

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ

Кафедра металлургических технологий и оборудования

Д.Р. Ганин

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ МАШИН

Методические указания
по выполнению домашнего задания / контрольной работы
для студентов направления подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование
всех форм обучения

Новотроицк, 2019

УДК 669.02.09
ББК 34.3
Г 19

Рецензенты:

*Доцент кафедры металлургических технологий и оборудования
ФГАОУ ВО «ННТУ «МИСиС», к.т.н., доцент
Е.В. Братковский*

*Механик электросталеплавильного цеха АО «Уральская Сталь»
С.М. Чеботарев*

Ганин Д.Р. Эксплуатация и ремонт металлургических машин: методические указания по выполнению домашнего задания / контрольной работы для студентов направления подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование всех форм обучения. – Новотроицк: НФ ННТУ «МИСиС», 2019. 97 с.

Методические указания для выполнения домашнего задания/контрольной работы по дисциплине «Эксплуатация и ремонт металлургических машин» предназначены для практического закрепления теоретических знаний студентами на начальном этапе обучения по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

Рассмотрены требования к тематике, содержанию, организации, выполнению, оформлению и защите домашнего задания/контрольной работы, предусмотренных учебными планами Новотроицкого филиала ННТУ «МИСиС».

Указания составлены в соответствии с требованиями ФГОС ВО подготовки бакалавров направления подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

Рекомендовано Методическим советом НФ ННТУ «МИСиС»

© Новотроицкий филиал
ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский технологический
университет «МИСиС», 2019.

Содержание

Введение.....	5
1 Цель выполнения, основные задачи и содержание домашнего задания/контрольной работы.....	7
2 Тематика домашних заданий/контрольных работ.....	8
3 Задание на домашнее задание/контрольную работу.....	10
4 Руководство домашним заданием/контрольной работой и организация их выполнения.....	11
5 Основные термины и определения, связанные с эксплуатацией и ремонтом металлургических машин.....	12
6 Состав и объем домашнего задания/контрольной работы.....	14
7 Анализ технологической схемы, в которой участвует оборудование и конструкции оборудования.....	15
8 Предельные износы звеньев механизмов. Примеры расчетов предельных износов в сопряжениях узлов трения.....	16
9 Смазывание узлов машин при эксплуатации.....	24
9.1 Схема и карта смазки узлов машин при эксплуатации.....	24
9.2 Выбор смазочных материалов.....	26
10 Выполнение ремонтных чертежей.....	29
11 Карта и схема сборки узла.....	36
12 Характеристика детали и технические требования на ее дефектацию	41
13 Технология ремонта изношенной детали.....	43
14 Оформление домашнего задания/контрольной работы.....	50
14.1 Оформление пояснительной записки домашнего задания/контрольной работы.....	50
14.1.1 Общие требования к оформлению пояснительной записки.....	50
14.1.2 Оформление иллюстрирующих материалов.....	59
14.1.3 Оформление таблиц.....	60
14.1.4 Порядок изложения расчетов.....	64
14.1.5 Оформление примечаний.....	66
14.1.6 Указание ссылок.....	67
14.2 Требования к содержанию и оформлению графической части домашнего задания/контрольной работы.....	67
14.2.1 Содержание и оформление чертежей.....	67
14.2.2 Требования к спецификации.....	75
14.2.3 Требования к выполнению основных надписей конструкторских документов.....	75
15 Итоговая аттестация домашнего задания/контрольной работы.....	78

16 Перечень вопросов для защиты домашнего задания/контрольной работы.....	80
17 Рекомендуемый перечень литературы для выполнения домашнего задания/контрольной работы.....	81
Список использованных источников.....	82
Приложение А. Образец бланка задания.....	84
Приложение Б. Образец титульного листа.....	85
Приложение В. Сведения о смазках.....	86
Приложение Г. Примеры библиографического описания использованных источников.....	94

Введение

Совершенствование металлургического производства требует ввода в эксплуатацию новых, более мощных металлургических агрегатов, а также модернизации ранее установленного оборудования с целью повышения его производительности и уровня механизации и автоматизации [1]. В металлургической промышленности обеспечить высокий уровень механизации и автоматизации производственных процессов довольно непросто ввиду таких особенностей металлургической промышленности как большие объемы перерабатываемого сырья; суровые климатические условия; техническая агрессивность производственной среды; непрерывность и длительность производственного процесса; уникальность отдельных видов оборудования; высокие динамические нагрузки, воздействующие на узлы и детали машин [2].

Данные особенности предопределяют быстрый износ деталей машин и необходимость их ремонта и восстановления.

Организация эксплуатации машин, используемые в техническом процессе производства машин материалы приводят к большому числу причин выхода деталей из строя, вследствие чего актуально совершенствование существующих и разработка новых реновационных технологий ремонтного производства. Базой для этого служат знания: конструкции, назначения, принципа работы и области применения машин; процессов трения и износа; монтажа, сборки, смазки оборудования; производственного процесса ремонта и восстановления; вопросов расчета надежности деталей машин; технической диагностики; организации ремонтно-механической службы; принципов управления качеством ремонта и др. [2].

Рациональную эксплуатацию действующих и вновь устанавливаемых металлургических агрегатов обеспечивает комплекс работ, складывающийся из качественного монтажа и наладки, систематического ухода и смазки, своевременного проведения планово-предупредительных ремонтов оборудования.

Перечисленные знания и указанные работы входят в компетенции и повседневные обязанности механиков металлургических предприятий, а изучение теоретических основ и методов проведения этих работ – необходимая ответственная часть обучения бакалавров по профилю направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

Изучение дисциплины «Эксплуатация и ремонт металлургических машин» сопровождается выполнением домашнего задания/контрольной работы, являющихся самостоятельными работами студента, связанными с условиями, приближенными к тем, с которыми он столкнется после окончания обучения в высшем учебном заведении.

Качество выполнения домашнего задания/контрольной работы позволяет оценить способность студентов на основе приобретенных знаний технически грамотно решать практические задачи.

Настоящие методические указания содержат требования к тематике, содержанию, организации, выполнению, оформлению и защите домашнего задания/контрольной работы, предусмотренных учебными планами Новотроицкого филиала НИТУ «МИСиС» по дисциплине «Эксплуатация и ремонт металлургических машин» и предназначены для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

При выполнении домашнего задания/контрольной работы формируются компетенции, предусмотренные учебным планом подготовки бакалавров по профилю направления подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование по дисциплине «Эксплуатация и ремонт металлургических машин».

1 Цель выполнения, основные задачи и содержание домашнего задания/контрольной работы

Целью выполнения домашнего задания/контрольной работы являются: закрепление и углубление теоретических и практических знаний, полученных при изучении дисциплины «Эксплуатация и ремонт металлургических машин»; развитие навыков самостоятельного творческого решения вопросов по эксплуатации и ремонту машин и оборудования в конкретных производственных условиях; подготовка к практической инженерной деятельности, связанной с организацией работы ремонтной службы на предприятии; изучение современных методов ремонта, восстановления и увеличения срока службы деталей машин и оборудования при минимальных технико-экономических затратах.

Основные задачи домашнего задания/контрольной работы: научиться определять роль исследуемого оборудования в обеспечении производства конечной продукции, оценивать принципиальную схему узлов трения машины в целом с позиций ее влияния на износостойкость и надежность конструкции, обеспечивать нормальное функционирование узлов трения в заданных условиях путем организации соответствующей смазочной системы, защиты от загрязняющего и химического воздействия среды и перегрева, а также от возможных перегрузок узлов трения при эксплуатации; научиться эксплуатировать узлы трения с минимальными затратами, выбирать рациональные современные методы ремонта, восстановления и повышения износостойкости деталей машин и оборудования при минимальных технико-экономических затратах.

Домашнее задание/контрольная работа по дисциплине «Эксплуатация и ремонт металлургических машин» должны содержать:

- анализ технологической схемы, в которой участвует данное оборудование (агрегат) для определения его роли и загруженности в обеспечении производства конечной продукции;
- анализ конструкции оборудования (агрегата) для определения в нем наиболее быстроизнашиваемых узлов и деталей (узлов трения);
- определение предельных (допустимых) величин износа в выбранных узлах (парах) трения;
- разработку карты смазывания механизма и подбор смазочных материалов для выбранных узлов трения;
- разработку технических требований на дефектацию выбранных узлов, а также карты на дефектацию и ремонт одного из выбранных узлов;
- разработку технологии ремонта и ремонтных чертежей изношенных деталей;
- разработку карты и схемы сборки узла.

2 Тематика домашних заданий/контрольных работ

Тематика домашних заданий/контрольных работ определяется кафедрой и должна соответствовать компетентностной модели выпускника по данному направлению, отвечать современному уровню развития науки и техники, иметь максимальную приближенность к реальным условиям производства.

Целесообразно чтобы тематика домашних заданий/контрольных работ соответствовала основным научным направлениям кафедры, основывалась на фактическом материале профильных учреждений и предприятий, в частности АО «Уральская Сталь». Количество утвержденных тем должно быть достаточным для выдачи в учебной группе индивидуального задания каждому студенту.

Тема домашнего задания/контрольной работы может быть предложена студентом при условии обоснования им ее целесообразности и соответствия вышеуказанным требованиям.

При выборе темы домашнего задания/контрольной работы рационально выбирать такую тему, которая затем может быть использована в рамках выполнения выпускной квалификационной работы, а домашнее задание/контрольная работа стать ее составной частью.

Некоторые темы домашних заданий/контрольных работ по дисциплине «Эксплуатация и ремонт металлургических машин», выдававшиеся в прошлые годы:

- «Разработка технических требований на эксплуатацию и ремонт привода кантовательного устройства разливочной машины № 5 доменного цеха АО «Уральская Сталь»;

- «Разработка технических требований на эксплуатацию и ремонт привода ленточного конвейера дробильного отделения ПАО «Гайский ГОК»;

- «Разработка технических требований на эксплуатацию и ремонт пластинчатого конвейера А8 агломерационного цеха АО «Уральская Сталь»;

- «Разработка технических требований на эксплуатацию и ремонт конусной дробилки среднего дробления АО «ОРМЕТ»;

- «Разработка технических требований на эксплуатацию и ремонт тележки откатки-закатки металла плавильного цеха № 2 Актюбинского завода ферросплавов»;

- «Разработка технических требований на эксплуатацию и ремонт механизма подъема мостового крана грузоподъемностью 50 т участка ЦМК механического цеха АО «Уральская Сталь»;

- «Разработка технических требований на эксплуатацию и ремонт валкового грохота «Гризли» коксового цеха № 1 АО «Уральская Сталь»;

- «Разработка технических требований на эксплуатацию и ремонт скраповоза шихты грузоподъемностью 200 т электросталеплавильного цеха АО «Уральская Сталь»;
- «Разработка технических требований на эксплуатацию и ремонт гидравлического привода стэнда разогрева стальной ковша электросталеплавильного цеха АО «Уральская Сталь»;
- «Разработка технических требований на эксплуатацию и ремонт механизма подъема оборудования для монтажа кольцевого воздухопровода горячего дутья доменной печи»;
- «Разработка технических требований на эксплуатацию и ремонт устройства прижимного рольганга перед машиной газовой резки машины непрерывного литья заготовок № 1 электросталеплавильного цеха АО «Уральская Сталь»;
- «Разработка технических требований на эксплуатацию и ремонт оборудования для подготовки и подачи пульпы в окомковательный барабан агломерационного цеха АО «Уральская Сталь»;
- «Разработка технических требований на эксплуатацию и ремонт привода поворота манипулятора в доменном цехе АО «Уральская Сталь»;
- «Разработка технических требований на эксплуатацию и ремонт привода механизма подъема свода электродуговой печи электросталеплавильного цеха АО «Уральская Сталь»;
- «Разработка технических требований на эксплуатацию и ремонт молотковой дробилки для агломерационного цеха АО «Уральская Сталь»;
- «Разработка технических требований на эксплуатацию и ремонт вагоноремонтной машины механизированного пункта ремонта вагонов станции «Новотроицк»;
- «Разработка технических требований на эксплуатацию и ремонт привода механизма передвижения передаточной тележки электросталеплавильного цеха АО «Уральская Сталь»;
- «Разработка технических требований на эксплуатацию и ремонт привода маневрового устройства вагонопрокидывателя № 3 агломерационного цеха АО «Уральская Сталь».

3 Задание на домашнее задание/контрольную работу

Задание на домашнее задание/контрольную работу по дисциплине «Эксплуатация и ремонт металлургического оборудования» оформляется на специальном бланке (Приложение А), выдается индивидуально каждому студенту и при этом должно содержать конкретное название темы, необходимые для выполнения домашнего задания/контрольной работы исходные данные (основные параметры технической характеристики машины или механизма, условия эксплуатации и другие), перечень основных литературных источников, перечень подлежащих разработке вопросов (анализ технологической схемы, в которой участвует данное оборудование (агрегат) для определения его роли и загруженности в обеспечении производства конечной продукции; анализ конструкции оборудования (агрегата) для определения в нем наиболее быстроизнашиваемых узлов и деталей (узлов трения); определение предельных (допустимых) величин износа в выбранных узлах (парах) трения; разработка карты смазки механизма и подбор смазочных материалов для выбранных узлов трения; разработка технических требований на дефектацию выбранных узлов, а также карты на дефектацию и ремонт одного из выбранных узлов; разработка технологии ремонта и ремонтных чертежей изношенных деталей; разработка карты и схемы сборки узла), перечень графического материала, перечень разделов (глав) текстовой части курсовой работы.

В задании на домашнее задание/контрольную работу указываются даты выдачи задания и представления их к защите. Задание выдается студенту под роспись, подписывается руководителем работы и утверждается заведующим кафедрой.

При необходимости руководитель в ходе выполнения домашнего задания/контрольной работы может изменить название темы и исходные данные, но эти изменения не должны приводить к значительному увеличению объема самостоятельной работы студента.

Каждое задание на выполнение домашнего задания/контрольной работы по дисциплине «Эксплуатация и ремонт металлургического оборудования» должно отвечать времени, отведенному на их выполнение.

4 Руководство домашним заданием/контрольной работой и организация их выполнения

Руководство домашним заданием/контрольной работой и контроль за ходом их выполнения осуществляет преподаватель дисциплины «Эксплуатация и ремонт металлургических машин».

Перед началом выполнения домашнего задания/контрольной работы студентам разъясняются: цели, задачи и порядок выполнения домашнего задания/контрольной работы; требования, предъявляемые к пояснительной записке и чертежам; сообщаются сроки отчетности и выдаются задания. Поясняется сущность выданных заданий, выделяются основные вопросы, подлежащие разработке, определяется объем работ, рекомендуется основная техническая и справочная литература, конструкторская, технологическая и нормативная документация.

Руководство домашним заданием/контрольной работой осуществляется путем проведения консультаций в соответствии с утвержденным расписанием.

В ходе консультаций руководителем домашнего задания/контрольной работы даются ответы на вопросы студентов и оказывается научно-методическая помощь студентам.

После выбора и утверждения темы студент приступает к выполнению домашнего задания/контрольной работы, срок завершения работы над которыми определен заданием.

Процесс выполнения домашнего задания/контрольной работы по дисциплине «Эксплуатация и ремонт металлургического оборудования» состоит из трех основных этапов:

1) подготовительного, когда собираются необходимые данные по объекту исследования, разрабатывается план домашнего задания/контрольной работы;

2) исполнительного, во время которого детально прорабатывается методическая литература, анализируются данные по объекту исследования, выбираются методы решения поставленных в домашнем задании/контрольной работе задач, осуществляется формирование разделов домашнего задания/контрольной работы;

3) оформительского, во время которого осуществляется написание текстовой части и оформляется графический материал для проверки и защиты домашнего задания/контрольной работы.

5 Основные термины и определения, связанные с эксплуатацией и ремонтом металлургических машин

Эксплуатация (от французского слова «exploitation» – использование, извлечение выгоды) – использование средств труда и транспорта. Задачей технической эксплуатации машины является обеспечение ее исправного технического состояния и безаварийной работы при надлежащей экономичности. Уровень технической эксплуатации машин определяется хранением машин в надлежащих условиях, рациональным использованием машин в соответствии с их назначением, квалификацией обслуживающего персонала, организацией технического обслуживания и технического надзора за ними. Важными предпосылками правильного использования и грамотной эксплуатации машины является наличие ее технического описания, правил технической эксплуатации, основных правил техники безопасности при обслуживании машины, альбома чертежей и карты смазывания.

Для поддержания работоспособности машины необходимы техническое обслуживание (технический уход) и ремонт.

Техническое обслуживание – совокупность мероприятий, направленных на замедление процесса потери машиной работоспособности и на частичное или полное восстановление утраченных характеристик. Технический уход представляет собой совокупность мероприятий, направленных на борьбу с изнашиванием.

Ремонт – комплекс мероприятий, предназначенных для восстановления исправности и работоспособности объекта реновации, восстановления технического ресурса объекта и его составных частей. Задачей ремонта является ликвидация последствий изнашивания.

Ремонт и техническое обслуживание – это те этапы эксплуатации машины, когда она восстанавливает утраченные свойства.

Реновация машины (узла, детали) (от латинского слова «renovation» - обновление, восстановление) - комплекс технологических, конструкторских и организационных мероприятий, направленных на увеличение рабочего ресурса реновируемого объекта или его составляющих, на использование его по новому назначению или на повторное использование материала, а также на утилизацию объекта, на решение проблем, относящихся к экономии сырьевых, энергетических и трудовых ресурсов, а также экологических проблем. При этом реновационные работы полностью или частично восстанавливают первоначальные условия объекта благодаря техническому прогрессу, новым технологическим разработкам, сокращающим в машинах количество узлов и деталей, требующих частых ремонтов. Объектами реновации являются оборудование, машины, сред-

ства производства, подвергающиеся восстановлению до работоспособного состояния, ремонту, модернизации.

Процессы реновации – конструктивные, технологические и организационно-технические мероприятия по ремонту, восстановлению и модернизации и (или) утилизации объекта реновации.

Пара трения – совокупность двух подвижно сопряженных поверхностей деталей в условиях эксплуатации или испытаний.

Узел трения – узел машины, содержащий одну или несколько пар трения.

Изнашивание – процесс разрушения и отделения материала с поверхности твердого тела и (или) накопления его остаточной деформации при трении, проявляющийся в постепенном изменении размеров и (или) формы тела.

Износ – результат изнашивания поверхностей изделия, определяемый в установленных единицах (в единицах длины, объема, массы и др.).

Предельный износ детали (узла) – износ, при котором дальнейшая эксплуатация механизма или машины становится невозможной вследствие выхода детали (узла) из строя, неэкономичной или недопустимой ввиду снижения надежности механизма.

Интенсивность изнашивания – отношение износа детали к пути трения или объему выполненной работы.

Скорость изнашивания – отношение износа детали ко времени, в течение которого происходило изнашивание.

Износостойкость – свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию в определенных условиях трения, оцениваемое величиной, обратной интенсивности изнашивания или скорости изнашивания.

Смазочный материал – материал, вводимый на поверхности трения для уменьшения силы трения и (или) интенсивности изнашивания.

Смазка – действие смазочного материала, в результате которого между двумя поверхностями уменьшается сила трения и (или) интенсивность изнашивания.

Смазывание – подведение смазочного материала к поверхности трения.

6 Состав и объем домашнего задания/контрольной работы

Домашнее задание/контрольная работа по дисциплине «Эксплуатация и ремонт металлургических машин» включает в себя:

- пояснительную записку в объеме 30-40 печатных страниц формата А4;
- графическую часть в виде сборочного чертежа, на котором в объеме не менее одного листа формата А1 с необходимой спецификацией изображено исследуемое в работе оборудование;
- карту и схему смазки оборудования;
- карту и схему сборки оборудования;
- карту на дефектацию и ремонт узла;
- ремонтный чертеж детали в объеме не менее одного листа формата А3.

Пояснительная записка является основным документом домашнего задания/контрольной работы и содержит информацию о выполненных разработках и обосновании принятых решений.

В графической части домашнего задания/контрольной работы лишь отображаются результаты, формируемые и обосновываемые в пояснительной записке.

7 Анализ технологической схемы, в которой участвует оборудование и конструкции оборудования

Технологическая схема производства отображает взаимосвязь между отдельными операциями технологического процесса, оборудованием и прочими устройствами, участвующими в производственных процессах.

На технологической схеме изображают весь технологический цикл – от исходного сырья (заготовки) до готовой продукции. Взаимное расположение оборудования на технологической схеме должно быть по возможности близко к реальности, то есть отображаться так, как оно расположено на предприятии.

На технологической схеме должны быть показаны все технологические связи, отображена система управления технологическим процессом (места установки отдельных датчиков; показывающие, записывающие и управляющие приборы; места установки исполнительных механизмов; места отбора проб для лабораторного анализа и т.п.). Если некоторые приборы, например, датчики, сильно усложняют схему, то их на схеме можно не отображать (либо отображать только самые важные), так как для технологической схемы главное – это понимание именно технологии.

При анализе технологической схемы необходимо установить роль и загруженность данного оборудования в обеспечении производства конечной продукции.

В домашнем задании/контрольной работе также следует проанализировать конструкцию оборудования с целью определения в нем наиболее быстроизнашиваемых узлов и деталей (узлов трения).

8 Пределные износы звеньев механизмов. Примеры расчетов предельных износов в сопряжениях узлов трения

Для оценки работоспособности механизма необходимо установить предельно допустимые значения износа $[U]$ его звеньев. Нормативы на предельные износы имеются для ограниченной номенклатуры деталей, часто недостаточно обоснованы, поэтому при каждом ремонте приходится решать – могут выполнять свои функции изношенные детали дальше либо их надо ремонтировать (заменять) [3]. При занижении значений предельных износов срок службы деталей используется не полностью, при их завышении возрастает доля аварийных ремонтов из-за отказа деталей. В связи с этим незнание допустимых предельных износов всегда вызывает увеличение простоев оборудования и затрат на его ремонт [4]. Для ряда деталей узлов трения критерием предельного состояния может служить уменьшение прочности детали при ее износе. Простейшим случаем влияния на прочность будет уменьшение размеров детали в результате ее износа.

Некоторые примеры расчетов предельных износов в сопряжениях узлов трения [4] приведены ниже.

Пример 1. Определить допустимую величину износа витков гайки с резьбой УП440х48 нажимного механизма блюминга 1150, если запас прочности $n=2$ [4].

Решение:

Определяем допустимую величину износа витков гайки с резьбой УП440х48 из зависимости:

$$[U] = a \left(1 - \frac{1}{n}\right),$$

где $[U]$ – допустимая величина износа витков гайки, мм;

a – толщина витка гайки, мм;

n – запас прочности.

$$[U] = 36 \left(1 - \frac{1}{2}\right) = 18 \text{ мм.}$$

Толщина витка гайки:

$$a = \frac{S}{2} (1 + 0,75 \cdot \operatorname{tg} 33^\circ) = 0,74 \cdot S,$$

где a – толщина витка гайки, мм;

S – шаг резьбы, мм.

$$a = 0,74 \cdot 48 = 36 \text{ мм.}$$

Пример 2. Определить допустимую величину износа шестерни реечного толкателя слябов. Диаметр делительной окружности шестерни $D=760$ мм, модуль шестерни $m=38$ мм, запас прочности $n=1,2$ [4].

Решение:

Определим допустимую величину износа из зависимости:

$$[U] = a \left(1 - \frac{1}{\sqrt{n}} \right),$$

где $[U]$ – допустимая величина износа шестерни реечного толкателя слябов, мм;
 a – толщина зуба в основании, мм;
 n – запас прочности.

$$[U] = 62,2 \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1,2}} \right) = 5,5 \text{ мм.}$$

Толщина зуба в основании:

$$a = \frac{D - 2,5 \cdot m}{2} \left(\frac{\pi \cdot m}{D} + 0,03 \right),$$

где a – толщина зуба в основании, мм;
 D – диаметр делительной окружности шестерни, мм;
 m – модуль шестерни, мм.

$$a = \frac{760 - 2,5 \cdot 38}{2} \left(\frac{\pi \cdot 38}{760} + 0,03 \right) = 62,2 \text{ мм.}$$

Пример 3. Определить предельно допустимую величину износа зуба шестерни редуктора в линии привода валков пятиклетевого стана «630» холодной прокатки. Исходные данные: передаваемый крутящий момент $M_c = 21$ кН·м, пусковой момент электродвигателя $M_1 = 24$ кН·м, $n = 0,02$, длина зубчатого шпинделя $l = 2955$ мм, диаметр делительной окружности шестерни $D = 400$ мм, $m = 10$ мм, диаметр тела шпинделя $d = 190$ мм, начальный зазор $U_0 = 0,2$ мм, запас прочности зубьев $n = 2,5$, передаточное число редуктора $u = 1,764$ [4].

Решение:

Предельно допустимую величину износа зуба шестерни найдем методом итерации (методом последовательных приближений), задаваясь начальным значением $[U]=2$ мм, и приняв $K=1$ из зависимости:

$$[U] = \frac{u}{u+K} \left\{ \frac{M_c^2 r}{2M_1 n_1 C} \left(\left[n - \left(\frac{[U]}{a} \right)^2 - 1 \right]^2 - 1 \right) U_0 \right\},$$

где $[U]$ – предельно допустимая величина износа шестерни, мм;

U_0 – начальный зазор, мм;

M_c – передаваемый крутящий момент, Н·мм;

M_1 – пусковой момент электродвигателя, Н·мм;

K – коэффициент, равный отношению износостойкости колеса и износостойкости шестерни;

u – передаточное число редуктора;

r – радиус основной окружности шестерни, мм;

a – толщина зуба в основании, мм;

n – запас прочности;

C – жесткость зубчатого шпинделя, Н·мм/рад.

$$[U] = \frac{1,764}{1,764+1} \left\{ \frac{(21 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 0,2}{2 \cdot 24 \cdot 10^{-3} \cdot 0,02 \cdot 3,46} \left(\left[2,5 \left(1 - \frac{2}{20,35} \right)^2 - 1 \right]^2 - 1 \right) - 0,2 \cdot 10^{-3} \right\} = 3,78 \text{ мм.}$$

Жесткость наиболее податливого звена (зубчатого шпинделя) найдем по зависимости:

$$C = 7,85 \frac{d^4}{l} \cdot 10^3,$$

где C – жесткость зубчатого шпинделя, Н·мм/рад;

d – диаметр тела шпинделя, м;

l – длина зубчатого шпинделя, м.

$$C = 7,85 \frac{0,19^4}{2,955} \cdot 10^3 = 3,46 \text{ Н·мм/рад.}$$

Толщина зуба у основания:

$$a = \frac{D - 2,5 \cdot m}{2} \left(\frac{\pi \cdot m}{D} + 0,03 \right),$$

где a – толщина зуба в основании, мм;

m – модуль шестерни, мм;

D – диаметр делительной окружности шестерни, мм.

$$a = \frac{400 - 2,5 \cdot 10}{2} \left(\frac{\pi \cdot 10}{400} + 0,03 \right) = 20,35 \text{ мм.}$$

Принимаем $[U] = 2,06$ мм, тогда получим:

$$[U] = \frac{1,764}{1,764+1} \left\{ 91,88 \left(\left[2,5 \left(1 - \frac{2,06}{20,35} \right)^2 - 1 \right]^2 - 1 \right) - 0,2 \cdot 10^{-3} \right\} = 2,18 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 2,18 \text{ мм.}$$

С учетом точности измерения толщины зуба принимаем предельно допустимую величину износа зуба шестерни $[U] = 2$ мм.

Пример 4. Зубчатая полумуфта с помощью прессы установлена на вал диаметром 100 мм с посадкой H_7/p_6 для передачи крутящего момента $[M]=20$ кН·м. Диаметр обоймы полумуфты $D_3 = 170$ мм. Длина посадочной поверхности полумуфты $l=145$ мм, чистота обработки посадочной поверхности – 6 класс. Комплексная характеристика шероховатости $\Delta=0,5$. Твердость поверхности вала $HВ=2500$ МПа. Проверить, обеспечит ли выбранная посадка передачу заданного крутящего момента [4].

Решение:

Определяем вид контакта для посадки H_7/p_6 . Из справочника находим нижнее и верхнее значения натягов $\Delta_{\min} = 37$ мкм, $\Delta_{\max} = 94$ мкм.

Определяем величину Δ_H , характеризующую условие перехода к насыщенному пластическому контакту по формуле:

$$\Delta_H = 0,124 \cdot \alpha \cdot HВ \cdot d \cdot C,$$

где Δ_H – величина, характеризующая условие перехода к насыщенному пластическому контакту, м;

$\alpha = 0,5$ - при прессовой сборке;

$HВ$ - твердость поверхности вала, МПа;

d - диаметр вала, м;

$C = [1+(1+K_2^2)/(1-K_2^2)]/E$.

$$C = [1+(1+K_2^2)/(1-K_2^2)]/E$$

где K_2 – отношение диаметра обоймы полумуфты к диаметру вала;

E – модуль упругости, МПа.

$$K_2 = D_3/d,$$

где D_3 - диаметр обоймы полумуфты, м;

d - диаметр вала, м.

$$\Delta_H = 0,124 \cdot 2500 \cdot 0,5 \cdot 0,1 \cdot 0,5 \cdot 10^{-5} = 7,8 \cdot 10^{-5} \text{ м} = 7,8 \text{ мкм};$$

$$C = [1 + (1 + 1,7^2) / (1 - 1,7^2)] / (2,1 \cdot 10^5) = 0,5 \cdot 10^{-5};$$

$$K_2 = 170/100 = 1,7.$$

То есть в соединении может реализоваться как ненасыщенный, так и насыщенный пластический контакт.

При максимальной величине натяга 94 мкм находим крутящий момент, подставляя $\Delta_H = 94 - 12 = 84$ мкм.

Величина 12 мкм берется из таблицы 2 для 6-го класса точности чистоты обработки поверхности.

$$M = [0,12 \cdot 84 \cdot 10^{-6} / 0,1 \cdot 0,5 \cdot 10^{-5} + (0,45 \cdot 0,5^{0,5} \cdot (84 \cdot 10^{-6})^{1,5}) / (2500^{0,5} \cdot (0,5 \cdot 10^{-5})^{1,5})] \cdot \pi \cdot 0,1^2 \cdot 0,145 / 2 = 4,7 \cdot 10^{-2} \text{ МН} \cdot \text{м} = 47 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Для минимальной величины натяга $\Delta_H = 37 - 12 = 25$ мкм крутящий момент определяем из зависимости:

$$M = \left(\frac{f_m \cdot \Delta_H}{d \cdot C} + \frac{0,21 \cdot \Delta^{0,5} \cdot \Delta_H^{0,25}}{HB^{0,25} \cdot C^{0,25}} \right) \cdot \frac{\pi d^2 \cdot l}{2},$$

где f_m – молекулярная составляющая коэффициента трения (принимается равной 0,12).

Δ_H – величина, характеризующая условие перехода к насыщенному пластическому контакту, м;

d – диаметр вала, м;

$$C = [1 + (1 + K_2^2) / (1 - K_2^2)] / E;$$

HB – твердость более мягкой поверхности, МПа.

$$M = [0,12 \cdot 25 \cdot 10^{-6} / 0,1 \cdot 0,5 \cdot 10^{-5} + (0,21 \cdot 0,5^{0,5} \cdot (34 \cdot 10^{-6})^{0,25}) / (2500^{0,5} \cdot (0,5 \cdot 10^{-5})^{0,25})] \cdot \pi \cdot 0,1^2 \cdot 0,145 / 2 = 1,37 \cdot 10^{-2} \text{ МН} \cdot \text{м} = 13,7 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

то есть минимальный допуск для данной посадки не обеспечивает передачу заданного крутящего момента.

Необходимо либо перейти на другой тип посадки H_7/r_6 , либо установить минимально допустимый натяг (Δ_H) из зависимости:

$$\Delta_H = \frac{2M \cdot C}{f_m \cdot \pi \cdot d \cdot l} - \Delta_{пр},$$

где Δ_H – минимально допустимый натяг, м;

M – крутящий момент, Н·м;

$C = [1+(1+K_2^2)/(1-K_2^2)]/E$;

$\Delta_{пр}$ – уменьшение натяга при прессовой сборке (таблица 2);

l – длина посадочной поверхности полумуфты, м;

d – диаметр вала, м.

Для подшипников качения моменты сопротивления можно найти из зависимости:

$$M = M_0 + M_1,$$

где M_0 – момент трения, зависящий от типа подшипника, Н·мм;

M_1 – момент трения, зависящий от нагрузки на подшипник, Н·мм:

при $v \cdot n \geq 2000$

$$M_0 = 1 \cdot 10^{-7} \cdot f_0 \cdot (v \cdot n)^{2/3} D_0^3;$$

при $v \cdot n < 2000$

$$M_0 = 1,6 \cdot 10^{-5} \cdot f_0 D_0^3,$$

где n – частота вращения, об/мин;

v – кинематическая вязкость смазочного масла, мм²/с;

$D_0 \approx (d + D)/2$ – средний диаметр подшипника, мм;

f_0 – коэффициент, зависящий от типа подшипника и условий смазывания (таблица 3).

$$M_1 = f_1 \cdot g_1 \cdot p \cdot D_0,$$

где f_1 и $g_1 \cdot p$ – из таблицы 4.

$$\text{Тогда } [\Delta_H] = 2 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 \cdot 10^{-5} / 0,12 \cdot \pi \cdot 0,1 \cdot 0,145 \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 49 \text{ мкм.}$$

Если осуществлять сборку соединения нагревом зубчатой втулки полумуфты, то $[\Delta_H] = 37$ мкм, и передача заданного крутящего момента будет обеспечена.

Таблица 2 – Уменьшение натяга при прессовой сборке [4]

Параметр шероховатости Ra, мкм	Уменьшение натяга, мкм
2,5–1,25	12
1,25–0,63	8
0,63–0,32	4

Таблица 3 – Значение коэффициента f_0 , зависящего от типа подшипника и условий смазывания [4]

Тип подшипника	Вид смазывания		
	Масляным туманом	В масляной ванне	
		горизонтальный вал	вертикальный вал
Шариковый однорядный и двухрядный сферический	0,7÷1	1,5÷2	3÷4
Шариковый радиально-упорный однорядный	1	2	4
	2	4	8
Роликовый радиальный: с цилиндрическими роликами игольчатый: однорядный двухрядный сферический	1÷1,5	2÷3	4÷6
	3÷6	6÷12	12÷24
	6÷10	12÷20	24÷40
	2÷3	4÷6	8÷12
Роликовый радиально-упорный	1,5÷2	3÷4	6÷8
Шариковый упорный	0,7÷1	1,5÷2	3÷4
Роликовый упорный с цилиндрическими роликами сферический	-	2	4
	-	3÷4	6÷8
Меньшие значения f_0 для более легких серий			

Таблица 4 – Значения коэффициентов f_1 и $g_1 \cdot p$ [4]

Тип подшипника	f_1	$g_1 \cdot p$
1	2	3
Шариковый радиальный однорядный двухрядный сферический	$9 \cdot 10^{-4} (P/C_0)^{0,55}$	$(2 \div 3) \cdot F_a - 0,1 F_r$
	$3 \cdot 10^{-4} (P/C_0)^{0,4}$	$1,4 Y \cdot F_a - 0,1 F_r$
Шариковый радиально-упорный однорядный двухрядный	$13 \cdot 10^{-4} (P/C_0)^{0,33}$	$F_a - 0,1 F_r$
	$1 \cdot 10^{-3} (P/C_0)^{0,33}$	$1,4 F_a - 0,1 F_r$
Роликовый радиальный с цилиндрическими роликами,	$(2,5 \div 3) \cdot 10^{-4**}$	F_r

Продолжение таблицы 4

1	2	3
игольчатый двухрядный сферический	$(4\div 5) \cdot 10^{-4**}$	$1,2Y \cdot F_a$
Роликовый радиально-упорный конический	$(4\div 5) \cdot 10^{-4**}$	$2Y \cdot F_a$
Шариковый упорный	$1,2 \cdot 10^{-4} (P/C_o)^{0,33}$	F_a
Роликовый упорный: с цилиндрическими роликами сферический	$1,8 \cdot 10^{-4**}$	F_a
	$(5\div 6) \cdot 10^{-4**}$	F_a
<p>Обозначения: C_o – статическая грузоподъемность; F_r – радиальная нагрузка; F_a – осевая нагрузка; Y – коэффициент осевой нагрузки (из характеристик подшипников по справочникам) при $F_a/F_r < e$.</p> <p>Примечания: при $q_1 \cdot p < F_r$ принимать $q_1 \cdot p = F_r$,</p> <p>* меньшие значения в скобках при $F_a/C_o \approx 1$, большие значения при $F_a/C_o \approx 0,1$;</p> <p>** меньшие значения f_1 для более легких серий подшипников</p>		

Большое количество примеров расчетов предельных износов механизмов приведено в книге [3].

9 Смазывание узлов машин при эксплуатации

9.1 Схема и карта смазки узлов машин при эксплуатации

При работе машин количество масла обычно уменьшается, а потери масла в системе периодически восполняют доливом [4, 5].

Вследствие старения масло в системе теряет смазочные свойства и требуется периодическая замена его свежим. Масло меняют независимо от регламентированных сроков при выпадении шлама более обычного и выхода значений кислотного числа, вязкости, других показателей за пределы установленных норм.

Периодически производить анализ работающего масла рекомендуется в системах большой вместимости.

Смазывание узлов машин должно осуществляться в соответствии с заводскими инструкциями. Сроки смены масла зависят от условий работы машины и поэтому могут быть различными для одной и той же машины. Для любой машины периодичность подачи смазочного материала в картере должна назначаться исходя из условий наиболее неблагоприятного длительного режима работы малоизношенной машины. Для установления такой периодичности необходимо располагать опытом эксплуатации данной машины либо ей подобной.

Кроме общей инструкции по смазыванию машины для наглядности и избежания пропусков смазочных точек должна быть составлена карта смазки.

Размеры карты смазки назначают в зависимости от сложности машины (наиболее часто используют размеры 288 x 407 и 407 x 576 мм) [5].

При разработке карты смазки оборудования необходимо соблюдать следующие требования [5]:

- карта смазки должна состоять из схемы смазывания машины (схематический чертеж основных узлов машины или ее кинематическая схема) и таблицы смазки, в которых подробно указаны все узлы, в которые необходимо закладывать смазочные материалы;

- таблица смазки должна включать информацию, необходимую эксплуатационным службам;

- следует предусмотреть эффективные смазочные материалы, обеспечить их возможную унификацию и выполнение требований по совместимости смазочных материалов;

- в информации о том, как часто необходимо обновлять смазку следует указывать количество дней между закладыванием смазки и объемом материала;

- при указании периодичности замены и пополнения узлов трения свежими смазками следует учитывать технологические режимы и условия работы оборудо-

дования;

- карта смазки должна рекомендовать оптимальный вариант нанесения смазки (при помощи шприца, разбрызгивания, погружения, ручным способом и т.д.).

На рисунке 1 приведен пример схемы смазки тележки мостового крана.

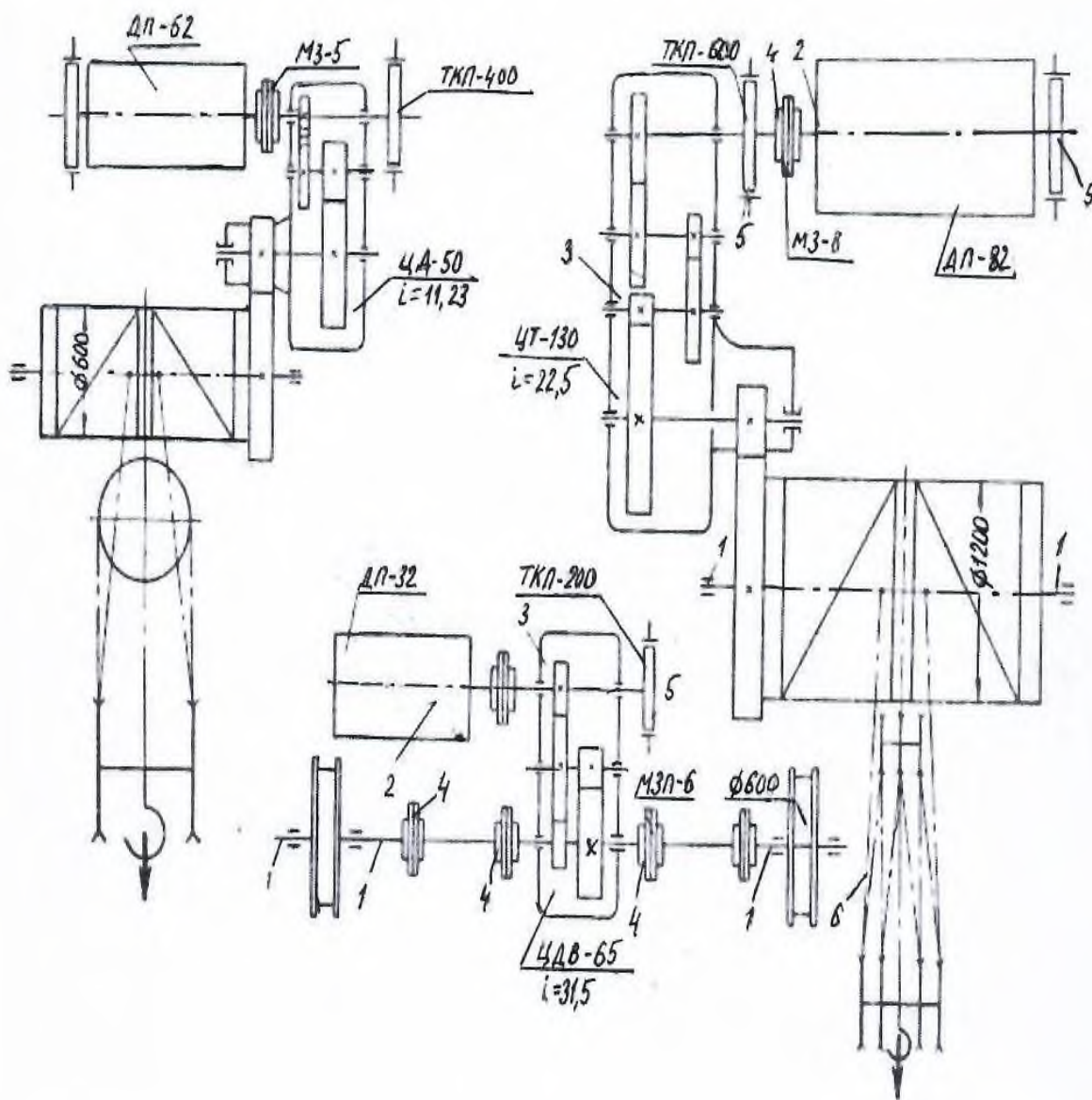


Рисунок 1 – Схема смазки тележки мостового крана [6]

В таблице 5 приведен пример карты смазки тележки мостового крана.

При составлении карты смазки используют инструкции и схемы заводоизготовителей, результаты исследований и опыт эксплуатации машины.

Таблица 5 – Карта смазки тележки мостового крана [6]

Поз. на рис. 1	Наименование узлов смазки	Смазочные материалы	Периодичность	
			смазка	промывка
1	Подшипники качения тихоходные (барабанов, блоков ходовых колес)	Солидол УС-2 (ГОСТ 1033-79)	Добавление не менее одного раза в месяц	6 мес.
2	Подшипники качения быстроходные (трансмиссионных валов, электродвигателей)	Солидол УС-2 (ГОСТ 1033-79)	Добавление один раз в неделю	3-4 мес.
3	Зубчатые передачи, редукторы	Масло промышленное 45В (машинное СВ), ГОСТ 2854-51	Добавление по мере убыли	3-4 мес.
4	Зубчатые муфты	Масло промышленное 45В (машинное СВ), ГОСТ 2854-51	Добавление один раз в месяц	6 мес.
5	Подшипники скольжения	Солидол УС-1 (ГОСТ 1033-79)	Добавление один раз в неделю	При очередной разборке
6	Грузовые канаты	Смазка промышленная канатная ИК (мазь канатная) ГОСТ 5570-69	Не реже двух раз в месяц	По мере загрязнения и пересыхания смазки

9.2 Выбор смазочных материалов

Выбор смазочного материала для конкретного узла трения зависит от многих факторов, основными из которых являются [5]:

- конструктивное исполнение узла трения;
- особенности рабочего режима (нагрузка, скорость, температура) и технологического процесса;
- характер движения (прерывистое, реверсивное, нереверсивное);
- условия внешней среды (температура воздуха, его влажность, запыленность, наличие агрессивных газов и т.п.);
- геометрические характеристики и материалы пары трения;
- твердость поверхностных слоев трущихся тел;
- необходимость использования конкретной системы смазывания;

- квалификация обслуживающего персонала и удобство обслуживания механизма;

- требования надежности и экономические факторы.

При выборе смазочных материалов:

1) выявляют условия работы и технические параметры узла трения;

2) осуществляют выбор вида смазочного материала;

3) определяют марку смазочного материала.

В узлах трения металлургических машин наиболее широко применяются жидкие, пластичные и твердые смазочные материалы.

В качестве жидких смазочных материалов широко распространены минеральные масла, обеспечивающие жидкостную смазку, интенсивный теплоотвод, фильтрацию продуктов изнашивания, возможность контроля за состоянием масла и его подачей, простоту добавки и смены масла, возможность сбора отработанного масла и его регенерации.

Недостатки минеральных масел:

- при температуре выше 150°С происходит деструкция масел;

- при незначительном изменении температуры масла происходит значительное изменение его вязкости;

- повышенные утечки через неплотности в разъемах корпусов и соединений маслопроводов в результате чего требуется эффективная герметизация узлов трения и необходимо применение сложных уплотнений;

- необходимость большого количества единовременно используемого масла;

- повышенная пожароопасность.

Минеральные масла необходимо применять в узлах трения с интенсивным тепловыделением, работающих при достаточно больших контактных нагрузках и скоростях скольжения. Такими узлами металлургических машин являются:

- редукторы;

- подшипники скольжения;

- подшипники качения;

- шестерни клетки;

- нажимные устройства и др.

Марки минеральных масел приведены в таблице П.В.1 приложения В.

В таблице П.В.2 приложения В приведены основные эксплуатационные свойства масел для ПЖТ и редукторов прокатных станков

В таблице П.В.3 представлены основные эксплуатационные свойства трансмиссионных масел.

В таблице П.В.4 приведены основные эксплуатационные свойства специальных масел.

В случае невозможности реализации в узле трения жидкостной смазки применяют пластичные смазочные материалы, обеспечивающие:

- режим граничной смазки;
- работоспособность узла трения при высоких температурах и широком скоростном диапазоне;
- хорошее удерживание смазочного материала в корпусах и возможность работы сопряжений при больших зазорах (слабо герметизированных узлах трения);
- хорошее заполнение зазоров в узлах трения и неплотностей корпусов подшипников, что препятствует загрязнению поверхностей трения;
- длительный срок службы в герметизированных узлах трения.

Недостатки пластичных смазочных материалов:

- возможность их расслоения, распыления, вытекания при продолжительной работе в условиях повышенных температур;
- трудоемкая замена смазочного материала, требующая разборки и промывки механизмов.

Пластичные смазочные материалы применяют в парах скольжения тихоходных механизмов, в открытых зубчатых передачах и подшипниках качения, а также там, где можно избежать усложнения конструкции узла, связанного с использованием жидкого смазочного материала. Основные характеристики и марки пластичных смазочных материалов приведены в таблицах П.В.5 и П.В.6 приложения В.

Твердые смазочные материалы применяют в узлах трения металлургических машин, которые характеризуются высокими контактными напряжениями и низкими скоростями скольжения ($<0,1$ м/с), наличием агрессивных сред, разрушающих обычные смазочные материалы, и экстремальных температур (выше 300°C , и ниже -80°C). Их наносят на поверхность трущихся деталей в виде суспензий. После термической обработки на поверхности деталей образуются твердые смазочные пленки.

Недостаток таких покрытий – малый срок службы.

Основные характеристики пастообразных и твердых смазочных материалов, суспензий приведены в таблице П.В.7 приложения В.

В таблице П.В.8 приложения В приведены основные характеристики самосмазывающихся и металлокерамических материалов.

10 Выполнение ремонтных чертежей

К ремонтным относят чертежи, предназначенные для ремонта деталей, сборочных единиц, сборки и контроля отремонтированного изделия, изготовления дополнительных деталей и деталей с ремонтными размерами.

Ремонтные чертежи разрабатывают в дополнение к ремонтным документам по ГОСТ 2.602 или, при отсутствии последних, как самостоятельные документы.

Ремонтными считаются документы (чертежи, схемы, спецификации, ведомости, инструкции и другие документы в соответствии с ГОСТ 2.102 и ГОСТ 2.602), предназначенные для:

- ремонта изделий (деталей, сборочных единиц, комплексов и комплектов);
- сборки (монтажа) и контроля отремонтированных изделий;
- изготовления дополнительных (новых) деталей (сборочных единиц) с ремонтными размерами.

В комплект ремонтных чертежей изделия в общем случае входят:

- чертежи изделий (деталей, сборочных единиц, комплексов и комплектов);
- габаритные, монтажные чертежи, если в результате ремонта должны измениться габаритные размеры изделия либо монтажные чертежи;
- чертежи дополнительных деталей (сборочных единиц), выполняемые в соответствии с требованиями ЕСКД;
- схемы;
- спецификации;
- ведомости спецификаций, ссылочных документов;
- инструкции.

Допускается в комплект этих документов включать расчеты размерных и кинематических цепей, расчеты изделий (деталей, сборочных единиц и т.п.) на прочность и другие необходимые документы в соответствии с ГОСТ 2.102 и ГОСТ 2.602.

Ремонтные чертежи разрабатывают в случаях, когда ремонт машины путем замены изношенных деталей новыми, изготовленными по рабочим чертежам, технически невозможен или экономически нецелесообразен, а более экономичным является применение при ремонте восстановленных деталей или деталей, изготовленных с другими размерами, отличными от первоначальных.

При разработке ремонтных чертежей деталей следует предпочтительно исходить из принципа сохранения взаимозаменяемости деталей и узлов, предусматривая такой ремонт деталей, при котором будут восстановлены их первоначальные размеры. Изготавливать детали с категорийными (ремонтный размер, установленный для определенного вида и (или) категории ремонта, например,

для текущего, среднего или капитального ремонта; для 1-го, 2-го, 3-го вариантов ремонта) или пригоночными (ремонтный размер, установленный с учетом припуска на пригонку изделий «по месту») размерами следует лишь в отдельных случаях, когда это диктуется соображениями технического порядка.

Ремонтные чертежи составляют на основе: рабочих чертежей, предназначенных для изготовления изделия; анализа допусков; дефектных ведомостей и перечня типовых неисправностей или величины износа отдельных деталей в зависимости от сроков их работы, установленных изучением эксплуатационных данных для каждого изделия; проверенных на практике способов ремонта.

На ремонтных чертежах указывают только те размеры, предельные отклонения, натяги, зазоры и другие данные, которые должны быть выполнены и проверены при ремонте изделия. На изделия, которые не могут быть разъединены при ремонте (неразъемные соединения, выполненные клепкой, сваркой и т.п.), допускается не выпускать самостоятельные чертежи на отдельные детали. Указания по ремонту таких изделий приводят на ремонтном сборочном чертеже изделия, в которое входят ремонтируемые детали, с добавлением изображений и данных, поясняющих сущность данного ремонта.

На ремонтных чертежах изображают только те виды, разрезы и сечения, которые необходимы для конкретизации процесса ремонта элементов. При этом обязательно выполняется хотя бы одна проекция общего вида.

На ремонтных чертежах предельные отклонения линейных размеров указывают, как правило, числовыми значениями, например, $\varnothing 18^{+0,018}$, $\varnothing 12_{-0,059}^{-0,032}$ или условными обозначениями с последующим указанием в скобках их числовых значений, например, $\varnothing 18H7(^{+0,018})$, $\varnothing 12e8(^{-0,032}_{-0,059})$.

На ремонтных чертежах поверхности, подлежащие обработке при ремонте, выполняют сплошной толстой основной линией, остальные части изображения – сплошной тонкой линией (рисунок 2).

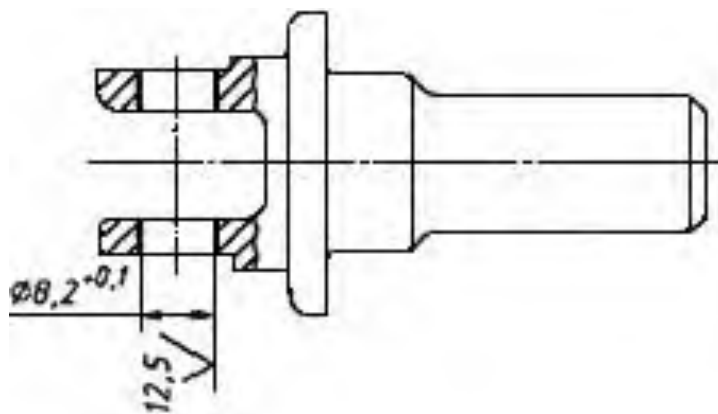


Рисунок 2 – Пример изображения на ремонтных чертежах поверхностей, подлежащих обработке при ремонте

Если у отдельных элементов ремонтируемого изделия меняется конфигурация, то измененную часть показывают сплошной толстой основной линией, а неизмененную часть – сплошной тонкой линией (рисунок 3).

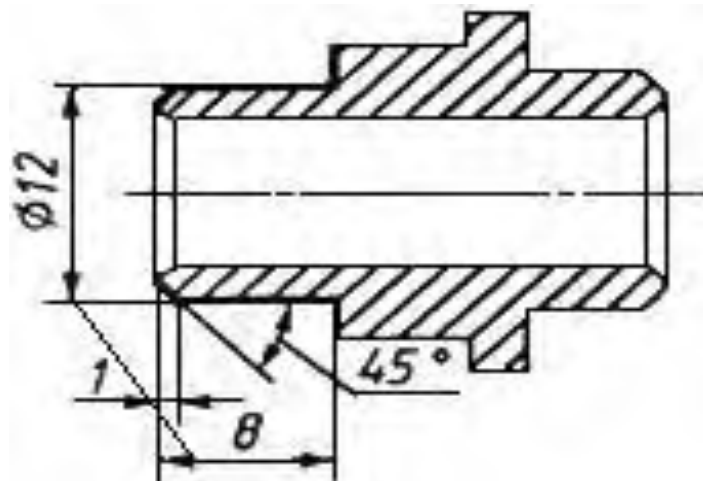


Рисунок 3 – Пример изображения отдельных элементов ремонтируемого изделия, у которых меняется конфигурация

На чертежах изделия, ремонтируемого сваркой, пайкой, нанесением металлопокрытия и т.п., рекомендуется выделять соответствующий участок изделия, подлежащий ремонту (рисунок 4).

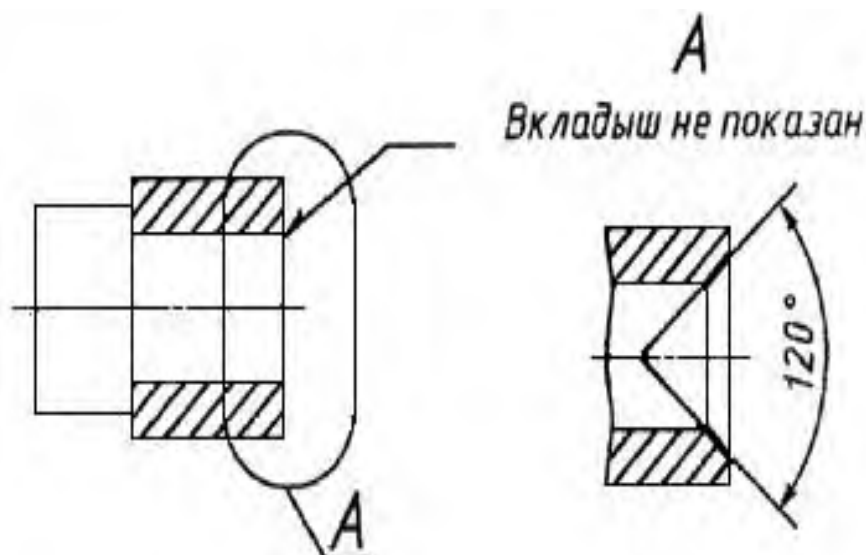


Рисунок 4 – Пример изображения участка изделия, подлежащего ремонту, для изделий, ремонтируемых сваркой, пайкой, нанесением металлопокрытия и т.п.

При ремонте изделия наплавкой, заливкой (при помощи сварки, пайки и т.п.) на ремонтном чертеже указывают наименование, марку, размеры материала, используемого при ремонте, а также обозначение стандарта на материал (рисунок 5).

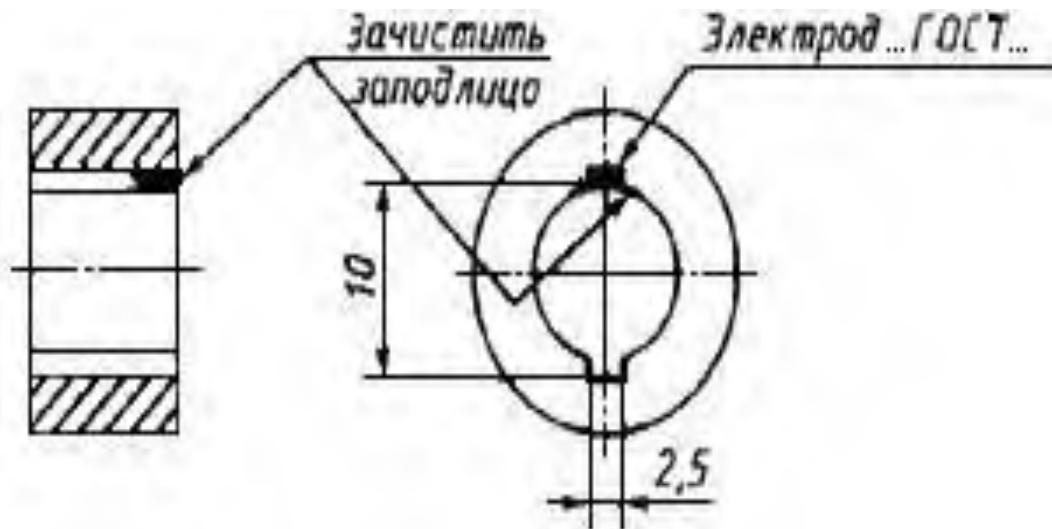


Рисунок 5 – Пример изображения изделия, ремонтируемого наплавкой, заливкой (при помощи сварки, пайки и т.п.)

Если при ремонте изделия удаляют изношенную часть и заменяют ее новой, то удаляемую часть изображают тонкой штрих-пунктирной линией с двумя точками (рисунок 6). Новую часть выполняют на самостоятельном ремонтном чертеже (рисунок 7).

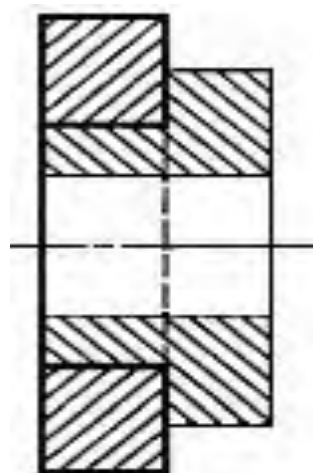


Рисунок 6 – Пример изображения удаляемой изношенной части с заменой ее новой

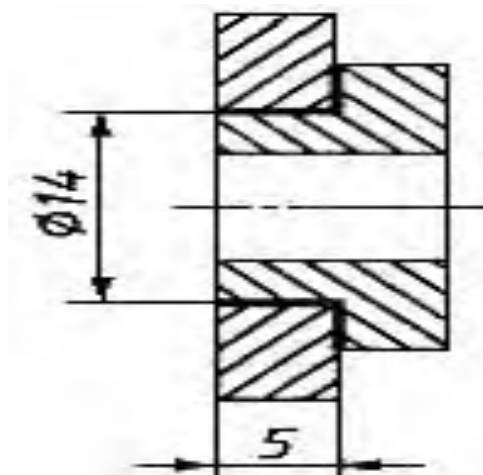


Рисунок 7 – Пример изображения новой части

На ремонтном чертеже изделия, для которого установлены пригоночные размеры, при необходимости, указывают установочные базы для пригонки «по месту».

На ремонтных чертежах категорийные и пригоночные размеры, а также размеры изделия, ремонтируемого снятием минимально необходимого слоя материала, проставляют буквенными обозначениями, а их числовые значения и другие данные указывают на полках линий-выносок (рисунок 8) или в таблице (рисунок 9).

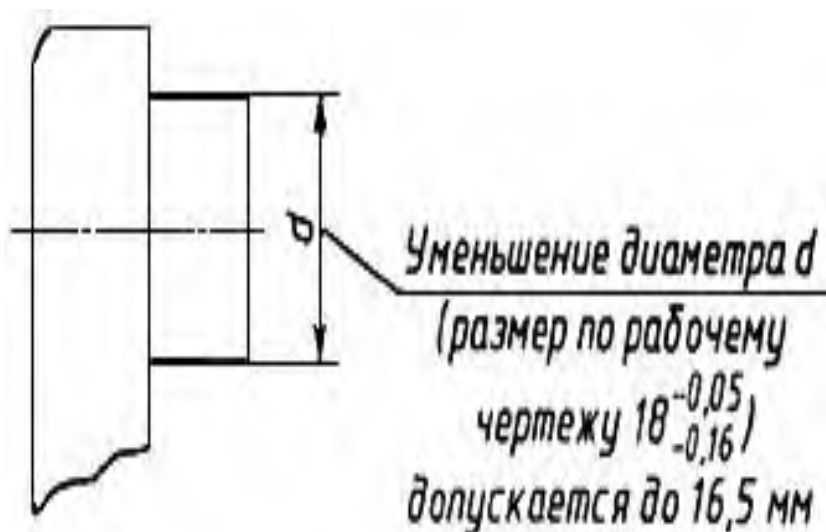


Рисунок 8 – Пример изображения категорийных, пригоночных размеров, размеров изделия, ремонтируемого снятием минимально необходимого слоя материала проставлением буквенных обозначений с указанием их числовых значений и других данных на полках линий-выносок

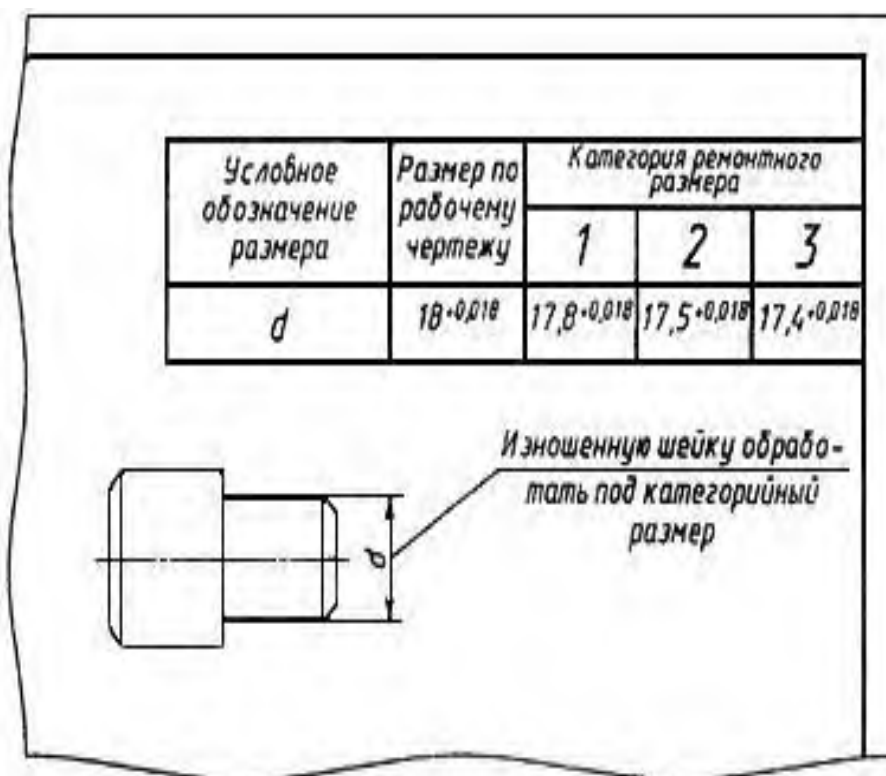


Рисунок 9 – Пример изображения категорийных, пригоночных размеров, размеров изделия, ремонтируемого снятием минимально необходимого слоя материала проставлением буквенных обозначений с указанием их числовых значений и других данных в таблице

На ремонтных чертежах в сопряженных изделиях с категорийными размерами сохраняется характер сопряжения (качества точности, посадки, шероховатость и др.), предусмотренный в рабочих чертежах.

На ремонтных чертежах изделий для определения способа ремонта помещают технологические указания, которые являются единственными для восстановления эксплуатационных характеристик изделия.

Технологические требования, относящиеся к отдельному элементу изделия, помещают на ремонтном чертеже, как правило, рядом с соответствующим элементом или участком изделия.

Эти требования допускается не указывать, если они изложены в руководстве по ремонту или в технических условиях на ремонт.

Надписи, технические требования и таблицы на ремонтных чертежах выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.316.

На ремонтном чертеже допускается указывать одновременно несколько вариантов ремонта одних и тех же элементов изделия с соответствующими разъяснениями на чертеже.

На каждый принципиально отличный вариант ремонта изделия выполняют самостоятельный чертеж.

Если при ремонте изделия в него вводят одну или несколько деталей (втулку, стопор и т.п.) или деталь при ремонте заменяют сборочной единицей аналогичной детали (то есть состоящей из нескольких составных частей), то ремонтный чертеж изделия выполняют как сборочный.

На ремонтных чертежах деталей содержание графы «Материал» основной надписи должно соответствовать содержанию аналогичной графы рабочего чертежа детали.

Обозначение отмененных стандартов на материалы не указывают.

В ремонтных чертежах на вновь изготавливаемые изделия в этом случае указывают обозначение материала по действующему стандарту.

Предельные отклонения размеров 14-17-х квалитетов на ремонтных чертежах указывают с округлением до десятых долей миллиметра.

Если на ремонтном чертеже одного изделия дано исчерпывающее указание об изготовлении другого (сопряженного) изделия по рабочей конструкторской документации (рисунок 10) и эта документация включена в комплект документов для ремонта, то отдельный ремонтный чертеж на сопряженное изделие не выпускают.



Рисунок 10 – Пример изображения исчерпывающего указания об изготовлении сопряженного изделия по рабочей конструкторской документации, включенной в комплект документов для ремонта

11 Карта и схема сборки узла

Любая машина может быть собрана из соответствующих деталей лишь в определенной последовательности. Эта последовательность должна быть такой, чтобы каждая из вводимых в сборку деталей, на любом этапе процесса могла быть установлена, закреплена и, если требуется, проконтролирована на месте без демонтажа (снятия) других, ранее смонтированных деталей. Удовлетворяющая этому условию последовательность сборки может быть не одна, часто возможны несколько вариантов, но технология сборки как совокупность операций по соединению деталей в определенной последовательности с целью получения узлов, комплектов и готовой машины, отвечающей установленным для нее техническим требованиям, предполагает, что вариант будет выбран наиболее выгодный. Под выгодностью в данном случае подразумеваются наименьшие затраты времени на сборку, отсутствие пригоночных работ или незначительный объем их, удобство сборки в части подхода к собираемому объекту, возможность наиболее полного использования механизированных сборочных приспособлений, облегчение труда сборщиков и пр.

Основными документами технологического процесса сборки являются сборочный чертеж, операционные и инструкционные карты и схема сборки.

Исходными данными для разработки карты и схемы сборки изделия являются: сборочные чертежи изделия в целом и отдельных его узлов со спецификациями и чертежами деталей; технические условия (технические требования) на изделия и узлы [7].

Технологическая схема сборки – графическое изображение последовательности сборки изделия и его составных частей, выполняемое по определенным правилам и отражающее технологическую структуру машины [7].

Технологическая структура определяет иерархию сборочных единиц, входящих в изделие (рисунок 11). Машина как изделие разбирается на сборочные единицы 1-го порядка и соответствующее множество деталей. Сборочные единицы 1-го порядка разбираются на сборочные единицы 2-го порядка и множество деталей. Сборочные единицы наибольшего ($n-1$) порядка разбираются только на детали.

Сборку выполняют в обратной последовательности. Сборочные единицы порядков 1, ..., ($n-1$), соответствующие законченным этапам изготовления изделия (машины), принято называть узлами, а соответствующую сборку – узловой.

Сборку, объектом и продуктом которой является изделие называют общей. Различают схемы общей и узловой сборки.

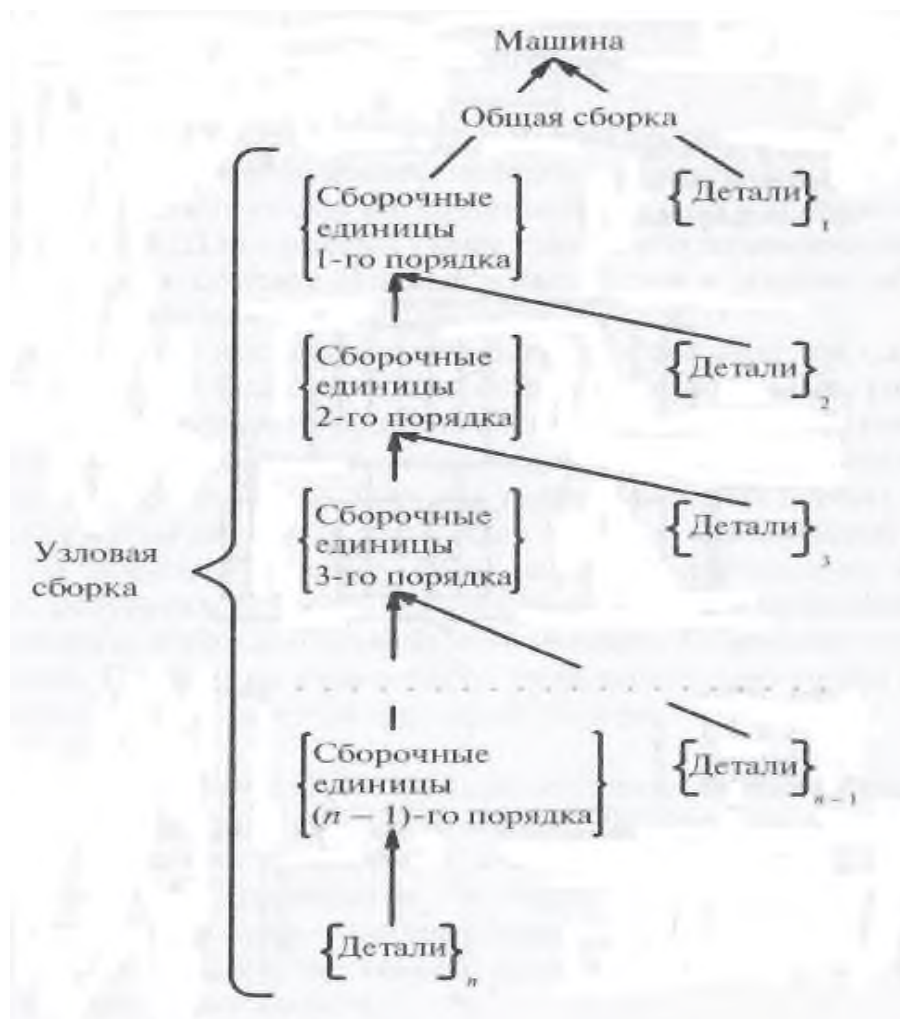


Рисунок 11 – Технологическая структура машины [7]

Любую сборочную единицу или деталь на схеме сборки изображают прямоугольником (рисунок 12а). У сборочной единицы в поле «Номер детали» указывают базовую деталь, на основе которой собрана эта сборочная единица. Перед номером базовой детали указывают буквы «сб», перед которыми пишут цифру, означающую порядок сборочной единицы, например, «1сб25» - сборочная единица (узел) первого порядка на базе детали 25.

Сначала составляют схему общей сборки (рисунок 12б), затем схемы узловой сборки (рисунок 12в). Сборку начинают с базового элемента (рисунок 12б), которым может быть, как деталь, так и сборочная единица (узел). Если базовый элемент – узел, то на схеме общей сборки он должен обозначаться как узел первого порядка, как и другие узлы, приводимые на схеме, независимо от того, являются ли они изготавливаемыми или покупными (рисунок 12б). Изделие долж-

но иметь номер базового элемента с указателем перед ним букв «сб». Наименование базового элемента и изделия могут различаться. Так, например, при изображении технологической схемы сборки ротора турбины базовая деталь может называться «вал», а изделие – «ротор».



а – изображение детали (сборочной единицы);

б – общая сборка; в – узловая сборка

Рисунок 12 – Технологические схемы сборки [7]:

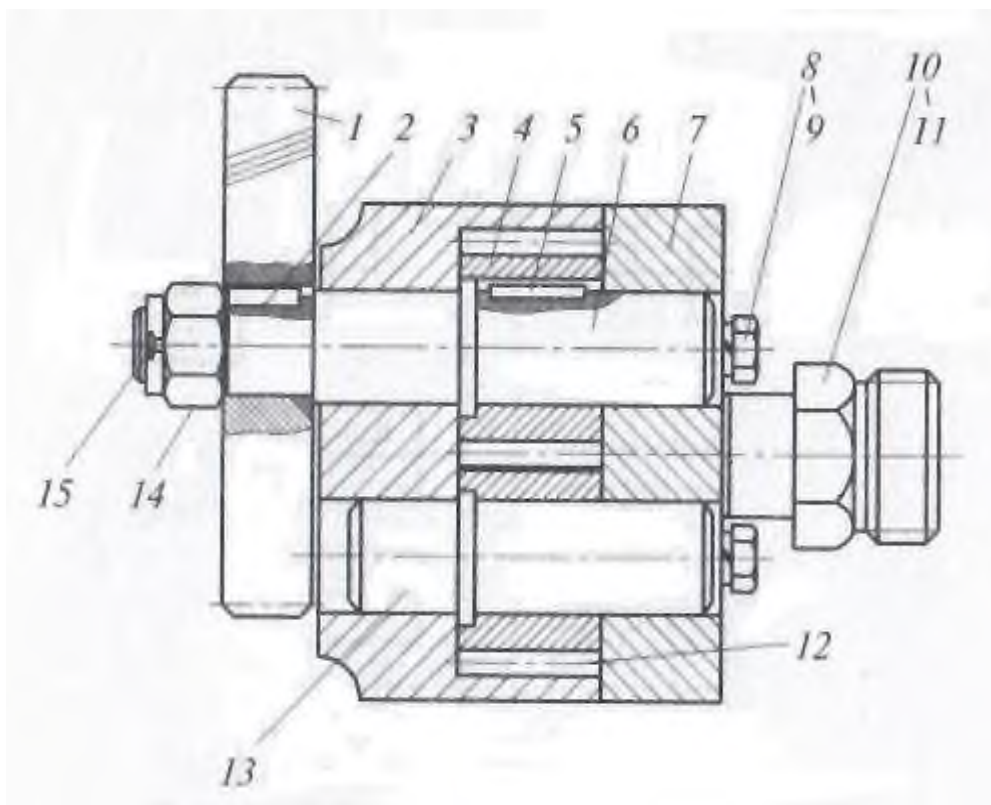
Узел, собранный на базе детали «корпус», может называться «корпус в сборе» или, если «корпус» был, например, корпусом клапана, а сборка общей – «клапан». На схемах сборки над вертикальными линиями-выносками пишут краткие указания об основных выполняемых технологических воздействиях с приведением глаголов в повелительном наклонении: «запрессовать», «нагреть», «затянуть» и т.д. Характерным признаком узла является возможность его сборки независимо от других элементов изделия. Узел после сборки должен представлять собой единое целое, не распадающееся при перемене положения. Соедине-

ние вала со втулкой при посадке с зазором не является узлом. При изменении положения, например, при транспортировке, такой узел может самопроизвольно распастись на составляющие его детали.

Схемы узловой сборки (рисунок 12в) изображают по аналогичным правилам со строгим соблюдением иерархии сборочных единиц.

Для простых узлов чаще всего возможна лишь одна последовательность сборки. Для сложных узлов и машин возможны различные варианты последовательности сборки.

На рисунке 13 изображен масляный насос.



1-приводная шестерня; 2-шпонка; 3-корпус; 4-ведущая шестерня; 5-шпонка; 6-ведущий валик; 7-крышка; 8-шайба; 9-болт; 10-прокладка; 11-штуцер; 12-ведомая шестерня; 13-ведомый валик; 14-гайка; 15-шплинт

Рисунок 13 – Масляный насос [7]:

На рисунке 14 изображены схемы общей и узловой сборки масляного насоса.

На общей сборке используют два комплекта. Первый – на базе узла первого порядка – приводного валика (1сбб), второй – на базе детали – ведомого валика 13.

В соответствии с этим изображение комплектов размещают ниже и выше линии комплектования.

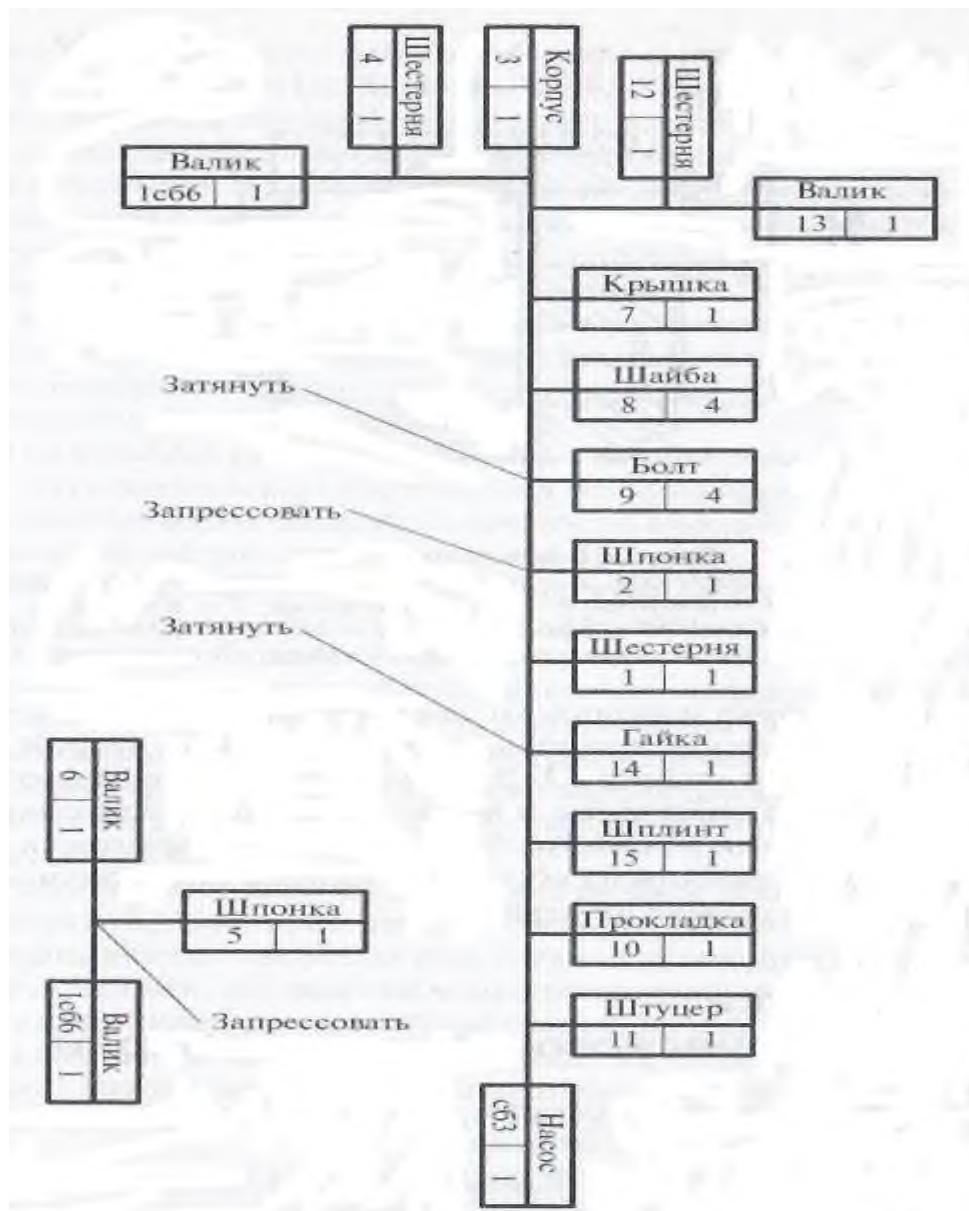


Рисунок 14 – Технологическая схема сборки масляного насоса [7]

Технологическую карту сборки (разборки) составляют для конкретной сборочной единицы. В левом верхнем углу карты размещают сборочный чертеж сборочной единицы с указанием позиций соединяемых деталей и посадок в сопряжениях. Под чертежом в таблице карты приводят номера и наименования операций и переходов по ходу процесса сборки (разборки), применяемые инструмент и приспособления, технические требования на сборку (разборку), норму штучного времени (трудоемкость выполнения каждой операции). При необходимости в карте указывают способ контроля собранной сборочной единицы и допустимые отклонения (допуски на сборку).

12 Характеристика детали и технические требования на ее дефектацию

Характеристика детали должна включать:

- наименование и назначение детали; ее конструктивные особенности и местонахождение в узле;
- марку, химический состав и механические свойства материала детали;
- вид термической обработки подлежащих восстановлению поверхностей, глубину обработки и твердость поверхности;
- возможность обработки материала детали резанием, давлением, сваркой и пр.;
- габаритные размеры детали: длину, диаметр (ширину, высоту), массу детали.

Эти данные имеются на рабочих чертежах деталей.

Исходным документом для разработки технологического процесса восстановления детали являются требования на дефектацию, которые рекомендуется излагать в виде карты дефектации и ремонта, оформленной в соответствии с требованиями ГОСТ 2.602-95. Форма карты дефектации и ремонта представлена на рисунке 15.

Карта дефектации и ремонта					
обозначение и наименование изделия, составной части количество на изделие, шт. _____	№ позиции _____	№ эскиза _____	№ карты _____	(поле для эскиза)	
Обозначение	Возможный дефект	Метод установления дефекта	Средство измерения	Заключение и рекомендуемые методы ремонта	Требования после ремонта

Рисунок 15 – Карта дефектации и ремонта

В графах карты указывают:

в графе «Обозначение» - обозначение сопряжения, контролируемого размера, поверхности или зоны контроля, номер сварочного шва или обозначение пересечения сварных швов, через тире, например № 1 - № 2 и др. параметров;

в графе «Возможный дефект» - возможные дефекты сопряжения, контролируемых размеров поверхностей, сварных швов и других параметров (дефекты следует указывать, начиная с малозначительных);

в графе «Метод установления дефекта» - метод контроля, с помощью которого устанавливается дефект, указанный в графе «Возможный дефект»;

в графе «Средство измерения» - наименование и обозначение средств измерений (по стандарту, ТУ);

в графе «Заключение и рекомендуемые методы ремонта» заключение указывают словами «замена», «ремонт»;

в графе «Требования после ремонта» - требования к изделию (составной части) после ремонта, например:

- к сопряжениям;
- к размерам, контролируемым после ремонта;
- к формам и расположению поверхностей;
- к шероховатости и твердости поверхностей;
- к заварке, напайке, наплавке;
- к герметичности (прочности);
- к моментам затяжки резьбовых соединений;
- к электрическим параметрам.

13 Технология ремонта изношенной детали

Дефект – каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям.

Дефекты эксплуатационного характера обусловлены нарушением правил эксплуатации изделия, условий хранения и транспортировки, интенсивным использованием изделия, естественным износом. К данным дефектам относятся механические повреждения в виде трещин, сколов, царапин, пластических деформаций и разрыва материала, коррозия, оплавление, окалины и т.д.

Дефекты из-за нарушения правил эксплуатации изделия возникают при использовании его не по функциональному назначению, нарушении процедур предварительной подготовки или работы промышленного оборудования, использовании несоответствующих вспомогательных инструментов, оснастки и расходных материалов, интенсивном использовании оборудования при превышении его допустимой календарной производительности, несоблюдении условий внешней среды при функционировании оборудования, воздействии агрессивных сред.

Дефекты вследствие естественного износа могут проявляться в виде износа основных деталей в результате трения, коробления ответственных деталей из-за перераспределения внутренних напряжений в процессе эксплуатации, коррозии, старения пластмасс, резины, рабочей жидкости, смазочных масел, электронной аппаратуры и др. Дефекты вследствие естественного износа возникают в результате медленно протекающих процессов, которые приводят к прогрессивному ухудшению технических характеристик изделий производственно-технического назначения, называемому физическим старением.

Для правильного выбора технологического процесса восстановления деталей необходимо четко классифицировать имеющиеся дефекты деталей металлургических машин.

Различают следующие группы дефектов, относящихся к деталям металлургических машин в целом [5, 8]:

- трещины – нарушения сплошности материала с образованием свободных поверхностей раздела (дефекты, образующиеся в результате воздействия значительных местных нагрузок, ударов и перенапряжений);
- царапины – дефекты в результате действия образовавшихся или появившихся на поверхностях трения частиц, которые при скольжении перемещают в стороны и подминают материал, оставляя царапины;
- задиры – повреждения поверхностей трения в виде борозд, глубина которых может достигать 100-200 мм и более, которые направлены одинаково с вектором скорости относительного движения;

- натирь – участки поверхностей трения, отличающиеся по цвету от прилегающих участков и испытывающие постоянное давление на контакте (образуются при любом виде изнашивания);

- отслаивание – развитие глубинных усталостных трещин, приводящее к отделению крупных частиц металла;

- выкрашивание – распространенный вид повреждения рабочих поверхностей деталей в условиях качения, для которого характерна произвольная форма ямок с рваными краями;

- схватывание материалов – приваривание, сцепление, проявляющееся в субмикроскопических повреждениях, постепенно переходящих к локализованному разрушению поверхностного слоя и глубинному вырыву;

- питтинг (усталостное выкрашивание) – вид разрушения сопряженных поверхностей, в результате которого появляются ямки, едва заметные сначала и достигающие значительных размеров (например, 2-3 мм в поперечнике или даже больше) в процессе развития;

- коррозионно-механическое изнашивание – вид повреждения сопряженных поверхностей, характеризующийся появлением пленок (так называемых вторичных структур), которые истираются под действием нормальных сил и сил трения и снова возобновляются.

Восстановление работоспособности и соответствующего уровня надежности металлургических агрегатов в процессе их ремонта может осуществляться следующими способами [4]:

- заменой всего механизма (крупного блока), включающего несколько узлов, содержащих поврежденные детали;

- заменой узла, в состав которого входит поврежденная деталь;

- заменой или восстановлением непосредственно отказавшей детали.

Первый метод используется для наиболее сложных и трудоемких в регулировке механизмов (кристаллизаторы машин непрерывного литья заготовок, засыпные устройства доменных печей, барабаны моталок широкополосных станков горячей прокатки и т.д.).

Наибольшее распространение на металлургических предприятиях имеет второй метод, который позволяет существенно сократить время и снизить трудоемкость замен. При использовании этого метода восстановление работоспособности узла осуществляется в специализированных ремонтных цехах либо на ремонтных участках цеха. Метод применяют при ремонтах редукторов, роликов рольгангов, паллет агломерационных машин, гидравлической аппаратуры и т.д.

Третий метод применяется для быстроизнашивающихся деталей, имеющих облегченный доступ и малое время для их замены, например, для вкладышей подшипников скольжения, вкладышей универсальных шпинделей, втулок, на-

правляющих фурм и т.д.

В связи с тем, что детали металлургического оборудования обычно обладают большими габаритными размерами и значительной массой, а отказы их в 70% и более случаев связаны с развитием процессов изнашивания (разрушением тонких поверхностных слоев, масса которых намного меньше массы деталей), то многие детали металлургического оборудования (зубчатые колеса, валы, оси, шпиндели, направляющие, ролики, чаши и конусы и т.д.) целесообразно не менять на новые, а восстанавливать [4].

Для восстановления изношенных поверхностей деталей применяют следующие методы [4, 7, 8]:

- пластическое деформирование (осадка, выдавливание);
- изменение конструкции детали (переход на другой размер резьбы; переточка или перешлифовка; выполнение детали составной за счет гильзования, надевания «рубашек», крепления накладок и т.д.);
- наращивание поверхностных слоев (хромирование, никелирование, оставление; нанесение антифрикционных, износостойких покрытий вращающимися проволочными щетками; нанесение самоотвердеющих пластмасс; плазменное порошковое напыление; ручная дуговая наплавка покрытыми электродами, полуавтоматическая и автоматическая дуговая наплавка проволоками, электрошлаковая наплавка, плазменно-дуговая наплавка, индукционная наплавка, газовая наплавка, диффузионная наплавка, электроконтактная наплавка (наварка), лазерная наплавка, электронно-лучевая наплавка, наплавка трехфазной дугой неплавящимися электродами в аргоне);
- плакирование (плакирование с использованием энергии взрыва, плакирование прокаткой).

Восстановление поврежденных деталей (изломы, трещины, деформации) осуществляют методами [4]:

- правка (на прессах, чеканкой, нагревом);
- сварка;
- доотливка;
- сшивание (соединение планками, гребенками, прокатным профилем).

В зависимости от условий службы наплавляемые детали металлургических машин можно разбить на несколько групп:

1. Детали, работающие в условиях трения металла о металл.

К этой группе обычно относят крановые колеса, валы, оси, шпиндели, зубчатые колеса и шестерни и т.д. Износ деталей происходит при больших контактных напряжениях. Наплавка этой группы деталей производится в основном для восстановления их первоначальных размеров без значительного повышения износостойкости, так как большая твердость одной контактной поверхности может вы-

звать повышенный износ другой. Для наплавки обычно используют низкоуглеродистые и низколегированные стали, содержащие не более 5% легирующих элементов (08Г, 08ГС, 15Г2С, 18Г4 и т.д.).

2. Детали, работающие в условиях абразивного износа при нормальных температурах.

Это детали дробилок, шнеки для перемещения сыпучих материалов и т.д. Для их наплавки выбирают присадочный металл, легированный хромом и марганцем в сочетании с повышенным количеством углерода (сплавы, имеющие в своей структуре большое количество карбидов металлов), например, сталь У25Х28, У35Х7Г7, У70Х28Г2С.

3. Детали, эксплуатирующиеся в условиях абразивного износа с ударными нагрузками.

Это – ролики рольгангов, детали дробилок и т.д. Для их наплавки используют высокохромистые сплавы с более низким содержанием углерода, в основном относящиеся к ледебуритным сплавам. Например, в качестве наплавочного материала используют сталь Х12, Х13М, Х13Н4. Хорошо сопротивляются ударно-абразивному износу высокомарганцевые, аустенитные стали типа Г13.

4. Детали и инструменты, работающие на термическую усталость и абразивный износ при повышенных температурах.

К деталям этой группы относятся прокатные валки, ножи блюминга, прессовый инструмент для горячей штамповки, керны для захвата слитков и т.д. Наплавленный металл должен обладать высокой твердостью, износостойкостью и удовлетворительной вязкостью во избежание сколов при эксплуатации. Эти свойства достигаются за счет легирования металла наплавки хромом и вольфрамом. Лучшей износостойкостью обладают хромовольфрамовые стали типа 3Х2В8.

5. Детали, работающие в условиях коррозии и эрозии, сочетающихся с абразивным износом при повышенных температурах.

Это уплотнительные поверхности арматуры для пара высокого давления (затвора, вентили), крыльчатки, шестерни и плунжеры насосов для перекачки агрессивных жидкостей и т.д. Для их наплавки применяют высокохромистые сплавы 1Х13, 1Х25Н4Т и хромоникелевые аустенитные 0Х18Н9, 1Х18Н9Т. Детали, работающие в условиях абразивного износа, сопровождающегося эрозией, рекомендуется наплавлять твердыми сплавами на основе кобальта, легированными вольфрамом, титаном и углеродом типа «Стеллит».

6. Детали подшипников, подпятников и других улов трения скольжения.

Детали этой группы должны обладать высокими антифрикционными свойствами, то есть их поверхность должна иметь низкий коэффициент трения. Хорошими антифрикционными свойствами обладают сплавы на основе меди, а также некоторые марки чугуна и неметаллические материалы (фторопласт). Например,

алюминиево-железистые бронзы применяются при наплавке заготовок червячных шестерен, кулачков и других деталей, работающих в условиях трения скольжения. Оловянисто-фосфористые бронзы, оловянистые и свинцовистые баббиты используются для наплавки вкладышей крупных подшипников.

7. Металлорежущий инструмент.

Металл, наплавляемый на рабочие кромки режущего инструмента должен обладать высокой твердостью, износостойкостью, красностойкостью и удовлетворительной вязкостью. Такие свойства достигаются при легировании металла ванадием, вольфрамом, молибденом. Обычно для наплавки применяют быстрорежущие стали типа P18, P9, P13K3, PB6M5.

В процессе эксплуатации валов и осей могут появляться следующие дефекты:

- задиры;
- трещины;
- изгиб и скручивание;
- излом;
- разрушение резьб;
- изменение диаметров и формы шеек;
- смятие и выкрашивание рабочих поверхностей шпоночных канавок и шлицев.

При необходимости восстановления поверхностей, которые контактируют с подшипниками скольжения применяют:

- обработку до следующего ремонтного размера;
- нанесение поверхностного слоя металла с последующей его обработкой до номинального размера.

Поврежденные шпоночные пазы заправляют, а затем с помощью последующего фрезерования под углом 90° или 135° выполняют новые шпоночные пазы.

Способы восстановления зубьев шлицевого соединения зависят от величины износа [4]:

- при износе шлица по толщине до 0,5 мм осуществляют раздачу зуба шлицевого соединения холодным пластическим деформированием на гидравлическом прессе с помощью шлиценакатной головки;
- при износе шлица по толщине 0,5-1,2 мм по наружному диаметру на головку шлица наплавляют валик металла и осаживают его на гидравлическом прессе с помощью шлиценакатной головки;
- при износе шлица по толщине более 1,2 мм боковые поверхности шлица наплавляют и подвергают механической обработке.

Характерными повреждениями зубчатых колес являются [4]:

- питтинг;
- износ;
- задиры;
- трещины или поломка зубчатого венца;
- изгиб или поломка зубьев;
- поломка цапфы оси;
- деформация шпоночного паза;
- износ посадочной поверхности на вале.

Восстановление зубчатых колес может осуществляться различными способами [4]:

- переворачиванием колеса;
- заменой зубчатого венца;
- установкой нового зуба;
- горячей объемной штамповкой;
- ротационным пластическим деформированием;
- корригированием зубчатой пары.

Основными причинами выхода из строя базовых деталей (корпусов, станин, направляющих и т.д.) являются следующие [4]:

- износ поверхностей трения;
- трещины;
- местные изломы;
- повреждения гладких и резьбовых отверстий.

Эти повреждения устраняют с помощью механической обработки, сварки, нанесения пластмасс, сшивания [4].

Для восстановления посадочных отверстий корпусных деталей применяют металлизацию, нанесение самотвердеющих пластмасс, установку тонкостенных колец.

Экономическая эффективность при обосновании метода восстановления детали имеет решающее значение, поэтому целесообразным является применение метода, восстанавливающего техническую характеристику детали полностью, при стоимости восстановления детали ниже вновь изготовленной.

При выборе того или иного способа ремонта следует учитывать, что затраты на восстановление деталей уменьшаются в следующей последовательности:

- 1) способ добавочных ремонтных деталей и замена элемента детали;
- 2) гальванические методы (хромирование, никелирование, осталивание);
- 3) химико-термическая обработка (цементация, азотирование и т.д.);
- 4) металлизация, напыление;
- 5) ремонтная сварка и наплавка;
- б) правка и упрочнение давлением;

7) механическая обработка под ремонтные размеры.

Механическая обработка под ремонтные размеры является наиболее дешевым способом восстановления деталей при условии выпуска промышленностью сопряженных деталей не только номинального, но и ремонтного размеров.

Ремонтная сварка и наплавка является наиболее распространенным способом восстановления и упрочнения поверхностей различных деталей и механизмов металлургических машин.

14 Оформление домашнего задания/контрольной работы

14.1 Оформление пояснительной записки домашнего задания/контрольной работы

14.1.1 Общие требования к оформлению пояснительной записки

Общими требованиями к пояснительной записке являются: четкость и логическая последовательность изложения материала, убедительность аргументации, краткость и точность формулировок, поясняющих возможность неоднозначности толкования, конкретность изложения результатов, обоснованность рекомендаций и предложений.

Пояснительная записка к домашнему заданию/контрольной работе должна быть напечатана на листах формата А4 210×297 мм, на одной стороне листа белой бумаги. При этом каждая страница должна иметь поля следующих размеров: размер левого поля – 20 мм, правого поля – 10 мм, верхнего и нижнего полей – по 20 мм. Текст должен быть набран шрифтом Times New Roman, кеглем 14 с межстрочным интервалом – 1,5. Кроме того текст должен быть форматирован по ширине страницы с применением автоматического переноса слов и абзацным отступом первой строки 12,5 мм.

Все страницы текста, в том числе иллюстрации и приложения должны иметь сквозную нумерацию. Номера страниц проставляются арабскими цифрами посередине внизу страницы. Титульный лист, задание на курсовую работу, аннотация и содержание включаются в общую нумерацию страниц курсовой работы, но номер страницы на них не проставляется.

Пояснительная записка должна содержать [9]:

- титульный лист;
- задание на домашнее задание/контрольную работу;
- аннотацию;
- содержание;
- введение;
- основную часть (разделы, подразделы);
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Титульный лист – первая страница пояснительной записки, служащая источником информации о домашнем задании/контрольной работе.

Титульный лист содержит:

- наименование учебного заведения и кафедры;

- название дисциплины;
- наименование темы домашнего задания/контрольной работы;
- фамилии и инициалы студента и руководителя домашнего задания/контрольной работы;
- сведения об индексе группы, в которой обучается студент.

Перенос слов на титульном листе не допускается.

Пример оформления титульного листа пояснительной записки приведен в Приложении Б.

Титульный лист окончательно оформленной пояснительной записки подписывает студент - автор домашнего задания/контрольной работы, а после ее проверки – руководитель работы.

На бланке задания указана тема домашнего задания/контрольной работы, помещены указания, определяющие последовательность выполнения домашнего задания/контрольной работы, разделы основной части пояснительной записки.

Аннотация домашнего задания/контрольной работы должна отражать основное содержание и результаты разработок.

В ней указывают:

- сведения об объеме рукописи, количестве иллюстраций, таблиц, использованных источников и приложений;
- перечень ключевых слов;
- текст аннотации.

Ключевые слова (словосочетания) из текста рукописи в количестве 5-15 в наибольшей мере характеризуют ее содержание, а также обеспечивают возможность информационного поиска. При этом ключевые слова (словосочетания) приводятся в именительном падеже, печатаются строчными буквами через запятую.

Текст аннотации должен отражать характер и цель домашнего задания/контрольной работы; методику проведения и результаты работы; выводы, рекомендации, оценки, предложения; экономическую эффективность или значимость работы. Объем аннотации должен составлять не более одной страницы.

Содержание, оформляемое многоуровневым списком перечисления, включает наименование всех разделов, подразделов, пунктов пояснительной записки, заключение, список использованных источников и наименование приложений с указанием страниц, с которых начинаются эти элементы домашнего задания/контрольной работы. Слово «Содержание» записывается в виде заголовка с прописной буквы, по центру, без абзацного отступа, полужирным шрифтом.

Наименования разделов записываются с прописной буквы, без абзацного отступа.

Наименования подразделов, пунктов записываются с абзацного отступа (0,63 см), с прописной буквы.

Главное требование к содержанию заключается в том, чтобы нумерация страниц совпадала с расположением заголовков в тексте.

Пример оформления содержания домашнего задания/контрольной работы представлен на рисунке 16.

Содержание

Аннотация	3
Введение	4
1 Условия эксплуатации привода кантовального устройства разливочной машины №5 доменного цеха	5
2 Анализ работы пары трения вал-муфта зубчатая	16
2.1 Анализ узла	16
2.2 Выбор смазочного материала	18
2.3 Технические требования на дефектацию	19
2.4 Технология ремонта изношенной детали	19
3 Анализ работы пары трения канат-барабан	21
3.1 Анализ узла	21
3.2 Выбор смазочного материала	23
3.3 Технические требования на дефектацию	23
3.4 Технология ремонта изношенной детали	23
Заключение	24
Список использованных источников	25
Приложение А Карта смазывания привода	
Приложение Б Привод	
Приложение В Карта сборки канатного барабана	
Схема сборки канатного барабана	
Приложение Г Карта на дефектацию и ремонт узла муфты зубчатой	
Ремонтный чертёж втулки зубчатой	

Рисунок 16 – Оформление содержания домашнего задания/контрольной работы

Во введении (объемом 2-3 страницы) кратко оценивают состояние решаемой в домашнем задании/контрольной работе научно-технической задачи, показывают актуальность темы, приводят исходные данные для решения поставленной проблемы. Слово «Введение» записывается в виде заголовка с прописной буквы, по центру, без абзацного отступа, полужирным шрифтом.

Основная часть записки домашнего задания/контрольной работы обычно включает в себя следующие разделы:

- описание условий эксплуатации оборудования, содержащее описание цеха, участка, где установлено данное оборудование; анализ технологической схемы, в которой участвует данное оборудование (агрегат) для определения его роли и загруженности в обеспечении производства конечной продукции;
- анализ конструкции оборудования (агрегата) для определения в нем наиболее быстроизнашиваемых узлов и деталей (узлов трения);
- определение предельных (допустимых) величин износа в выбранных узлах (парах) трения;
- разработку карты смазывания механизма и подбор смазочных материалов для выбранных узлов трения
- разработку технических требований на дефектацию выбранных узлов, а также карты на дефектацию и ремонт одного из выбранных узлов;
- разработку технологии ремонта и ремонтных чертежей изношенных деталей;
- разработку карты и схемы сборки узла.

Описание условий эксплуатации рассматриваемого оборудования должно содержать описание цеха и участка, где установлено данное оборудование. Данные сведения можно найти в цеховых технологических инструкциях.

Должна быть проанализирована технологическая схема, в которой участвует это оборудование (агрегат) и определена его роль, а также загруженность в производственном процессе.

Вопросы и примеры определения предельных (допустимых) величин износа в узлах (парах) трения, карты и схемы смазки оборудования, а также вопросы выполнения ремонтных чертежей, разработки технических требований на дефектацию узлов, карты на дефектацию и ремонт узлов, разработки технологии ремонта и ремонтных чертежей изношенных деталей, разработки карты и схемы сборки узла были рассмотрены выше.

Кроме того, основная часть может включать и другие разделы.

В свою очередь, разделы пояснительной записки могут содержать подразделы, параграфы.

Разделы пояснительной записки должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацного отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каж-

дого раздела. Каждый раздел пояснительной записки следует начинать с новой страницы.

Если раздел (подраздел) состоит из одного подраздела (пункта), то подраздел (пункт) не выделяется в отдельный структурный элемент.

Заголовки (подзаголовки) оформляются полужирным шрифтом (Times New Roman, цвет – черный, размер – 14 пт) с абзацного отступа, без переноса и отделяются от основного текста (а также друг от друга) пустой строкой.

На рисунке 17 представлен пример оформления заголовков основной части домашнего задания/контрольной работы.

1,25 см

↔ 12 Оформление домашнего задания/контрольной работы

12.1 Оформление пояснительной записки домашнего

задания/контрольной работы

12.1.1 Общие требования к оформлению пояснительной записки

Общими требованиями к пояснительной записке являются: четкость и логическая последовательность изложения материала, убедительность аргументации, краткость и точность формулировок, поясняющих возможность неоднозначности толкования, конкретность изложения результатов работы, обоснованность рекомендаций и предложений.

Рисунок 17 – Оформление заголовков, подзаголовков, параграфов

Заключение должно содержать:

- выводы о результатах выполненной домашнего задания/контрольной работы;
- предложения по использованию результатов домашнего задания/контрольной работы.

Выводы в заключении необходимо выполнить в той же последовательности, в какой сформулированы задачи домашнего задания/контрольной работы. В выводах необходимо отразить степень и результаты решения задач. При этом целесообразно оформлять выводы перечислением для их визуального сходства с формулировками задач.

Список использованных источников должен содержать сведения об информационных источниках, использованных при выполнении домашнего задания/контрольной работы. При этом библиографическое описание источников должно соответствовать ГОСТ Р 7.0.100-2018 СИБИД. Библиографическая за-

пись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления [10].

Вспомогательные материалы, дополняющие содержание основной части пояснительной записки, следует выносить в обозначенные заглавными буквами русского алфавита приложения. В основной части записки на приложения необходимо делать ссылки.

В тексте пояснительной записки должны быть четкие линии, буквы, цифры и знаки, выполненные одинаковым черным цветом, без использования декоративных шрифтов. Текст записки должен иметь равномерную плотность и четкость изображения по всему документу. При этом названия учреждений, организаций, фирм, фамилии, названия изделий, другие имена собственные должны быть приведены на языке оригинала.

Сокращение русских слов и словосочетаний в записке производится в соответствии с ГОСТ Р 7.0.12–2011 [11], например:

- допускаются сокращения: т.е., т.д., т.п., др., пр.;
- не допускаются сокращения: т.о. (таким образом), т.н. (так называемый), т.к. (так как);
- не допускается при переносе отрывать часть сокращения «ГОСТ» от регистрационного номера: 7.9-95, употреблять сокращения без номера;
- сокращения в библиографии: т. – том; вып. – выпуск; изд. – издание; М. – Москва; Л. – Ленинград; СПб. – Санкт-Петербург; Ростов-на-Дону – Ростов н/Д; им. – имени; см. – смотри; изд-во – издательство; гл. – глава; ч. – часть; сб. – сборник; под ред. – под редакцией; с. – страница; 2-е изд., доп. и перераб. – издание второе, дополненное и переработанное.

За исключением формул, таблиц и рисунков, в тексте пояснительной записки не допускается:

- сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр;
- применять математический знак минус (–) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово «минус»);
- применять знак « \emptyset » для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»). При указании размера или предельных отклонений диаметра на чертежах, помещенных в тексте, перед размерным числом следует знак « \emptyset »;
- применять без числовых значений математические знаки, например, $>$ (больше), $<$ (меньше), $=$ (равно), \geq (больше или равно), \leq (меньше или равно), \neq (не равно), а также знаки № (номер), % (процент).

В тексте пояснительной записки перед обозначением параметра дают его пояснение, например, «Рабочая скорость скребкового конвейера V_c ».

Если в тексте приводят ряд или диапазон числовых значений, выраженных в одной и той же единице физической величины, то обозначение единицы физической величины указывается после последнего числового значения диапазона.

П р и м е р ы:

1. 1,50; 1,75; 2,00 м.
2. От 1 до 4 мм.
3. От минус 40 °С до плюс 25 °С.

Недопустимо отделять единицу физической величины от числового значения (переносить их на разные строки или страницы).

Между последней цифрой числа и обозначением единицы измерения следует оставлять пробел, например, 240 МПа, 20 %, 25 °С.

Округление числовых значений величин до первого, второго и т.д. десятичного знака для различных значений одного и того же наименования показателя должно быть одинаковым.

Например, если градация толщины стальной горячекатаной ленты 0,25 мм, то весь ряд толщин ленты должен быть указан с таким же количеством десятичных знаков, т.е. 1,50; 1,75; 2,00.

Дробные числа необходимо приводить в виде десятичных дробей, за исключением размеров в дюймах.

Структурные части записки: «Аннотация», «Содержание», «Введение», разделы основной части, «Заключение», «Список использованных источников», «Приложения» должны начинаться с новой страницы.

Заголовки структурных частей печатают полужирным шрифтом, с абзацного отступа строчными буквами, первая – прописная, без точки в конце, не подчеркивая, размер шрифта при этом – 14 pt. При оформлении заголовков не допускается использование нестандартных шрифтов, в них не используются переносы.

Разделы основной части записки разбивают на подразделы и пункты. Пункты, при необходимости, могут делиться на подпункты. При делении основного текста на пункты и подпункты необходимо, чтобы каждый пункт содержал законченную информацию.

Разделы, подразделы, пункты, подпункты нумеруют арабскими цифрами без точки в конце и записывают с абзацного отступа. Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всей основной части, за исключением приложений, например, 1, 2, 3 и т.д.

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой, без пробела, например, 1.1, 1.2, 1.3 и т.д.

Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пун-

ктов. Номер пункта включает номер раздела и порядковый номер подраздела, разделенный точкой, например, 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3 и т.д.

Подпункты должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого пункта. Номер подпункта включает номер раздела, подраздела, пункта и порядковый номер подпункта, разделенный точкой, например, 1.1.1.1, 1.1.1.2, 1.1.1.3 и т.д. В конце номера раздела, подраздела, пункта, подпункта точка не ставится. Если раздел или подраздел имеет только один пункт, или пункт имеет один подпункт, то его не нумеруют. Внутри разделов, пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления, которые записывают с абзацного отступа.

Перед каждым перечислением следует ставить дефис или, при необходимости ссылки в тексте документа на одно из перечислений, строчную букву (за исключением ё, з, й, о, ч, ь, ы, ь), после которой ставится скобка.

Для последующей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа, как показано в примере.

Пример:

– _____;

– _____;

или

а) _____;

б) _____;

 1) _____;

 2) _____;

в) _____.

До перечисления необходимо ставить двоеточие. После дефиса слово пишется с маленькой буквы. Перечисления отделяют друг от друга точкой с запятой, в конце перечисления ставится точка.

Приложения оформляют как продолжение текста пояснительной записки со сквозной нумерацией листов. В тексте на все приложения должны быть ссылки.

Приложения располагают в порядке появления на них ссылок в тексте. При ссылке на приложение в тексте пишут слово «приложение» полностью строчными буквами и указывают его обозначение, например, «в приложении А».

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием сверху по центру страницы слова «Приложение». Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность. Если приложение одно, то оно обозначается «Приложение А».

Приложение должно иметь заголовок, который записывается симметрично

относительно текста с прописной буквы отдельной строкой. Текст приложения, при необходимости, может быть поделен на разделы, подразделы и пункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения.

Все приложения должны быть перечислены в содержании пояснительной записки с указанием их номеров и заголовков.

Графическая часть домашнего задания/контрольной работы, как правило, включает чертежи и схемы, которые должны быть выполнены в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД, с использованием современных компьютерных программ. Графическая часть домашнего задания/контрольной работы должна содержать чертеж общего вида и/или сборочный чертеж механизма (узла), а также чертеж(-и) детали(-ей), карты и схемы смазки и сборки, ремонтный чертеж.

14.1.2 Оформление иллюстрирующих материалов

Все иллюстрирующие материалы (чертежи, графики, схемы, диаграммы, фотоснимки) называют рисунками.

Рисунки следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Не рекомендуется начинать и заканчивать структурные части, разделы и подразделы рисунками. До и после них должен быть поясняющий текст.

Нумерация иллюстраций обязательна (даже если рисунок один): в пределах текста (или раздела) – сквозная, арабскими цифрами; в пределах приложения – сквозная, арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения, например, «... на рисунке Б.2». На все иллюстрации должны быть даны ссылки в пояснительной записке. При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела.

Иллюстрации должны иметь наименование. Обозначение и название иллюстрации следует располагать симметрично тексту со слова «Рисунок» (название – через тире после номера иллюстрации). Иллюстрация вместе с названием отделяется от основного текста пустыми строками.

Пояснительные данные к рисунку размещаются непосредственно под иллюстрацией до ее названия.

Примеры оформления иллюстраций приведены ниже (на рисунках 18 и 19).

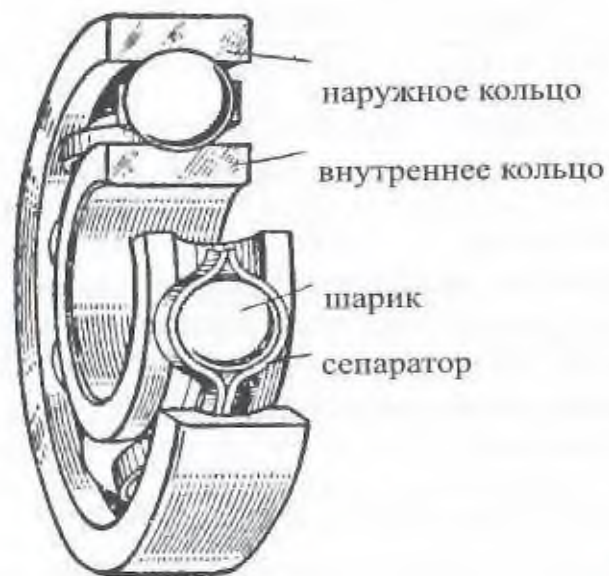
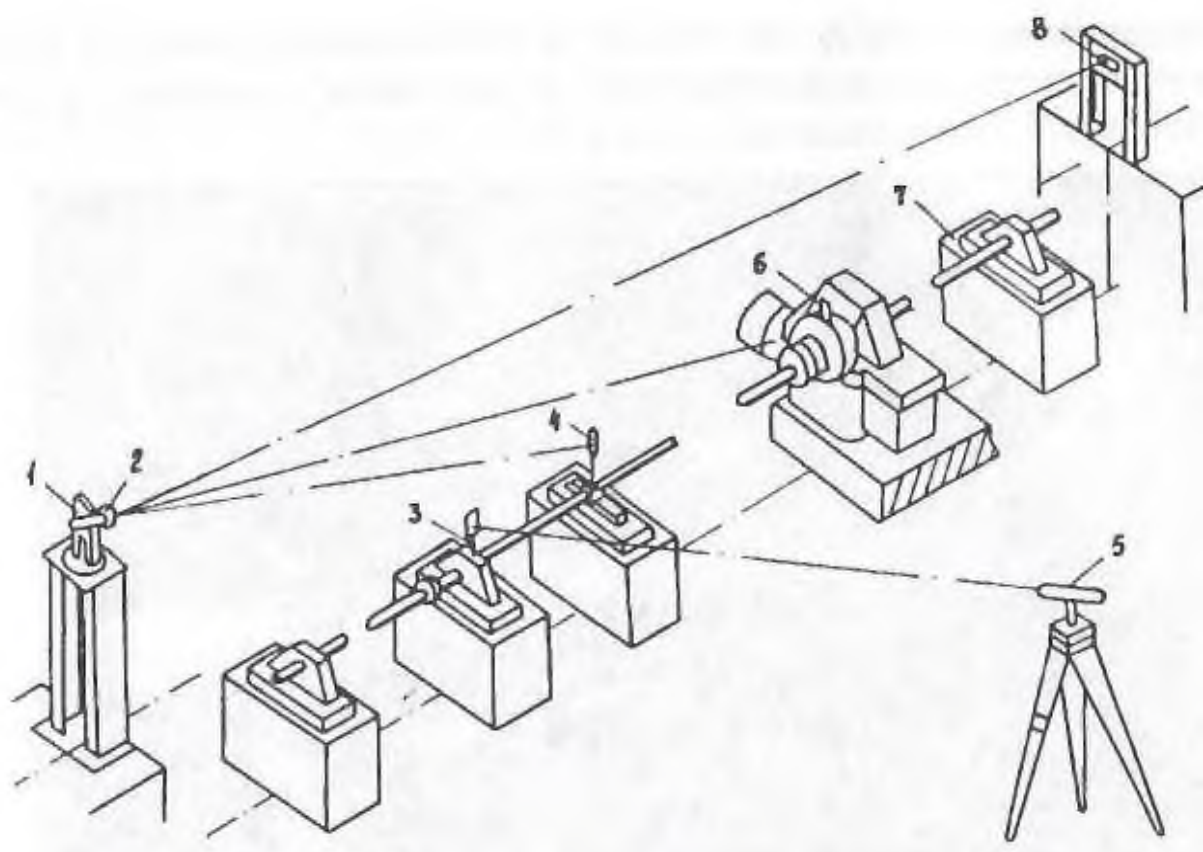


Рисунок 18 – Подшипник качения



1-теодолит; 2-марка-насадка; 3-малогабаритная шкаловая рейка 4-зеркало;
 5-прецизионный нивелир; 6-микрометрическая марка; 7-трансмиссия;
 8-стационарная визирная марка

Рисунок 19 – Схема выверки трансмиссионного вала [4]

14.1.3 Оформление таблиц

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Их следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице, а при необходимости – в приложении. Таблицы выполняют в соответствии с ГОСТ Р 2.105–2019 [12] и, как правило, оформляют в соответствии с рисунком 20 [13].

Нумерация таблицы обязательна: в пределах текста (или раздела) – сквозная, арабскими цифрами («Таблица 1», «Таблица 2» и т.д.). Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой («Таблица 2.1» – первая таблица второго раздела).

Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения («Таблица В.1» – первая таблица приложения В). Если в тексте одна таблица, то она должна быть обозначена «Таблица 1».

Таблица 6 – Наименование таблицы

Головка	Заголовок граф	
	Подзаголовок граф	Подзаголовок граф
Строка 1		
Строка 2		
Примечания		

Рисунок 20 – Структура таблиц

Обозначение и название таблицы следует располагать над таблицей слева, без абзацного отступа со слова «Таблица» (название через тире после номера таблицы). Таблица вместе с названием отделяется от основного текста.

Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа пояснительной записки.

Рекомендуется заполнять таблицы шрифтом 12 pt, используя одинарный межстрочный интервал. При необходимости допускается применять меньший размер шрифта в таблице, но не менее 10 pt.

Примечания к таблице оформляются в последней строке таблицы.

На все таблицы должны быть ссылки в тексте пояснительной записки домашнего задания/контрольной работы. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера, например, «... в таблице 1.2».

При большом количестве строк в таблице допускается ее перенос на следующую страницу.

При переносе части таблицы на следующую страницу головку заменяют номером граф. При этом графы нумеруют арабскими цифрами. Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. В первой части таблицы нижняя горизонтальная линия, ограничивающая таблицу, не проводится, а на последующей странице слева вверху помещаются слова «Продолжение таблицы...», повторяется строка с номерами граф, помещаются оставшиеся строки, закрывается таблица горизонтальной чертой.

Пример оформления разрыва таблицы приведен ниже (рисунок 21).

Таблица 7 - Рекомендуемые материалы и сроки службы деталей дробилок КСД и КМД [14]

Детали	Материал	Срок службы, месяцев
Станина	Сталь 35Л	114-180
Вал дробящего конуса	Сталь 34ХНМ	114-200
Корпус дробящего конуса	Сталь 35Л	84-120
Регулировочное кольцо	Сталь 35Л	84-120
Опорная чаша	Сталь 35Л	84-120
Корпус эксцентрика	СЧ 40-60	84-120
Втулки конические и цилиндрические	Сталь-бронза	12-18
	Бр0С8-20	24-36
Сферический подпятник	Бр0С8-20	60-72
	Сталь-бронза	30-48
Футеровка корпусов	Сталь 110Г13Л	10-15
Шестерня коническая	35ХНВ, 34ХНМ	60-84
Колесо коническое	Сталь 35Л	60-84
Втулки приводного вала	Бр0С8-20	60-72

Рисунок 21 – Оформление таблицы с переносом на следующую страницу

Таблицы слева, справа и снизу, как правило, ограничивают линиями. Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается. Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей.

Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф. Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы. Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается. При необходимости нумерации показателей, параметров или других данных порядковые номера следует указывать в первой графе (боковике) таблицы непосредственно перед их наименованием. Перед числовыми значениями величин и обозначением типов, марок и т.п. порядковые номера не проставляют.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа, а при делении таблицы на части – над каждой ее частью в соответствии с примером ниже (рисунок 22).

Таблица 8

В миллиметрах

Условный проход D_y	D	L	L_1	L_2
50	150	120	85	100
80	190	210		

Рисунок 22 – Пример оформления таблицы

Для сокращения текста заголовков и подзаголовков граф отдельные понятия заменяют буквенными обозначениями (ГОСТ 2.321-84 [15]) или другими обозначениями, если они пояснены в тексте или приведены на иллюстрациях, например, D – диаметр, H – высота, L – длина. Показатели с одним и тем же буквенным обозначением группируют последовательно в порядке возрастания.

Обозначение единицы физической величины, общей для всех данных в строке, следует указывать после ее наименования.

Ограничительные слова «более», «не более», «менее», «не менее» и другие должны быть помещены в одной строке или графе таблицы с наименованием соответствующего показателя после обозначения его единицы физической величины, если они относятся ко всей строке или графе, при этом после значения показателя перед ограничительными словами ставится запятая.

Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим. В одной графе количество

десятичных знаков должно быть одинаковым.

Например:

Неправильно	Правильно
1,85	1,85
2,6	2,60
4,00	4,00
80,00	80,00

В числовых значениях величин перед десятичными знаками ставится запятая.

Например:

Неправильно	Правильно
0.3; 0.35	0,3; 0,35

Если данные отсутствуют, то в графах ставят знак тире.

Если повторяющийся в разных строках графы таблицы текст состоит из одного слова, то его после первого написания допускается заменять кавычками; если из двух и более слов, то при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее – кавычками. Заменять кавычками цифры, математические знаки, обозначение марок материалов и типоразмеров не допускается.

В случае наличия в документе небольшого по объему цифрового материала его нецелесообразно оформлять таблицей, а следует давать текстом, располагая данные в виде колонок.

Например:

Предельные отклонения по размерам уголков номеров от 2 до 4,5, мм:	
по ширине полки	$\pm 1,0$
по толщине стенки	$+ 0,2$

14.1.4 Порядок изложения расчетов

Порядок изложения расчетов в соответствии с требованиями ГОСТ Р 2.106–2019 [16] определяется характером рассчитываемых величин.

Расчеты в общем случае должны содержать:

- эскиз или схему рассчитываемого изделия;
- задачу расчета (с указанием, что требуется определить при расчете);
- данные для расчета;
- условия расчета;
- расчет;
- заключение.

Эскиз или схему допускается вычерчивать в произвольном масштабе, обеспечивающем четкое представление о рассчитываемом изделии. Значения

всех физических величин, применяемых в формулах, должны быть выражены в единицах СИ согласно ГОСТ 8.417–2002 [17] и в единицах, допускаемых к применению наравне с единицами СИ, а также в кратных ($\times 10^n$) и дольных ($:10^n$) от них. В формулах следует применять обозначения, установленные соответствующими стандартами.

Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку, записывать по центру страницы и отделять от основного текста пустыми строками сверху и снизу.

Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если уравнение не уместится в одну строку, то оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (–), умножения (\times), деления ($:$) или других математических знаков, причем знак в начале следующей строки повторяют.

При переносе формулы на знаке, символизирующем операцию умножения, применяют знак « \times ». Если нет переноса формулы, то в ней вместо знака умножения « \times » ставят точку, например, $10 \cdot 35$. Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Первую строку пояснения начинают со слова «где» без абзачного отступа и без двоеточия после него. Каждый символ пишут с новой строки и после запятой указывают размерность. Ниже, после поясняющих данных, по центру страницы приводят результаты вычисления с обязательным указанием в круглых скобках размерности полученной величины. Ниже показаны примеры ссылок на формулы и их оформление:

1. Параметр кристаллизатора определяется по формуле

$$R = 2 \cdot (a + b) / a \cdot b \quad (1)$$

где R – параметр кристаллизатора, м;
 a и b – размеры сторон кристаллизатора, м.

$$R = 2 \cdot (1,040 + 0,200) / 1,040 \cdot 0,200 = 11,9 \text{ м.}$$

2. Производительность агломерационной машины по скорости спекания шихты определяется по формуле

$$P_c = 60 \cdot F \cdot \gamma \cdot v_c \cdot k_r, \quad (2)$$

где P_c – производительность агломерационной машины, т/ч;
 F – площадь спекания ленты, м^2 ;
 γ – объемная масса шихты, $\text{т}/\text{м}^3$;
 v_c – вертикальная скорость спекания шихты, м/мин;
 k_r – выход годного агломерата, %.

3. Производительность агломерационной машины по скорости движения тележек вычисляют по формуле

$$П_{д} = 60 \cdot B \cdot h \cdot v_{T} \cdot \gamma \cdot k_{Г}, \quad (3)$$

где $П_{д}$ – производительность агломерационной машины по скорости движения тележек, т/ч;

B – ширина машины, м;

h – высота спекаемого слоя, м;

v_{T} – скорость движения тележки, м/мин;

γ – объемная масса шихты, т/м³;

$k_{Г}$ – выход годного агломерата, %.

Формулы, следующие одна за другой, и не разделенные текстом, разделяют точкой с запятой без оставления пустой строки.

Формулы нумеруют арабскими цифрами в пределах раздела (1.1, 1.2, 1.3 и т.д.) или всего документа (1, 2, 3 и т.д.). Цифры заключают в круглые скобки и записывают в крайней правой стороне страницы на уровне формулы. Ссылки на формулу в тексте приводят с указанием ее порядкового номера, например, «...в формуле (2.1)» (первой формуле второго раздела). Формулы, помещаемые в приложениях, нумеруются отдельно арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения, например, формула (В.1).

Расчеты по формулам равнозначны тексту и оформляются с абзацного отступа без оставления свободной строки сверху и снизу.

14.1.5 Оформление примечаний

В пояснительной записке примечания приводят, если необходимы пояснения или справочные данные к содержанию текста, таблиц, графического материала. При этом они не должны содержать требований.

Слово «Примечание» необходимо печатать шрифтом 12 pt, с прописной буквы, с абзацного отступа и не подчеркивать. Примечания следует помещать непосредственно после текстового, графического материала или в таблице, к которым они относятся.

В случае, когда оно одно, после слова «Примечание» ставится тире, и текст печатается с прописной буквы шрифтом 12 pt. Одно примечание не нумеруется. Если примечаний несколько, то их нумеруют по порядку арабскими цифрами без проставления точки.

Например:

Примечание – _____

Примечания

1 _____

2 _____

Примечание к таблице помещают в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы.

14.1.6 Указание ссылок

В случае использования в пояснительной записке информации из опубликованных (неопубликованных) источников на них необходимо делать ссылки, так как использование неправомерных заимствований является плагиатом.

Оформление ссылки должно соответствовать ГОСТ Р 7.0.100-2018 СИ-БИБД. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления [10].

В тексте записки допускаются ссылки на данный документ, стандарты, технические условия, другие документы при условии, что они полностью и однозначно определяют соответствующие требования и не вызывают затруднений в пользовании документом. Ссылаются следует на документ в целом или его разделы и приложения.

Ссылки на разделы, подразделы, пункты, рисунки, таблицы, формулы, приложения следует указывать их порядковым номером, например, «...по разделу 1», «...в подразделе 2.1», «...в пункте 2.1.1», «...на рисунке 1», «...в таблице 1», «...по формуле (1)», «...в приложении А».

При ссылках на стандарты и технические условия указывают только их обозначение, при этом допускается не указывать год их утверждения при условии полного описания стандарта в списке использованных источников.

Ссылки на использованные источники указывают порядковым номером по списку источников, приводя их в квадратных скобках.

14.2 Требования к содержанию и оформлению графической части домашнего задания/контрольной работы

Графическими документами домашнего задания/контрольной работы являются чертежи, схемы, таблицы, графики. Графический материал представляется в виде листов, выполненных с использованием систем автоматизированного

проектирования, например, таких как AutoCAD, Компас, Solid Works [18].

14.2.1 Содержание и оформление чертежей

В домашнем задании/контрольной работе выполняются: сборочный чертеж (чертеж общего вида) исследуемого металлургического оборудования в объеме не менее одного листа формата А1 с необходимой спецификацией, карта и схема смазки оборудования; карта и схема сборки оборудования; карта на дефектацию и ремонт узла; ремонтный чертеж детали в объеме не менее одного листа формата А3.

При этом масштабы изображений на чертежах следует выбирать в соответствии с ГОСТ 2.302-68 [19] из ряда 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:50; 1:1; 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1.

Порядок заполнения основных надписей в конструкторских документах установлен в соответствии с ГОСТ 2.104-2006 [20], а изображения предметов на чертежах необходимо выполнять по требованиям ГОСТ 2.305-2008 [21].

Количество изображений (видов, разрезов, сечений) должно быть минимальным, обеспечивать полное представление о предмете при применении надписей, знаков и условных обозначений.

Размеры на чертеже необходимо наносить в минимальном, достаточном для изготовления и контроля изделия количестве, в соответствии с правилами, установленными ГОСТ 2.307-2011 [22].

Допуски формы и расположение поверхностей на чертежах указывают условными обозначениями в соответствии с ГОСТ 2.308-2011 [23].

Чертеж общего вида поясняет конструкцию и принцип работы изделия. На его основе разрабатывается рабочая документация: сборочные чертежи, входящих в изделия сборочных единиц; сборочный чертеж изделия; чертежи деталей. Он должен содержать:

- изображение (виды, разрезы, сечение), текстовую часть, надписи, необходимые для понимания конструктивного устройства изделия, взаимодействие составных его частей, принципа работы;
- размеры и другие данные, наносимые на изображение;
- наименование составных частей, поясняющих чертеж общего вида, описание принципа работы изделия и др.;
- техническую характеристику изделия в случае необходимости.

На чертеже изделие необходимо располагать в рабочем положении. Когда рабочее положение изделия может быть любым, то главное изображение выбирают из соображения удобства выбранного положения при сборке, и чтобы оно давало как можно более полное представление о конструкции изделия.

Количество изображений должно быть минимальным, но достаточным для полного представления о конструкции в целом и взаимодействии составных частей изделия, о конструкции и формах всех сборочных единиц и деталей.

На чертежах наносят габаритные и присоединительные размеры.

Габаритные размеры определяют расстояние между точками очертания изделия по трем координатным направлениям. В случае наличия в изделии перемещающихся деталей габаритные размеры указывают для двух крайних положений этих деталей, проставляя их, например, как 100...180.

Присоединительные размеры определяют координаты и размеры элементов или составных частей изделия, с помощью которых к данному изделию присоединяют другие изделия, работающие с ними в комплексе.

Основные требования к выполнению чертежей деталей и сборочных чертежей устанавливает ГОСТ 2.109-73 [24].

Количество сборочных чертежей должно быть минимальным, достаточным для рациональной сборки и контроля. При этом сам сборочный чертеж должен содержать:

- изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении, взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающее возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы;

- размеры, предельные отклонения, другие параметры, которые должны быть выполнены или проконтролированы по чертежу;

- указания о характере сопряжения, методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается не заданными предельными отклонениями размеров, а подбором, пригонкой и т.п., а также указания о выполнении неразъемных соединений;

- номера позиций составных частей, входящих в изделие;

- габаритные размеры изделия;

- установочные, присоединительные и другие необходимые размеры;

- техническую характеристику изделия в случае, когда это необходимо.

Сборочные чертежи допускается выполнять с упрощениями, которые соответствуют требованиям стандартов ЕСКД. Все составные части сборочной единицы, на сборочном чертеже нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации этой сборочной единицы.

На сборочных чертежах номера позиций на поле чертежа наносят в соответствии с порядком записи составных частей в спецификации.

На сборочном чертеже допускается изображать перемещающиеся части изделия в крайнем или промежуточном положении с соответствующими размерами. Когда при изображении перемещающихся частей чтение чертежа затруд-

няется, то эти части допускается изображать на дополнительных видах с соответствующими надписями, например, «Крайние положения толкателя поз. 7».

Изображение разъемных резьбовых соединений, нанесение обозначения резьбы на чертежах осуществляется в соответствии с ГОСТ 2.311-68 [25].

Однотипные крепежные изделия, входящие соединения, изображенные на одном чертеже, следует показывать в одном-двух местах этого соединения, а в остальных местах показывать центровыми или осевыми линиями.

Номера позиций присваивают всем составным частям изделия. Порядок нумерации составных частей изделия следующий: вначале обозначают сборочные единицы изделия, затем его детали, затем стандартные изделия, прочие изделия и материалы.

Номера позиций деталей, материалов, сборочных единиц, входящих в изделие, указывают на полках линий – выносок, проводимых от соответствующих деталей, материалов, сборочных единиц.

Линию – выноску заканчивают точкой на изображении соответствующей ей составной части устройства. Линии – выноски не должны пересекаться с размерными и выносными линиями, должны быть не параллельны линиям штриховки.

Номера позиций указывают на тех изображениях, на которых соответствующие составные части устройства проецируются как видимые, как правило, на основных видах и разрезах.

Номера позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения, группируют их в колонку либо в строчку, как можно ближе к изображению и по возможности на одной линии.

Нумерацию деталей устройства начинают с его основной детали. Допускается делать общую линию – выноску с вертикальным расположением номеров позиций для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления. В этих случаях линию – выноску проводят от изображения основной части, номер которой указывают первым.

Шрифт номеров позиций должен быть на один-два размера больше шрифта, принятого для размерных чисел на том же чертеже.

Чертеж кроме изображения предмета с размерами и предельными отклонениями может содержать:

- текстовую часть, состоящую из технических требований и (или) технических характеристик;
- надписи с обозначением изображений;
- таблицы с размерами и другими параметрами, техническими требованиями, условными обозначениями и т.д.

Основные буквенные обозначения, применяемые в конструкторских документах, установлены ГОСТ 2.321-84 [15]:

Длина	L, l
Ширина	B, b
Высота, глубина	H, h
Толщина (листов, стенок, ребер и т.д.)	s
Диаметр	D, d
Радиус	R, r
Межосевое и межцентровое расстояние	A, a
Шаг: винтовых пружин, болтовых соединений, заклепочных соединений и т.п.	t
Углы	$\alpha, \beta, \gamma, \delta$ и другие строчные буквы греческого алфавита

Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на чертежи изделий устанавливает ГОСТ 2.316 [26].

Текстовую часть, надписи, таблицы включают в чертежи в тех случаях, когда содержащиеся в них данные, указания, разъяснения невозможно или нецелесообразно выразить графически или условными обозначениями. Содержание текста, надписей должно быть кратким, точным. В надписях на чертежах не должно быть сокращений, кроме общепринятых и установленных в стандартах.

Текст на поле чертежа, таблицы, надписи с обозначением изображений, обычно, располагают параллельно основной надписи чертежа. На полках линий – выносок около изображений наносят только краткие надписи, относящиеся к изображению предмета. Надписи могут содержать не более двух строк, располагаемых над полкой линии – выноски и под ней. Текстовую часть, помещенную на поле чертежа, располагают над основной надписью, между текстовой частью и основной надписью не допускается помещать таблицы, изображения и т.п.

Показатели и свойства изображенного на чертеже объекта определяются техническими требованиями в зависимости от характера и назначения изделия применительно к условиям и режимам эксплуатации и режимам испытаний. На чертеже технические требования изделий излагают, группируя однородные требования в следующей последовательности:

– требования, предъявляемые к материалу, заготовке, термической обработке и к свойствам материала готовой детали (электрические, магнитные, диэлектрические, твердость, влажность, гигроскопичность и т.д.); указание материалов-заменителей;

- размеры, предельные отклонения размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, массы и т.п.;
- требования к качеству поверхностей, указания об их отделке, покрытии;
- зазоры, расположение отдельных элементов конструкции;
- требования, предъявляемые к настройке и регулированию изделия;
- другие требования к качеству изделий, например, виброустойчивость, и т.д.;
- условия и методы испытаний;
- указания о маркировании и клеймении;
- правила транспортирования и хранения;
- особые условия эксплуатации;
- ссылки на другие документы, содержащие технические требования, распространяющиеся на данное изделие, но не приведенные на чертеже.

При изложении обязательных требований в тексте должны применяться слова «должен», «следует», «необходимо» и производные от них.

Текст должен быть кратким, четким, не допускающим различных толкований. Пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию. Любой пункт технических требований записывают с новой строки. Заголовок «Технические требования» при этом не пишут.

Когда необходимо указать техническую характеристику изделия, ее размещают отдельно от технических требований, с самостоятельной нумерацией пунктов, на свободном поле чертежа под заголовком «Техническая характеристика».

При этом над техническими требованиями помещают заголовок «Технические требования». Оба заголовка не подчеркивают.

При выполнении чертежа на двух и более листах текстовую часть помещают только на первом листе независимо от того, на каких листах находятся изображения, к которым относятся указания, приведенные в текстовой части.

Для обозначения на чертеже изображений (видов, разрезов, сечений), поверхностей, размеров и других элементов изделия применяют прописные буквы русского алфавита за исключением букв Ё, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. Буквенные обозначения присваивают в алфавитном порядке без повторения и, как правило, без пропусков независимо от числа листов чертежа. Сначала следует обозначать изображения. При недостатке букв применяют цифровую индексацию, например, «А»; «А1»; «А2»; «Б–Б»; «Б1–Б1»; «Б2–Б2». Размер шрифта буквенных обозначений должен быть больше размера цифр размерных чисел, применяемых на том же чертеже, в два раза.

Масштаб изображения на чертеже, отличающийся от указанного в основной надписи, указывают непосредственно после надписи, относящейся к изо-

бражению, например, А–А (1:1); Б (5:1); А (2:1).

Если на чертеже поиск дополнительных изображений (сечений, разрезов, дополнительных видов, выносных элементов) затруднен из-за большой насыщенности чертежа или выполнения его на двух и более листах, то у обозначения дополнительных изображений указывают номера листов или обозначений зон, на которых эти изображения помещены. В этих случаях над дополнительными изображениями их обозначений указывают номера листов или обозначения зон, на которых дополнительные изображения отмечены (рисунок 23).

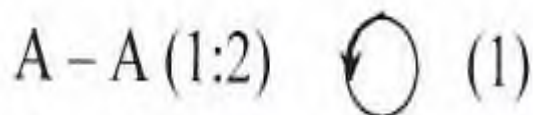


Рисунок 23 – Оформление указания номера листа у обозначения дополнительного изображения

На чертеже изделия, для которого стандартом установлена таблица параметров (например, червяка, зубчатого колеса и т.п.), ее помещают по правилам, установленным соответствующим стандартом.

Все другие таблицы размещают на свободном месте поля чертежа справа от изображения или ниже его и выполняют по ГОСТ Р 2.105–2019 [12].

Таблицы, помещенные на чертеже, нумеруют в пределах чертежа при наличии ссылок на них в технических требованиях.

При этом над таблицей справа пишется слово «Таблица» с порядковым номером (без знака №). Если на чертеже одна таблица, то ее не нумеруют и слово «Таблица» не пишут.

Не допускается на чертежах:

- повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях, в технических требованиях, основной надписи и спецификации;
- наносить размеры в виде замкнутой цепи, кроме случаев, когда один из размеров указан как справочный;
- использовать линии контура, осевые, межцентровые, выносные линии в качестве размерных;
- разделять или пересекать линиями чертежа размерные числа и предельные отклонения;
- разрывать линию контура для нанесения размерного числа и наносить размерные числа в местах пересечения размерных, осевых, центровых линий (в месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают);
- давать ссылки на отдельные пункты стандартов, технических условий,

технологических инструкций (необходимо давать ссылку на весь документ или его отдельный раздел);

– в тексте сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр;

– применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, пунктуации, стандартами (ГОСТ 2.316 [26]);

– использовать в тексте математический знак минус (–) перед отрицательными значениями величин; вместо математического знака (–) следует писать слово «минус»;

– употреблять математические знаки без цифр, например, \leq (меньше или равно), \geq (больше или равно), \neq (не равно), а также знаки № (номер) и % (процент);

– применять индексы стандартов (ГОСТ, ОСТ, РСТ, СТП, ИСО) без регистрационного номера.

На чертежах деталей, в спецификации условные обозначения материала должны соответствовать обозначениям, установленным стандартами на материал. При отсутствии стандарта на материал его обозначают по техническим условиям. Обозначение материала должно содержать наименование материала, марку, номер стандарта или технических условий, например, СтЗкп ГОСТ 380-2005 [27].

Если деталь, исходя из предъявляемых к ней конструктивных и эксплуатационных требований, должна быть изготовлена из сортового материала определенного профиля и размера, то материал такой детали записывают в соответствии с присвоенными ему в стандарте на сортамент обозначениями, например, [28, 29]:

$$\text{Круг} \frac{40 \text{ ГОСТ } 1133 - 71}{У10 \text{ ГОСТ } 1435 - 99}$$

В основной надписи чертежа детали указывают не более одного вида материала. Если для изготовления детали предусматривается использование заменителей материала, то их указывают в технических требованиях чертежа.

Если форма, размеры всех элементов гнутой детали определены на чертеже, изображение и длину развертки не приводят.

На чертежах обозначается состояние поверхности изделия: характеристика шероховатости поверхности по ГОСТ 2.309–73 [30]; нанесение покрытий (защитных, износоустойчивых и т.п.); показатели свойств материала изделия (твердость), полученных в результате обработки (термической, химико-термической), в соответствии со стандартом ГОСТ 2.310–68 [31].

14.2.2 Требования к спецификации

Спецификацию изделий составляют на каждую сборочную единицу в соответствии со сборочным чертежом согласно ГОСТ 2.108–68 [32]. Спецификации выполняют на отдельных листах формата А4 и размещают в конце записки. В спецификацию вносят составные части изделия, а также конструкторские документы, относящиеся к нему. Общая спецификация состоит из разделов, которые располагают в следующей последовательности:

- документация;
- комплексы;
- сборочные единицы;
- детали;
- стандартные изделия;
- прочие изделия;
- материалы;
- комплекты.

Наименование каждого раздела записывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают. Ниже каждого заголовка оставляют одну свободную строку, а выше – не менее одной свободной строки. После каждого раздела спецификации необходимо оставлять несколько свободных строк. Допускается резервировать номера позиций, соответствующие свободным строкам.

14.2.3 Требования к выполнению основных надписей конструкторских документов

На каждом листе графических документов домашнего задания/контрольной работы выполняют основную надпись, располагаемую в правом нижнем углу листа.

Форма, содержание, расположение и размеры граф основных надписей должны соответствовать ГОСТ 2.104–2006 [20]:

- для чертежей и схем (рисунок 24);
- для спецификации и документов (рисунок 25);
- для последующих листов документов (рисунок 26).

В графах основной надписи указывают:

1 – для чертежей и спецификаций – наименование изделия и наименование документа. Допускается для сборочного чертежа наименование документа не указывать; для схем – наименование схем; для других документов – их наименование («Диаграмма...», «График...», «Таблица...» и т.д.);

2 – обозначение документа;

- 3 – марку и номер стандарта на материал (заполняют только на чертежах деталей);
- 4 – не заполняется;
- 5 – массу изделия в килограммах, без указания единицы измерения; при указании массы в тоннах обозначают единицу измерения «т»;
- 6 – масштаб изображения на чертеже (по ГОСТ 2.302–68 [19]);
- 7 – порядковый номер листа;
- 8 – общее количество листов чертежа одного наименования (графу заполняют только на первом листе);
- 9 – наименование института и номер студенческой группы;
- 10 – сверху вниз: Ф.И.О. студента, руководителя, консультантов, нормоконтролера, заведующего кафедрой;
- 11–13 – соответственно фамилии, подписи и даты подписания документа;
- 14–18 – не заполняются.

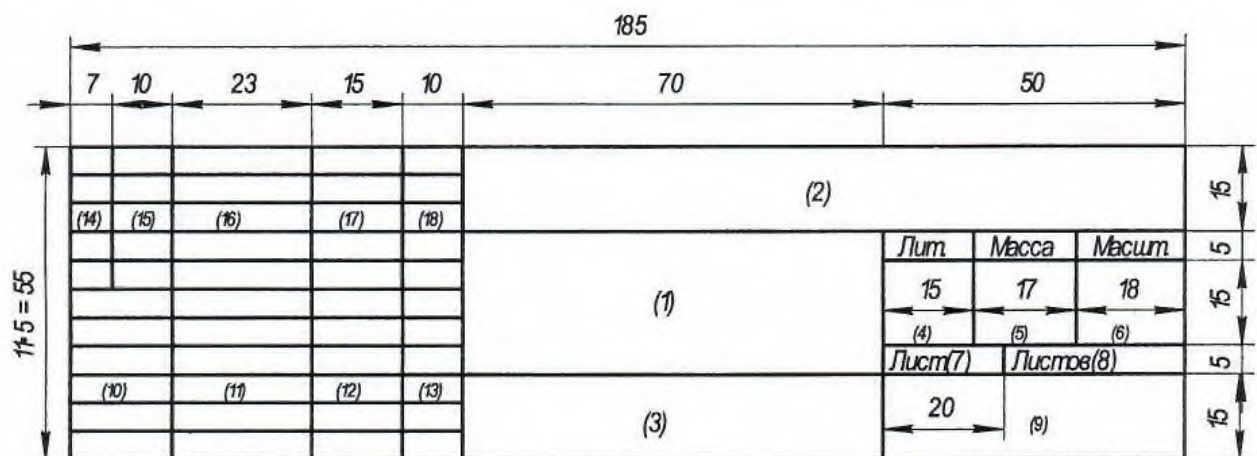


Рисунок 24 – Основная надпись для чертежей, схем, диаграмм

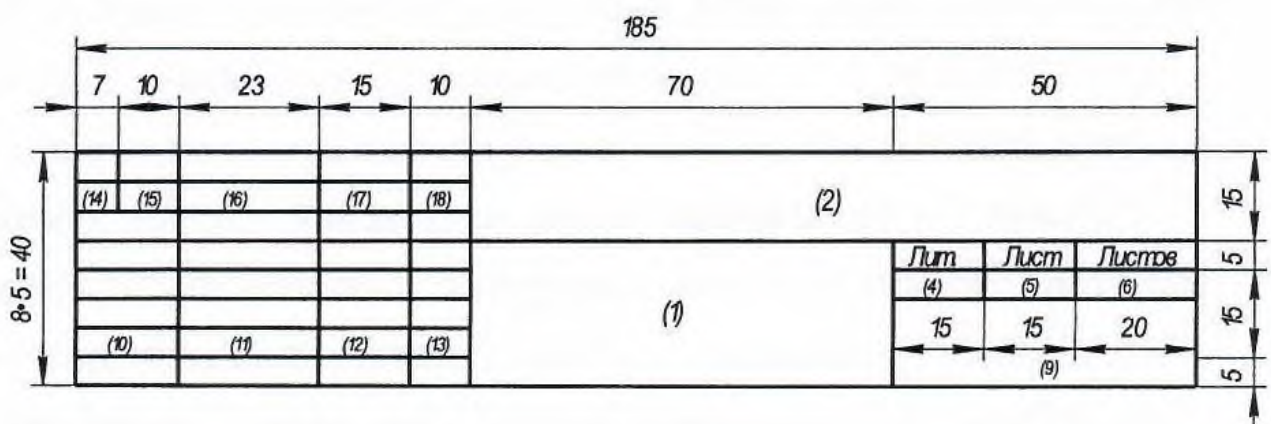


Рисунок 25– Основная надпись для спецификаций

Допускается для последующих листов чертежей и схем применять форму надписи, приведенную на рисунке 26.

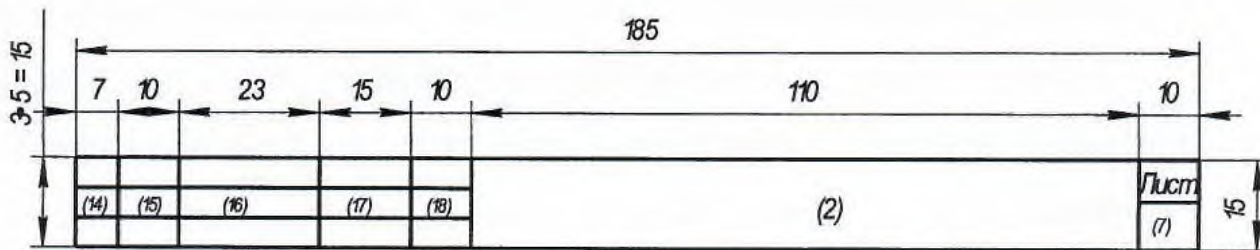


Рисунок 26 – Основная надпись для последующих листов документов

В графе 2 основной надписи указывают обозначение документа, например, 03.К.18.01.12.01.СБ.

В графе 9 основной надписи указывают наименование ВУЗа - НФ НИТУ «МИСиС» и номер студенческой группы.

15 Итоговая аттестация домашнего задания/контрольной работы

Дифференцированный зачет по домашнему заданию/контрольной работе проставляется на основе результатов защиты обучающимся домашнего задания/контрольной работы и проводится в соответствии с расписанием, составленным учебным отделом. Должным образом выполненные и оформленные домашнее задание/контрольная работа регистрируются на кафедре в журнале учета и представляются на проверку руководителю домашнего задания/контрольной работы не позднее, чем за неделю до установленного срока защиты. Руководитель вносит в текст пояснительной записки свои замечания по домашнему заданию/контрольной работе, возвращает домашнее задание/контрольную работу на доработку с указанием причины или принимает решение о допуске студента к защите, делая об этом запись на титульном листе пояснительной записки домашнего задания/контрольной работы.

Дифференцированный зачет принимается у студентов, не имеющих академическую задолженность по данной дисциплине, внесенных в зачетную ведомость и предъявивших свою зачетную книжку. К защите не допускаются: студенты, имеющие задолженность по итогам текущего контроля; студенты, не выполнившие домашнее задание/контрольную работу в установленном объеме. В этих случаях результаты защиты признаются неудовлетворительными. Распоряжением по деканату возможно продление зачетной недели студенту при наличии у него уважительных причин. Защита домашнего задания/контрольной работы студентом производится путем ответов на вопросы, указанные в самостоятельно выбранном им билете, а также на дополнительные вопросы преподавателя с обязательной записью ответов в краткой форме в «Листе устного опроса». В зачетную ведомость по результатам защиты выставляются оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». В зачетную книжку оценка «неудовлетворительно» не выставляется. В случае неявки на защиту студента, домашнее задание/контрольная работа которого допущены к защите, в учетную ведомость выставляется «не явился».

При выставлении оценки учитываются: обоснованность принятых в работе технических решений; правильность расчетов; качество оформления чертежей и пояснительной записки; планомерность и систематичность работы студента; степень самостоятельности и творческий уровень, проявленные студентом при выполнении домашнего задания/контрольной работы; степень владения студентом теоретическим материалом по предмету домашнего задания/контрольной работы; умение студентом кратко и технически грамотно излагать содержание домашнего задания/контрольной работы; правильность и полнота ответов на вопросы билета и экзаменатора.

Если студент неудовлетворительно отвечал на вопросы, то ему предоставляется возможность повторной защиты домашнего задания/контрольной работы, проводимой не более двух раз в сроки, установленные учебным отделом. Защита домашнего задания/контрольной работы в последний (третий) раз принимается комиссионно.

Для получения оценки «отлично» на защите домашнего задания/контрольной работы студент должен показать всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, самостоятельно выполнить домашнее задание/контрольную работу, хорошо усвоить теоретический материал, активно работать на практических занятиях, разбираться в основных научных концепциях изучаемой дисциплины, проявить творческие способности и научный подход при выполнении домашнего задания/контрольной работы, отвечать на вопросы последовательно с богатством и точностью использованных терминов.

Для получения оценки «хорошо» на защите домашнего задания/контрольной работы студент должен показать полное знание учебно-программного материала, не допускать в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнить домашнее задание/контрольную работу, активно работать на практических занятиях, показать систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также показать способности к самостоятельному пополнению знаний.

Для получения оценки «удовлетворительно» студент должен показать знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, самостоятельно выполнить домашнее задание/контрольную работу, но допустить некоторые погрешности при их выполнении и в ответах на зачете, обладать необходимыми знаниями для устранения допущенных погрешностей под руководством преподавателя.

Оценки «неудовлетворительно» заслуживает студент, показавший пробелы в знаниях или отсутствие знаний по значительной части основного учебного материала, не выполнивший домашнее задание/контрольную работу самостоятельно, допустивший в ней принципиальные ошибки, имеющий задолженности, допускающий существенные ошибки при ответе, и который не может продолжить обучение и приступить к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по дисциплине «Эксплуатация и ремонт металлургических машин».

16 Перечень вопросов для защиты домашнего задания/контрольной работы

1. Что включает в себя система ТОиР?
2. Что должна обеспечить оптимальная стратегия технического обслуживания?
3. Что определяет время эксплуатации машин и что включает в себя период эксплуатации машины?
4. Что включает в себя внутрисменное техническое обслуживание, осуществляемое дежурным и эксплуатационным персоналом?
5. Что включает в себя техническое обслуживание, осуществляемое ремонтным персоналом?
6. Какие операции включает в себя технологический процесс ремонта?
7. Как осуществляется оценка эффективности решений, принимаемых при техническом обслуживании?
8. Критерии предельного износа.
9. Критерии оценки предельного состояния по выходному параметру.
10. Предельный износ в подшипниках скольжения.
11. Способы восстановления поврежденных деталей.
12. Способы восстановления изношенных деталей.
13. Способы наращивания поверхностных слоев.
14. Стратегии восстановлений.
15. Методы диагностирования.
16. Технология диагностирования.
17. Вибродиагностика.
18. Бесконтактная тепловая диагностика.
19. Виброакустическая диагностика.
20. Ремонт валов и осей.
21. Ремонт зубчатых колес.
22. Регулирование цилиндрических зацеплений.
23. Сборка узлов с подшипниками качения.
24. Сборка подшипников скольжения.
25. Сборка соединений с гарантированным натягом.
26. Сборка резьбовых соединений.

17 Рекомендуемый перечень литературы для выполнения домашнего задания/контрольной работы

- 1 Машиностроение. Энциклопедия. В 40 т. Том IV-V: Машины и агрегаты металлургического производства / Н.В. Пасечник, В.М. Сеницкий, В.Г. Дрозд и др. – М.: Машиностроение, 2004. 912 с.
- 2 Ловчиновский Э.В. Эксплуатационные свойства металлургических машин. – М.: Металлургия, 1986. 160 с.
- 3 Плахтин В.Д. Надежность, ремонт и монтаж металлургических машин. – М.: Металлургия, 1983. 415 с.
- 4 Проников А.С. Надежность машин / А.С Проников. – М.: Машиностроение, 1978. 592 с.
- 5 Жиркин Ю.В. Надежность, эксплуатация и ремонт металлургических машин / Ю.В. Жиркин. – М.: Теплотехник, 2009. 336 с.
- 6 Гребеник В.М. Повышение надежности металлургического оборудования / В.М. Гребеник, А.В. Гордиенко, В.К. Цапко. – М.: Металлургия, 1988. 688 с.
- 7 Гаркунов Д.Н. Триботехника / Д.Н. Гаркунов, Э.Л. Мельников, В.С. Гаврилюк. – М.: КНОРУС, 2017. 408 с.
- 8 Ли Р.И. Технологии восстановления деталей металлургических машин и оборудования: учеб. пособие / Р.И. Ли, А.П. Жильцов. – Липецк: ЛГТУ, 2007. 316 с.
- 9 Епифанцев Ю.А. Смазка металлургического оборудования / Ю.А. Епифанцев. - Новокузнецк: СибГИУ, 2008. 53 с.
- 10 Ульяницкий В.Н. Техническая диагностика металлургического оборудования / В.Н. Ульяницкий. – Алчевск: ДГМИ, 2004. 186 с.
- 11 Цеков В. И. Ремонт деталей металлургических машин / В.И. Цеков. - М: Металлургия, 1987. 320 с.
- 12 Семенов В.Я. Автоматизированные смазочные системы и устройства / В.Я. Семенов, П.М. Курганский, В.И. Кузьмин. – М.: Машиностроение, 1982. 176 с.
- 13 Цеков В.И. Основы восстановления деталей металлургического оборудования / В.И. Цеков. – М: Металлургия, 1984. 328 с.
- 14 Трение, изнашивание и смазка: Справочник. В 2 кн./ Под ред. И.В. Крагельского, В.В. Алисина. – М.: Машиностроение, 1978. Кн. 1. 400 с.
- 15 Кондаков А.И. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А.И. Кондаков. – М.: КНОРУС, 2012. 400 с.

Список использованных источников

1 Машиностроение. Энциклопедия. В 40 т. Том IV-V: Машины и агрегаты металлургического производства / Н.В. Пасечник, В.М. Синицкий, В.Г. Дрозд и др. – М.: Машиностроение, 2004. 912 с.

2 Гилев А.В. Методические указания по самостоятельной работе для студентов по дисциплине «Надежность, эксплуатация и ремонт металлургических машин и оборудования» / А.В. Гилев, В.Т. Чесноков, Е.Л. Морозова, Л.В. Хомич, Н.Н. Гилева. – Красноярск: Изд-во Сибирского федерального университета, 2008. 278 с.

3 Проников А.С. Надежность машин / А.С. Проников. - М.: Машиностроение, 1978. 592 с.

4 Жиркин Ю.В. Надежность, эксплуатация и ремонт металлургических машин / Ю.В. Жиркин. – М.: Теплотехник, 2009. 336 с.

5 Гаркунов Д.Н. Триботехника / Д.Н. Гаркунов, Э.Л. Мельников, В.С. Гаврилюк. – М.: КНОРУС, 2017. 408 с.

6 Виниоли И.И. Грузоподъемные транспортные устройства. - М.: Машиностроение, 1967. 196 с.

7 Кондаков А.И. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А.И. Кондаков. – М.: КНОРУС, 2012. 400 с.

8 Ли Р.И. Технологии восстановления деталей металлургических машин и оборудования: учеб. пособие / Р.И. Ли, А.П. Жильцов. – Липецк: ЛГТУ, 2007. 316 с.

9 Правила оформления пояснительной записки к курсовому и дипломному проектированию. РД МТ-31.002-99: метод. указ. / В.П. Тихонов [и др.]. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000.

10 ГОСТ Р 7.0.100-2018. СИБИБД. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200034383>. - 04.11.2019.

11 ГОСТ Р 7.0.12-2011. СИБИБД. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200004323>. - 04.11.2019.

12. ГОСТ Р 2.105-2019. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Общие требования к текстовым документам. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200001260>. - 04.11.2019.

13 Кузин Ф.А. Диссертация. Методика написания. Правила оформления. Порядок защиты. Практическое пособие для докторантов, аспирантов и магистрантов / под ред. В.А. Абрамова. – 3-е изд., доп. – М.: Ось-89, 2008. 448 с.

14 Лукашкин Н.Д., Кохан Л.С., Якушев А.М. Конструкция и расчет машин и агрегатов металлургических заводов: учебник для вузов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. 456 с.

15 ГОСТ 2.321-84. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения буквенные. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200006598>. - 04.11.2019.

16 ГОСТ Р 2.106-2019. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Текстовые документы. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200001979>. - 04.11.2019.

17 ГОСТ 8.417-2002. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Единицы величин. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200031406>. - 04.11.2019.

18 Инженерная графика. Конструкторская информатика в машиностроение: Учеб. для вузов / А.К. Болтухин [и др.]; под ред. А.К. Болтухина, С.А. Васина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2005. 555 с.

19 ГОСТ 2.302-68. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Масштабы (с Изменениями № 1, 2, 3). – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200006583>. – 04.11.2019.

20 ГОСТ 2.104-2006. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Основные надписи. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200045443>. – 04.11.2019.

21 ГОСТ 2.305-2008. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Изображения – виды, разрезы, сечения. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200069435>. – 04.11.2019.

22 ГОСТ 2.307-2011. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Нанесение размеров и предельных отклонений (с Поправками). – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200086238>. – 04.11.2019.

23 ГОСТ 2.308-2011. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Указания допусков формы и расположения поверхностей. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200086239>. – 04.11.2019.

24 ГОСТ 2.109-73. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Основные требования к чертежам (с Изменениями № 1-11). – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200001992>. – 04.11.2019.

25 ГОСТ 2.311-68. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Изображение резьбы (с Изменением № 1). – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200006590>. – 04.11.2019.

26 ГОСТ 2.316-2008. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах (с Поправкой). – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/12000069436>. – 04.11.2019.

27 ГОСТ 380-2005. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки (с Изменением № 1). – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200052847>. – 04.11.2019.

28 ГОСТ 1133-71. Сталь кованная круглая и квадратная. Сортамент. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200005128>. – 04.11.2019.

29 ГОСТ 1435-99. Прутки, полосы и мотки из инструментальной нелегированной стали. Общие технические условия. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/12000017667>. – 04.11.2019.

30 ГОСТ 2.309-73. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения шероховатости поверхностей (с Изменениями № 1, 2, 3). – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200005419>. – 04.11.2019.

31 ГОСТ 2.310-68. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки (с Изменениями № 1, 2, 3, 4). – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200006588>. – 04.11.2019.

32 ГОСТ 2.108-68. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Спецификация. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200008387>. – 04.11.2019.

Приложение А
Образец бланка задания

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ
Кафедра металлургических технологий и оборудования

«УТВЕРЖДАЮ»
ЗАВ. КАФЕДРОЙ _____
« ____ » _____ 202 г

ЗАДАНИЕ
на домашнее задание/контрольную работу

По дисциплине **«Эксплуатация и ремонт металлургических машин»** _____

Студенту группы _____

1. Тема _____
2. Исходные данные (в том числе проектная и технологическая документация, и основная литература)

3. Перечень подлежащих разработке вопросов:
3.1. _____

3.2. _____

3.3. _____

3.4. Графическая часть _____

4. Сроки начала и окончания выполнения домашнего задания/контрольной работы _____

5. Задание выдано _____

6. Руководитель домашнего задания/контрольной работы _____

7. Задание принял к исполнению студент _____

(подпись)

Приложение Б
Образец титульного листа

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ

Кафедра металлургических технологий и оборудования

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ/КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

по дисциплине «Эксплуатация и ремонт металлургических машин»

Тема _____

Студент группы _____

Руководитель домашнего задания/контрольной работы _____

Новотроицк 2020

Приложение В

Сведения о смазках

Таблица П.В.1 – Основные эксплуатационные свойства промышленных масел [4]

Ранее принятое обозначение	Вязкость при $t_{эп}=50^{\circ}\text{C}$, $\text{мм}^2/\text{с}$	Обозначение масла по ГОСТ 17479.4-87	Вязкость при $t_{эп}=40^{\circ}\text{C}$, $\text{мм}^2/\text{с}$	Характеристики масла	Индекс вязкости ИВ	Индекс задира Из	Нагрузка сваривания $P_c, Н$	Диаметр пятна износа (196 Н, 1ч), мм
И-12А	10-14	И-Л-А-22	13-17	ГОСТ 20799-88	85			
И-20А	17-23	И-Г-А-32	29-35	ГОСТ 20799-88	85			
И-30А	28-30	И-Г-А-46	41-51	ГОСТ 20799-88	85			
И-40А	35-45	И-Г-А-68	61-75	ГОСТ 20799-88	85			
И-50А	47-55	И-Г-А-100	90-110	ГОСТ 20799-88	85			
ИНС _п -65	60-70	И-Н-Е-100	90-110	ТУ 38.101672-77	90	34	2000	0,95
ИНС _п -110	100-120	И-Н-Е-220	198-242	ТУ 38.101672-77	90	36	2240	0,99
ИТП-200	216-240	И-Т-Д-460	414-506	ТУ 38.101292-79		55	3760	0,7
ИТП-300	304-357	И-Т-Д-680	612-748	ТУ 38.101292-79		55	3760	0,7
ИТП-500	470-620	И-Т-Д-1000	900-1100	ТУ 38.101450-76				0,45
ПС-28	$t=100^{\circ}\text{C}$, 26-30	И-Т-А-460	414-506	ГОСТ 12672-77	80			
П-40	$t=100^{\circ}\text{C}$, 32-44	И-Т-А-680	612-748	ТУ 38.101312-78	80			
ИР _п -40	33-40	И-Т-Д-68	61-75	ТУ 38.101451-78		40	3150	0,7
ИР _п -75	72-80	И-Т-Д-100	90-110	ТУ 38.101451-78		45	3350	0,9
ИР _п -150	120-140	И-Т-Д-220	198-242	ТУ 38.101451-78		50	3550	0,9
ИР _п -85	75-90	И-Т-Д-150	135-150	ТУ 38.101853-83	90	50	3350	0,5
ИСП-40	34-40	И-Т-Д-68	61-75	ТУ 38.101293-78		40	2660	0,45
ИСП-65	61-68	И-Т-Д-100	90-110	ТУ 38.101293-78		45	3150	0,45
ИСП-110	110-118	И-Т-2-220	198-242	ТУ 38.101293-78		50	3350	0,45
ИМТ-160	150-180	И-Т-С-320	288-352	ТУ 38.101674-78	90	55	3160	0,45
		И-Т-Д-32	29-35	ТУ 38.1011337-90		40		0,45
		И-Т-Д-68	61-75	ТУ 38.1011337-90		40		0,45
		И-Т-Д-100	90-100	ТУ 38.1011337-90		45		0,45
		И-Т-Д-220	198-242	ТУ 38.1011337-90		50		0,45
		И-Т-Д-460	414-506	ТУ 38.1011337-90		55		0,45
		И-Т-Д-680	612-748	ТУ 38.1011337-90		55		0,45

Таблица П.В.2 – Основные эксплуатационные свойства масел для ПЖТ и редукторов прокатных станов [4]

Ранее принятое обозначение	Вязкость при $t_{э\tau}=100^{\circ}\text{C}$, $\text{мм}^2/\text{с}$	Обозначение масла по ГОСТ 17479.4-87	Вязкость при $t_{э\tau}=40^{\circ}\text{C}$, $\text{мм}^2/\text{с}$	Характеристики масла	Индекс вязкости ИВ	Индекс задира Из	Нагрузка сваривания P_c, H	Диаметр пятна износа (196 H, 1ч), мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Для редукторов								
ПС-28	26-30	И-Т-А-460	414-506	ГОСТ 12869-77	80			
П-40	32-34	И-Т-А-680	612-748	ТУ 38.101312-76	80			
И100Р (С)	6-8	И-Т-Д-100	90-110	ТУ 38.101901-86	87	43	2370	0,55
П 8 П	8-12	И-Т-Д-100	90-110	ТУ 38.101248-72				
Для ПЖТ								
И46ПВ	6,5-7,5	И-Т-В-46 ПР	41-51	ТУ 38.101908-85	98			
И220ПВ	17,5-20	И-Т-В-220	198-242	ТУ 38.101908-85	95			
И460ПВ	27-31	И-Т-В-460	414-606	ТУ 38.101908-85	90			
ПРи-10	9,5-11	И-Т-С-100	90-110		98			0,4

Таблица П.В.3 – Основные эксплуатационные свойства трансмиссионных масел [4]

Обозначение масла	Характеристика масла	Вязкость при $t_{э\tau}=100^{\circ}\text{C}$, $\text{мм}^2/\text{с}$	Индекс вязкости ИВ	Индекс задира Из	Нагрузка сваривания P_c, H	Диаметр пятна износа (196 H, 1ч), мм
1	2	3	4	5	6	7
Нигрол-З	ТУ 38.101529-75	18-22				
Нигрол-Л	ТУ 38.101529-75	27-34				
ТАП-15В	ГОСТ 23652-79	15	90	50	3920	0,5
ТАД-17И	ГОСТ 23652-79	17	100	58	3687	0,4

Таблица П.В.4 - Основные эксплуатационные свойства специальных масел [4]

Обозначение масел	Характеристики масел	Вязкость t_{37} , мм ² /с	Индекс вязкости	Область применения
1	2	3	4	5
Турбинные масла ($t_{37}=50^{\circ}\text{C}$)				
T20	ГОСТ 32-74	28-32	65	В циркуляционных смазочных системах
T46	ГОСТ 32-74	44-48	60	В циркуляционных смазочных системах
T57	ГОСТ 32-74	55-59	60	В циркуляционных смазочных системах
Цилиндровые масла ($t_{37}=100^{\circ}\text{C}$)				
Цилиндровое-11	ГОСТ 6411-75	9-13	65	Для тяжело нагруженных зубчатых и червячных передач
Цилиндровое-24	ГОСТ 6411-75	22-28	35	Для тяжело нагруженных зубчатых и червячных передач
Цилиндровое-38	ГОСТ 6411-75	32-50	60	Для тяжело нагруженных зубчатых и червячных передач
Цилиндровое-52	ГОСТ 6411-75	50-70	80	Для тяжело нагруженных зубчатых и червячных передач
Авиационные масла ($t_{37}=100^{\circ}\text{C}$)				
МС-14	ГОСТ 217443-76	14	85	В циркуляционных смазочных системах для ПЖТ, шестеренных клетей, нажимных устройств
МС-20	ГОСТ 217443-76	20	85	
МС-22	ГОСТ 217443-76	22	70	

88

Таблица П.В.5 – Основные характеристики пластичных смазочных материалов с добавками [4]

Наименование смазочного материала	Наполнитель, %	Вязкость при 20°C, Па·с	Производственные свойства		Температурный диапазон, °C	Соотношение цен
			Рк, Н	Рс, Н		
Графитная Ус-А ГОСТ 3333-79	Графит (4)	60-100	670-1000	2000-2500	-30....+60	0,8
ВНИИНП-220 ТУ 38.101475-74	MoS ₂ (3)	....	280	3780	-30....+150	6,2
НК-50 ГОСТ 5573-67	Коллоидный графит (0,5)	300-750	650-750	2250-3550	-15....+150	2,5
Фиол-2 М ТУ 38.101233-75	MoS ₂ (2)	80-120	850-900	1800-2000	-40....+120	6,5
Шрус-4 ТУ 38.201312-81	MoS ₂ , ПТФЭ	200	1410-1580	7500-10000	-40....+120	11

Таблица П.В.6 – Основные характеристики пластичных смазочных материалов на мыльных загустителях [4]

Наименование смазочного материала	Вязкость при 20°C, Па·с	Противозадирные свойства		Температурный диапазон, °C	Соотношение цен
		Рк, Н	Рс, Н		
Солидол С ГОСТ 4366-76	80-150	550-900	1750-2500	-30....+60	1
Пресс-солидол С ГОСТ 4366-76	30-90	550-650	1750-2000	-40.....+50	1
Солидол Ж ГОСТ 1033-79	40-180	700-800	1580-1600	-30....+70	1,5
Пресс-солидол Ж ГОСТ 1033-79	30-40	.....	.....	-40.....+50	1,5
Комплексные кальциевые мыла					
ЦИАТИМ-221 ГОСТ 9433-80	40-100	280-340	1100-1780	-60....+150	60
Униол-1 ТУ 38.201150-78	40-80	800-1120	2240-3200	-30....+150	1,5
ВНИИНП 207 ГОСТ 19774-74	80-100	420	1780	-50....+180	56
Униол-2 ГОСТ 23510-79	55	.....	.....	-10....+160	2,2
Натриевые и натриево-кальциевые мыла					
Консталин ГОСТ 1957-73	100-200	700-850	2000	-20....+110	2,7
1-13 ОСТ 3801145-80	100-200	600-1120	1780-2250	-20....+110	3,2
НК-50(СТ) ГОСТ 5573-67	200-750	650-750	2250-3550	-15...+150	2,5
ИП-1 ТУ 38.101820-80	80-90	....	....	0-...+70	1,6
Литиевые мыла					
ЦИАТИМ-201 ГОСТ 6267-74	45-120	280-500	1000-1580	-60....+90	2,8
ВНИИНП 242 ТУ.38 101359-73	140-240	700	2250	-30....+100	19
Литол-24 ГОСТ 21150-75	80-120	630-800	1600-2240	-40....+130	5
Фиол-2 ТУ 38.201188-79	80-120	600-800	1200-1400	-40....+120	4
ЛКС-металлургическая ТУ 38.401124-85	180-200	800	2400	-30....+150	4

Таблица П.В.7 – Основные характеристики пастообразных и твердых смазочных материалов, суспензий [4]

Материал	Температурный диапазон, °С	Состав	Способ нанесения	Область применения	Примечание
1	2	3	4	5	6
Графит ГОСТ 5279-74	-250+350	(f=0,009-0,7)	Распыление аэрозолей	Разделение трущихся поверхностей, подшипники, зубчатые колеса	В среде агрессивных газов
Двухсернистый молибден ТУ МХПРУ-10-82-54	-180+520	(f=0,02-0,07)	Механическим втиранием	-	При нагрузках P=3000 МПа
Нитрид бора	+540	(f=0,4-0,5)	То же	Разделение трущихся поверхностей	-
Дисульфид вольфрама	+500	-	Распыление аэрозолей	-	-
Йодистый и фтористый кадмий	+1050	-	Распределение и сушка при 1093°	-	-
Молибденовокислый свинец	+650	-	Твердая пленка испарением в вакууме	Разделение трущихся поверхностей	Высокие удельные нагрузки до 7000 МПа
Фталоцианин ТУШ 3-37-64	-60+820	Органическая смазка	-	То же	-
ВНИИ НП-213	-250+350	M _o S ₂ + кремний-органическая смола К 55	Распылением, окунанием, кистью	Разделение трущихся поверхностей	Нагрузка до 750 МПа, ресурс
ВНИИ НП-229	-250+350	M _o S ₂ + силикат Na	Распылением, окунанием, кистью	То же	Нагрузка до 750 МПа, ресурс
ВНИИ НП-230	+200	-	Намазыванием	То же	Высокие нагрузки, низкие скорости скольжения
Пастообразные смазочные материалы					
ВНИИ НП-232	-20+120	M _o S ₂ + минеральное масло	Щеткой, шприцем 8-10 ч на 1м ²	Зубчатые передачи, болты, шарниры	Предотвращает заедание
ВНИИ НП-225	-30+350	M _o S ₂ + кремний-органическая жидкость	То же	То же	То же

Продолжение таблицы П.В.7

1	2	3	4	5	6
ВНИИ НП-210	-10+400	MoS ₂ + кремний-органическая жидкость+графит + стабилизатор	То же	Подшипники качения	Высокие нагрузки, малые и средние скорости
Суспензии					
ВНИИ НП-243	-30+200	MoS ₂ + синтетическое масло	Щеткой, шприцем 8-10 ч на 1м ²	Для цепей, редукторов и т.д.	Низкая концентрация

Таблица П.В.8 – Основные характеристики самосмазывающихся и металлокерамических материалов [4]

Материал	Твердость, МН/м ²	Температурный диапазон, °С	Допускаемое удельное давление, МПа	Допускаемая скорость без смазки, м/с	Применение	Примечание
1	2	3	4	5	6	7
Капрон (поликапролактан) ГОСТ 10589-73	100-120	+60	3,0	0,2 1-1,5	Сухое трение	-
Фторопласт (ПТФЭ) ГОСТ 10067-72		-269+200	0,7-1,0	0,5 0,4	В виде покрытий в агрессивной среде	-
Фторопласт с наполнителем		-269+200	1,0-1,2	1,0 2,8	Агрессивные среды	-
Металлокерамика с фторопластом		-269+200	10,0-13,0	5,0 1,5-2	То же	-
Фторопласт-4 ГОСТ 10067-72	30-40	-269+180	-	-	То же	Необходим теплоотвод
Фторопласт-3	10-30	+125-195	-	-	То же	Необходим смазочный материал
Фторопласт-40	60	-100+200			То же	Необходима хорошая обработка сопряженных поверхностей
Ф 40 С 15 Н 1,5	75	-269+200	1,2 с водой	До 0,8+5,0	То же	-
АМАН-1	250-270	-100+220	2-10	1	То же	-
АМАН-4	270-290	-100+300	2-10	1	То же	-

Продолжение таблицы П.В.8

1	2	3	4	5	6	7
Бронзографит	170-300	+80	180	6,0 65-70	Пропитывается маслом	f=0,04-0,07
Железографит	600-900	70-80	250	4-5 50-70	Пропитывается маслом	f=0,07-0,09
Графитофторопластовые материалы						
7В 2А	85-140	+250	1-1,5	5	В паре с чугунами, сталями с хромовыми покрытиями	f=0,002-0,004
АФГМ	67-143	+180	1-1,5	5		В паре со сталью 1Х18Н10Т
АФГ-80ВС	60-95	+200	1,5	5		f=0,08-0,15
Силицированный графит						
СГ-Т		250	2,5	20	В агрессивных средах, содержащих абразивные частицы	
СГ-П		250	2,5	25		
Углеродные материалы						
АГ-1500	70-72 ед. По Шору	-30 +400	0,1	6	В паре со сталями 40Х, ШХ-15, Р18, Х17Н13М2Т	f=0,04 со смазкой минеральным маслом

Приложение Г

Примеры библиографического описания использованных источников

Описание заявки на изобретение

1 Заявка 2012134445/02 Российская Федерация, МПК В22D 11/10. Способ подачи порошкообразных и гранулированных материалов в кристаллизатор машины непрерывного литья заготовок и устройство для его осуществления / Ш.Б. Манюров, Д.Р. Ганин; заявл. 10.08.2012; опубл. 20.02.2014, Бюл. № 5. 3 с.

Описание патента на изобретение

1 Пат. 2471005 Российская Федерация, МПК С22В 1/16. Способ агломерации железорудных материалов / А.А. Панычев, Д.Р. Ганин, А.П. Никонова. - № 2011118719/02; заявл. 11.05.2011; опубл. 27.12.2012, Бюл. №36. 4 с.

Описание авторского свидетельства

1 А.с. 1005943 СССР МКИ В05В 15/02. Форсунка / Г.А. Выговский, Э.П. Бурминский, А.В. Ремизов, С.Г. Выговский. - № 3370065/23-05; заявл. 28.12.81; опубл. 23.03.83, Бюл. № 11. 3 с.

Описание патента на полезную модель

1 П. м. 95667 Российская Федерация, МПК С22В 1/14. Устройство для загрузки шихты на агломерационную машину / Ю.А. Фролов, Н.Н. Горшков, А.Г. Птичников [и др.]; ОАО «Челябинский металлургический комбинат». - № 2010108038/22; заявл. 04.03.2010; опубл. 10.07.2010, Бюл. № 19. 10 с.

Описание свидетельства об официальной регистрации программы для ЭВМ

1 Свид. 2001610527 Российская Федерация. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. Программа для расчёта характеристик вязкости разрушения целлюлозно-бумажных материалов согласно SCAN-P 77:95 (J_JNTEGRAL) / Я.В. Казаков, В.И. Комаров; заявитель и правообладатель ГОУ ВПО АГТУ (RU). – №2001610251/69; заявл. 11.03.01; опубл. 10.05.01, Реестр программ для ЭВМ. 1 с.

Описание книги (1-3 автора)

1 Арист Л.М. Модернизация и долговечность агломерационного и доменного оборудования / Л.М. Арист, М.А. Тылкин. – М.: Металлургия, 1973. 448 с.

2 Бровман М.Я. Непрерывная разливка металлов / М.Я. Бровман. – М.: ЭКОМЕТ, 2007. 484 с.

3 Смирнов А.Н. Непрерывная разливка стали: Учебник / А.Н. Смирнов, С.В. Куберский, Е.В. Штепан. – Донецк: ДонНТУ, 2011. 482 с.

Описание книги (больше трех авторов)

- 1 Охлаждение агломерата и окатышей / Н.М. Бабушкин, С.Г. Братчиков, Г.Н. Намятов [и др.]. – М.: Metallurgy, 1975. 208 с.
- 2 Детали машин: Учебник / Н.А. Бильдюк, С.И. Каратушин, Г.Д. Малышев [и др.]; под общ. ред. В.Н. Ражикова. – СПб.: Политехника, 2015. 695 с.

Описание статьи из журнала и сборника трудов

- 1 Ганин Д.Р. Обзор и анализ устройств для подачи шлакообразующих смесей в кристаллизаторы машин непрерывного литья заготовок / Д.Р. Ганин, К.В. Лицин, Е.А. Шевченко // Черная металлургия: Бюл. ин-та «Черметинформация». - 2018. - № 1. С. 58-65.
- 2 Курунов И.Ф. Состояние и тенденции развития металлургии железа в свете вызовов XXI века / И.Ф. Курунов // Металлургия чугуна – вызовы XXI века. Труды VIII Международного конгресса доменщиков. – М.: Издательский дом «Кодекс», 2017. С. 10-20.
- 3 Исследование формирования структуры многослойных сварных соединений трубной стали / А.Н. Емелюшин, М.А. Шекшеев, А.А. Пупейко [и др.] // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. Т. 1. № 70. С. 242-245.
- 4 Анцупов А.В. (мл.). Методика контрольной проверки деталей машин на надежность при компоновке машины / А.В. Анцупов (мл.), А.В. Анцупов, В.П. Анцупов [и др.] // Вопросы технических наук: новые подходы в решении актуальных проблем. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 2. – Казань, 2015. С. 16-20.

Описание автореферата диссертации

- 1 Заводяный А.В. Совершенствование технологии агломерации бурых железняков Орско-Халиловского рудного района: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.16.02 / А.В. Заводяный. – Магнитогорск: 2008. 20 с.

Описание диссертации

- 1 Фролов Ю.А. Теплотехническое исследование процесса агломерации и совершенствование технологии и техники для производства агломерата: дис. в виде научного доклада на соискание ученой степени д-ра техн. наук: 05.16.02: защищена 20.05.2005 / Фролов Юрий Андреевич; Уральский государственный технический университет-УПИ. - Екатеринбург, 2005. 53 с.

2 Мажитов А.М. Обоснование параметров технологии обработки пологих медноколчеданных месторождений с обрушением руды и вмещающих пород: дис. ... канд. техн. наук: 25.00.22 / Артур Маратович Мажитов. – Магнитогорск: Магнитогорск. гос. техн. ун-т им. Г.И. Носова, 2013. 140 с.

Описание стандарта

1 ГОСТ 2.105-95. Общие требования к текстовым документам. – М.: Изд-во стандартов, 1995. 36 с.

2 ГОСТ 25086-87 (СТ СЭВ 4645-84). Цветные металлы и их сплавы. Общие требования к методам анализа. – Введ. 01.07.88. – М.: Изд-во стандартов, 1988. 9 с.

Описание инструкции

1 Производство офлюсованного агломерата. Технологическая инструкция: ТИ 13657842-ОА-01-2017: утв. гл. инженером: срок действ. с 2017 до 2022 // АО «Уральская Сталь». – Новотроицк, 2017. 55 с.

Описание нормативных документов, преysкурантов

1 Нормы времени на холодную штамповку, пробивку отверстий, резку сортового и профильного проката на прессах: утв. Науч.-произ. об-нием «Строймаш» 02.03.90. – Киев: ВНИПИтруда, 1990. 105 с.

2 Типовые нормы времени на разработку конструкторской документации / НИИ труда. – М.: НИИ труда, 1976. 40 с.

3 Оптовые цены на редукторы и муфты соединительные: Преysкурант № 19-08. - М.: Преysкурантиздат, 1980. 60 с.

Описание методических рекомендаций

1 Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Марганцевые руды. Утверждены распоряжением МПР России от 05.06.2007 г. № 37-р. – М.: ФГУ ГКЗ, 2007. 39 с. (Федеральное государственное учреждение «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых»).

Описание электронного журнала

1 Краснов И.С. Методологические аспекты здорового образа жизни россиян // Физическая культура: науч.-метод. журн. 2013. № 2. – URL:<http://sported.ru> (дата обращения: 05.02.2014).

Описание электронного сайта

1 Защита персональных данных пользователей и сотрудников библиотеки.

- URL: <http://www.nbrkomi.ru> (дата обращения: 14.04.2014).

2 Об утверждении образца формы уведомления об обработке персональных данных: приказ Федеральной службы по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций от 17 июля 2008 г. № 08 (ред. от 18.02.2009 г. № 42). Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».

ГАНИН ДМИТРИЙ РУДОЛЬФОВИЧ

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ МАШИН

Методические указания
по выполнению домашнего задания / контрольной работы
для студентов направления подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование
всех форм обучения

Подписано в печать 25.12.2019 г.		
Формат 60x90 $\frac{1}{16}$ Рег. № 133	Печать цифровая Тираж 10 экз.	Уч.-изд. л. 6,0

ФГАОУ ВО

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Новотроицкий филиал

462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, 8.

E-mail: nfmisis@yandex.ru

Контактный тел. 8 (3537) 679729.