривая, изображенная на графике, занимает небольшое пространство, то для экономии места числовые деления на осях координат

можно начинать не с нуля, а ограничивать теми значениями, в пределах которых рассматривается данная функциональная зависимость.

3. Все иллюстрации (фотографии, схемы, графики и пр.) именуется рисунками. Рисунки нумеруются последовательно в пределах раздела (главы) арабскими цифрами. Номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера рисунка, разделенных точкой (например: «Рисунок 1.2», «Рисунок 5.3»).

При ссылке на рисунок следует указывать его полный номер (например: «(рисунок 1.3)»). Повторные ссылки даются с сокращенным словом «смотри» (например: «(см. рисунок 1.3)»).

Рисунки должны размещаться сразу после ссылки на них, или на следующей странице (если они располагаются на отдельной странице).

Желательно вертикальное расположение рисунков.

Подпись под каждым рисунком включает номер и - в одну строчку с ним - содержательную часть (например: «Рисунок 5 - Классификационная схема», «Рисунок 2 - Общий вид машины»).

Если приводится экспликация к рисунку или схеме, то ее помещают над подрисуночной надписи. Экспликация начинается с номера позиции и - через тире - объяснения к ней; после каждого объяснения ставится точка с запятой, в конце точка не ставится.

Пример:

1 — станина; 2 - привод; 3 - карусель

Рисунок 3.1 - Общий вид машины (разрез)

## 7. ●●●●● ●●●●●●●●●● ●●●●●●

Пояснительная записка и чертежи законченного курсового проекта представляются студентом на утверждение руководителю. Если работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым к ней, он допускается к защите, о чем руководитель делает надпись на чертежах и в записке.

Защита курсового проекта осуществляется в сроки, предусмотренные учебным планом, и состоит из короткого доклада (3-5 минут) студента по выполненной работе и ответов на вопросы членов комиссии. В докладе излагают устройство, принцип действия и основу расчета машины (аппарата), обращают особое внимание на конструкцию разрабатываемой сборочной единицы. Вопросы служат для выяснения технической, чертежной грамотности студента и могут касаться разделов всех пройденных курсов (материаловедение, сопромат, детали машин, черчение и т.д.), относящихся к курсовому проекту. Ответы на вопросы должны быть четкими, конкретными по существу.

За принятые в курсовой работе технические решения и за правильность всех вычислений несет ответственность студент - автор работы.

Студенты, не представившие в установленный срок курсовых работ или не защитившие их по неуважительным причинам, не допускаются к экзаменам.



1. Драгилев А.И., Дроздов В.С. Технологические машины и аппараты пищевых производств.- М.: Колос, 1999.- 376 с.
2. Зимняков В. М., Назаров В.И. и др. Практикум по основам расчета и конструирования машин и аппаратов перерабатывающих производств: Учебное пособие. – Пенза: Пензенская ГСХА, 2003. – 312 с.
3. Курочкин А.А. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов перерабатывающих производств. - М.: Колосс 2005. – 287 с.
4. Мягков В.Д. Краткий справочник конструктора.- Изд. 2-е перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1975. – 814 с.
5. Остриков А.Н., Абрамов О.В. Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств. Учебник для вузов. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 352с.
6. Соколов В. И. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств. - М.: Машиностроение, 1983. - 447 с.
7. Харламов С.В. Конструирование технологических машин пищевых производств. – Л.: Машиностроение, 1979. – 224 с.
8. Харламов С.В. Практикум по расчету и конструированию машин и аппаратов пищевых производств. - Л.: Машиностроение, 1971. – 200 с.
9. Хозяев И.А. Основы проектирования машин и аппаратов пищевых производств / Донской техн. ун-т. – Ростов / Дону, 1996. – 189 с.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
 ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ  
 МИЧУРИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
 Кафедра «Прикладной механики и конструирования машин»

УТВЕРЖДАЮ  
 Зав. Кафедрой

\_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)  
 «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

ЗАДАНИЕ № 01

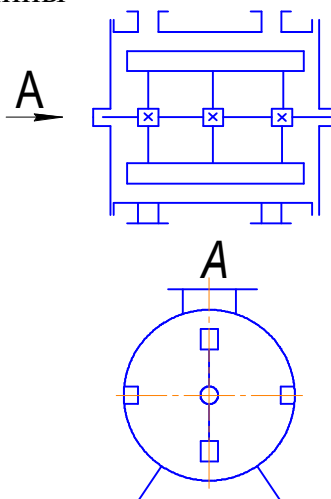
по курсовому проектированию студента Иванова А.Б. курса 4 группы 41 м

1. Тема проекта **«Спроектировать и рассчитать гидромеханический экстрактор».**

2. Исходные данные:

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Производительность, т/ч	4,7	3,2	0,2	1,6	5,8	0,9	2	0,6	1,4	2,5

3. Эскизная схема машины



4. Разработать:

1. Технологическую схему.
2. Кинематическую схему
3. Общий вид
4. Вал с билами
5. Раму и корпус.

5. Рассчитать:

1. Параметры рабочих органов.
2. Мощность и кинематику привода.
3. Размеры емкости и била.
4. Рабочий орган на жесткость и прочность.
5. Прокладки и фланцевые соединения.
6. Другие узлы и детали.

Дата выдачи задания «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Руководитель проекта \_\_\_\_\_

Срок представления проекта к защите «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Задание принял к выполнению «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ  
МИЧУРИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Кафедра «Прикладной механики и конструирования машин»

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**  
**КП. 30.017.04 – КЭТ 2.00.000 ПЗ**  
к курсовому проекту по дисциплине  
«Теория и расчет машин для переработки сельскохозяйственного  
сырья»  
на тему: *«Проект гидромеханического экстрактора  
производительностью 2 т/ч»*


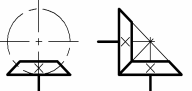

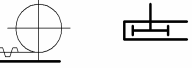

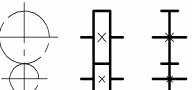

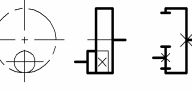

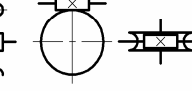
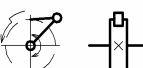


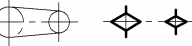

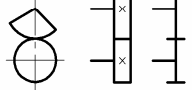





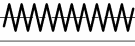

Выполнил: студент 4 курса  
41 м группы  
Иванов А.Б.  
Руководитель проекта: к.т.н.,  
ст. преподаватель Ланцев В.Ю.

Проект защищен \_\_\_\_\_  
(дата)

Оценка \_\_\_\_\_

Мичуринск 2006

**Стандартные условные графические обозначения элементов машин и механизмов в кинематических схемах**

<i>Винт</i>		<i>Передачи</i>	<i>коническая</i>	
<i>Гайка на винте, передающем движение</i>			<i>зубчатые реечные</i>	
<i>Кулачок цилиндрический</i>			<i>зубчатые цилиндрические</i>	
<i>Кулачек плоский вращающийся</i>			<i>зубчатые цилиндрические с внутренним зацеплением</i>	
<i>Маховик</i>			<i>червячные</i>	
<i>Механизм храповый односторонний с наружным зацеплением</i>			<i>ременные</i>	
<i>Муфта</i>			<i>цепная</i>	
<i>Муфта упругая</i>			<i>с зубчатым сектором</i>	
<i>Муфта компенсирующая</i>			<i>Тормоз</i>	
<i>Подшипники радиальные любого типа</i>			<i>Мальтийский механизм</i>	
<i>Подшипники упорные</i>				
<i>Пружина</i>				
<i>Вал гибкий для передачи крутящего момента</i>				

**Механические характеристики некоторых конструкционных материалов, применяемых в машиностроении**

**Расчетные зависимости**

Пределы текучести:

при изгибе для углеродистой стали  $\sigma_{\text{ти}}=1,2\sigma_{\text{т}}$ ;  
 то же для легированной  $\sigma_{\text{ти}}=1,1\sigma_{\text{т}}$ ;  
 при кручении  $\tau_{\text{т}}=0,6\sigma_{\text{т}}$ .

Пределы выносливости при симметричном цикле изменения напряжений:

при растяжении или сжатии  $\sigma_{-1\text{р}}=0,35\sigma_{\text{в}}$ ;  
 при изгибе  $\sigma_{-1\text{п}}=0,45\sigma_{\text{в}}$ ;  
 при кручении  $\tau_{-1}=0,25\sigma_{\text{в}}$ .

Пределы выносливости при пульсирующем цикле изменения напряжений:

при растяжении или сжатии  $\sigma_{0\text{р}}=0,5\sigma_{\text{в}}\leq\sigma_{\text{т}}$ ;  
 при растяжении или сжатии  $\sigma_0=0,6\sigma_{\text{в}}\leq\tau_{\text{ти}}$ .;  
 при кручении  $\tau_0=0,4\sigma_{\text{в}}\leq\tau_{\text{т}}$ .

Обозначения в формулах:  $\sigma_{\text{т}}$  и  $\sigma_{\text{в}}$  – соответственно пределы текучести и прочности на растяжение.

**Таблица Г.1 - Серый чугун (ГОСТ 1412-70)**

Марка	Предел прочности на растяжение, МПа	Предел прочности на изгиб, МПа	Предел прочности на сжатие, МПа
СЧ 12-28	120	280	500
СЧ15-32	150	320	600
СЧ18-36	180	360	750
СЧ21-40	210	400	800
СЧ24-44	240	440	900
СЧ28-48	280	480	1000
СЧ32-52	320	520	1200

Таблица Г.2 - Сталь

Тип	Марка	Предел прочности на растяжение, МПа	Предел текучести на растяжение, МПа	Относительное удлинение, %
Углеродистые обыкновенного качества (ГОСТ 380-94)	Ст.3	380...470	220...240	21...27
	Ст.4	240...520	240...260	19...25
	Ст.5	500...620	260...280	17...21
	Ст.6	600...720	300...310	11...16
Качественные конструкционные (ГОСТ 1050-88)	10	340	210	31
	20	420	250	25
	30	500	300	21
	35	540	320	20
	40	580	340	19
	45	610	350	16
	50	640	380	14
	55	660	390	13
Пружинная (ГОСТ14959-79)	60	690	410	12
	65	710	420	11
	70	730	430	9
	75	1110	900	7
	80	1110	950	6
	85	1150	1000	6
Легированные конструкционные (ГОСТ 4543-71)	15X	750	530	10
	20X	850	630	10
	30X	900	700	11
	35X	950	750	10
	40X	1030	820	9
	45X	1080	870	6
	50X	1100	900	8
Высоколегированные коррозионностойкие (ГОСТ 5632-72)	OX13	420	290	22
	OX17T	470	370	18
	X25T	490	300	15
	12X18H10	540	230	37
	12X18H9T	650	310	25

**Таблица Г.3 - Бронза и латунь литейные**

Марка	Предел прочности на растяжение, МПа	Относительное удлинение, %
Бр. АЖН 11-6-6 (ГОСТ 18175-72)	612	2
Бр. АЖН 10-4-4(ГОСТ 18175-72)	612	5
Бр. АЖ-9-4 (ГОСТ 1628-72)	450	12
Бр.АМц 10-2 (ГОСТ 18175-72)	510	12
ЛА 67-2,5 (ГОСТ 17711-72)	350	13
ЛМцЖ 55-3-1(ГОСТ 17711-72)	500	15

**Таблица Г.4 – неметаллические материалы**

Материал	Предел прочности на растяжение, Мпа	Предел прочности на сжатие, Мпа	Предел прочности на изгиб, Мпа	Относительное удлинение, %
Винипласт	40...60	100...160	100...120	-
Полипропилен	140...160	60...70	90	500...700
Фторопласт –4	14...20	12	11...14	250
Полиэтилен	12...35	-	11	300...500
Дуб	100 (вдоль волокон)	40 (вдоль волокон)	74	-
Стекло	35...85	500...2000	25...75	-



**Коэффициенты трения при покое и скольжении**

Трущиеся материалы	Коэффициент трения			
	покоя		скольжения	
	без смазки	со смазкой	без смазки	со смазкой
Сталь – сталь	0,15	0,1-0,12	0,15	0,05-0,1
Сталь – мягкая сталь	-	-	0,2	0,1-0,2
Сталь – чугун	0,3	-	0,18	0,05-0,15
Сталь – бронза	0,12	0,08-0,12	0,10	0,07-0,1
Сталь – текстолит	-	-	-	0,02-0,06
Чугун – бронза	-	-	0,15-0,2	0,07-0,15
Бронза - бронза	-	0,1	0,2	0,07-0,1
Резина – чугун	-	-	0,8	0,5
Металл – дерево	0,5-0,6	0,1-0,2	0,3-0,6	0,1-0,2
Кожа - металл	0,3-0,5	0,15	0,6	0,15

**Коэффициенты теплопроводности конструкционных  
и теплоизоляционных материалов**

Материал	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	Материал	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)
Алюминий	230	Древесноволокнистые	
Асбест	0,28	плиты	0,055
Асбестовый картон	0,156	Латунь	93
Асбоцементные плиты	0,088	Медь	350
Бетон	1,1	Минеральная вата	0,058
Бронза	35	Опилки древесные	0,06...0,09
Стекловата	0,04	Пенобетон	0,099
Войлок	0,052	Пробковые плиты	0,058
Дерево (сосна)	0,11...0,25	Сталь	46
		Стекло	0,74
		Торфоплиты	0,068

**Таблица Ж.1 - Основные свойства пищевых продуктов**

Продукт или материал	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Насыпная масса, кг/м <sup>3</sup>	Угол естественного откоса в градусах для продукта		Коэффициент динамической вязкости	удельная теплоемкость, кДж/(кг К)	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м К)
			в покое	в движении			
1	2	3	4	5	6	7	8
Бобы	1350	590-800	-	30	-	2,26	0,09-0,1
Воздух (сухой)	3,0-0,7	-	-	-	(6,5-25)10 <sup>-3</sup>	1,05-1,01	0,75-3,57
Горох	1370	780-800	-	25	-	-	-
Жиры: говяжий	870	-	-	-	20,2-11,9	-	0,18
свиной	850	-	-	-	24,3-8,6	-	0,16
Какао-порошок	1470	510-720	-	-	-	1,23-1,99	0,06-0,07
Картофель	1100-1150	640-770	42-48	15	-	3,43	0,75-0,77
Крахмал картофельный	1650	700	40-44	-	-	1,09-1,21	-
Масло-какао	930-860	-	-	-	52,0-13,6	2,51	0,29-0,43

Молоко натуральное	1030-1000	-	-	-	3,0-1,8	3,58-3,99	0,48-0,54
--------------------	-----------	---	---	---	---------	-----------	-----------

Продолжение приложения Ж  
Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Мука: овсяная пшенич. ячменная	400	550 550-600 580	-	-	-	1,26 1,42-1,85	0,15-0,17
Сливки	1000-960	-	-	-	5,6-1,5	32,35-3,77	0,29-0,39
Овес	1460	390-600	38	30	-	-	-
Печенье	520-700	-	-	-	-	1,73	0,1
Подсолнечник	940	420	-	45	-	1,49	-
Пшеница: озимая яровая	1430-1530 1380	500-700	25	-	-	-	-
Рожь	1440-1550	650-	35	27	-	-	-

		790					
Тесто макаронное	719-781	-	-	-	(1-6)10 <sup>2</sup>	2,36-2,47	0,31
Фасоль	1320	800-850	28	-	-	-	-
Ячмень	1400-1500	550-750	35	27	-	-	-

Продолжение приложения Ж  
**Таблица Ж.2 - Среднее сопротивление резанию продуктов прямым лезвием**

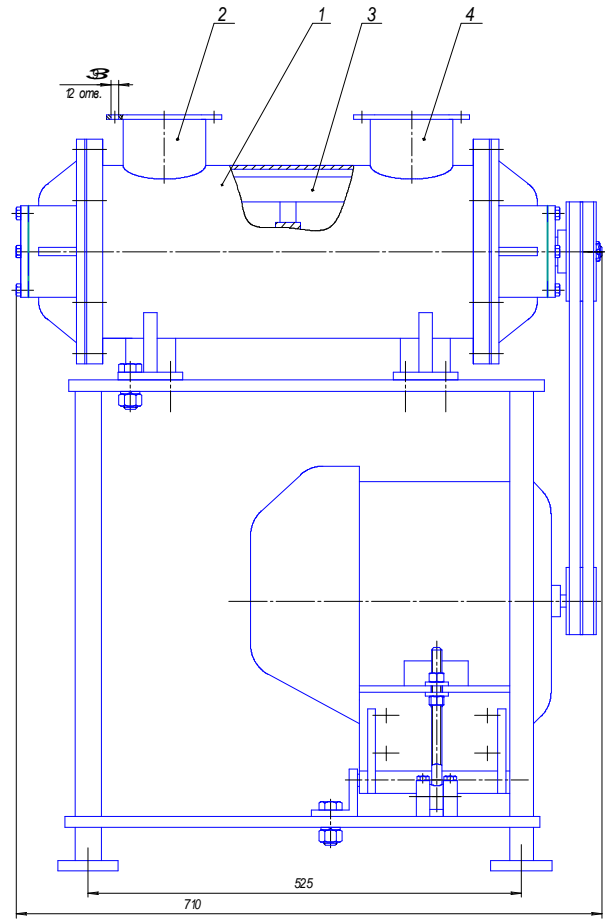
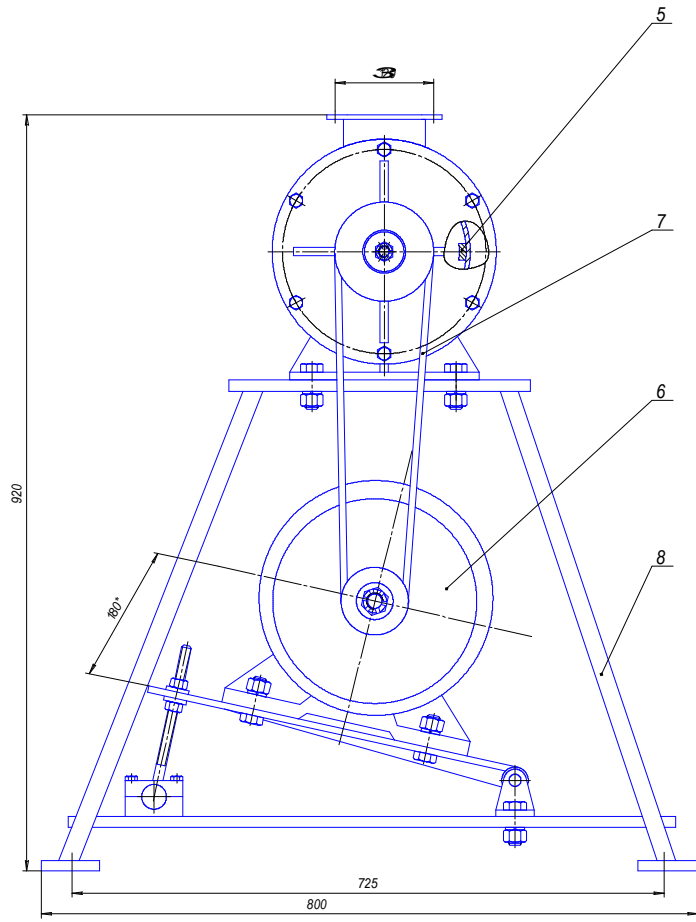
Продукт	Среднее сопротивление резанию, Н/м	Продукт	Среднее сопротивление резанию, Н/м
Капуста	0,10-0,12	Картофель	0,06-0,07
Лук	0,17-0,18	Морковь	0,14-0,16
Мясо вареное	0,26-0,49	Мясо мороженое	2,25-2,94
Мясо парное	0,49-0,78	Сало	0,98-1,47
Свекла	0,09-0,11		

**Таблица Ж.3 - Средняя скорость витания различных зерен**

Зерно	Скорость витания, м/с	Коэффициент аэродинамического сопротивления	Зерно	Скорость витания, м/с	Коэффициент аэродинамического сопротивления
Пшеница	8,9-11,5	0,184-0,265	Рожь	83,6-9,89	0,160-0,222
Овес	8,08-9,11	0,169-0,300	Горох	15,50-17,50	0,190-0,299
Ячмень	8,41-10,77	0,191-0,272	Соя	17,25-20,10	0,115-0,152
Кукуруза	12,48-14,03	0,162-0,236	Чечевица	8,34-9,75	0,359-0,601
Просо	9,83-11,80	0,045-0,073	Гречиха	6,5-6,9	-







**Техническая характеристика:**

Производительность, кг/ч	2000
Частота вращения рабочего органа, об/мин	1450
Мощность электродвигателя, кВт	4,5
Частота вращения электродвигателя, об/мин	2900
Габариты машины мм	800x710x920
Масса, кг	215

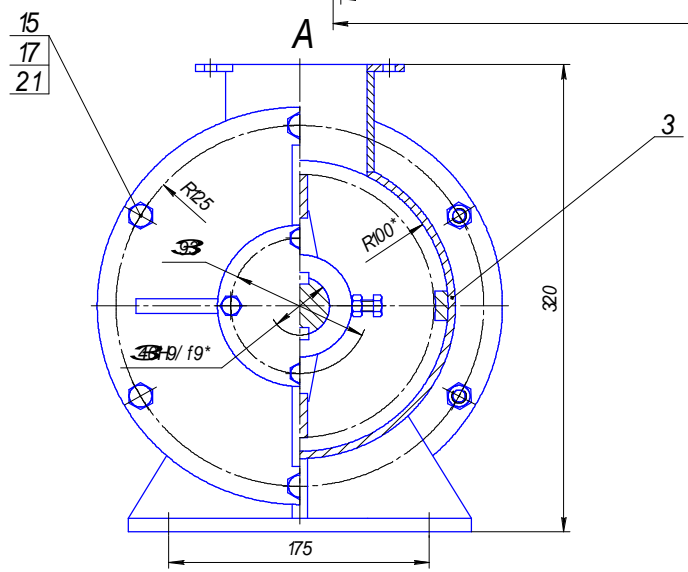
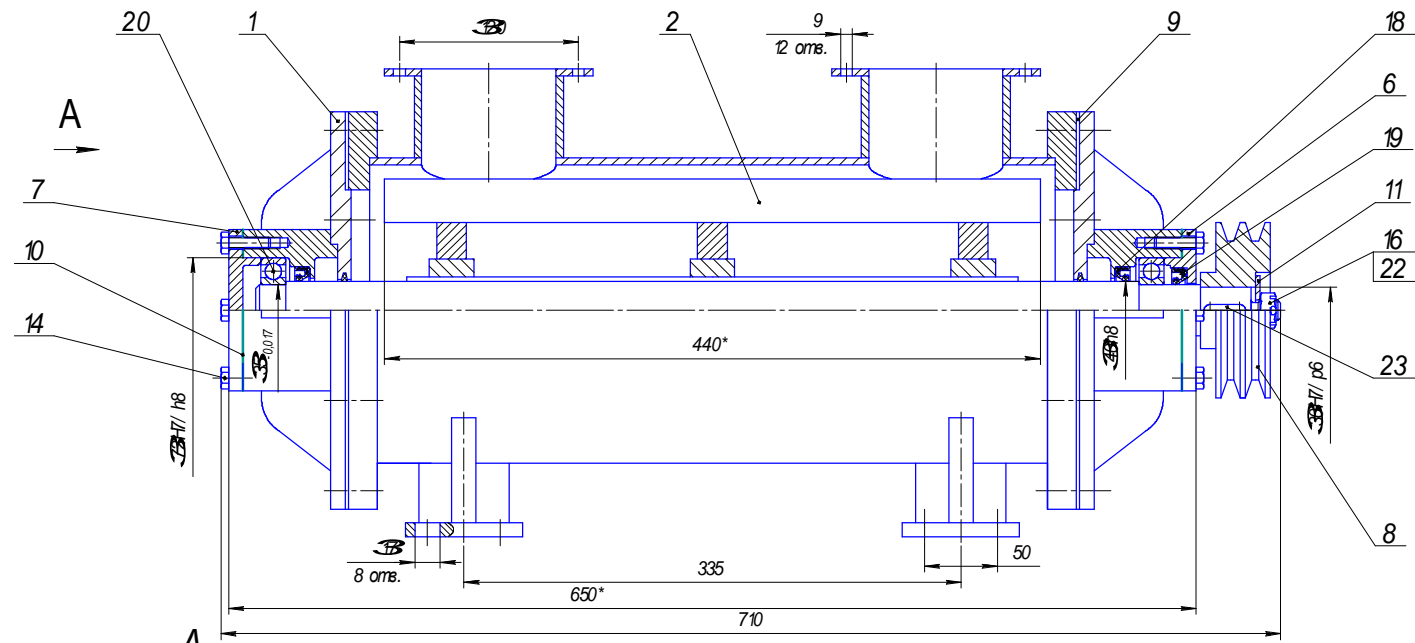
**Технические требования:**

- \* Размеры для справок.
- Покрытие наружных видимых поверхностей: эмаль Гр - 115 ГОСТ 6465-76 голубая или светлозеленая в один слой

№	Обозначение	Наименование	шт	Материал
1		Корпус	1	
2		Разгрузочный патрубок	1	
3		Вал с бляхами	1	
4		Заварочный патрубок	1	
5		Турбулизатор	2	
6	АОП-5Ф2	Электродвигатель	1	
7		Ременная передача	1	
8		Отпавина	1	

КП.30.017.04 - КЭТ.2.00.000 ВО			
Исполн.	Начальник	Год	Дата
Рисовал	Инженер	Лист	2 из 2
Провер.	Инженер	Листов	12,5
Инструмент		Лист	1 Листов
Утка			
Гидромеханический экстрактор (Общий вид)			МинАУ, ТИЖИМ
Гидромеханический экстрактор			4-М, 2004
производительностью 2 т/ч.			Формат: А1
Начислен			

КП 30.017.04 КЭТ 2.02.000



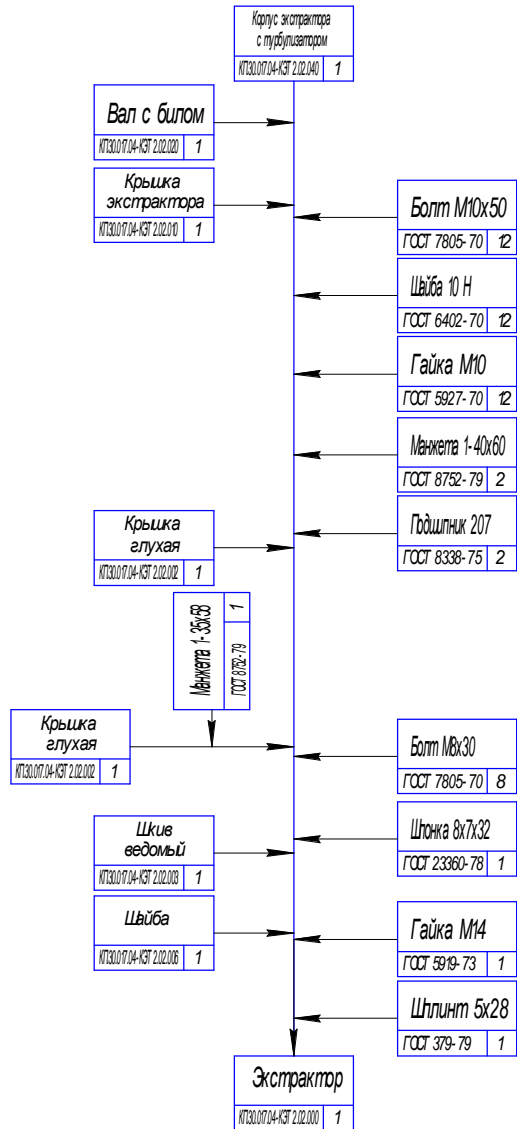
Технические требования:  
 1. \* Размеры для справок.  
 2. Покрытие наружных видимых поверхностей:  
 эмаль ПФ - 115 ГОСТ 6465-76 голубая или светлозеленая в один слой.

КП.30.017.04 - КЭТ.2.02.000 СБ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
Разраб.	Иванов	Лист	Дата
Проект	Ленин	Лист	Листов
Техн. контр.		Лист	Листов
Исполн.		Гидромеханический экстрактор	
Утв.		производительностью 2 т/ч.	
		Лит.	Масса
		у	95
		Лит	Мес/лет
		Лист	Листов
		МичГАУ, ТПКИМ	
		41-М, 2004	
		Копировал	
		Формат А2	

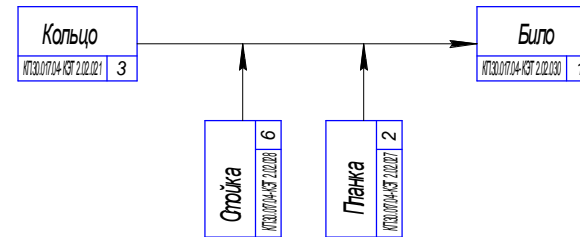
Приложение К

КП.30.017.04-КЭТ 2.02.000

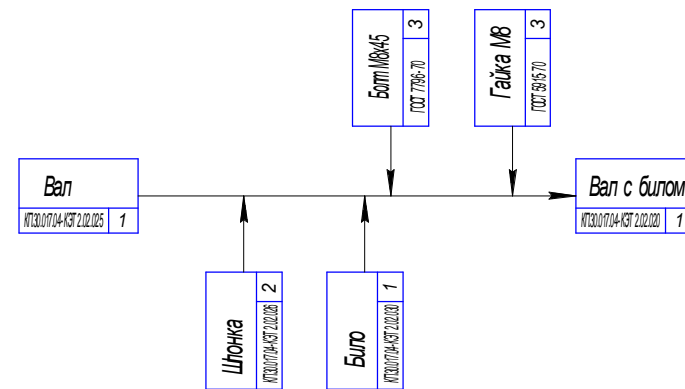
### Сборка экстрактора



### Сборка била

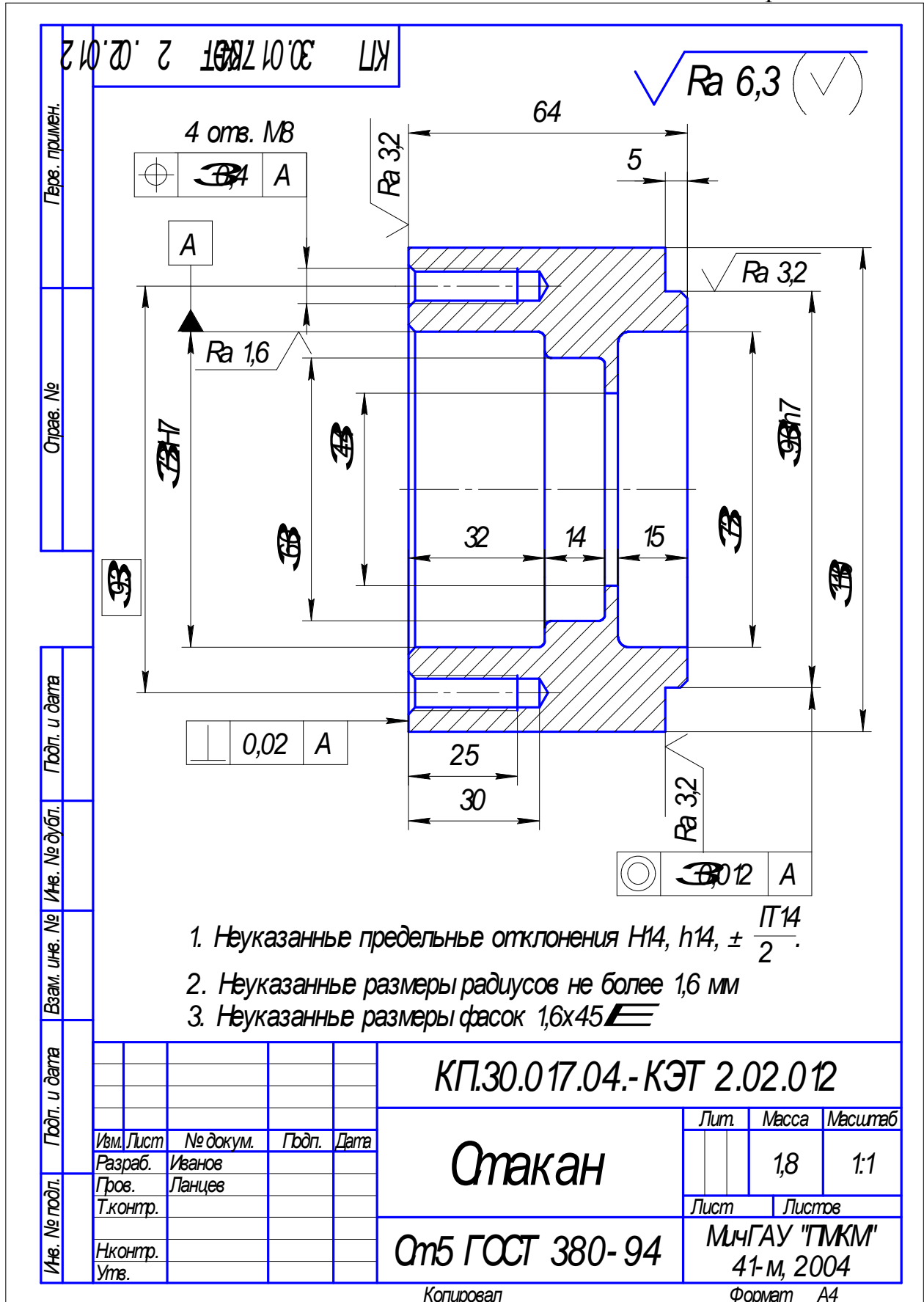


### Сборка вала с билом



				<b>КП.30.017.04-КЭТ 2.02.000</b>		
Изм./Лист	№ докум.	Год	Дата	<b>Схема поузловой сборки экстрактора</b>		
Разраб.	Иванов					
Прое.	Ланцев			Гидромеханический экстрактор производительностью 2м³/ч.		
Техн.пр.						
Нормир.				МичГАУ "ТМЖМ" 41-М, 2005		
Утв.						
				Лист	Масса	Масштаб
				Листов	Листов	
				Формат А2		





**Пример оформления листов пояснительной записки**

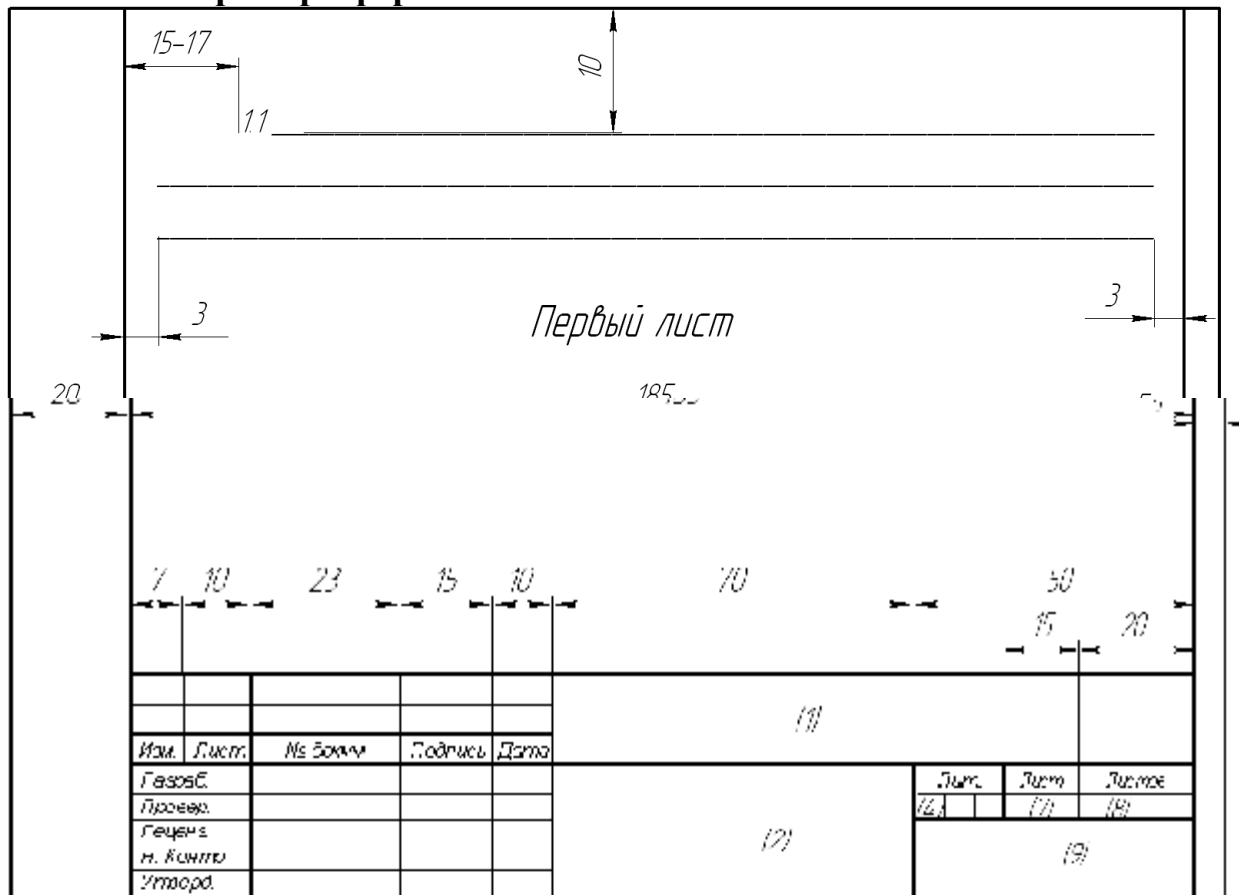


Рисунок П1

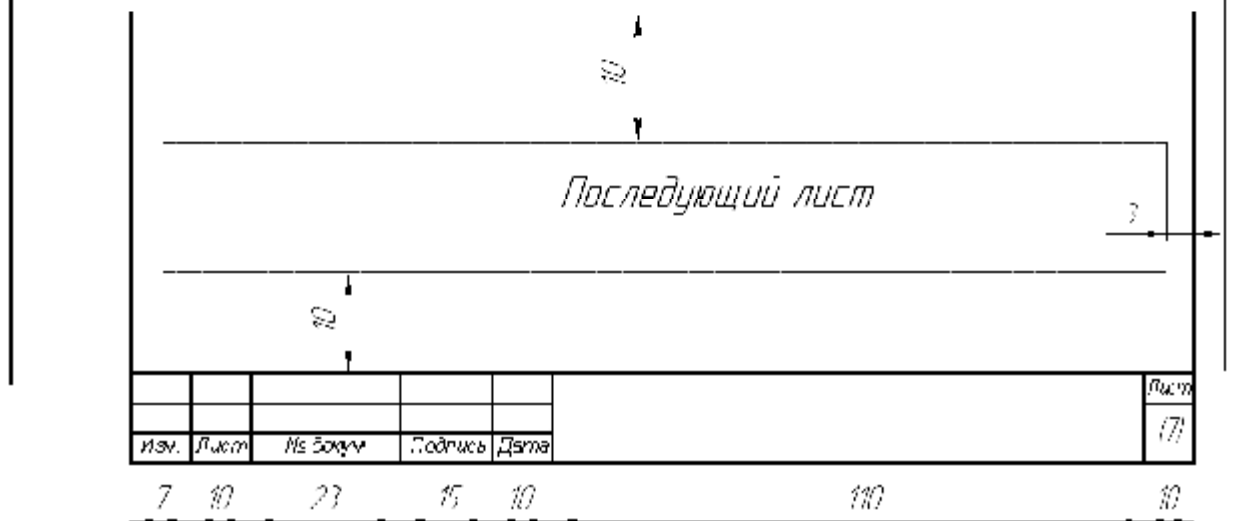


Рисунок П2

**Рекомендуемые обозначения некоторых величин**

Величины	Обозначения
Время	$\tau$



Высота	$H, h$
Давление	$p$
Диаметр	$D, d$
Длина	$L, l$
Длина пути	$S$
Коэффициент	
вязкости (динамической)	$\mu$
вязкости (кинематической)	$\nu$
линейного расширения	$\alpha$
объемного расширения	$\gamma, \beta$
полезного действия	$\eta$
теплопередачи	$K, k$
теплопроводности	$\lambda$
трения качения	$k$
трения скольжения	$f, \mu$
Масса	$M, m$
Модуль сдвига	$G$
Модуль Юнга	$E$
Момент инерции	$J$
Момент силы (вращающий момент)	$M$
Момент сопротивления	$W$
Мощность	$N, P$
Напряжение	
нормальное	$\sigma$
касательное	$\tau$

Продолжение приложения Р  
Продолжение таблицы

Объем	$V$
Освещенность	$E$
Плотность	$\rho$
Площадь	$S, F$
Работа	$A$
Радиус	$R, r$
Сила	
механическая	$F, P, N, Q$
света	$I$
тока	$I$
тяжести	$G$
Скорость	
линейная	$v, w$
угловая	$\omega$
Температура по шкале	
Кельвина	$T$

Цельсия	$t$
Ускорение	
линейное	$a$
свободного падения	$g$
угловое	$\varepsilon$
Частота вращения	$n$
Ширина	$B, b$
Энергия	
кинетическая	$E$
потенциальная	$E$

Отпечатано в типографии Мич.ГАУ  
 Подписано в печать \_\_. \_\_. 2006 г. Формат 60x84 1/16  
 Бумага офсетная №1. Усл. печ. л. 4,42. Тираж 70 экз.  
 Заказ № \_\_\_\_\_

---

Мичуринский государственный аграрный университет  
 393760, Тамбовская обл., г. Мичуринск, ул. Интернациональная, 101.  
 E-mail: [mgau@mich.ru](mailto:mgau@mich.ru)