

Н. А. ПЕРМИНОВ

**Материаловедение
и технология конструкционных
материалов для нетехнических
направлений обучения**



Министерство образования и науки Российской Федерации
ФБГОУ ВО «Удмуртский государственный университет»

Институт гражданской защиты

Кафедра общеинженерных дисциплин

Н. А. Перминов

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ
КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
ДЛЯ НЕТЕХНИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ
ОБУЧЕНИЯ**

Учебное пособие



Ижевск
2016

УДК 620.6(075.8)

ББК 30.3я73

М341

*Рекомендовано к изданию Учебно-методическим Советом
УдГУ.*

Рецензент: д.т.н., профессор Т. Н. Иванова

Перминов Н. А.

М341 Материаловедение и технология конструкционных материалов для нетехнических направлений обучения: учебное пособие / Н. А. Перминов. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2016. – 139 с.

Учебное пособие для бакалавриатов технологических нетехнических направлений обучения высшего образования содержит ознакомительную информацию о видах и свойствах конструкционных материалов, технологиях изготовления из них заготовок и деталей механизмов и конструкций, а также об оборудовании для основных видов их обработки. Основное внимание уделено классификациям, эксплуатационным характеристикам, маркам, применению. На основании знаний, полученных из разделов, проводятся практические семинары и лабораторные работы. По желанию обучающегося достаточно легко самостоятельно перейти к более углублённому изучению любой приведённой в учебном пособии темы по более подробному учебнику.

УДК 620.6(075.8)

ББК 30.3я73

© Н. А. Перминов, 2016 г.

© ФГБОУ ВПО «Удмуртский
государственный
университет», 2016 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	6
ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ.....	8
1.1 Определения.....	9
1.2 Классификация конструкционных материалов.....	10
2 СВОЙСТВА КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ...	11
2.1 Физические свойства.....	11
2.2 Химические свойства.....	13
2.3 Механические свойства.....	13
2.4 Технологические свойства.....	16
2.5 Эксплуатационные свойства.....	18
2.6 <i>Лабораторная работа №1 «Определение плотности конструкционных материалов».....</i>	19
2.7 <i>Практическое занятие №1: семинар «Свойства конструкционных материалов».....</i>	23
3 МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	24
3.1 Конструкционные углеродистые стали обыкновенного качества.....	27
3.2 Конструкционные углеродистые стали качественные.....	27
3.3 Конструкционные легированные стали.....	28
3.4 Инструментальные углеродистые стали.....	30
3.5 Инструментальные легированные стали.....	31
3.6 Специальные стали.....	32
3.7 Чугуны.....	35
3.8 <i>Лабораторная работа № 2 «Определение марки стали механическими испытаниями на сжатие».....</i>	36
3.9 <i>Практическое занятие №2: семинар «Виды и марки сталей и чугунов».....</i>	41
3.10 Сплавы магния.....	42

3.11 Дуралюмины.....	43
3.12 Силумины.....	44
3.13 Сплавы титана.....	45
3.14 Латунь.....	47
3.15 Бронзы.....	48
3.16 Инструментальные сплавы цветных металлов....	50
<i>3.17 Практическое занятие №3: семинар «Виды и марки сплавов цветных металлов».....</i>	<i>52</i>
4 НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	53
4.1 Термопластичные пластмассы.....	53
4.2 Термореактивные пластмассы.....	55
4.3 Резина.....	56
4.4 Древесина.....	58
<i>4.5 Практическое занятие №4: семинар «Виды органических конструкционных материалов».....</i>	<i>63</i>
4.6 Природные каменные материалы.....	64
4.7 Каменное литьё.....	66
4.8 Керамика.....	67
4.9 Бетоны.....	69
4.10 Стекло.....	71
<i>4.11 Лабораторная работа №3 «Определение прочности цементно-песчаных растворов».....</i>	<i>73</i>
<i>4.12 Практическое занятие №5: семинар «Виды минеральных конструкционных материалов».....</i>	<i>82</i>
5 КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	83
5.1 Дисперсные металлические композиционные материалы.....	84
5.2 Волокнистые металлические композиционные материалы.....	85
5.3 Пластинчатые металлические композиционные материалы.....	86

5.4 Волокнистые неметаллические композиционные материалы.....	87
5.5 <i>Практическое занятие №6: семинар «Виды композиционных конструкционных материалов».....</i>	88
6 ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	89
6.1 Литьё.....	89
6.2 Пластическое деформирование.....	92
6.3 Порошковая металлургия.....	94
6.4 Термическая обработка металлов.....	95
6.5 <i>Лабораторная работа №4 «Изготовление заготовок литьём в металлические формы».....</i>	97
6.6 <i>Практическое занятие №7: семинар «Технологии изготовления заготовок».....</i>	101
6.7 Точение.....	102
6.8 Фрезерование.....	104
6.9 Сверление, зенкерование, развёртывание, хонингование.....	106
6.10 Шлифование.....	110
6.11 <i>Лабораторная работа №5 «Обработка заготовок на металлорежущих станках».....</i>	113
6.12 <i>Практическое занятие №8: семинар «Технологии обработки заготовок на металлорежущих станках»..</i>	121
7 ТЕСТ.....	122
8 ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ.....	129
9 ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ В МЕХАНИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ.....	131
10 ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ОТЧЁТОВ	132
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	139

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебники по дисциплине «Материаловедение и технология конструкционных материалов», относящиеся к техническим направлениям обучения бакалавров имеют в своём содержании такие темы, как, например, диаграммы состояния сплавов металлов, доменный и сталелитейный процессы получения чугуна и стали из руды и тому подобное. Не подлежит сомнению, что эти темы помогают при изучении внутреннего состояния материалов и понимания тем самым их различных свойств. Однако, эти знания необходимы для специалистов, работающих на производствах, изготавливающих и обрабатывающих конструкционные материалы, а для работников нетехнических направлений, эксплуатирующих продукцию, изготовленную из этих материалов, они не обязательны так же, как не требуется строителю знать подробности технологии изготовления кирпичей, из которых он строит дом, водителю автомобиля – технологии выплавки металла, из которого изготовлен кузов его машины, а пилоту самолёта – технологии сборки деталей турбореактивного двигателя, пользователю компьютера – технологии изготовления плат системного блока.

Предлагаемое учебное пособие ориентировано на направления бакалавров, занимающихся использованием технических изделий, например, при ликвидации техногенных чрезвычайных ситуаций, аварий, катастроф или добыче и транспортировании нефти и газа, или другой деятельностью, осуществляющейся при помощи оборудования, приборов, инструмента, материалов и веществ, и им следует основательно знать свойства, виды, марки, правила применения материалов, технологии использования и эксплуатационные возможности деталей из этих материалов и машин из этих деталей.

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемое учебное пособие состоит из десяти разделов, шесть из которых являются основными и содержат, кроме теоретической информации, пять лабораторных работ и восемь практических семинаров, а остальные разделы – вспомогательными. Все расположены после предисловия и введения. Первый раздел содержит информацию по применяемой в дисциплине терминологии и общей классификации материаловедения, знание которых позволяет видеть всё разнообразие конструкционных материалов, где каждый вид имеет свои, присущие только ему свойства. Разделы со второго по шестой рассказывают конкретно об общих и частных свойствах наиболее типичных конструкционных и других материалов, применяемых во всех производственных отраслях промышленности, сообщая их основные качественные и числовые характеристики. После каждого раздела, кроме первого, приведены методические указания по выполнению лабораторных работ, соответствующим какому-то одному из рассмотренных в разделе вопросов по дисциплине «Материаловедение и технология конструкционных материалов». Здесь же изложены планы практических семинарских занятий по пройденным в разделе темам с перечнем вопросов. Вспомогательные разделы с седьмого по десятый отведены информации по оценочным средствам, содержащейся в: а) тесте с вопросами, в которых из четырёх предложенных вариантов нужно выбрать только один правильный; б) экзаменационных вопросах, на два из которых следует дать ответы на экзамене; в) изложению правил техники безопасности при выполнении лабораторных работ, которые необходимо выучить и соблюдать на занятиях, а также пересказывать их отвечая на вопросы преподавателя при сдаче отчётов по лабораторным работам; г) перечислению правил оформления и защиты отчётов по практическим заданиям и лабораторным работам. Заканчивается учебное пособие библиографическим списком.

1 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Для понимания основной **цели** изучения изложенных в этой книге разделов дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» достаточно прочитать её название и разобраться в терминах, из которых оно состоит.

«**Материаловедение**» – наука о материалах, из которых изготовлено всё вокруг нас, и основы знаний об их назначении и свойствах необходимы в любых видах профессиональной деятельности, эксплуатирующих машины, механизмы, станки, механические приспособления и оборудование, инструменты и изделия для правильного и рационального использования.

«**Технология конструкционных материалов**» – это та информация, которая даёт возможность самостоятельно проектировать из материалов какие-либо изделия и конструкции.

Из указанной цели вытекают две основные **задачи**, которые необходимо решить в процессе обучения.

Первая: научиться выбирать материал детали с необходимыми свойствами для заданных условий работы машины, механизма, конструкции

Вторая: научиться назначать оптимальную технологию изготовления заготовок и деталей с целью использования наилучших эксплуатационных свойств их материалов.

Основной **причиной** большого разнообразия видов конструкционных материалов является наличие различных уровней экономичности изготовления каждого из них, а также уровней качества требуемых свойств деталей.

Основные **направления развития** при разработке новых видов и марок конструкционных материалов: сделать их более лёгкими, прочными, экологичными, и экономичными.

Основным **результатом изучения** должны являться высшая оценка на промежуточной аттестации (экзамене), а также применение полученных знаний при разработке темы своей выпускной квалификационной работы бакалавра и в дальнейшей профессиональной деятельности.

1.1 Определения

Технология – совокупность методов, способов, процессов, приводящая в конечном счёте к изготовлению чего-либо, например, изделия, машины, механизма, конструкции.

Конструкционным называют материал, применяемый для деталей, из которых собирают различные изделия: машины, механизмы, конструкции.

Материал – вещество, применяемое для изготовления какой-либо детали.

Деталь – составная часть изделия: машины, механизма, конструкции, изготовленная из цельного куска материала.

Заготовка – некоторый объём материала определённой формы и размеров, из которого будет изготавливаться деталь.

Изделие – будущий предмет потребления, находящийся в процессе проектирования, изготовления или испытания.

Конструкция – состав и взаимное расположение элементов какого-либо изделия, а также само изделие с таким устройством элементов.

Метод – определённый порядок теоретических действий, приводящий к достижению какого-либо теоретического или практического результата при осуществлении чего-либо.

Способ – определённый порядок практических действий, приводящий к достижению какого-либо практического результата при изготовлении чего-либо.

Процесс – последовательная смена состояний в развитии какого-нибудь явления.

Наука – система знаний о закономерностях развития природы, общества, мышления, а также отрасль таких знаний.

Техническая наука – система знаний, относящихся к развитию системы знаний какой-либо отрасли техники.

Отрасль – отдельная область деятельности науки или промышленности.

Промышленность – комплекс предприятий, производств и научных учреждений, который охватывает разработку и изготовление одного из видов предметов потребления.

1.2 Классификация конструкционных материалов

Классификация – разделение какого-либо множества, обозначаемого одним термином, по объединяемому это множество признаку (свойству) на группы (классы, разряды).

Свойство – отличительный признак, особенность.

Качество – уровень существенного свойства объекта.

Признак – показатель, по которому можно узнать, отличить объект.

Классифицируют конструкционные **материалы** по виду вещества, из которого они состоят: их делят на металлические, неметаллические и композиционные (смешанные).

Металлическими называют конструкционные материалы, являющиеся сплавами металлов с другими веществами.

По содержанию металлов сплавы состоят из основного металла (железо, титан и другие) и легирующих компонентов, вместе образующих сплавы, например, сталь, дуралюмин, латунь, а по цвету – на чёрные сплавы (на основе железа) и цветные (на основе цветных металлов).

Неметаллические по природному происхождению делят на минеральные (камень, бетон, керамика, стекло) и органические (древесина, пластмассы, резина).

Композиционными называют конструкционные материалы, искусственно смешанные из не взаимодействующих химически между собой металлических и/или неметаллических компонентов (матрицы и наполнителя), каждый из которых придаёт материалу какие-то определённые свойства, причём матрица постоянна в пространстве материала, а наполнитель прерывен (порошки, волокна, пластины).

Знание классификаций конструкционных материалов учитывают при назначении последних в процессе конструирования для обеспечения необходимых свойств деталей с целью долгой и рациональной эксплуатации в изделиях: машинах, механизмах, конструкциях, а также для приведения в соответствие эргономических, экономических, экологических и эстетических показателей этих изделий.

2 СВОЙСТВА КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Каждый материал имеет определённый комплекс свойств.

Необходимость знания свойств используемых материалов для изготовления деталей, воспринимающих прилагаемую извне нагрузку, обусловлена естественным желанием конструктора, строителя, производителя, пользователя, чтобы машина, механизм, конструкция, которые собирают из этих деталей, служили надёжно и долго.

Весь комплекс свойств любых конструкционных материалов делят на пять групп: физические, химические, механические, технологические, эксплуатационные.

2.1 Физические свойства

Все твёрдые вещества имеют свои физические свойства, то есть те, которые проявляются независимо от внутреннего строения вещества. Изучение конструкционных материалов предопределяет использование следующих из них.

Для металлических: цвет, плотность, температура плавления, теплопроводность, тепловое расширение, электропроводность.

Для неметаллических: цвет, плотность, температура плавления, теплопроводность, тепловое расширение.

Цвет – результат зрительного восприятия человеком отражения поверхностью материала определённого, присущего каждому веществу, своего участка светового спектра.

По цвету можно определить, например, вид металлического конструкционного материала (сплавы меди – красные и жёлтые, алюминия – белые, железа – чёрные), температуру его нагрева; или наличие химических дефектов на поверхности керамического конструкционного материала (они обычно имеют другой цвет, чем основной материал) и многое другое.

Плотность – свойство, характеризующее массу вещества в стандартной единице объёма.

Металлы по величине плотности делят на лёгкие (магний 1740 кг/м³, алюминий 2720 кг/м³, титан 4500 кг/м³) и тяжёлые

(хром 7140 кг/м³, железо 7850 кг/м³, медь 8940 кг/м³, молибден 10220 кг/м³, вольфрам 19300 кг/м³). Плотность материалов из минералов (керамика, стекло) находится в пределах соответственно 1600...1800 и 2400...2600 кг/м³. Плотность органических конструкционных материалов (полипропилен, древесина) находится ниже или на уровне плотности воды (около 1000 кг/м³, у некоторых (фторопласт-4) – до 2200 кг/м³).

Температура плавления – значение, при котором кристаллические вещества (металлы и минералы) при нагревании переходят из твёрдого состояния в жидкое.

У металлов можно выделить легкоплавкие (магний 651 °С, алюминий 658 °С), средний диапазон (медь 1083 °С, железо 1590°С.) и тугоплавкие (титан 1668 °С, вольфрам 3410 °С). Конструкционные материалы из минералов (стекло, базальт) плавятся в диапазоне температур от 1000 до 1400 °С. Конструкционные материалы на основе органических веществ (полипропилен, полистирол) являются аморфными и при нагревании постепенно размягчаются и переходят в жидкое состояние в диапазоне температур от 100 до 300 °С.

Теплопроводность – количественная характеристика интенсивности передачи материалом теплоты по своему объёму в направлениях меньшего её значения.

Самая высокая – у металлов: у меди в полтора раза выше, чем у алюминия и в пять раз выше, чем у железа. Теплопроводность конструкционных материалов из минералов в десятки раз, а из органических веществ в сотни раз ниже, чем у металлов.

Тепловое расширение – свойство любого вещества увеличивать свои размеры при нагревании и уменьшать при охлаждении. В наибольшей степени изменяют свои размеры органические конструкционные материалы (в 10...30 раз выше чем металлические (сталь) или минеральные (бетон).

Электропроводность – способность всех без исключения металлов и их сплавов проводить электрический ток. Наилучшая электропроводность у чистых металлов: серебра, меди и алюминия. Минеральные и органические конструкционные материалы не проводят электрический ток.

2.2 Химические свойства

К ним относятся свойства вещества, обусловленные его активностью на молекулярном и атомарном уровнях. Для конструкционных материалов наиболее важным являются два указанных ниже свойства, обеспечивающие их долгую и надёжную эксплуатацию.

Химическая стойкость – сопротивление вступлению вещества в химические соединения с другими веществами.

Каждое вещество имеет свой уровень химической стойкости, и для изготовления из них конструкционных материалов применяют те, у которых он более высок.

Коррозионная стойкость – сопротивление металла вступлению в химические соединения с кислородом (коррозии), в том числе разрушению под действием агрессивных компонентов окружающей среды.

Конструкционные материалы, имеющие наиболее высокий уровень коррозионной стойкости:

сплавы металлов (нержавеющие стали, латуни, бронзы, силумины, дуралюмины, титановые сплавы);

минеральные материалы (камни, керамика, стекло);

органические материалы (пластмассы).

Чем более стоек материал в химическом отношении, тем длиннее срок его службы при прочих оптимальных условиях.

2.3 Механические свойства

Способность конструкционного материала сопротивляться воздействию внешних сил состоит из одного или нескольких перечисленных ниже механических свойств: прочность, пластичность, твёрдость, упругость, ударная вязкость, выносливость. Значения предельных напряжений сведены в таблицы, приводимые в технических справочниках, их используют при теоретических расчётах размеров деталей.

Прочность – сопротивление разрушению от внешних нагрузок. Материал детали по разному сопротивляется

различным видам нагрузок (например, растяжение и сжатие) и, следовательно, имеет отличные друг от друга числовые значения и обозначения прочности: временное сопротивление разрыву – σ_B ; растяжение – σ_R ; сжатие – σ_C ; изгиб – $\sigma_{И}$; кручение – $\sigma_{КР}$; срез – $\sigma_{СР}$; смятие – $\sigma_{СМ}$. Измеряется в мегапаскалях (МПа). Буква греческого алфавита строчная, читается «сигма», индекс около неё читается русскими буквами, обозначающими начальные буквы видов нагрузок и произносятся полным названием вида нагрузки в родительном падеже.

Удельная прочность – характеристика конструкционного материала, являющаяся отношением прочности к плотности. Применяется для сравнения свойств материалов в случаях, когда важен малый вес детали (самолёто- и ракетостроение).

Пластичность – изменение формы физического тела под действием внешних сил без признаков разрушения и сохранение её после снятия действия сил. Наличие этого свойства позволяет изготавливать заготовки для деталей пластическим деформированием. Характеризуется двумя показателями:

относительное предельное равномерное удлинение δ_p , %.
Буква читается «дельта», индекс около неё читается русской буквой, обозначающей начальную букву слова «равномерное»;

относительное предельное равномерное сужение ψ_p , %.
Буква читается «пси», индекс около неё читается русской буквой, обозначающей начальную букву слова «равномерное».

Твёрдость – сопротивление материала внедрению под нагрузкой в его поверхность другого физического тела. Наличие у материала детали этого свойства достаточной величины позволяет не разрушаться при абразивном изнашивании.

У мягких металлов и древесины твёрдость измеряют вдавливанием в них индентора – стального закалённого шарика и обозначают *НВ* (твёрдость по Бринеллю). В системе СИ измеряется в Н/мм^2 , что равно МПа; (старые единицы измерения кгс/мм^2 и кгс/см^2). «*НВ*» читается латинскими буквами и звучит «ашбэ».

Для твёрдых металлов в качестве индентора применяют алмазный конус и обозначают *HRC* (твёрдость по Роквеллу). Измеряется в условных единицах, обозначающих количество расстояния 0,02 мм в размере глубины лунки от вдавливания алмазного конуса в поверхность образца. «*HRC*» читается латинскими буквами и звучит «ашэрцэ». Единицы измерения не ставятся. Например *HRC* 60, где число – количество по 0,02 мм.

Твёрдость минералов определяют по специальной шкале минералов (шкале Мооса), в которой из десяти минералов номер 1 (тальк) является самым мягким и на нём легко сделать царапину ногтем, а каждый последующий (2 – гипс, 3 – кальцит, 4 – флюорит, 5 – апатит, 6 – ортоклаз, 7 – кварц, 8 – топаз, 9 – корунд) царапает предыдущий, а номер 10 (алмаз) является самым твёрдым и легко оставляет царапину на стекле

Твёрдость обозначается числом от 1 до 10. Единицы измерения не ставятся.

Упругость – восстановление первоначальной формы физического тела после прекращения действия внешней нагрузки. Каждый конструкционный материал имеет свою величину упругости, измеряемую модулем нормальной упругости E (МПа), высокое значение которого говорит о высокой жёсткости материала, обеспечивающей весьма малые величины упругой деформации физического тела. Так у сталей $E = 200000$ МПа, у меди и чугуна – 100000 МПа, стекло – 70000 МПа, бетон и древесина – 20000 МПа, пластмассы – 2000...5000 МПа, а у каучука $E = 20$ МПа.

Ударная вязкость – сопротивление динамическим (ударным) нагрузкам. Обозначают KC (МДж/м²) и измеряют отношением работы A (МДж), затраченной на разрушение образца с полукруглым надрезом по середине длины при ударе, к площади поперечного сечения с надрезом F (м²) образца на специальном испытательном стенде. Наиболее высокое значение ударной вязкости – у сплавов металлов (сталей, содержащих никель). Высокие значения ударной вязкости конструкционного материала позволяют деталям, изготовленным из него, работать долго и надёжно при

динамических колебаниях внешних нагрузок. У минеральных и органических материалов она весьма незначительна.

Выносливость – сопротивление материала детали усталости. Усталость присуща только твёрдым и хрупким материалам и является постепенным накоплением трещин при знакопеременных нагрузках в работающем сечении детали вплоть до разрушения. Предел выносливости σ_B (МПа) – значение напряжения материала, при котором не происходит разрушения детали при любом количестве циклов нагружения. Обозначение предела выносливости при симметричной нагрузке – σ_{-1} (МПа). Высокое значение этого механического свойства весьма важно для вращающихся стальных валов, имеющих на себе насадные детали (шестерни, шкивы), передающие нагрузку.

2.4 Технологические свойства

Для того, чтобы изготовить из материала сначала заготовку, а затем из неё – деталь, необходимо применить к материалу комплекс различных видов механической и термической обработки. Обрабатываемость каждого материала индивидуальна и зависит от степени соответствия их технологическим свойствам, к которым относятся: ковкость, возможность литья, свариваемость, обрабатываемость резанием.

Ковкость – возможность пластического деформирования материала без образования дефектов структуры. Из материалов ею обладают сплавы металлов, но только в пластичном состоянии (сталь, деформируемые сплавы цветных металлов). Хрупкие сплавы металлов (чугун, литейные сплавы цветных металлов), а также минеральные и органические материалы не коуются. Единицы измерения не применяются: либо материал обладает ковкостью, либо нет.

Возможность литья конструкционного материала, имеющего определённую величину температуры плавления, характеризуется литейными свойствами:

жидкотекучесть – заполнение расплавом материала узких мест внутренней полости литейной формы. Чем она выше, тем

точнее будет отливка (у чугуна выше, чем у литейных сплавов цветных металлов и стали). Из минеральных материалов ввиду их невысокой жидкотекучести отливают изделия простых форм, органические материалы (полимеры) из-за того же отливают под давлением. Обозначается $l_{ж}$ и оценивается множеством факторов (плотность расплава, теплофизические свойства, условия литья и так далее). Буква читается «эл», индекс около неё читается русской буквой «жэ», обозначающей начальную букву слова «жидкотекучесть»;

усадка – уменьшение объёма материала после отверждения и остывания расплава. Чем она ниже, тем точнее будет отливка (у чугуна и алюминиевых литейных сплавов – 0,9...1,45% от объёма, у магниевых сплавов – 1,0...1,6%, у стали и медных литейных сплавов – 1,5...2,5%). У расплавов минеральных материалов усадка – около 5%. Обозначается $\varepsilon_{лин}$ – линейная и ε_v – объёмная. Буква читается «эпсилон», индекс около неё читается русскими буквами «лин», обозначающими начальные буквы слова «линейная» и другой – латинской буквой «вэ», являющейся стандартным обозначением объёма.

Свариваемость – образование качественного сварного неразъёмного соединения двух заготовок между собой расплавлением их соединяемых кромок. Ею обладают некоторые сплавы металлов (у железа – сталь, у алюминия – дуралюмин,) и некоторые виды пластмасс (полипропилен, полиэтилен). Качество сварного шва характеризуется коэффициентом прочности сварного соединения, который является отношением прочности сварного шва $\sigma_{вшва}$ и прочности основного металла $\sigma_{восн.}$ и должен стремиться к единице или быть больше неё. Индексы к греческой букве «сигма» читаются русскими буквами и обозначают: «В» – временное сопротивление материала разрывающей или сжимающей нагрузке, а «шва» и «осн» указывают, что эта характеристика относится соответственно к шву или основному материалу свариваемых заготовок.

Обрабатываемость резанием – образование качественной поверхности следа режущего инструмента на обрабатываемом материале (чем меньше глубина царапины, тем выше качество). Все конструкционные материалы имеют разную степень обрабатываемости (чугун – лучше стали, сталь – лучше титановых сплавов, пластмассы – лучше минералов), но для обработки каждого можно подобрать оптимальный материал режущей части инструмента. Качество поверхности оценивается точностью изготавливаемого размера детали и высотой шероховатостей микронеровностей (R_z , мкм – высота неровностей профиля по десяти наивысшим точкам, применяется при грубой обработке резанием, и R_a , мкм – среднее арифметическое отклонение профиля на определённой длине, применяется при чистовой обработке резанием) на поверхности следа от режущего инструмента.

2.5 Эксплуатационные свойства

Выбор материала для какой-либо детали, обладающего заданными физическими, химическими, механическими и технологическими свойствами должен обеспечить и соответствующие эксплуатационные свойства, чтобы эта деталь работала в машине, механизме или конструкции надёжно и долговечно и не сломалась в самый неподходящий момент. К эксплуатационным свойствам относятся: износостойкость, жаростойкость, хладностойкость, жаропрочность и антифрикционность. Исходя из условий эксплуатации проводят испытания образцов из материала детали для измерения того или другого свойства. На специальных испытательных машинах – механических стендах создают условия работы для образца, близкие к реальным для детали и через определённые промежутки времени измеряют проверяемый параметр. По результатам испытаний рассчитывают срок службы детали.

Износостойкость – сопротивление **изнашиванию**, то есть изменению размеров и формы детали вследствие разрушения поверхностного слоя материала при трении. Процесс

изнашивания приводит к поломке детали, так как её размер становится меньше и деталь не выдерживает нагрузки. Следует отметить, что **износ** – это величина изношенного слоя материала (мм). Чем ниже коэффициент трения (резина – 0,5; текстолит – 0,25; сталь – 0,15; бронза – 0,1; капрон – 0,055; алмаз – 0,02) и выше твёрдость материала детали (у закалённой стали выше, чем у незакалённой), тем выше износостойкость поверхности.

Жаростойкость – сохранение материалом детали работоспособности при высоких температурах (вольфрам – 3000 °С, титан – 1000 °С, жаростойкие легированные стали – 550...1100 °С, железобетон – 400 °С, бетон – 100 °С).

Хладостойкость – сохранение материалом детали работоспособности при низких температурах (качественная сталь – минус 30 °С, легированные стали – минус 150 °С, алюминиевые и медные сплавы – минус 200 °С, фторопласт-4 и полиэтилен – минус 70 °С, специальные резины – минус 70 °С).

Жаропрочность – сохранение материалом прочности на достаточном для эксплуатации уровне при высоких температурах (сплавы «нихром» – 700...1000 °С, жаропрочные легированные стали – 500...750 °С).

Антифрикционность – сохранение низкого сопротивления трению в заданных условиях эксплуатации. Это свойство взаимосвязано с износостойкостью, но оба они относятся к различным критериям работы поверхностей трущихся деталей: антифрикционность (баббиты, фторопласт-4) позволяет не снижать эксплуатационные характеристики машины в целом, а износостойкость предохраняет трущиеся поверхности деталей от разрушения истиранием (трением).

2.6 Лабораторная работа №1

«Определение плотности конструкционных материалов косвенными измерениями»

(2 часа)

1 Цель работы: закрепить теоретические положения изучения физических свойств конструкционных материалов прямыми и косвенными измерениями образцов.

2 Принадлежности:

весы электронные;

комплект образцов для испытаний на каждого студента:

№1: сплав мягкого металла, размеры 15*15*5 мм, не менее;

№2: древесина, размеры 50*50*50 мм, не менее;

№3: пластмасса, размеры 20*20*5, не менее;

штангенциркуль ШЦ1;

справочная литература: [2].

3 Задания на лабораторную работу

3.1 По теоретической части: изучить физические свойства различных конструкционных материалов и ознакомиться с методикой косвенных измерений.

3.2 По практической части: сделать прямые однократные измерения массы и размеров образцов и на основании полученных данных рассчитать плотность (произвести косвенное измерение плотности) каждого образца.

4 Порядок выполнения работы

1) Измерить штангенциркулем размеры (длину, ширину, высоту, диаметр) образца №1 с точностью 0,1 мм и записать каждое значение с погрешностью измерения $\pm 0,05$ мм, например: $25 \pm 0,05$, то есть максимальный размер составит 25,05 мм, а минимальный размер составит 24,95 мм.

2) Зарисовать образец и проставить размеры на эскизе.

3) Рассчитать максимальный объём образца V_{MAX} (мм³), ставя в формулы максимальные размеры, а также минимальный объём образца V_{MIN} (мм³) ставя в формулы минимальные размеры, по формулам расчёта объёмов тел [2, табл. 12, с. 49-50].

4) Измерить массу образца на электронных весах с точностью 10 грамм и записать значение с погрешностью измерения ± 5 грамм, например: 310 ± 5 грамм, то есть максимальная масса составит 315 грамм, а минимальная масса составит 305 грамм.

5) Определить соответственно максимальную ρ_{MAX} и минимальную ρ_{MIN} плотности (г/мм³) образца по формуле:

$$\rho = m / V,$$

где m – масса образца, г;
 V – объём образца, мм³.

б) Записать среднее значение: $\rho_{CP} = 0,5(\rho_{MAX} + \rho_{MIN})$

7) Оценить абсолютную и относительную погрешности результатов косвенных измерений плотности.

Абсолютную погрешность (г/мм³) рассчитывают по формуле:

$$\Delta\rho = \rho_{MAX} - \rho_{MIN},$$

Относительную погрешность (%) рассчитывают по формуле:

$$\varepsilon = 100 \Delta\rho / \rho_{MAX}.$$

8) Результат косвенных измерений записать следующим образом:

$$\rho = (\rho_{CP} \pm \Delta\rho / 2) \text{ г/мм}^3.$$

9) Перевести единицы измерения плотности г/мм³ в кг/м³, умножив расчётное значение плотности ρ_{CP} на коэффициент перевода 10⁶.

10) Зная величину плотности образца, по справочной литературе определить из какого типа конструкционных материалов изготовлен образец [2, табл. 26, с. 86].

11) Выполнить подпункты с 1) по 9) с образцами №2 и №3.

12) Построить график зависимости величины плотности от типа конструкционных материалов, откладывая по оси ординат величину плотности ρ в кг/мм³, а по оси абсцисс материалы в порядке возрастания их плотности (рисунок 2.6).

5 Сделать вывод: какие виды конструкционных материалов из исследованных имеют большую плотность, какие меньшую?

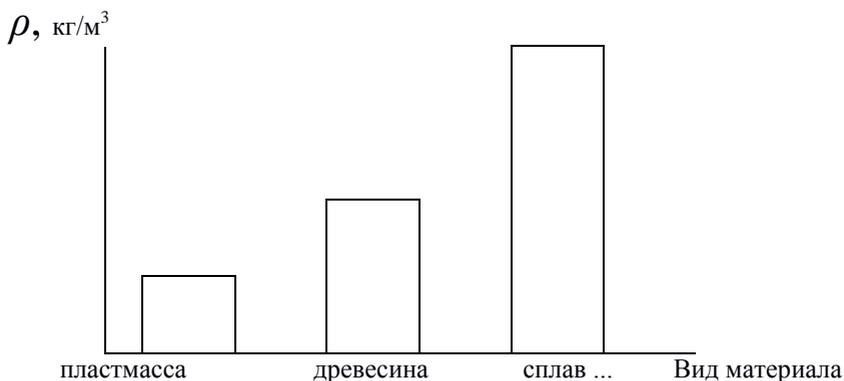


Рисунок 2.6 – График плотности видов конструкционных материалов

6 Содержание отчёта по пунктам

Пункт 1: Цель работы.

Пункт 2: Перечень принадлежностей.

Пункт 3: Порядок выполнения работы.

Пункт 4: Рисунок 1 – Эскиз внешнего вида и размеров образцов.

Пункт 5: Расчёты и характеристики плотности, определённые по справочникам.

Пункт 6: Рисунок 2 – График плотности видов конструкционных материалов.

Пункт 7: Вывод.

7 Контрольные вопросы

1 Что означает термин «материал»?

2 Что означает термин «конструкционный»?

3 Что называют плотностью материала?

4 В каких единицах измеряется плотность?

5 Поясните на рисунке 2.6 значение каждого из трёх прямоугольников.

6 Расскажите классификацию конструкционных материалов.

7 К каким видам по классификации конструкционных материалов относятся измеренные образцы?

Кроме означенных выше вопросов **необходимо быть готовым** к ответу на вопросы по содержанию рисунков, по ходу

выполнения работы и правилам техники безопасности при её выполнении.

2.7 Практическое занятие №1: семинар «Свойства конструкционных материалов»

(2 часа)

На семинаре обсуждаются следующие вопросы.

1 Какое свойство называют «цвет»? Разделение сплавов металлов по цвету.

2 Что такое «плотность»? Разделение конструкционных материалов по плотности.

3 Какое свойство называют «температура плавления»? Какие вещества и материалы имеют температуру плавления?

4 Что такое «теплопроводность»? Разделение конструкционных материалов по теплопроводности.

5 Какое свойство называют «тепловое расширение»? Разделение конструкционных материалов по тепловому расширению.

6 Что такое «электропроводность»? Какие материалы имеют электропроводность?

7 Какое свойство называют «химическая стойкость»?

8 Какое свойство называют «коррозионная стойкость»?

9 Что такое «прочность»? Разделение конструкционных материалов по прочности.

10 Какое свойство называют «пластичность»? Какие материалы имеют пластичность?

11 Что такое «твёрдость»? Разделение конструкционных материалов по твёрдости.

12 Какое свойство называют «упругость»? Какие материалы имеют упругость?

13 Какое свойство называют «ударная вязкость»? Разделение конструкционных материалов по ударной вязкости.

14 Что такое «выносливость»? Какие материалы подвержены разрушению из-за низкой выносливости?

15 Что такое «ковкость»? Какие материалы имеют ковкость?

16 Что такое «жидкотекучесть»? Разделение конструкционных материалов по жидкотекучести.

17 Что такое «усадка»? Какие материалы подвержены усадке?

18 Какое свойство называют «свариваемость»? Какие вещества и материалы имеют это свойство?

19 Какое свойство называют «обрабатываемость резанием»? Разделение конструкционных материалов по обрабатываемости резанием.

20 Что такое «износостойкость»? Разделение конструкционных материалов по износостойкости.

21 Что такое «жаростойкость»? Какие вещества и материалы имеют это свойство?

22 Что такое «хладностойкость»? Какие вещества и материалы имеют это свойство?

23 Что такое «жаропрочность»? Какие вещества и материалы имеют это свойство?

24 Что такое «антифрикционность»? Какие вещества и материалы имеют это свойство?

Ход обсуждения: преподаватель задаёт студентам вопрос: желающие отвечают. Если нет желающих, преподаватель спрашивает по списку. Для зачёта по семинару необходимо ответить на два вопроса не менее.

3 МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Чистые металлы не во всех случаях имеют необходимую степень тех свойств, которые требуются для деталей, работающих в экстремальных условиях: под нагрузкой, в агрессивной среде или при высоких температурах. Например, чистое железо (Fe) имеет невысокие прочность $\sigma_B = 300$ МПа и коррозионную стойкость, что совершенно недостаточно для соответствия условиям эксплуатации современных машин; и высокие пластичность и температуру плавления 1539 °С, но первое свойство оптимально для изготовления заготовок

пластическим деформированием, а второе не оптимально для изготовления заготовок литьём.

К металлическим конструкционным материалам относят сплавы железа с другими элементами – стали и чугуны, а также, аналогично, сплавы магния, сплавы алюминия – дуралюмины и силумины, сплавы титана, сплавы меди – латуни и бронзы.

Сталь является наиболее широко применяемым сплавом ввиду своей экономичности в производстве, и ниже приведены определение этого термина и **классификации** её видов.

Сталью называют сплав железа (Fe) с углеродом (C), содержание углерода в котором не более 2,14% от общего объёма. Остальной объём сплава занимают железо и различные полезные добавки (легирующие элементы) и вредные примеси.

По назначению стали бывают конструкционные, инструментальные и специальные. Названия говорят за себя:

конструкционные применяются для изготовления деталей машин, механизмов, изделий, а так же механических и строительных конструкций;

инструментальные – для инструментов мерительных, режущих, монтажных;

специальные стали: каждая из них имеет свои особые отличительные свойства, требующиеся в экстремальных условиях эксплуатации, таких как высокая температура, высокие нагрузки, агрессивная окружающая среда.

По химическому составу: углеродистые, которые состоят только из железа, углерода и какой-то доли вредных примесей, и легированные, в которые для улучшения свойств при плавке вводят легирующие элементы (в основном чистые металлы).

По содержанию углерода стали бывают низкоуглеродистые, среднеуглеродистые и высокоуглеродистые:

низкоуглеродистые – до 0,3 % C. Это – мягкие стали. Они имеют невысокую твёрдость и не поддаются термообработке, но хорошо свариваются, что обеспечивает прочность сварного шва на уровне основного металла деталей;

среднеуглеродистые – 0,3...0,7% C. Это – прочные стали. Они приобретают высокую прочность, среднюю твёрдость и

достаточную упругость после различных видов термической обработки (чем выше содержание углерода в стали, тем выше их твёрдость и упругость);

высокоуглеродистые – свыше 0,7% С. Это – твёрдые стали. Они приобретают высокую твёрдость и среднюю прочность после различных видов термообработки (чем больше содержание углерода, тем выше твёрдость), но с высокой твёрдостью появляется хрупкость.

По качеству

Под качеством понимают как можно меньшее содержание в сталях вредных примесей серы (придаёт стали красноломкость) и фосфора (придаёт стали хладноломкость): чем их меньше, тем ниже хрупкость стали в горячем и холодном состояниях.

По качеству стали делят на следующие категории:

обыкновенного качества, обладающие заниженной прочностью, значительной хрупкостью, но наиболее экономичные из всех видов сталей. Обозначается буквами «Ст» впереди цифры марки стали;

качественные, применяемые для общего машиностроения, так как имеют оптимальное сочетание высокой прочности, невысокой хрупкости и достаточной твёрдости и экономичности. Марка обозначается числом из двух цифр;

высококачественные, обладающие значительной прочностью и минимальной хрупкостью, но стоимость их на порядок выше. Обозначение, что сталь является высококачественной, ставится в конце марки стали в виде прописной буквы «А» (если «А» в обозначении марки стали стоит впереди, то сталь – автоматная, то есть для обработки на металлорежущих станках-автоматах, она имеет повышенное содержание фосфора для хрупкости);

особовысококачественные – высокопрочные и нехрупкие, применяемые в медицине, самолётостроении и космонавтике, но и самые дорогие по стоимости. Обозначение, что сталь является особовысококачественной, ставится в конце марки стали в виде прописной буквы русского алфавита «Ш» и читается «ша» (если «Ш» в обозначении марки стали стоит впереди, то сталь – износостойкая (шарикоподшипниковая).

3.1 Конструкционные углеродистые стали обыкновенного качества

Судя по терминам, приведённым в названии подпункта 3.1, этот вид материала является, во-первых: сталью; во-вторых: углеродистой, то есть состоящей из железа и углерода; в третьих: конструкционной, что говорит об изготовлении из неё деталей машин и конструкций; в четвёртых: у неё обыкновенное качество, то есть заниженная прочность, значительная хрупкость, но, в то же время, и наибольшая экономичность. Применяют её для неответственных малонагруженных деталей машин и механизмов, а также в строительных конструкциях из-за относительной дешевизны и хорошей свариваемости. Выпускают в виде проката: прутков, балок, труб, уголков, листов, то есть изделий общего назначения.

Марки: Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6.

Цифра марки – условный номер.

Имеют в маркировке три группы: А, Б, и В.

Группа А – сталь изготавливается с гарантированными механическими свойствами (буква А в марке не указывается).

Группа Б – с гарантированным химическим составом. Обозначение: БСт0, БСт1 и так далее.

Группа В – с гарантированными механическими свойствами и химическим составом. Обозначение: ВСт0, ВСт1 и так далее.

3.2 Конструкционные углеродистые стали качественные

Судя по терминам, приведённым в названии подпункта 3.2, материал является, во-первых: сталью; во-вторых: углеродистой, то есть состоящей из железа и углерода; в третьих: конструкционной, что говорит об изготовлении из неё деталей машин и конструкций; в четвёртых: она качественная, а это гарантирует оптимальное сочетание высокой прочности, невысокой хрупкости и достаточной твёрдости и экономичности, что обуславливает её применение в широких масштабах машиностроительного производства для

ответственных нагруженных деталей. Выпускают в виде проката: прутков, балок, круга, уголков, листов, сложных профилей; а также литых и подвергнутых пластической деформации изделий.

Марки: сталь 05, 08, 10, 15, 20 и так далее до стали 65.

Число марки – содержание углерода в стали в сотых долях процента.

Стали марок от 05 до 30 – содержат мало углерода, поэтому мягкие и обладают высокой свариваемостью, но не поддаются термообработке закалкой. Применяются для сварных конструкций, неответственных деталей: слабонагруженных валов и осей, прокладок, стенок, крышек, шайб, шплинтов, гвоздей и тому подобное.

Стали марок от 35 до 55 – после термообработки прочны, тверды, мало хрупки. Применяются для ответственных деталей машин и механизмов с высокими нагрузками: валы, оси, шестерни, кулачки, вилки, рычаги, клинья и тому подобное. Удовлетворительно свариваются.

Стали марок 60 и 65 – после термообработки прочны, тверды, упруги, но приобретают хрупкость. Не свариваются. Применяются для ответственных деталей с упругими свойствами: пружин, рессор.

Конструкционные стали с содержанием углерода свыше 0,7% не производят, так как такое содержание углерода обуславливает слишком высокую твердость и значительную хрупкость, что не позволяет изготавливать из них детали машин. Такие стали относят к инструментальным.

3.3 Конструкционные легированные стали

Судя по терминам, приведённым в названии подпункта 3.3, материал является, во-первых: сталью; во-вторых: легированной, то есть углеродистой, состоящей из железа и углерода, но в неё добавлены при плавке легирующие элементы (другие металлы) с целью изменения каких-либо свойств стали; в третьих: конструкционной, что говорит об изготовлении из

неё деталей машин и конструкций; в четвёртых: она может являться или качественной, или высококачественной, или особовысококачественной.

К легирующим элементам относятся металлы хром, никель, вольфрам, а также неметаллы (азот, фосфор). Каждый легирующий элемент изменяет какое-то одно или несколько свойств стали, что позволяет деталям выдерживать гораздо большие нагрузки или повысить химическую стойкость их поверхностей и тому подобное.

Никель (Ni) – повышает пластичность, вязкость, прочность, коррозионную стойкость, прокаливаемость; понижает хрупкость, хладноломкость, чувствительность к концентраторам напряжений (отверстия, пазы, трещины), теплопроводность.

Хром (Cr) – повышает твёрдость, вязкость, износостойкость, коррозионную стойкость, прокаливаемость, жаропрочность; понижает пластичность, тепловое расширение.

Вольфрам (W) и молибден (Mo) – значительно повышают прочность, твёрдость и прокаливаемость, не снижая остальных свойств.

Кремний (Si) – повышает жаростойкость, износостойкость, в низкоуглеродистых сталях – пластичность и вязкость, в высокоуглеродистых – прочность; понижает теплопроводность. а в низкоуглеродистых сталях – пластичность.

Марганец (Mn) – повышает износостойкость и жидкотекучесть; понижает красноломкость (хрупкость при высоких температурах).

Обозначение легирующих элементов **в марках сталей** производят прописными буквами русского алфавита большей частью по первой букве названия (А – азот, В – вольфрам, К – кобальт, М – молибден, Х – хром, Н – никель, Т – титан, Ц - цирконий; а повторяющиеся начальные буквы других элементов обозначают иными буквами: Ю – алюминий, Л – бериллий, Р – бор, Ф – ванадий, С – кремний, Ш – магний, Г – марганец, Д – медь, П – фосфор,). Содержание легирующего элемента в сплаве обозначено числом, стоящим сразу после

буквы и указывающим количество процентов, а если числа после буквы нет, то это означает 1...1,5 процента.

Марки легированных сталей начинают с числа, обозначающего содержание углерода в сотых долях процента.

Пример марки низколегированной (содержание легирующих элементов до 4 % от общего содержания всех элементов) конструкционной стали: 14Г2АФ. Содержание углерода соответственно 0,14%; Г – обозначение марганца – 2%, так как за буквой Г стоит цифра 2; А – азот 1%, Ф – ванадий 1%, так как за этими буквами не стоят числа.

Пример марки среднелегированной (содержание легирующих элементов от 5 до 10% от общего содержания всех элементов) конструкционной стали: 40ХСН2МА. Содержание углерода 0,4%; Х – хром 1%; С – кремний 1%; Н – никель 2%; М – молибден 1%; А – высококачественная сталь.

Высоколегированные (содержание легирующих элементов свыше 10% от общего содержания всех элементов) стали относятся к инструментальным или специальным.

Примечание:

1) в марках сплавов цветных металлов обозначения этих же элементов могут быть другими;

2) действительное содержание легирующего элемента, обозначенное числом, может отклоняться в пределах $\pm 0,5\%$.

3.4 Инструментальные углеродистые стали

Судя по терминам, приведённым в названии подпункта 3.4, материал является, во-первых: высокоуглеродистой сталью, то есть состоящей только из железа и углерода, во-вторых: инструментальной, что говорит об изготовлении из неё инструментов либо режущих (свёрла, пилы), либо мерительных (калибры – однозначные меры для одного размера), либо монтажных (монтировки, молотки), и, в третьих: она может являться только или качественной, или высококачественной.

Марки: У7, У7А, У7Г; У8, У8А и так далее до У13, У13А.

У – означает, что сталь инструментальная углеродистая. Число – содержание углерода в десятых долях процента. Так в стали У7 содержится 0,7% углерода, а в стали У13 – 1,3%.

Термостойкость относительно остальных режущих инструментальных материалов невысокая – 200 °С, твёрдость HRC 60, поэтому этот класс сталей применяют для ручного ударного и режущего инструмента. Технологическое свойство «свариваемость» находится практически на нулевом уровне вследствие высокого содержания углерода.

Применение:

У7, У8 – зубила, молотки, плоскогубцы, кусачки, стамески;

У9, У10, – измерительный и монтажный инструмент;

У11 – ножовочные полотна, свёрла, развёртки;

У12, У13 – напильники.

3.5 Инструментальные легированные стали

Судя по терминам, приведённым в названии подпункта 3.5, материал является, во-первых: высокоуглеродистой сталью; во-вторых: легированной, то есть состоящей из железа, углерода и легирующих элементов; в третьих: инструментальной, что говорит об изготовлении из неё инструментов либо режущих, либо мерительных, либо монтажных; в четвёртых: она может являться или качественной, или высококачественной, или особовысококачественной.

Инструментальные легированные стали по процентному содержанию легирующих элементов классифицируются на низколегированные и высоколегированные (содержание легирующих элементов – более 8%).

Марки низколегированных инструментальных сталей: 9Х; 9ХС; ХВГ; Х6ВФ.

9Х – содержит 0,9% углерода и 1% хрома, так как после буквы Х не стоит число. Из неё изготавливают деревообрабатывающий инструмент;

9ХС – содержит 0,9% углерода, так как перед маркой стоит цифра 9, а у инструментальных сталей в марке содержание

углерода в десятых долях процента, 1% хрома и 1% кремния, так как после букв X и C не стоит число. Из неё изготавливают ручной режущий инструмент: свёрла, развёртки, метчики и плашки;

XBG – содержит 1% углерода, так как перед маркой не стоит цифра, 1% хрома, 1% вольфрама и 1% марганца, так как после букв не стоит число. Из неё изготавливают режущий инструмент большой длины, так как она при закалке не поддаётся короблению.

X6BF – содержит 1% углерода, так как перед маркой не стоит цифра, 6% хрома, 1% вольфрама и 1% ванадия, так как после букв не стоит число. Из неё изготавливают режущий и накатной инструмент: зубчатые ролики, ножовочные полотна, бритвы, станочный деревообрабатывающий инструмент.

Термостойкость низколегированных инструментальных сталей низкая – 240 °С, твёрдость HRC 64...69.

Марки высоколегированных инструментальных сталей: P9; P18; P18Ф2; P6M5.

P – обозначение быстрорежущей стали, читается русским «эр». Число после буквы P обозначает процентное содержание чистого вольфрама. Остальные буквы и числа обозначают то же, что и у легированных сталей соответственно: условное обозначение легирующего элемента и его содержание в процентах. Чем больше процентное содержание вольфрама, тем выше твёрдость и износостойкость стали при высоких температурах.

Термостойкость – 600 °С, твёрдость HRC 65...70. Из них изготавливают высокопроизводительный режущий инструмент: резцы, фрезы, свёрла, фасонный режущий инструмент.

3.6 Специальные стали

К специальным относят стали, имеющие одно или несколько необходимых свойств, резко отличающих их от обычных сталей возможностью эксплуатации в каких-то отдельных (не во всех

сразу) экстремальных условиях. Для этого в их состав вводят легирующие элементы, повышающие эти свойства.

Коррозионностойкие (нержавеющие) стали классифицируются на: атмосферокоррозионностойкие и собственно коррозионностойкие.

Атмосферокоррозионностойкие стали по своему составу являются низколегированными, но хром (Cr), фосфор (P) и медь (Cu) обеспечивают образование на поверхности деталей защитные оксидные плёнки, то есть такие стали становятся практически инертными по отношению к кислороду, и, в то же время, остаются достаточно дешёвыми. Невысокое содержание углерода обеспечивает таким сталям хорошую свариваемость, что важно для строительства. Им также свойственна повышенная адгезия лакокрасочных покрытий, что увеличивает срок службы окраски на поверхностях конструкций вдвое.

Марки: 10ХДП; 10ХСНД; 15ХСНД.

Указанные марки сталей применяются в слабоагрессивной атмосфере для металлических конструкций: мостов, опор ЛЭП, мачт, в промышленных зданиях, доменных. По сравнению с изготовленными из обычных конструкционных сталей срок службы таких конструкций примерно в 3 раза выше.

Коррозионностойкие стали по своему составу являются высоколегированными. Содержание хрома более 12% обеспечивает образование на поверхности защитного электрохимического потенциала, предотвращающего химическое соединение с кислородом. Остальные легирующие элементы изменяют у стали соответствующие им свойства (смотри п.п. 3.3).

Марки: 12Х13; 40Х13; 12Х18Н10Т. Сталь 95Х18, имеющая высокую контактную прочность (0,95% С), используется для работы в азотной кислоте.

Указанные марки сталей применяются в условиях слабоокислительной окружающей среды в быту (малоуглеродистые стали: посуда, приборы), в медицине и производстве (среднеуглеродистые стали: режущий и измерительный инструмент, ёмкости, приборы), при

изготовлении ёмкостей для перевозки и хранения агрессивных жидкостей (малоуглеродистые стали с добавками никеля и титана), например, железнодорожных цистерн.

Тепло- и жаростойкие стали применяются для изготовления деталей, испытывающих нагрузки при повышенных (теплостойкие до 600 °С) и высоких (жаростойкие – свыше 600 до 1100 °С) температурах эксплуатации.

Обычные конструкционные стали теплостойки до 450 °С.

Большинство теплостойких сталей являются низколегированными и, следовательно, они более дешёвыми, чем высоколегированные.

Марки: 12ХМ; 15Х5М; 20Х3МВФ. Стали 15Х11МФ, 20Х13 – высоколегированные теплостойкие – для более ответственных деталей: лопаток турбин, клапанов гидравлических агрегатов.

Жаростойкие стали все – высоколегированные.

Марки: 15Х28; 10Х13СЮ; 45Х14Н14В2М.

Применение: печная арматура, детали установок пиролиза, клапаны двигателей внутреннего сгорания.

Износостойкие (шарикоподшипниковые) стали имеют высокие показатели твёрдости (HRC 61...66 при содержании углерода 1%). Детали из них долговечны в процессе контактной работы в смазке с защитой от пыли и статической и динамической нагрузке в пределах допустимых значений.

Марки: ШХ4; ШХ15; ШХ15СГ – с объёмной закалкой.

Буква «Ш», стоящая впереди в марке, обозначает, что сталь является износостойкой шарикоподшипниковой, а число после буквы «Х» – содержание хрома в десятых долях процента.

Вследствие лучшей прокаливаемости при термообработке сталь ШХ15СГ используется при изготовлении деталей шарико- и роликоподшипников крупногабаритных размеров (шарики диаметром более 30 и ролики – более 50 мм), ШХ15 – для меньших размеров, а ШХ4 – для мелких и с относительно невысокой частотой вращения при эксплуатации.

Для всех деталей шарико- и роликоподшипников с высокой динамической нагрузкой применяют стали марок 18ХГТ и 20Х2Н4А – с поверхностной закалкой.

Кроме указанных из таких сталей изготавливают втулки плунжеров, ролики толкателей, ползуны и подобные детали, которым требуется высокая износостойкость.

3.7 Чугуны

Чугоном называют сплав железа с углеродом, содержание углерода в котором более 2,14% от общего объёма. Остальной объём сплава занимают железо и различные полезные добавки (легирующие элементы) и вредные примеси.

Вследствие более высокого содержания углерода чугун отличается от стали по своим механическим свойствам отсутствием пластичности, то есть его невозможно обрабатывать пластическим деформированием (ковать и т. п.).

По цвету в изломе образца чугуны бывают серые (углерод в них находится в виде свободного графита) и белые (углерод в них находится в виде химического соединения с железом – цементита Fe_3C , имеющего белый цвет).

По назначению серые чугуны – конструкционные, а белые – передельные (для переделки в сталь).

По прочности конструкционные чугуны классифицируются на серые (невысокой прочности), высокопрочные (имеют высокую прочность) и ковкие (имеют высокую прочность и некоторую пластичность).

По химическому составу конструкционные чугуны бывают: углеродистые, которые состоят только из железа и углерода и легированные, в которые для улучшения свойств при плавке вводят легирующие элементы (в основном чистые металлы).

Серые – марки СЧ10, СЧ15 и так далее до СЧ40. Прописные буквы русского алфавита обозначают: «С» – серый, «Ч» – чугун; число – предел прочности на растяжение в кгс/мм².

Высокопрочные – марки ВЧ45, ВЧ50 и так далее до ВЧ80, ВЧ100. Буквы обозначают «В» – высокопрочный, «Ч» – чугун, число – предел прочности на растяжение в кгс/мм².

Ковкие – марки КЧ30-6...КЧ80-1,5. Буквы обозначают «К» – ковкий, «Ч» – чугун, первое число – предел прочности на

растяжение в кгс/мм², второе – относительное удлинение в %. Термин «ковкие» не означает возможность пластически деформировать, так как их пластичность незначительна и не позволяет ковать даже при нагреве до температуры плавления.

В процессе расчётов деталей из конструкционного чугуна на прочность требуется перевод единиц измерения «кгс/мм²» в «МПа», так как справочные данные приводятся в Н/мм², что равно МПа, для чего следует число, обозначенное в марке чугуна, умножить на 10. Например: 10 кгс/мм² = 100 МПа.

Для улучшения свойств конструкционные чугуны при плавке легируют чистыми металлами.

Легируемые конструкционные чугуны имеют специальные свойства (к марке чугуна «Ч» добавляется буква, обозначающая легирующий элемент и его процентное содержание), например:

ЧХ22 – хромистый (жаро-, коррозионно-, износостойкий);

ЧС5Ш – кремнистый (коррозионно-, окислительностойкий);

ЧЮ22Ш – алюминистый (жаро-, износостойкий);

ЧГ8ДЗ – марганцовистый (немагнитный, износостойкий);

ЧН19Х3Ш – никелистый (немагнитный, коррозионно-, жаростойкий, жаропрочный).

Из чугунов всех видов литьём и обработкой резанием изготавливают массивные неподвижные детали сложной формы: корпуса редукторов, станины станков и прессов и т. п.

3.8 Лабораторная работа № 2

«Определение марки стали механическими испытаниями на сжатие»

(2 часа)

1 Цель работы: изучить работу станка испытательного марки МИ-40У и закрепить теоретическое изучение различных видов и марок сталей механическими испытаниями образцов на сжатие.

2 Принадлежности:

станд испытательный марки МИ-40У;

компьютер;

образец из малоуглеродистой (мягкой) стали диаметром 10...15 мм и высотой 10 мм не менее;

штангенциркуль ШЦ-1;

справочная литература: [2].

3 Задания на лабораторную работу

3.1 По теоретической части: изучить механические характеристики сталей (справочные значения пределов прочности на сжатие [$\sigma_{СЖ}$] и тому подобное).

3.2 По практической части: сделать необходимые замеры, испытать стальной образец на сжатие и рассчитать значение прочности образцов.

4 Порядок выполнения работы

1) Изучить и усвоить правила техники безопасности при работе с испытательным стендом МИ-40У (смотри Приложение).

2) Измерить штангенциркулем размеры поперечного сечения образца с точностью до 0,1 мм.

3) Зарисовать образец и проставить размеры на эскизе.

4) Рассчитать площадь поперечного сечения образца A (мм²) по соответствующим геометрическим формулам.

5) Испытать образец на стенде МИ-40У на сжатие.

6) Зафиксировать величину разрушающей силы $N_{РАЗР}$ (Н) на мониторе компьютера.

6) Определить величину временного сопротивления $\sigma_{СЖ}$ (Н/мм²) материала образца сжатию по формуле:

$$\sigma_{СЖ} = N_{РАЗР} / A,$$

где A – площадь поперечного сечения образца, мм².

7) По рассчитанной величине временного сопротивления материала $\sigma_{СЖ}$ (для сталей σ_P при растяжении равна $\sigma_{СЖ}$ при сжатии) определить по справочнику [2, табл. 19, с. 74 или табл. 20, с. 75-76] следующие характеристики, учитывая, что образцы стали прошли термообработку нормализацией:

марку стали;

механические характеристики стали [σ_P]; [$\sigma_{ИЗ}$]; [$\sigma_{КР}$]; [$\sigma_{СР}$]; [$\sigma_{В СМ}$] и другие, обозначенные в таблице).

Замечание: если значение измеренной величины $\sigma_{СЖ}$ есть в обеих таблицах, то следует выписать обе марки стали и их механические характеристики.

8) Классифицировать сталь: по содержанию углерода; по назначению; по качеству.

6 Содержание отчёта по пунктам

Пункт 1: Цель работы.

Пункт 2: Перечень принадлежностей.

Пункт 3: Порядок выполнения работы.

Пункт 4: Рисунок – Эскиз внешнего вида и размеров образца.

Пункт 5: Расчёты и механические свойства (допускаемые напряжения), определённые по справочникам.

7 Контрольные вопросы

1 Что такое «материал»?

2 Что называют прочностью материала?

3 Что такое сталь?

4 Что обозначают квадратные скобки при обозначении механических характеристик стали в справочниках?

5 В каких единицах у металлов измеряются прочностные характеристики?

6 Расскажите классификацию сталей по назначению.

7 Расскажите классификацию сталей по качеству.

Кроме означенных выше вопросов **необходимо быть готовым** к ответу на вопросы по содержанию рисунков, по ходу выполнения работы и правилам техники безопасности при её выполнении.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

к лабораторной работе №2

Правила техники безопасности при работе на механическом прессе МИ-40У

1 Опасности в работе:

порезы пальцев рук об острые рёбра образцов, на которых могут быть заусенцы;

прищемление пальцев движущимися деталями прессы при приведении его в действие;

порезы пальцев рук об острые заусенцы, которые могут быть на образцах, разрушенных после сжатия прессом.

поражение электротоком при наличии оголённой электропроводки прессы или компьютера, подключённого к прессу для снятия показаний.

2 До начала выполнения работы

Работу начинать только после ознакомления с правилами техники безопасности и получения инструктажа от преподавателя или лаборанта с обязательной подписью в журнале по охране труда.

Получить у лаборанта три образца материалов.

Испытание начинать только после ознакомления с правилами пользования прессом.

3 В процессе выполнения работы

Не толпиться возле прессы, не облокачиваться на него, соблюдать очерёдность выполнения испытаний студентами.

При работе прессы образец для испытания на вдавливание стального шарика должен быть аккуратно установлен на рабочем столе прессы, а под него подстелен лист бумаги для сбора кусочков образца после возможного его разрушения.

Не вставлять пальцы рук в щели между деталями в прессе при приведении его в действие.

В случае ранения пальцев рук обращаться к лаборанту или преподавателю.

В случае неправильного произведения команды прессу нажатием не той кнопки остановить пресс большой красной кнопкой на прессе и сообщить преподавателю или лаборанту.

ВНИМАНИЕ: кнопки прессы и компьютера нажимает только тот студент, который проводит испытание.

4 После выполнения работы

Сдать использованные и разрушенные образцы и мерительный инструмент преподавателю или лаборанту.

Очистить кистью стол пресса от возможных остатков разрушенных образцов в совок.

Вымыть руки с мылом.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б к лабораторной работе №2

Правила работы на механическом прессе МИ-40У

Порядок действий при испытании образца на твёрдость вдавливанием стального шарика с применением механического пресса МИ-40У

1) На рабочем столе компьютера кликнуть дважды на рисунок с изображением шестерни.

2) В открывшемся файле кликнуть на адрес «Порт». Далее кликать, не пропуская ни одного пункта с адресом.

3) «Открыть».

4) «СОМ 1»

5) «ОК»

6) «Установить связь»

7) «Образец установлен»

8) «Вводные данные» (заполнить в графах на мониторе каждую строку размеров образца)

9) «Сжатие»

10) «Ок»

11) «График»

12) «Сетка 0,1»

13) «Предельное – 40» – ввести предельное значение вдавливающей нагрузки.

14) «Скорость 10 мм/мин»

15) Кликнуть на стрелку, указывающую вниз.

16) Зафиксировать на мониторе значение разрушающей силы по графику.

17) В момент остановки движения вниз траверсы прессы выключить пресс большой красной кнопкой на прессе или мониторе.

18) Кликнуть на стрелку, указывающую вверх, и через пять секунд остановить пресс красной кнопкой на прессе или на мониторе.

19) Убрать с прессы образец.

3.9 Практическое занятие №2: семинар «Виды и марки сталей и чугунов» (2 часа)

На семинаре обсуждаются следующие вопросы.

1 Что такое «сталь»?

2 Классификация сталей по назначению.

3 Классификация сталей по химическому составу.

4 Классификация сталей по содержанию углерода.

5 Классификация сталей по качеству.

6 Марки конструкционных углеродистых сталей обыкновенного качества.

7 Марки конструкционных углеродистых качественных сталей.

8 Обозначения и свойства конструкционных легированных сталей.

9 Марки конструкционных низколегированных сталей.

10 Марки конструкционных среднелегированных сталей.

11 Марки инструментальных углеродистых сталей.

12 Марки инструментальных низколегированных сталей.

13 Марки инструментальных высоколегированных сталей.

14 Марки и свойства атмосферокоррозионностойких сталей.

15 Марки и свойства коррозионностойких сталей.

16 Марки и свойства тепло- и жаростойких сталей.

17 Марки и свойства износостойких сталей.

18 Что такое «чугун»?

19 Классификации чугунов по цвету, назначению.

20 Классификация чугунов по прочности, по химическому составу.

21 Марки серых чугунов.

22 Марки высокопрочных чугунов.

23 Марки ковких чугунов.

24 Марки и свойства легированных чугунов.

Ход обсуждения: преподаватель задаёт студентам вопрос: желающие отвечают. Если нет желающих, преподаватель спрашивает по списку. Для зачёта по семинару необходимо ответить на два вопроса не менее.

3.10 Сплавы магния

Чистый магний (Mg) обладает наименьшими плотностью 1740 кг/м^3 и температурой плавления 651°C среди лёгких металлических конструкционных материалов и хорошо поглощает вибрацию, что позволяет широко использовать его сплавы в автомобиле-, судо-, самолёто- и ракетостроении. Магний сплавляют с алюминием (Al), цинком (Zn) и марганцем (Mn) и некоторыми редкими металлами, что повышает его прочность, пластичность, коррозионную стойкость и свариваемость, жаропрочность. Сплавы магния хорошо обрабатываются резанием, свариваются в среде аргона, немагнитны.

По технологии изготовления заготовок из сплавов магния, последние делят на деформируемые и литейные.

Деформируемые сплавы магния применяют для изготовления деталей, соединяемых методом сварки плавлением и испытывающих нагрузки при повышенных температурах в агрессивных средах при необходимости невысокой плотности (малого веса): детали корпусов ракет, бензобаков, масло- и бензонасосов и т. п.

Марки: МА1, МА2 до МА19.

Буквы обозначают: «МА» – магниевый сплав деформируемый, число – условный номер.

Прочность на растяжение и сжатие 200...400 МПа.

Литейные сплавы магния применяют для изготовления деталей, испытывающих нагрузки в агрессивных средах при

необходимости невысокой плотности (малого веса): детали двигателей, масло- и бензоаппаратуры, насосов для агрессивных жидкостей и т. п.

Марки: МЛ2, МЛ3 и так далее до МЛ19, МЦИ.

Буквы обозначают: «МЛ» – магниевый сплав литейный, число – условный номер.

Прочность на растяжение 130...300, на сжатие 280...390 МПа.

Сплав МЦИ – предназначен для деталей, работающих при нагрузках с вибрациями, в десятки раз превышающими предельные значения вибраций для других марок магниевых сплавов, используемых в качестве конструкционных.

3.11 Дуралюмины

Чистый алюминий (Al) обладает невысокими плотностью 2720 кг/м³ и температурой плавления 658 °С среди лёгких металлических конструкционных материалов, но имеет высокую коррозионную стойкость вследствие образования на поверхности деталей химически инертной пленки оксида алюминия (Al₂O₃), что позволяет широко использовать его сплавы в автомобиле-, судо-, самолёто- и ракетостроении.

Дуралюмины являются деформируемыми сплавами алюминия и, имея высокую пластичность, хорошо куются, штампуются, прессуются и т. п. и применяются для изготовления деталей, соединяемых методом контактной сварки и в среде аргона (инертного газа), испытывающих нагрузки при температурах 200...250 °С (жаропрочные сплавы), в агрессивных средах, а также при необходимости малого веса конструкции: оконные рамы, переносные лестницы, заклёпки, детали конструкций самолётов, кузова автомобилей, детали бензобаков, масло- и бензонасосов и т. п.

Марки: Д1, Д16 ... Д19, ВД17, ВД65, В95.

Буквы обозначают: «Д» – дуралюмин (деформируемый сплав), «В» – высокопрочный; число – условный номер.

Прочность на растяжение и сжатие 300...490 МПа.

Высокопрочный сплав В95 имеет временное сопротивление разрыву $\sigma_B = 660$ МПа, что на уровне сталей средней прочности, и используется для ответственных нагруженных деталей самолётов, например, лонжеронов, тяг и т. п. Однако, высокопрочные сплавы не являются теплопрочными.

Механические свойства дуралюминов повышаются термической обработкой: нагрев до 500 °С, закалка в воду и естественное или искусственное старение (выдержка при температуре 165...195 °С от 8 до 17 часов) для снятия внутренних напряжений.

На основе дуралюминов разработаны и применяются по назначению коррозионностойкие алюминиевые (А) сплавы АМц и АМгб, не упрочняемые термообработкой; а также упрочняемые термообработкой жаропрочные ковочные (К) сплавы АК-1 и АК4-1, Д20 и Д21; сплавы с высоким модулем упругости 1420, АК-6, АК-8 и деформируемые (Д) сплавы повышенной пластичности АД31 и АД33.

3.12 Силумины

Конструкционные литейные алюминиевые сплавы называются **силумины** из-за легирующей добавки кремния (Si – силиций), который придает им хорошие литейные свойства: высокая жидкотекучесть, малые усадка и пористость, что позволяет изготавливать из них литьём заготовки для деталей небольшого веса и сложной формы, малопластичны, то есть появляется такое отрицательное свойство как хрупкость. Некоторые марки силуминов имеют невысокую плотность 2500 кг/м³ и, вследствие этого, относительно высокую удельную прочность, а оба эти свойства важны для деталей транспортных машин, испытывающих нагрузки. Удовлетворительно обрабатываются резанием и свариваются контактной сваркой. Некоторые сплавы (АЛ4, АЛ24, АЛ32) хорошо свариваются в среде аргона или гелия.

Марки: АЛ2; АЛ3 и до АЛ34.

Буквы обозначают: «А» – алюминий, «Л» – литейный сплав; число – условный номер.

Прочность на растяжение и сжатие 160...400 МПа.

Силумины по назначению классифицируются на три группы со специальными свойствами:

1) обладающие повышенной герметичностью – АЛ2, АЛ4, АЛ9, АЛ32, АЛ34;

2) жаропрочные (до 250 °С) – АЛ3, АЛ5, АЛ19, АЛ33;

3) коррозионностойкие – АЛ8, АЛ22, АЛ24, АЛ27.

Механические свойства силуминов повышаются термической обработкой: нагрев до 450...535 °С, закалка в воду и искусственное старение (выдержка при температуре 150...200 °С от 3 до 15 часов) для снятия внутренних напряжений.

Применение: согласно назначению для ответственных деталей двигателей внутреннего сгорания (блоки цилиндров, головки блоков, поршни), корпусов механизмов и приборов, работающих в сложных условиях эксплуатации: повышенные нагрузки, пониженные и повышенные температуры, агрессивная окружающая среда.

3.13 Сплавы титана

Чистый титан (Ti) относится к металлам с невысокой плотностью 4500 кг/м³, но является тугоплавким, так как имеет температуру плавления 1668 °С, имеет высокую прочность и удельную прочность, а также коррозионную стойкость вследствие образования на поверхности деталей из титановых сплавов химически инертной пленки оксида титана (TiO₂), хладоустойчив, хорошо сваривается в среде инертных газов и контактной сваркой, плохо обрабатывается резанием, имеет низкую антифрикционность, нежаропрочен. Но сплавы титана (легирующие элементы Al, Cr, Mo и др.) выборочно имеют заданные свойства, необходимые для эксплуатации изготовленных из них деталей: высокую прочность и удельную прочность, пластичность, жаропрочность и хладоустойчивость (от минус 253 до плюс 500 °С).

Марки: ВТ1, (ВТ1Л) и так далее до ВТ14, (ВТ14Л), ВТ20, ВТ22.

Буквы обозначают: «В» – высокой чистоты, «Т» – титан, «Л» – литейный сплав; число – условный номер.

Прочность на растяжение и сжатие 320...350 МПа.

Сплавы титана классифицируются по следующим категориям:

по технологии изготовления заготовок для деталей – **деформируемые** (марки: ВТ1, ВТ3, ВТ5, ВТ6, ВТ8, ВТ9, ВТ14, ВТ16, ВТ22) и **литейные** (марки ВТ1Л, ВТ3-Л, ВТ5Л, ВТ6Л, ВТ9Л, ВТ14Л);

по прочности – малой прочности (ВТ1 – до 700 МПа), среднепрочные (ВТ3, ВТ5 – 750...1000 МПа) и высокой прочности (ВТ6 и так далее – более 1000 МПа);

по возможности упрочнения термической обработкой – неупрочняемые (ВТ1, ВТ5, ВТ20, а также литейные сплавы) и упрочняемые (остальные марки).

Процесс упрочнения сплавов титана термической обработкой заключается в следующем: нагрев до 900 °С, закалка в воду и искусственное старение (выдержка при температуре 500 °С от 1 до 16 часов) для снятия внутренних напряжений.

Прочность на растяжение и сжатие 1000...1360 МПа.

Литейные сплавы отличаются от деформируемых иным количеством тех же легирующих элементов и имеют несколько меньшую прочность.

Однако, и те и другие сплавы титана обладают рядом полезных свойств, в перечне которых:

физическое – невысокая плотность;

химическое – высокая коррозионная стойкость;

механическое – прочность на уровне значений прочности высоколегированных сталей, высокая удельная прочность;

технологические – ковкость, обрабатываемость резанием, возможность литья,

эксплуатационное – хладностойкость, жаропрочность.

Всё это позволяет широко использовать сплавы титана в самолёто- и ракетостроении, судостроительной, а также химической промышленности.

3.14 Латунь

Латуни относятся к сплавам меди.

Чистая медь (Cu) обладает высокими плотностью 8940 кг/м^3 и температурой плавления $1083 \text{ }^\circ\text{C}$, имеет высокие тепло- и электропроводность, пластичность, свариваемость и паяемость, удовлетворительную коррозионную стойкость, низкую прочность, сложность обработки резанием. Используется в электротехнической промышленности.

Латуни являются сплавами меди и цинка (до 45% Zn) с добавками других металлов в меньших количествах. Более прочны, тверды и лучше обрабатываются резанием, чем медь, имеют высокие антифрикционность и коррозионную стойкость в пресной и морской воде. Классифицируются по технологическим свойствам на деформируемые и литейные.

Деформируемые имеют высокую пластичность, хорошо коуются, штампуются, прессуются и т. п., и применяются для изготовления деталей водопроводной, химической и холодильной аппаратуры, в автомобиле- и судостроении, например, трубки для агрессивных жидкостей.

Марки: Л90; ЛАЖ60-1-1; ЛО62-1; ЛАНКМц75-2-2,5-0,5-0,5.

Буква обозначает: «Л» – латунь; первое число – содержание меди в процентах, последующие буквы и числа – первая буква названия и содержание в процентах легирующих элементов, которое пишется через дефис. Основной легирующий элемент – цинк в марках деформируемых латуней не обозначается, его процентное содержание рассчитывается как разность между числом 100 и суммарным процентным содержанием меди и легирующих элементов. Буква «К» в марках цветных сплавов обозначает кремний (Si).

Прочность на растяжение и сжатие разных марок деформируемых латуней – от 250 до 1000 МПа. Прочность

свыше 400 МПа у высокопрочных латуней повышают термической обработкой: нагрев до 750 °С, закалка в масло, выдержка 30 минут и искусственное старение (выдержка при температуре 350 °С в течение 4 часов). Перед деформацией деформируемые латуни отжигают при температуре 350...650 °С в течение 3...4 часов.

Литейные латуни, обладая такими же свойствами, как и деформируемые, имеют хорошую жидкотекучесть вследствие максимального содержания цинка и повышенного – других легирующих элементов, поэтому применяются для изготовления литьём сложных объёмных по конфигурации деталей, работающих в агрессивных газовых, водных и химических средах, например, корпуса вентиля для агрессивных жидкостей.

Марки: ЛЦ16К4; ЛЦ40АЖ; ЛЦ40С; ЛЦ40Мц3Ж.

В отличие от маркировки деформируемых латуней, у литейных обозначается первая буква и указывается процентное содержание цинка. причём число стоит сразу же за обозначением элемента.

Прочность на растяжение и сжатие разных марок литейных латуней – от 245 до 635 МПа.

3.15 Бронзы

Бронзы относятся к сплавам меди.

Чистая медь (Cu) обладает высокими плотностью 8940 кг/м³ и температурой плавления 1083 °С, имеет высокие тепло- и электропроводность, пластичность, свариваемость и паяемость, удовлетворительную коррозионную стойкость, низкую прочность, сложность обработки резанием. Используется в электротехнической промышленности для изготовления токопроводящих элементов.

Бронзы являются сплавами меди, в которых цинк (Zn) не является лидирующим по своему содержанию среди других компонентов-металлов, а все они находятся в сплаве в небольших количествах. Более прочны, тверды и лучше

обрабатываются резанием, чем медь и латунь, имеют более высокие антифрикционность и коррозионную стойкость в пресной и морской воде. Классифицируются по технологическим свойствам на деформируемые и литейные.

Деформируемые бронзы имеют высокую пластичность, хорошо куются, штампуются, прессуются и т. п., и применяются для изготовления деталей машин, подшипников скольжения, зубчатых колёс, трубок контрольно-измерительных приборов, например, манометров, токоведущих пружин.

Марки: БрОФ8-0,3; БрОЦС4-4-4; БрАЖ9-4; БрБ2.

Буквы обозначают: «Бр» – бронза; последующие буквы – это первые буквы названий на русском языке легирующих элементов, последующие числа, которые пишутся через дефис – содержание в процентах легирующих элементов по очерёдности их написания. Процентное содержание меди рассчитывается как разность между числом 100 и суммарным процентным содержанием легирующих элементов. Буква «С» в марках цветных сплавов обозначает свинец, «Ф» - фосфор, «Б» - бериллий.

Прочность на растяжение и сжатие разных марок деформируемых бронз – от 250 до 690 МПа. Термообработка различных марок деформируемых бронз также различна. Прочность большинства марок повышается до 350...450 МПа отжигом 550...650 °С с выдержкой при этой температуре 2 часа. Для марки БрБ2 – закалка 800 °С в воду с последующим искусственным старением 300 °С в течение 2 часов обеспечивает 1300 МПа. Для марки БрА5 – закалка 900 °С в воду с последующим отпуском 450 °С в течение 2 часов обеспечивает 550 МПа. Обе эти марки применяются для изготовления пружин, мембран, упругих деталей, работающих в морской воде.

Литейные бронзы, обладая такими же свойствами, как и деформируемые, имеют удовлетворительную жидкотекучесть, но незначительную объёмную усадку, поэтому применяются для изготовления литьём сложных объёмных по конфигурации

антифрикционных деталей, работающих в агрессивных газовых, водных и химических средах.

Прочность на растяжение и сжатие разных марок литейных бронз – от 150 до 600 МПа. Термообработка различных марок литейных бронз не включает закалку. Прочность большинства марок повышается до 450...600 МПа отжигом 550 °С с выдержкой при этой температуре 1,5 часа.

Марки: БрО10Ц2; БрС6Н2,5; БрА10ЖЗМц2.

В отличие от маркировки деформируемых бронз, у литейных обозначается буква и сразу же за обозначением указывается процентное содержание легирующего элемента.

3.16 Инструментальные сплавы цветных металлов

Классификация по химическому составу: твёрдые сплавы, металлокерамика (этот вид имеет также другое название – минералокерамика), керметы.

Твёрдые сплавы: сплавами такие материалы называются весьма относительно, так как расплавления входящих в них металлов ввиду присущей им высокой температуры плавления при взаимном соединении не происходит, а применяются технологии порошковой металлургии, и состоят эти сплавы из спечённой между собой при температуре 1500 °С механической смеси порошков карбидов титана, карбидов вольфрама, карбидов тантала и чистого кобальта. Их называют твёрдыми сплавами, чтобы отличить от обычных сплавов этих металлов. Применяются для изготовления ударных бойков при пластическом деформировании металлических заготовок (группа ВК), а также режущих пластинок, которые либо припаиваются тугоплавкими припоями, либо крепятся винтами к державкам режущих инструментов: резцов, фрез, свёрл.

Классификация

По химическому составу:

вольфрамовые (группа ВК);

титановольфрамовые (группа ТК);

титанотанталовольфрамовые (группа ТТК).

По применению для резания металлов и сплавов:

группа ВК – для хрупких (чугун, литейные сплавы цветных металлов, неметаллические материалы);

группа ТК – для пластичных, вязких и прочных (сталь, титан, деформируемые сплавы цветных металлов);

группа ТТК – для прерывистого и чернового резания прочных труднообрабатываемых сталей и сплавов.

Твёрдые сплавы более термостойки (800...1250 °С) в процессе резания, чем быстрорежущие стали и более тверды (HRC 86...92), что позволяет повысить производительность резания практически в 2...2,5 раза.

Марки: ВК2 и далее разные марки до ВК25; Т5К10 и далее разные марки до Т30К4; ТТ8К6 и далее разные марки до ТТ17К12.

Обозначение ТТ содержит следующую информацию: титан (Ti) и тантал (Ta) обозначены одинаково буквой «Т», а число за ними – это суммарное количество в процентах карбидов этих металлов в твёрдом сплаве. Например: в твёрдом сплаве марки ТТ8К6 содержится 4% титана и 4% тантала.

Чем больше процентное содержание кобальта (в марке обозначен «К») в твёрдом сплаве, тем выше его прочность, но ниже твёрдость.

Металлокерамика – это спечённый при температуре 1750 °С и под высоким давлением порошок двуокиси алюминия Al_2O_3 . Режущие пластины из него имеют белый цвет, теплостойкость 1200 °С и позволяют работать в два раза быстрее, чем твёрдые сплавы, обеспечивая резание самых труднообрабатываемых сплавов металлов, но только чистовое и тонкое точение, так как прочность на изгиб у них невелика ($\sigma_{и}=300$ МПа).

Марка: ЦМ332. Обозначение условное.

Керметы – это металлокерамика, только упрочнённая карбидами вольфрама, титана и молибдена, имеющая черный цвет. В её составе порошок двуокиси алюминия Al_2O_3 составляет только 60%, остальное – добавки указанных выше легирующих элементов

Теплостойкость – 1300 °С, прочность на изгиб – $\sigma_{и}=700$ МПа.

Марки: ВЗ; ВОК-60; ВШ-75.

Буквы и числа – условные обозначения.

Применяются для резания труднообрабатываемых сплавов металлов с высокими ударными нагрузками.

**3.17 Практическое занятие №3:
семинар «Виды и марки сплавов цветных металлов»
(2 часа)**

На семинаре обсуждаются следующие вопросы.

- 1 Деформируемые сплавы магния.
- 2 Литейные сплавы магния.
- 3 Свойства дуралюминов.
- 4 Применение дуралюминов.
- 5 Термообработка дуралюминов.
- 6 Классификация силуминов.
- 7 Термообработка силуминов.
- 8 Применение силуминов.
- 9 Классификация и марки сплавов титана.
- 10 Термообработка сплавов титана.
- 11 Свойства сплавов титана.
- 12 Деформируемые латуни.
- 13 Литейные латуни.
- 14 Термообработка латуней.
- 15 Деформируемые бронзы.
- 16 Литейные бронзы.
- 17 Атмосферокоррозионностойкие стали.
- 18 Коррозионностойкие стали.
- 19 Тепло- и жаростойкие стали.
- 20 Износостойкие стали.
- 21 Вольфрамовые твёрдые сплавы.
- 22 Титановольфрамовые твёрдые сплавы.
- 23 Титанотанталовольфрамовые твёрдые сплавы.
- 24 Металлокерамика и керметы.

Ход обсуждения: преподаватель задаёт студентам вопрос: желающие отвечают. Если нет желающих, преподаватель

спрашивает по списку. Для зачёта по семинару необходимо ответить на два вопроса не менее.

4 НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

4.1 Термопластичные пластмассы

1) Определения

Пластмассы – это конструкционные материалы из отвердевшего полимера чистого или в смеси с органическими, либо минеральными наполнителями.

Полимеры – синтетические органические вещества, жидкие в исходном состоянии и отвердевающие при определённых условиях.

Термопластичность – свойство полимера многократно при нагревании размягчаться и терять форму, а при дальнейшем охлаждении твердеть, восстанавливая первоначальные свойства.

Термопласты – краткое название термопластичных пластмасс.

2) Классификация по механическим и физическим свойствам: полиэтилен, полипропилен, фторопласт – имеют низкую прочность и теплостойкость, но очень высокую пластичность и ползучесть под действием нагрузки;

полистирол, лавсан, поликарбонат – имеют повышенную прочность и теплостойкость, сочетают высокую пластичность со стабильностью под действием нагрузки;

нейлон, капролон, фенилон – имеют высокие прочность, пластичность, термостойкость и малую склонность к ползучести под нагрузкой.

3) Виды термопластичных пластмасс

Полиэтилен – изготавливается в двух видах: полиэтилен НД (низкого давления) и ВД (высокого давления):

полиэтилен НД: плотность 900 кг/м^3 , температура плавления $135 \text{ }^\circ\text{C}$, прочность $20...45 \text{ МПа}$, твёрдость $45...60 \text{ МПа}$, высокая

химическая стойкость, применяют для изготовления деталей, работающих с водой: ёмкости, трубы, вентили, и тому подобное; полиэтилен ВД: температура плавления 115 °С, прочность 10...17 МПа, твёрдость 14...25 МПа, высокая химическая стойкость. применяют в виде плёнки, как упаковочный материал и небьющейся посуды.

Полипропилен – плотность 900 кг/м³, температура плавления 175 °С, прочность 25...40 МПа, твёрдость 40...70 МПа, высокая химическая стойкость, применяют для изготовления плёнки, тары, электро-, шумо-, вибро-, теплоизоляции в строительстве.

Фторопласт – применение нашли вариации двух марок:

фторопласт-3 – плотность 2100 кг/м³, при температуре 327 °С теряет твёрдость и становится высокоэластичным, прочность 35...45 МПа, твёрдость 10...13 МПа, высокая химическая стойкость, применяют для изготовления листов, плёнок, лент;

фторопласт-4 – плотность 2200 кг/м³, при температуре 327 °С теряет твёрдость и становится высокоэластичным, прочность 14...35 МПа, твёрдость 30...40 МПа, высокая химическая стойкость, низкий коэффициент трения, применяют для изготовления трубок, втулок шайб, подшипников скольжения и тому подобное.

Полистирол – плотность 1060 кг/м³, не теряет механических свойств от минус 40 до плюс 100 °С, прочность 35...45 МПа, твёрдость 140...160 МПа, высокая коррозионная стойкость, хрупок. Применяют для изготовления деталей приборов и конструкций повышенной жесткости при средних нагрузках, в строительной и пищевой промышленности.

Поликарбонат – плотность 1200 кг/м³, интервал рабочих температур от минус 40 до плюс 130 °С, прочность 57...70 МПа, твёрдость 110...160 МПа, устойчив к действию слабых кислот и масел, низкий коэффициент трения, применяют для изготовления прозрачных теплоизоляционных полотен, строительных конструкций, деталей приборов.

Капролон – плотность 1140 кг/м³, интервал рабочих температур от минус 40 до плюс 110 °С, прочность 90 МПа,

твёрдость 130...150 МПа, устойчив к действию слабых кислот и масел, применяют для замены металлических сплавов: подшипников скольжения, зубчатых колёс, манжет, фланцев и других деталей, работающих при средних нагрузках.

4.2 Термореактивные пластмассы

1) Определения

Пластмассы – это конструкционные материалы из отвердевшего полимера чистого или в смеси с органическими, либо минеральными наполнителями.

Полимеры – синтетические органические вещества, жидкие в исходном состоянии и отвердевающие при определённых условиях.

Термореактивность – свойство полимера при нагревании не изменять форму и при определённом уровне температуры обугливаться или расплавляться, не имея при дальнейшем охлаждении возможности восстановления своих первоначальных свойств.

Реактопласты – краткое название термореактивных пластмасс.

2) Классификация по виду наполнителя:

порошковые (пресс-порошки) – целлюлоза, древесная мука, слюдяная мука, молотый кварц, тальк, графит, сажа;

волокнистые (волокниты) – хлопчатобумажные, полимерные, асбестовые, стеклянные;

слоистые (фенопласты) – ткань (текстолит), бумага (гетинакс), стеклоткань (стеклотекстолит), асбестовая ткань (асботекстолит).

3) Виды термореактивных пластмасс

Пресс-порошки – имеют невысокие механические свойства, хорошие электроизоляционные характеристики, повышенную химическую стойкость. Из них изготавливают ненагруженные и изолирующие детали электротехнического оборудования.

Волокниты – плотность 1600 кг/м^3 , прочность 50...500 МПа, обладают повышенной устойчивостью к ударным нагрузкам,

негорючи, химически и теплостойки, интервал рабочих температур от минус 60 до плюс 200 °С. Из них изготавливают втулки, шкивы, маховики, диски, кожухи.

Фенопласты – плотность 1100...1300 кг/м³, прочность 95 МПа, химически и теплостойки, интервал рабочих температур от минус 40 до плюс 160 °С. Из них изготавливают втулки, шестерни, подшипники скольжения (текстолит), листовые конструкционные детали (гетинакс, стеклотекстолит), тормозные и фрикционные устройства (асботекстолит) и электроизоляционные детали.

4.3 Резина

1) Определения

Резиной называют конструкционные материалы, обладающие таким механическим свойством, как исключительно высокая эластичность. Изготавливаются в виде пластин для дальнейшего изготовления из них РТИ.

Эластичность – высокие упругость, гибкость, растяжимость, способность к релаксации.

Релаксация конструкционного материала – способность к восстановлению формы после снятия внешней нагрузки.

РТИ – резинотехнические изделия;

Вулканизация – способ изготовления резины из синтетического каучука с добавками антиоксидантов, наполнителей и красителей при нагреве в присутствии серы (S).

Единицы твёрдости Шора А – измерение твёрдости эластичных материалов (шкала А) вдавливанием стального стержня под определённым усилием. Глубина вдавливания соответствует значению твёрдости.

2) Классификация резины

По назначению:

ТМКЩ – тепломорозокислотощелочестойкая;

АМС – атмосферомаслостойкая (озоностойкая ограниченно);

МБС – маслобензостойкая.

По применению:

1 класс – для изготовления РТИ, служащих для уплотнения узлов под давлением 10 МПа;

2 класс – для изготовления РТИ, служащих для уплотнения узлов под давлением 0,1 МПа, а также для восприятия ударных нагрузок в качестве подкладок и настилов.

По способу изготовления:

вид «Ф» – формовые пластины, изготавливаемые методом вулканизации в пресс-формах на вулканизирующих прессах;

вид «Н» – неформовые пластины, изготавливаемые методом вулканизации в котлах и на вулканизаторах непрерывного действия.

По исполнению:

тип I – резиновая пластина;

тип II – резинотканевая пластина с одним или несколькими тканевыми слоями.

По степени твёрдости:

М – мягкая;

С – средняя;

Т – повышенная.

3) Условия эксплуатации:

ТМКЩ – от минус 60 до плюс 80 °С, воздух, азот, инертные газы под давлением до 0,4 МПа, вода пресная и морская, промышленная, сточная без органических растворителей и смазочных веществ, слабые растворы солей, кислот, щелочей до 20%, давление до 10 МПа;

АМС – от минус 40 до плюс 80 °С, воздух, азот, инертные газы под давлением до 0,4 МПа, масла на нефтяной основе под давлением до 10 МПа;

МБС – от минус 40 до плюс 80 °С, воздух, азот, инертные газы под давлением до 0,4 МПа, масла на нефтяной основе и бензин под давлением до 10 МПа.

4) Свойства

Физические:

плотность – 300...850 кг/м³;

теплопроводность – низкая;

электроизоляционность – высокая.

Механические:

прочность на растяжение – 4,0...8,5 МПа,;

твёрдость – М – 35...55 единиц Шора А (пример 30 – велокамера), С – 50...70 единиц Шора А (пример 60...70 – автомобильная шина), Т – 65...95 единиц Шора А (пример 90...95 – цельнолитая шина автопогрузчика). Наиболее твёрдой резиной является эбонит – 100 единиц Шора А.

Эксплуатационные:

срок **эксплуатации** резины 1 класса – 3 года, 2 класса – 1 год;

срок **хранения** резины 1 класса – 5,5 лет, 2 класса – 2,5 года.

При повышенных температурах и агрессивных условиях эксплуатации (80 °С, масло, дизельное топливо) срок службы РТИ снижается в 100 раз и более.

5) Обозначения резиновых пластин разных марок

Пластина 1Ф- I-ТМКЦ-С-3 ГОСТ 7338-90,

где 1 – пластина первого класса; вида Ф; типа I; марки ТМКЦ; степень твёрдости – С; толщина – 3 мм.

Пластина 1Н- I-ТМКЦ-Т₂-10 ГОСТ 7338-90,

где 1 – пластина первого класса; вида Н; типа I; марки ТМКЦ; степень твёрдости – Т₂; толщина – 10 мм.

Пластина 2Ф-II-АМС-С-10*25 ГОСТ 7338-90,

где 2 – пластина второго класса; вида Ф; типа II; марки АМС; степень твёрдости – С; 10 – десять тканевых прокладок; толщина – 25 мм.

6) Виды РТИ

Шины, ремни ремённых передач, ленты транспортёров, шланги, амортизаторы, прокладки уплотняющие, электроизоляция кабелей и так далее.

4.4 Древесина

1) Определения

Дерево – многолетнее растение с твёрдым стволом и отходящими от него ветвями, образующими крону.

Ствол (кряж) – основная часть дерева, используемая для получения древесины.

Древесина – освобождённая от коры ткань волокон, из которой состоит ствол дерева, используемая в качестве конструкционного материала в виде брёвен и пиломатериала.

Текстура – рисунок, образующийся в процессе изготовления пиломатериала на поверхности среза древесины при перерезании её волокон. Форма линий рисунка зависит от породы дерева и направления разреза, которое может быть торцовым (поперечным), радиальным (продольным по оси ствола) и тангенциальным (продольным параллельно оси ствола).

2) Классификация древесины

По виду породы дерева:

хвойная – ель, кедр, лиственница, сосна;

лиственная – дуб, ясень, бук.

По применению:

в строительстве – сосна, ель, кедр, ясень, бук;

в гидротехническом строительстве – дуб, лиственница;

при изготовлении мебели – большинство известных пород.

3) Свойства древесины

Физические:

влажность – содержание влаги в древесине, измеряется отношением масс удалённой из образца влаги и абсолютно сухого образца. При выдерживании древесины в воде влажность может достигать 200%. Нормальной для конструкций на открытом воздухе считается влажность 15...18%, для комнатно-сухих изделий – 8...12%;

усушка и разбухание – уменьшение или увеличение линейных размеров (0,1%) и объёма (5...10%) при высыхании древесины или поглощении ею влаги;

плотность – масса древесины в единице объёма. Различают истинную плотность древесины – 1540 кг/м³ для всех пород и среднюю плотность от 310 (пихта) до 760 кг/м³ (граб), которая в порядке увеличения по породам составит ряд: пихта, кедр, ель, сосна, берёза, лиственница, ясень, клён и дуб, граб;

пористость – объём пор в волокнах относительно общего объёма древесины. Для хвойных и лиственных пород его величина примерно одинакова и составляет 40...80%;

теплопроводность – низка относительно металлических и минеральных конструкционных материалов. Древесина имеет анизотропность теплопроводности вдоль волокон в два раза более высокую, чем поперёк волокон.

Механические:

прочность – сопротивление нагрузке без разрушения. При сжатии: вдоль волокон – 60, поперёк – 25 Мпа; при растяжении вдоль волокон – 100...120 Мпа; при изгибе – в 2...2,5 раза выше показателя при сжатии; при скалывании: вдоль волокон – 6...13, поперёк – 25...50 Мпа. При многократных и долговременных нагружениях показатели прочности древесины снижаются до величин 0,2...0,6 указанных значений;

твёрдость – по торцу волокон в 1,5...2 раза выше, чем в тангенциальном и в 5...6 раз выше, чем в радиальном направлениях и составляет для мягких пород 35...50 Мпа, для твёрдых – 50...100 Мпа. В порядке увеличения по породам твёрдость составит ряд: тополь, осина (очень мягкие), ель, пихта, сосна (мягкие), ясень, дуб (среднетвёрдые), клён, граб, акация (твёрдые).

4) Пороки древесины – снижают прочность пиломатериалов при эксплуатации изделий из них. К порокам относятся сучки, трещины, грибные поражения, гнили. Ввиду наличия пороков прочность бруса или доски не может быть оценена по результатам испытаний чистых (без пороков) образцов. Её величину устанавливают на основании оценки характера, размеров и количества пороков, для чего в значение прочности вводят коэффициенты запаса прочности.

Сучки бывают круглые, овальные, продолговатые, крупные (40 мм и более), средние (15...40 мм), мелкие (менее 15 мм). Вследствие того, что волокна сучков отделены от волокон ствола, то создают концентрацию напряжений в сечениях бруса или доски, где они находятся, снижая тем самым значение прочности.

Трещины – разрывы древесины вдоль волокон, образующиеся в результате внутренних напряжений, вызванных неравномерной усушкой. Разрушают целостность элемента конструкции (бревна, бруса, доски) и снижают её жёсткость.

Грибные поражения – изменяют окраску древесины и нарушают целостность клеточных стенок волокон: внутренняя темнина, цветные пятна, побурение. Снижают все виды прочности древесины на уровне волокон.

Гнили – самый опасный вид грибных поражений, образуются в результате разрушения клеток дереворазрушающими грибами. Снижают все виды прочности древесины на уровне клеток.

5) Виды заготовок из древесины

К ним относятся:

брёвна строительные (хвойные породы) и пиловочные (хвойные и лиственные) – круглые в поперечном сечении с диаметром торца 140 мм и более и длиной 1000...6500 мм. Обработкой на токарном станке их оцилиндровывают (придают единый диаметр по длине);

пиломатериалы – продукт продольной распиловки брёвен. К ним относятся: доска различного профиля (горбыль, необрезная, чистообрезная, шпунтованная), брус (балка квадратного поперечного сечения размером более 100 мм), брусок и рейка (квадратного и прямоугольного сечения), профилированный погонаж (вагонка, плинтус, наличник).

шпалы – прямоугольные балки, которые укладывают в качестве основания под рельсы (сосна, ель, лиственница, кедр);

клеёные древесные конструкции – сборные изделия, изготовленные путём горячего склеивания досок, брусьев и брусков для придания им в собранном виде заданной формы и размеров. К ним относятся:

балки – опорные брусья, используемые в качестве перекрытий для окон, дверей и т. п.;

прогоны – опорные балки, поддерживающие кровлю;

фермы – сооружения из скреплённых в виде треугольников стержней, брусьев;

рамы – сооружения из скреплённых в виде прямоугольников стержней, брусьев;

сваи – опорные брусья, забиваемые вертикально в землю;

строительные материалы – плиты и листы, имеющие древесную основу. К ним относятся:

столярные плиты – трёхслойные щиты толщиной от 10 до 30 мм, состоящие из реек, оклеенных с двух сторон тонкой фанерой или шпоном – широкой ровной стружкой, изготавливаемой путём поперечного лущения древесных стволов;

фанера – трех- и многослойные листы толщиной от 3 до 30 мм, изготовленные путём горячего склеивания бакелитовым, карбамидным или фенолформальдегидным клеем слоёв хвойного или лиственного шпона;

древесностружечные плиты (ДСП) – продукт горячего прессования древесных стружек, пропитанных формальдегидными смолами в качестве связующего, толщиной 10, 16 и 22 мм;

древесноволокнистые плиты (ДВП) – продукт горячего прессования древесных волокон без связующего, толщиной от 2,5 до 6 мм;

среднеплотные древесноволокнистые плиты (МДФ) – продукт горячего прессования мелкодисперсных древесных волокон, пропитанных карбидными смолами в качестве связующего, толщиной от 3,2 до 30 мм.

б) Виды защиты деталей и конструкций из древесины от гниения и возгорания

К ним относятся:

антисептирование – пропитка поверхности веществами, ядовитыми для грибов (дёготь, крезол, фенол – придают потемнение и резкий запах; соли фтористых кислот, хлорид цинка – не изменяют цвета и запаха);

огнезащитные обмазки – глина, известь, гипс;

огнезащитные пропитки – антипирены (сульфат аммония, бура, поташ, борная кислота)

комбинированная обработка – антисептирование совместно с огнезащитными обмазками.

**4.5 Практическое занятие №5:
семинар «Виды органических конструкционных
материалов»
(2 часа)**

На семинаре обсуждаются следующие вопросы.

- 1 Что такое «пластмасса»?
- 2 Что такое «термопластичность»?
- 3 Свойства полиэтилена.
- 4 Свойства полипропилена.
- 5 Свойства фторопласта.
- 6 Свойства поликарбоната.
- 7 Свойства капролона.
- 8 Что такое «термореактивность»?
- 9 Свойства пресс-порошков.
- 10 Свойства волокнитов.
- 11 Свойства фенопластов.
- 12 Что такое «резина»?
- 13 Классификация резины по назначению.
- 14 Классификация резины по применению.
- 15 Условия эксплуатации резины ТМКЩ.
- 16 Условия эксплуатации резины АМС.
- 17 Условия эксплуатации резины МБС.
- 18 Свойства резины.
- 19 Классификации древесины.
- 20 Физические свойства древесины.
- 21 Механические свойства древесины.
- 22 Пороки древесины.
- 23 Виды заготовок из древесины.
- 24 Виды защиты деталей из древесины от гниения и возгорания.

Ход обсуждения: преподаватель задаёт студентам вопрос: желающие отвечают. Если нет желающих, преподаватель спрашивает по списку. Для зачёта по семинару необходимо ответить на два вопроса не менее.

4.6 Природные каменные материалы

1) Определения

Природными каменными материалами следует называть конструкционные материалы, изделия из которых изготовляют механической обработкой горных пород.

Горная порода – природный минеральный агрегат, имеющий эксплуатационные свойства, подходящие для изготовления каких-либо элементов конструкции сооружения, изделия.

Минералы – природные кристаллические вещества с относительно постоянным составом и высоким уровнем свойств: прочности, твёрдости, обрабатываемости, долговечности.

2) Классификация природных каменных материалов

По виду поверхности после механической обработки:

грубообработанные – бутовый камень, щебень, гравий, песок; точнообработанные – штучный камень и блоки правильной формы для кладки стен и тому подобное;

гладкообработанные – плиты облицовочные, для пола и тому подобное;

профилированные детали – ступени, подоконники, пояски, наличники, колонны.

По способу изготовления изделий:

колотые – тёска широкими (скарпель) и остроконечными (спица) пневматическими долотами и последующая зачистка специальными напильниками (бучарда);

пиленые – рамные пилы, снабжённые твёрдосплавными или алмазными резцами;

фрезерованные – на камнефрезерных станках вращающейся фрезой с твёрдосплавными пластинами;

шлифованные – на станках с вращающимся с большой частотой абразивным кругом из корунда;

полированные – на станках с вращающимся с большой частотой войлочным диском, содержащим тонкие абразивные порошки.

3) Свойства

Физические:

плотность – 1800...3000 кг/м³;

теплопроводность – высокая;

электроизоляционность – высокая;

Химическая стойкость – высокая:

от действия **воды, кислот и щелочей** не разрушаются;

стойкость к пару и газам – не проницаемы.

Механические:

прочность – на сжатие 10...500 МПа, на растяжение и изгиб 6...10 МПа.

твёрдость – 1...6 единиц по шкале Мооса.

Технологические – обрабатываются алмазным и твёрдосплавным режущим инструментом, шлифуются и полируются абразивными и сверхтвёрдыми материалами.

Эксплуатационные:

морозостойкость – 100...1000 циклов заморзания-оттаивания;

огнестойкость – 700...900 °С.

4) Виды изделий:

бутовый камень – куски неправильной формы размерами не более 500 мм. Бывает объёмный и постелистый (плоский);

щебень – куски дроблёного бутового камня размерами до 70 мм и до 150 мм (гидротехнические сооружения);

гравий – окатанные куски камня размером до 70 мм;

песок – мелкие зёрна минералов размером до 5 мм;

штучные камни и блоки для стен – имеют пиленую или фрезерованную поверхность и стандартные размеры: 390*190*188 мм и другие;

облицовочные камни – имеют шлифованную или полированную поверхность и стандартные размеры: от 20*20 мм до 500*500 мм и толщину 12...40 мм.

4) Природные каменные материалы применяются при строительстве гидротехнических, промышленных и уникальных архитектурных сооружений.

4.7 Каменное литьё

1) Сущность и достоинства конструкционных материалов из каменного литья

Все природные каменные материалы являются веществами кристаллическими и имеют такое физическое свойство, как температура плавления. После расплавления и медленного остывания по специальной технологии при отверждении каменные материалы улучшают свою структуру и повышают природные свойства, такие как прочность, химическую стойкость и морозостойкость, снижаются хрупкость, водопоглощение и истираемость, которые присущи всем натуральным каменным материалам,. Кроме того, изделие из каменного литья сразу придают требуемую конфигурацию, заливая расплав в литейную форму, что позволяет не производить дальнейшей механической обработки.

2) Сырьё – базальт, диабаз, доломит, известняк.

3) Технология изготовления изделий из каменного литья

Плавление производят в электродуговых печах при температуре 1350...1450 °С. Расплав выливают в металлическую литейную форму, нагретую до 900 °С и выдерживают при этой температуре в течение времени, необходимого для полной кристаллизации отливки, после чего дают медленно остыть (несколько часов) для снятия внутренних напряжений.

4) Свойства

Физические:

плотность – 2700...3000 кг/м³;

теплопроводность – высокая;

электроизоляционность – высокая;

Химическая стойкость – высокая:

от действия **воды, кислот и щелочей** не разрушается;

стойкость к пару и газам – не проницаемо.

Механические:

прочность – на сжатие 250...500 МПа, на растяжение и изгиб 30...50 МПа.

твёрдость – от 6 до 7 единиц по шкале Мооса.

Технологические – обрабатывается алмазным и твёрдосплавным режущим инструментом, шлифуется и полируется абразивными и сверхтвёрдыми материалами.

Эксплуатационные:

морозостойкость – 1000 циклов заморозания-оттаивания;

огнестойкость – 700...900 °С.

5) Литые каменные материалы применяются при строительстве гидротехнических, промышленных и уникальных архитектурных сооружений, где требуются высокие эксплуатационные свойства: прочность, влагонепроницаемость химическая стойкость, сопротивление истиранию, морозостойчивость, диэлектрические свойства.

4.8 Керамика

1) Определения

Керамикой называют конструкционные материалы, изготовленные из глины путём формования в сыром виде и последующего обжига при 1000 °С для спекания её частиц между собой, и в результате приобретшие свойства камня.

Глазурь – стекляннное прозрачное или цветное покрытие керамики, прошедшей обжиг (придаёт блеск).

Ангоб – глиняное цветное покрытие формованного изделия до обжига (придаёт матовость).

2) Классификация керамических изделий

По назначению:

стенные – кирпичи и камни (блоки);

кровельные – черепица (плоские рельефные пластины);

облицовочные – покрытая глазурью плитка настенная и напольная;

электроизоляционные изделия – детали розеток, изоляторы;

изделия бытового назначения – покрытые глазурью или ангобами посуда, вазы, сосуды для жидкостей и сыпучих веществ;

санитарно-технические изделия – покрытые глазурью раковины, канализационные трубы и т. п.;

порошковые насыпные материалы – керамзит и аглопорит.

По виду структуры керамического материала:

пористые – у которых водопоглощение более 5 % по массе;

плотные – у которых водопоглощение менее 5 % по массе.

По огнестойкости керамического материала:

легкоплавкие – имеют температуру плавления ниже 1350 °С;

тугоплавкие – имеют температуру плавления 1350...1580 °С;

огнеупорные – имеют температуру плавления свыше 1580 °С.

3) Свойства керамических материалов

Физические:

плотность – 1600...1900 кг/м³;

теплопроводность – высокая у плотного, у пористого ниже в 4 раза;

электроизоляционность – высокая;

пористость – объём пор 10...40% общего объёма изделия;

паропроницаемость – высокая у пористого, у плотного ниже в 5 раз;

Химическая стойкость – высокая:

обычные – в **воде** не растворяются, от действия **кислот** и **щелочей** разрушаются;

кислотоупорные от действия **кислот** и **щелочей** не разрушаются;

Механические:

прочность на сжатие – пористые до 30 МПа, плотные до 100 МПа, на изгиб – 5...10 МПа,

твёрдость – пористые 5, плотные 7 единиц по шкале Мооса;

Технологические:

плотная керамика имеет хорошую **обрабатываемость резанием** (пиление алмазным инструментом, точение твёрдыми сплавами);

пористая керамика имеет **хрупкость** (ломается ударным инструментом).

Эксплуатационные:

морозостойкость – пористые – 15...50, плотные – 50...100 циклов замерзания-оттаивания;

огнестойкость – пористые – 900 °С, плотные – 1500...1700 °С.

4.9 Бетоны

1) Определения

Бетонная смесь – вязкий композиционный материал, изготавливаемый перемешиванием портландцемента, песка, щебня и воды в определённых пропорциях, имеющий способность отвердеть по истечении времени.

Бетонное изделие – продукт отверждения бетонной смеси, залитой в литейную форму или изготавливаемой (замешиваемой) сразу в литейной форме.

Бетон – отвердевший из бетонной смеси композиционный конструкционный материал, из которого изготовлено бетонное изделие.

Портландцемент – тонкий тёмно-серый порошок из веществ, смесь которых имеет возможность отвердеть в смеси с водой по истечении времени, используемый в качестве вяжущего вещества для замешивания бетонной смеси.

2) Классификации бетонов

По виду заполнителей:

на плотных;

на пористых;

на специальных (для придания особых свойств).

По величине объёмной массы:

особо тяжёлые – более 2500 кг/м^3 (заполнители: магнезит, барит, чугунный скрап);

тяжёлые – $2200...2500 \text{ кг/м}^3$ (заполнители: песок, гравий, щебень);

облегчённые – $1800...2200 \text{ кг/м}^3$ (заполнители: песок, гравий, щебень с добавкой керамзита);

лёгкие – $500...1800 \text{ кг/м}^3$ (заполнители: песок, керамзит);

особо лёгкие (газо- и пенобетон) – менее 500 кг/м^3 (заполнители: тонкодисперсный песок, газы или пена в порах).

3) Свойства

Физические:

объёмная масса – $250...5000 \text{ кг/м}^3$;

теплопроводность – высокая у плотного, у пористого ниже в 4 раза;

электроизоляционность – высокая;

пористость – объём пор 10...40% общего объёма изделия;

водопоглощение – у плотного 10...20% по объёму, у пористого выше до 4,5 раз;

Химическая стойкость – высокая:

обычные – в **воде** не растворяются, от действия **кислот и щелочей** разрушаются;

кислотоупорные от действия **кислот и щелочей** не разрушаются;

Механические:

прочность на сжатие – пористые до 5 МПа, плотные до 80 МПа, на изгиб – 5...7 МПа,

твёрдость – плотные 5 единиц по шкале Мооса;

Технологические:

хорошая **обрабатываемость резанием** (пиление твёрдыми сплавами);

высокая **хрупкость** (ломается ударным инструментом).

Эксплуатационные:

морозостойкость – 25...1000 циклов заморозания-оттаивания (самая высокая у особолёгких);

огнестойкость – тяжёлые 900 °С, жаростойкие до 1700 °С.

4) Состав бетонной смеси обозначают в виде расхода материалов на 1 м³ уплотнённой смеси. Например: портландцемента – 300 кг, мелкого заполнителя (песка) – 600 кг, крупного заполнителя (щебня или гравия) – 1200 кг, воды – 180 кг. Итого: вес 1 м³ бетонной смеси – 2280 кг.

5) Применение различных видов бетонов

Особо тяжёлые – специальные бетоны: огнеупорные (футеровка печей), кислотоупорные (промышленные и канализационные сооружения), морозоустойчивые (сооружения в районах крайнего севера). Марки: М400; М500; М600; М800; М900; М1000.

Тяжёлые, облегчённые – в строительстве промышленных и жилых сооружений. Марки: М50; М75; М100; М150; М200; М250; М300; М350.

Лёгкие, осолоблённые – для утепления жилых и других строительных сооружений. Марки: М15; М25; М30; М35.

Обозначение марки: М – марка бетона по прочности на сжатие, число – прочность на сжатие в кг/см² (для перевода в МПа следует умножить на 10⁻¹).

4.10 Стекло

1) Определения

Стеклом называют конструкционные материалы, обладающие оптическими свойствами: светопропускание, светоотражение, рассеивание света.

Оптика – раздел физики, изучающий процессы излучения света, его распространения и взаимодействия с веществами.

Оптический – зрительно воспринимаемый человеком результат распространения света.

2) Классификации стекла как конструкционного материала

По химическому составу:

кварцевое (SiO₂ – 99%);

силикатное (SiO₂ – 75%; Na₂O – 15%; CaO – 10%);

термостойкое (SiO₂ – 80%; MgO – 0,5%; CaO – 10%).

По назначению:

строительное – листовое оконное, витринное, стеклоблоки, облицовочное, профильное, армированное;

техническое – полированное, закалённое, эмалированное;

специальное – пропускает ультрафиолетовые лучи, с высокой термо- и химической стойкостью, изменяет силу светового потока, поглощает отдельные части светового спектра;

тарно-бытовое – посуда, ёмкости для хранения жидкостей.

3) Свойства стекла (минимальные числовые значения свойств – для неспециальных видов стекла)

Физические:

цвет – для большей прозрачности стекло изготавливают бесцветным, для окрашивания при варке в массу добавляют оксиды металлов (хром – зелёный, медь – красный, кобальт – синий, серебро – жёлтый);

плотность – 2500...6000 кг/м³;

теплопроводность – низкая;

электроизоляционность – высокая;

температура плавления – конкретная величина отсутствует, так как стекло является веществом аморфным.

Химические:

стойкость к кислотам – не разрушается от действия кислот (кроме плавиковой и фосфорной);

стойкость к воде и щелочам – высокая (процесс разрушения идёт очень медленно);

стойкость к пару и газам – практически не проницаемы.

Механические:

прочность на сжатие – 700...1000 МПа, на растяжение – 35...85 МПа, на изгиб – 50...150 МПа, на ударный изгиб – 0,2 МПа;

твёрдость – 5-7 единиц по шкале Мооса;

хрупкость – у неспециальных видов стекла чрезвычайно высока. Её обуславливает кристаллический стеклообразующий компонент SiO₂.

Технологические:

все виды стекла имеют хорошую обрабатываемость резанием (пиление алмазным инструментом, точение твёрдыми сплавами, абразивное шлифование и полирование);

все виды стекла поддаются формованию (пластическому деформированию) при температуре 800...1000 °С.

4) Виды специального стекла:

отражающее – для уменьшения нагрева солнечными лучами. Бывает двух типов: «под золото» и «под серебро», в дневное время изнутри прозрачно;

«увиолеовое» – пропускает ультрафиолетовые лучи (до 75%);

теплопоглощающее – задерживает 70...75% инфракрасных лучей, что в 2-3 раза выше, чем у обычного стекла;

закалённое – имеет в 5-7 раз более высокую прочность на изгиб и ударный изгиб, чем обычное. Термообработка закаливанием производится быстрым охлаждением потоком воздуха после нагрева до 540...650 °С. При разрушении оно рассыпается на мелкие кубические кусочки;

армированное – внутри листового стекла находится металлическая сетка, удерживающая осколки от разлетания;

ламинированное – находящийся внутри листового стекла слой полимерной плёнки (триплекс), обеспечивает удержание осколков от разлетания, два слоя плёнки между тремя слоями стекла обеспечивают пуленепробиваемость.

5) Виды изделий из стекла:

листовое оконное – толщина 2,0 – 6,0 мм марки М1 до М5;

листовое витринное – толщина 8 – 12 мм, марки М6 до М8 (чем больше число в марке, тем выше прочность);

пустотелые блоки – размеры 190*190*80 мм и 190*190*100 мм, хорошо рассеивают свет, сохраняют тепло и задерживают звук, имеют различный цвет;

стеклянные трубы – диаметр 40 – 150 мм, длина 1500 – 3000 мм, имеют высокую химическую стойкость;

различные виды **рельефного стекла** – фары, изоляторы и тому подобное.

4.11 Лабораторная работа №3

«Определение прочности цементно-песчаной смеси»

(4 часа)

1 Цель работы: закрепить теоретические положения изучения механических свойств бетонов и растворов практическими испытаниями образцов.

2 Принадлежности:

стенд испытательный МИ-40У;

компьютер;

линейка металлическая 150;

ёмкость для цемента;

ёмкость для песка строительного;

ёмкость для замешивания цементно-песчаного раствора;
ложечка для отмеривания песка и цемента;
шпатель для перемешивания смеси песка и цемента;
контейнер для формования образца;
поддержка для контейнера;
пластина ДВП для подкладывания под контейнер на столе;
изготовленные на первом занятии образцы цементно-песчаных растворов для испытаний на сжатие;
материалы: цемент марки М400, песок строительный, вода.

3 Задания на лабораторную работу

3.1 По теоретической части:

изучить механические характеристики бетонов и растворов;
изучить технологии изготовления бетонов и растворов различной прочности.

3.2 По практической части:

изготовить контейнер для изготовления образца;
изготовить образец;
испытать образец на сжатие;
заполнить совместно с другими студентами в подгруппе таблицу, приведённую в данной методичке;
построить совместно с другими студентами в подгруппе график изменения прочности растворов различных марок в зависимости от содержания цемента;
сделать вывод, какое содержание цемента, песка и воды даёт наибольшее значение прочности бетона.

4 Исходные данные для работы и расчётов

Исходные данные согласно вариантам для студентов приведены в таблице (смотри ниже), строки 1, 2, 3.

5 Порядок выполнения работы

Занятие 1

(2 часа)

1) Изготовить из картона толщиной 0,5мм:
контейнер для формования образца (полый кубик с открытым верхом и размерами внутренней поверхности 30*30*30 мм);

поддержку (круг диаметром 100 мм с квадратным отверстием в центре размерами 31,5*31,5мм).

2) Записать на поддержке ручкой заданные для замешивания доли объёма цемента и песка в цементно-песчаной смеси, дату занятия, свою фамилию и группу.

3) Надеть поддержку на контейнер на высоту 15 мм.

4) Измерить в числе ложечек ($N_{изм}$), какое количество песка войдёт в контейнер. Сложенный песок утрамбовать в контейнере осторожно, чтобы не повредить картонные стенки. Равенство количества песка в каждой ложечке определять визуально. Для запаса при расчётах общего числа ложечек (N) приплюсовать к измеренному числу ложечек ещё три:

$$N=N_{изм}+3.$$

5) По общему числу ложечек (N) рассчитать для заданных долей цементно-песчаного раствора, какое число ложечек цемента ($N_{Ц}$) и какое число ложечек песка ($N_{П}$) класть в ёмкость для замешивания, по следующим формулам.

Общее число ложечек (песка + цемента), которое требуется высыпать в контейнер:

$$N=N_{Ц}+N_{П}.$$

Число ложечек цемента, которое требуется высыпать в контейнер:

$$N_{Ц}= N*Ц / (Ц+П) .$$

Число ложечек песка, которое требуется высыпать в контейнер:

$$N_{П}= N*П / (Ц+П) ,$$

где $Ц$ – доля цемента в цементно-песчаном растворе (задано в исходных данных);

$П$ – доля песка в цементно-песчаном растворе (задано в исходных данных).

б) Тщательно замешать в ёмкости для замешивания раствор в заданных долях цемента и песка (**раствор размешивать только шпателем**) и затем вливать при помешивании воду ложечку за ложечкой до наступления пастообразного состояния раствора.

7) Сложить замешанный раствор в контейнер (уровень раствора должен быть точно по верхнему уровню контейнера). Если объёма замешанного раствора не хватило для заполнения контейнера, то следует замешать недостающее количество дополнительно в заданной пропорции.

8) Поставить контейнер на полку для затвердевания раствора.

9) Вымыть инвентарь и сдать преподавателю или лаборанту.

10) Вымыть руки с мылом.

Занятие 2

(2 часа)

1) Изучить и усвоить правила техники безопасности при работе с испытательным стендом МИ-40У (смотри Приложение).

2) Ознакомиться с правилами работы на стенде МИ-40У (смотри Приложение).

3) Взять с полки свой контейнер с образцом.

4) Аккуратно освободить образец от контейнера (можно разрезать картон шпателем или ножом, но так, чтобы не поцарапать образец). Измерить размеры поперечного сечения (мм) образца линейкой с точностью до 0,5 мм, зарисовать образец и записать размеры в таблицу.

5) Включить стенд МИ-40У и установить свой образец на испытательный круглый столик стенда, предварительно подложив под образец лист любой бумаги форматом не менее А4 для сбора раскрошившихся кусочков разрушенного образца.

6) Испытать образец на сжатие (приложение Б).

7) Зафиксировать величину разрушающей силы P_p (Н) на мониторе компьютера и записать её в таблицу.

8) Определить величину временного сопротивления (прочности, Н/мм²) материала образца сжатию по формуле:

$$R_C = P_P / F ,$$

где F – площадь поперечного сечения образца, мм². Её рассчитать по значениям размеров поперечного сечения образца, записанных в пункте 4) занятия 2.

8) Занести полученное значение прочности в таблицу в графу, соответствующую вашему варианту заданной пропорции цемента и песка в растворе.

9) Если с такими же долями цемента и песка есть образцы, с которыми занимались другие студенты, то записать в эту же графу их результаты, найти среднее значение прочности и занести его в эту же графу таблицы.

10) Используя значения испытаний образцов с другими долями цементно-песчаной смеси, с которыми занимались другие студенты, построить график изменения прочности цементного раствора в зависимости от соотношения долей цемента и песка в растворе. По оси ординат (вертикальная) откладывают прочность образцов (Н/мм²), по оси абсцисс (горизонтальная) – варианты долей объёма цемента и песка согласно таблице.

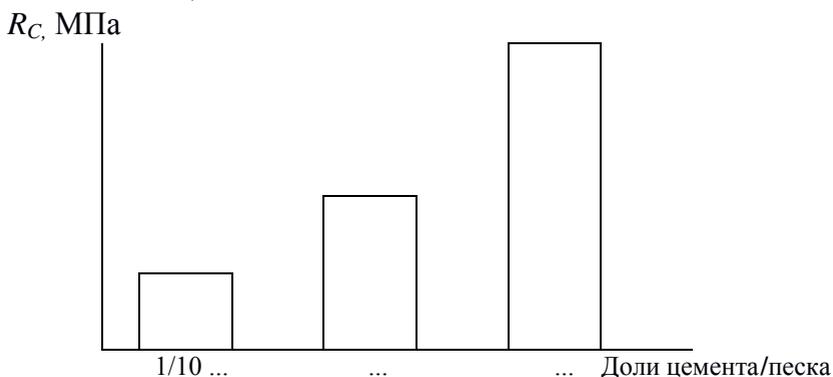


Рисунок 4.11 – График прочности цементно-песчаных смесей

6 Вывод

Анализируя график, построенный на основании опытных данных, занесённых в таблицу, сделать вывод: как влияет на прочность цементно-песчаной смеси долевое содержание в ней цемента?

7 Результаты измерений и расчётов оформляются в виде таблицы.

Таблица – Данные по лабораторной работе

№ строки	Исходные данные							
1	№ варианта	1	2	3	4	5	6	7
2	C – доля объёма цемента	1	1	1	1	1	1	1
3	P – доля объёма песка	10	7	5	4	3	2,5	2
4	Результаты измерений и расчётов							
5	R_p – разрушающая сила, Н	1 2 Ср.	Др.	Др.	Др.	Др.	Др.	Др.
6	F – площадь поперечного сечения образца, мм ²	Д. Ш. Пл.	-	-	-	-	-	-
7	R_c – прочность на сжатие, Н/мм ²							

Пояснения к таблице (в строке 5):

«1» и «2» – значения для образцов двух студентов с одинаковыми долями объёма песка и цемента (ставится в столбец со своим вариантом цементно-песчаной смеси);

Ср. – среднее значение, которое рассчитывается по измерениям для образцов с одинаковыми долями объёма песка и цемента;

Др. – значения измерений, полученные другими студентами;

Д., Ш., Пл. – длина, ширина и площадь поперечного сечения образца соответственно (записывается только для своего варианта цементно-песчаной смеси).

8 Содержание отчёта по пунктам

Пункт 1: Цель работы.

Пункт 2: Перечень принадлежностей.

Пункт 3: Порядок выполнения работы.

Пункт 4: Исходные данные для работы и расчётов.

Пункт 5: Рисунок 1 – Эскиз внешнего вида и размеров испытываемого образца.

Пункт 6: Таблица записи результатов измерений и расчётов.

Пункт 7: Рисунок 2 – График изменения прочности образцов.

Пункт 7: Вывод.

9 Контрольные вопросы

1 Что такое «материал»?

2 Что называют прочностью материала?

3 Что из себя представляет портландцемент?

4 Что такое бетон?

5 Что такое тяжёлый бетон?

6 Что такое лёгкий бетон?

7 Что такое раствор?

8 Как влияет на прочность цементно-песчаного раствора количество долей содержания в нём цемента?

9 В каких единицах измеряются прочностные характеристики бетонных строительных материалов?

ПРИЛОЖЕНИЕ А

к лабораторной работе №3

Правила техники безопасности при выполнении работы с применением механического прессы МИ-40У

1 Опасности в работе:

порезы пальцев рук об острые рёбра образцов;
прищемление пальцев движущимися деталями прессы при приведении его в действие;

порезы пальцев рук об острые заусенцы, которые могут быть на образцах, разрушенных после сжатия прессом.

поражение электротоком при наличии оголённой электропроводки на прессе или компьютере.

2 До начала выполнения работы

Работу на прессе начинать только после ознакомления с правилами техники безопасности и получения инструктажа от преподавателя или лаборанта с обязательной росписью в журнале по охране труда.

Испытание начинать только после ознакомления с правилами пользования прессом.

Запрещается включать пресс в отсутствие преподавателя или лаборанта и без их разрешения.

3 В процессе выполнения работы

Не толпиться возле прессы, соблюдать очередность выполнения работ.

Управлять движением траверсы прессы только через монитор компьютера.

При работе прессы образец для испытания на сжатие должен быть аккуратно уложен на рабочем столике прессы.

Не вставлять пальцы рук в щели между деталями в прессе и не притрагиваться к образцу после приведения в движение траверсы прессы.

В случае ранения пальцев рук обращаться к лаборанту или преподавателю.

В случае опасности прищемления пальцев выключить пресс **большой красной кнопкой на прессе** и сообщить об этом преподавателю или лаборанту.

Запрещается оставлять без надзора пресс с движущейся траверсой.

Выключить движение траверсы прессы **большой красной кнопкой на прессе или виртуальным пультом на мониторе** при обнаружении механических неисправностей или оголённой

электропроводки и сообщить об этом преподавателю или лаборанту.

4 После выполнения работы

После разрушения образца остановить движение traversы пресса и сообщить об окончании испытания преподавателю или лаборанту.

Сдать разрушенные образцы и мерительный инструмент преподавателю или лаборанту.

Вычистить пресс кисточкой от крошек образцов .

Вымыть руки с мылом.

Приложение Б

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

к лабораторной работе №3

Порядок действий при испытании образца на сжатие на с применением механического пресса МИ-40У

1) На рабочем столе компьютера кликнуть дважды на рисунок с изображением шестерни.

2) В открывшемся файле кликнуть на адрес «Порт».

Далее кликать, не пропуская ни одного пункта с адресом.

3) «Открыть».

4) «СОМ 1»

5) «ОК»

6) «Установить связь»

7) «Образец установлен»

8) «Вводные данные» (заполнить в графах на мониторе каждую строку размеров образца)

9) «Сжатие»

10) «Ок»

11) «График»

12) «Сетка 0,05»

13) «Предельное – 30» – ввести значение вдавливающей нагрузки.

14) «Скорость 10 мм/мин»

15) Кликнуть на стрелку, указывающую вниз.

16) В момент остановки движения вниз траверсы прессы выключить пресс большой красной кнопкой на прессе или на мониторе.

17) Кликнуть на стрелку, указывающую вверх, и через пять секунд остановить пресс красной кнопкой.

18) Убрать с прессы лист бумаги с остатками образца.

19) Очистить кистью стол прессы от возможных остатков разрушенного образца в совок.

4.12 Практическое занятие №6: семинар «Виды минеральных конструкционных материалов»

(2 часа)

На семинаре обсуждаются следующие вопросы.

1 Объяснить значение терминов «природные каменные материалы» и «минералы».

2 Классификация природных каменных материалов по виду поверхности после механической обработки.

3 Классификация природных каменных материалов по способу изготовления изделий.

4 Свойства природных каменных материалов.

5 Виды и применение природных каменных материалов.

6 Сущность и достоинства конструкционных материалов из каменного литья.

7 Сырьё и технология изготовления изделий из каменного литья.

8 Свойства и применение природных каменных материалов.

9 Классификация керамических изделий по назначению.

10 Что такое «керамика» как конструкционный материал?

11 Классификации керамических изделий по виду структуры керамического материала и огнестойкости керамического материала.

12 Свойства керамических материалов физические и химические.

13 Свойства керамических материалов механические, технологические, эксплуатационные.

14 Что такое «бетонная смесь», «бетон».

15 Классификации бетонов.

16 Свойства бетонов физические и химические.

17 Свойства бетонов механические, технологические, эксплуатационные.

18 Состав бетонной смеси и применение бетонов.

19 Объяснить значение терминов «стекло» и «оптический».

20 Классификации стекла как конструкционного материала.

21 Свойства стекла физические и химические.

22 Свойства стекла механические и технологические.

23 Виды специального стекла.

24 Виды изделий из стекла.

Ход обсуждения: преподаватель задаёт студентам вопрос: желающие отвечают. Если нет желающих, преподаватель спрашивает по списку. Для зачёта по семинару необходимо ответить на два вопроса не менее.

5 КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Свойства сплавов металлов, такие как высокая прочность, ударная вязкость и другие, необходимые для эксплуатации деталей в машинах, обеспечивают работу последних на должном уровне показателей, например, скорости и мощности. Однако, повышение этих показателей сопровождается увеличением веса деталей, соответствующих своими размерами возникаемым напряжениям материалов, поэтому задача облегчения конструкций машин актуальна для дальнейшего развития техники. Эту задачу успешно выполняют композиционные материалы на основе лёгких сплавов и имеющих повышенные свойства упрочнителей. Задавая при изготовлении необходимое содержание упрочнителя в общем объёме композита, возможно получение требуемого значения его какого-либо свойства, например, повышение прочности на растяжение или изгиб у достаточно хрупкого и непрочного, но наиболее лёгкого из всех металлических сплавов – магниевого в сочетании со стальными проволоками. Магний обеспечивает

легкость детали и сохранность стали от коррозии, а сталь – прочность в указанных направлениях нагрузки. Деталь в этом случае конструируется с нужным расположением проволок. Специально собранный каркас из проволок закладывают в литейную форму в определённом положении и затем заливают сплавом из лёгкого металла.

5.1 Дисперсные металлические композиционные материалы

Материалы указанного в названии типа имеют матрицу из лёгкого металла и мелкодисперсный порошковый упрочнитель, представляющий собой оксиды, карбиды или нитриды этого же металла. Размеры частиц составляют 0,1 мм не более и их количество в общем объёме не превышает 15%. Положительным их свойством, кроме перечисленного выше, является и то, что частицы упрочнителя имеют в трёх измерениях примерно одинаковые размеры (нуль-мерный упрочнитель) и их свойства, в отличие от волокнистого упрочнителя, одинаковы во всех направлениях.

1) Композиционные материалы на основе алюминия

Упрочнитель – оксид Al_2O_3 . Марки: САП-1; САП-2; САП-3.

Буквы обозначают: спечённая алюминиевая пудра, цифры – условный номер (чем больше цифра, тем выше прочность $\sigma_B = 110...130$ МПа при повышенных температурах 300...400 °С). Высокое значение удельной прочности.

Упрочнитель – карбид Al_4C_3 . Марка: ДКМ А1-3% Al_4C_3 .

Буквы обозначают: дисперсный композиционный материал, остальное – химический состав. Прочность $\sigma_B = 70$ МПа при повышенных температурах 500 °С). Высокое значение удельной прочности.

Применение: лопатки турбин, детали компрессоров, вентиляторов, работающих при высоких температурах.

2) Композиционные материалы на основе магния

Упрочнитель – оксид MgO . Марка: ДКМ Mg-1% MgO .

Буквы обозначают: дисперсный композиционный материал, остальное – химический состав. Прочность $\sigma_B = 60$ МПа при повышенных температурах 400 °С). Значение удельной прочности выше, чем у композиционных материалов на основе алюминия.

Применение: корпусные детали минимальной массы и повышенной прочности в авиационной и ракетной технике.

5.2 Волокнистые металлические композиционные материалы

Материалы указанного в названии типа имеют матрицу из лёгкого металла и упрочнитель, представляющий собой моноволокна диаметром от тысячных до десятых долей миллиметра, пучки волокон, проволоки и прутки из более прочного металла. Их количество в общем объёме 5...25% (стальная проволока) и 50% (волокна бора). Отличительным свойством волокнистого (одномерного) упрочнителя является ориентированность волокон в одном направлении: только в этом случае в этом направлении достигается наибольшая прочность на разрыв и изгиб. Изменение направления волокон под углом к направлению основной нагрузки снижает величину соответствующего сопротивления, но повышает его в других направлениях.

Композиционные материалы на основе алюминия

1) Упрочнитель – проволока из стали марки X18H9T. Марки: композит АД1; композит АМг6, КАС-1.

Буквы обозначают материал матрицы – алюминиевый деформируемый сплав дуралюмин, цифры – условный номер.

Прочность $\sigma_B = 160...1000$ МПа при нормальных температурах. Высокое значение удельной прочности относительно простых алюминиевых сплавов и даже стали.

2) Упрочнитель – волокна бора или углерода. Марки соответственно: ВКА-1, ВКУ-1.

Буквы обозначают: В – высокопрочный, К – композит, А – алюминиевый, У – углеродный; цифра – условный номер.

Прочность $\sigma_B = 1100...1400$ МПа при нормальной и 600 МПа при повышенных температурах 500 °С. Значение удельной прочности за счёт малой плотности магния выше, чем у других композиционных материалов на основе алюминия.

3) Применение: детали, испытывающие высокие нагрузки при высоких температурах: корпусные детали распределительных аппаратов, заслонки, клапаны авиационной и ракетной техники.

5.3 Пластинчатые металлические композиционные материалы

Материалы указанного в названии типа имеют матрицу из сплава лёгкого металла и упрочнитель, моноволокна которого являются химическими соединениями этого металла с легирующими компонентами и возникают непосредственно в процессе его кристаллизации по определённым режимам, причём варьируя содержанием доли упрочнителя в общем объёме, возможно ориентировать волокна в нужном направлении: вдоль нагрузки или под углом к ней. При этом прочность имеет максимальное значение только вдоль нагрузки, но величина прочности падает с увеличением угла поворота волокна. Проведение кристаллизации сплава с эвтектоидным (процентное содержание компонентов сплава под низшей точкой температуры плавления) содержанием компонентов позволяет получать пластинчатую форму волокон, что несколько снижает прочность сплава в целом, но зато делает её равномерной во всех направлениях.

1) Композиционные материалы на основе алюминия

Упрочнитель – химические соединения Al_3Ni и $CuAl_2$. Марки соответственно: ЭКМ Al- Al_3Ni и ЭКМ Al- $CuAl_2$.

Буквы обозначают: Э – эвтектоидный, К – композиционный, М – материал.

Прочность $\sigma_B = 340$ и 650 МПа соответственно при нормальных температурах. При повышенных температурах оба указанных ЭКМ уменьшают прочность на разрыв в 5 и 8 раз, но

сохраняют стабильность структуры: волокна не изменяют своей формы. Высокое значение удельной прочности относительно простых алюминиевых сплавов и даже стали. Снижение трудоёмкости изготовления деталей, так как упрочнитель сам образуется внутри матрицы при кристаллизации.

2) Применение: в самолёто- и ракетостроении – детали, испытывающие высокие нагрузки при высоких температурах, в электротехнической промышленности – высокопрочные электрические провода, детали токопроводящей аппаратуры.

5.3 Волокнистые неметаллические композиционные материалы

Материалы указанного в названии типа имеют матрицу из лёгкого полимера и упрочнитель, представляющий собой нитевидные кристаллы бора, углерода и различных соединений: оксидов, нитридов, карбидов химических элементов.

Отличительным свойством волокнистого (одномерного) упрочнителя является ориентированность волокон в одном направлении: только в этом случае в этом направлении достигается наибольшая прочность на разрыв и изгиб. Изменение направления волокон под углом к направлению основной нагрузки снижает величину соответствующего сопротивления, но повышает его в других направлениях.

1) Композиционные материалы с полимерным связующим

Упрочнитель – углеродные волокна. Марки: КМУ-1, КМУ-2. Название: углепластики или карбоволокниты.

Буквы обозначают: К – композиционный, М – материал, У – с углеродным упрочнителем; цифры – условный номер.

Прочность вдоль волокон $\sigma_B = 740...900$ МПа, поперёк – $\sigma_B = 100$ МПа при нормальных температурах. Высокое значение удельной прочности относительно простых алюминиевых сплавов и даже стали.

Термическая стойкость соответственно 100 и 300 °С.

2) Упрочнитель – волокна бора. Марки: КМБ-1; КМБ-2.

Буквы обозначают: К – композитный, М – материал, Б – с волокнами бора; цифра – условный номер.

Прочность при сжатии $\sigma_B = 1200$ МПа, при изгибе $\sigma_B = 1600$ МПа при нормальных температурах. Высокое значение удельной прочности относительно простых алюминиевых сплавов и даже стали.

Термическая стойкость соответственно 200 и 300 °С.

3) Применение: в самолёто- и ракетостроении – детали, испытывающие высокие нагрузки при высоких температурах: рамы солнечных батарей, лопасти винта вертолёт, лопасти турбин, компрессоры, детали авиационных двигателей.

5.5 Практическое занятие №7

Семинар «Виды композиционных конструкционных материалов» (2 часа)

На семинаре обсуждаются следующие вопросы.

1 Что такое композиционные материалы?

2 Характеристика и особенности дисперсных металлических композиционных материалов.

3 Дисперсные композиционные материалы на основе алюминия с упрочнителем оксидом алюминия.

4 Дисперсные композиционные материалы на основе алюминия с упрочнителем карбидом алюминия.

5 Дисперсные композиционные материалы на основе магния.

6 Характеристика и особенности волокнистых металлических композиционных материалов.

7 Волокнистые композиционные материалы на основе алюминия с упрочнителем – проволокой из стали.

8 Волокнистые композиционные материалы на основе алюминия с упрочнителем – волокнами бора или углерода.

9 Характеристика и особенности пластинчатых металлических композиционных материалов.

10 Пластинчатые композиционные материалы на основе алюминия с упрочнителем – химическим соединением Al_3Ni .

11 Пластинчатые композиционные материалы на основе алюминия с упрочнителем – химическим соединением CuAl_2 .

12 Характеристика и особенности волокнистых неметаллических композиционных материалов

13 Композиционные материалы с полимерным связующим и упрочнителем – углеродные волокна.

14 Композиционные материалы с полимерным связующим и упрочнителем – борные волокна.

Ход обсуждения: преподаватель задаёт студентам вопрос: желающие отвечают. Если нет желающих, преподаватель спрашивает по списку. Для зачёта по семинару необходимо ответить на два вопроса не менее.

6 ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

6.1 Литьё

1) Определения

Литьё – способ обработки материалов, имеющих температуру плавления, с целью изготовления заготовок любой сложной конфигурации путём заливки расплава в литейную форму, содержащую внутреннюю полость с контуром, соответствующим поверхностям детали, которую надо изготовить.

Модель заготовки – предназначена для изготовления контура внутренней полости литейной формы. Бывает металлической, деревянной, пластмассовой, парафиновой.

Литниковая система – предназначена для обеспечения подвода льющегося расплава внутрь полости литейной формы, а также выпуска излишков металла и газов наружу.

Отливка – продукт литейного производства, заготовка для детали, изготовленная литьём.

2) Виды процессов изготовления отливок

Литьё в песчаные формы:

материал формы – формовочная смесь: песок, глина, влага;

материал модели заготовки и литниковой системы – древесина;

материал заготовки – литейный чугун;

оборудование и материалы: подмодельная плита, опока (ящик без дна) для смеси, древесина, песок, глина, пневмозубило для разрушения формы и отрубания литников;

достоинства: низкая себестоимость изготовления отливок, моделей и литейных форм;

недостатки: низкая производительность процесса литья, низкое качество поверхностей и размеров отливки, возможность наличия газовых пузырей внутри отливки, срок службы формы – одна отливка, ручной труд, вредные условия производства, штучное и мелкосерийное производство.

Литьё в кокиль (металлические формы):

материал формы – жаростойкая сталь;

материал заготовки – литейный чугун, сталь, медные и алюминиевые литейные сплавы;

оборудование и материалы: литейная форма с литниковой системой из жаростойкой стали, машина соединения и разъёма формы, пневмозубило для отрубания литников;

достоинства: низкая себестоимость изготовления отливок, высокие точность размеров и формы, качество поверхности отливки, производительность труда, большой срок службы формы, массовое производство;

недостатки: высокая стоимость оборудования, возможность наличия газовых пузырей внутри отливки.

Литьё под давлением:

материал формы – жаростойкая сталь;

материал заготовки – литейный чугун, сталь, медные и алюминиевые литейные сплавы;

оборудование и материалы: литейная форма с литниковой системой из жаростойкой стали, машина для литья под давлением и соединения и разъёма формы, пневмозубило для отрубания литников;

достоинства: низкая себестоимость изготовления отливок, высокие точность размеров и формы, качество поверхности

отливки, отсутствие газовых пузырей в отливке, высокая производительность труда, большой срок службы формы, массовое производство;

недостатки: высокая стоимость оборудования.

Литьё по выплавляемым моделям:

материал формы – смесь кварцевого песка и синтетической бакелитовой смолы;

материал модели заготовки и литниковой системы – парафин.

материал заготовки – сталь, медные и алюминиевые литейные сплавы;

оборудование и материалы: опока с песком для установки формы, ёмкость с жидкой смолой, печь для сушки формы, шлифмашинка для отрезания литников;

достоинства: высокие точность размеров и формы, качество поверхности отливки, производительность труда, серийное производство;

недостатки: высокая стоимость оборудования, возможность наличия газовых пузырей внутри отливки, ручной труд.

Литьё в оболочковые формы:

материал формы – смесь кварцевого песка и синтетической бакелитовой смолы;

материал модели заготовки и литниковой системы – пластмасса, металл.

материал заготовки – сталь, медные и алюминиевые литейные сплавы;

оборудование и материалы: машина для опрокидывания формы при изготовлении, подмодельная плита, ящик с песком для установки формы, ёмкость с жидкой смолой, печь для сушки формы, шлифмашинка для отрезания литников;

достоинства: высокие точность размеров и формы, качество поверхности отливки, серийное производство;

недостатки: высокая стоимость оборудования, возможность наличия газовых пузырей внутри отливки.

Литьё центробежное:

материал формы – жаростойкая сталь;

материал заготовки – литейный чугун, сталь;

оборудование и материалы: литейная форма из жаростойкой стали, установленная в машине для центробежного литья и соединения и разъёма формы;

достоинства: низкая себестоимость изготовления отливок, высокие точность размеров и формы, качество поверхности отливки, отсутствие газовых пузырей в отливке, высокая производительность труда, большой срок службы формы, массовое производство;

недостатки: отливки по форме только круглые и с центральным отверстием, высокая стоимость оборудования.

Технология литья: изготавливают литейную форму, расплавляют металл и заливают в форму. После отверждения расплава форму разбирают (раскрывают), достают отливку и удаляют (отрезают) литники.

6.2 Пластическое деформирование

1) Определения

Пластическое деформирование – способ изготовления металлических заготовок путём приложения извне усилия к металлу, находящемуся в состоянии высокой пластичности.

ОМД – аббревиатура общего обозначения многообразия способов пластического деформирования металлов (обработка металлов давлением).

2) Виды способов ОМД

Прокатка – процесс обжатия слитка металла, нагретого до 800...1000 °С, вращающимися валками прокатного стана.

Прокатный стан – механический пресс, который деформирует заготовку между вращающимися валками, перемещая её возвратно-поступательно и периодически переворачивая на 90 градусов вокруг оси движения.

Исходная заготовка – стальной слиток из сталелитейного цеха.

Продукция прокатки – листовые или профильные (сортамент) длинномерные стальные заготовки, предназначенные для дальнейшей обработки резанием: листы, пластины, круг, рельс,

квадрат (называемые так по своему поперечному сечению) и тому подобное.

Технология прокатки: слиток многократно пропускают между верхним и нижним валками, и с каждым пропуском расстояние между валками уменьшается: металл слитка вытягивается в длину и ширину.

Свободная ковка – при ручной ковке ударный инструмент – молот оказывает многократное прерывистое воздействие на нагретую до 800...1000 °С стальную заготовку, лежащую на наковальне, и она, деформируясь под ударами, приобретает заданную форму и размеры.

Ковочный молот (пневматический или механический) – осуществляет машинную ковку деталей средних размеров.

Ковочный пресс (гидравлический) – осуществляет машинную ковку деталей крупных размеров.

Операции свободнойковки: осадка, высадка, вытяжка, прошивка, гибка, рубка, кузнечная сварка, кручение.

Технологияковки: кузнец клещами поворачивает лежащую на столе прессы заготовку, а боёк, закреплённый на движущемся вниз пуансоне, ударяет по нужному месту заготовки.

Штамповка – формообразование стальной заготовки происходит в штампе при силовом смыкании нижней и верхней его разъёмных частей, в которых выполнены рабочие полости (углубления) по форме заготовки. Форма и размеры поковки (штампованной заготовки) гораздо ближе к детали, чем при ковке. Верхняя часть штампа закреплена на пуансоне,двигающемся вверх и вниз, а нижняя часть – на столе прессы.

Штамповочные прессы гораздо мощнее ковочных, так как они должны сформировать заготовку за один удар пуансона.

Штамповка бывает: горячей и холодной, листовой и объёмной.

Штампы бывают одно- и многоручьевые (предусматривающие несколько переходов формообразования заготовки), открытыми и закрытыми (безоблойными).

Сортамент штампованных изделий: от деталей часов до днищ паровых котлов.

Волочение – процесс ОМД, при котором заготовку в виде проволоки или прутка протягивают через отверстие инструмента – волоку (фильеру), площадь сечения которого меньше площади сечения заготовки. В результате сечение проволоки уменьшается в размере, а длина увеличивается.

Коэффициент вытяжки за один проход – 1,2...1,6, а за несколько – достигает 6,5, то есть длина проволоки увеличивается в 6,5 раза. Профиль продукции обеспечивается формой отверстия в волоке, изготавливаемой из инструментальных углеродистых сталей от У8А до У12А., а для проволоки диаметром менее 0,3 мм – из алмаза.

Прессование – процесс ОМД, заключающийся в выдавливании металла пуансоном из закрытого контейнера через отверстие в матрице, профиль заготовки определяется профилем отверстия.

Сортамент прессованных изделий: прутки, трубы, детали в виде стержня, имеющего сложное поперечное сечение (уголок, квадрат, звёздочка и тому подобное).

6.3 Порошковая металлургия

1) Определения

Металлургия – производство металлов и сплавов и их термическая и химическая обработка.

Порошковая металлургия – технология изготовления заготовок и деталей из металлических порошков.

Брикет – плитка из спрессованного материала.

2) Технология порошковой металлургии:

производство порошков из металла;

прессование порошка в брикеты по форме детали;

спекание брикетов при температуре 0,4...0,9 температуры плавления основного металла, содержащегося в брикете;

в результате получают пористую металлическую деталь.

3) Материал порошков: стальные, кобальтовые, медные, никелевые, карбидовольфрамовые, карбидтитановые, оксидаалюминиевые и другие.

4) Достоинства технологии:

невысокая трудоёмкость изготовления деталей сложных форм, которые невозможно изготовить другими способами;

высокая точность исполнения размеров: максимально близко к размерам детали: коэффициент использования материала 0,95...1, и в большинстве случаев не требуется дальнейшая механическая обработка;

невысокая себестоимость изготовления детали;

возможность получения псевдосплавов металлов с неметаллами (например, медь и графит);

возможность пропитки пористых изделий порошковой металлургии веществами, снижающими коэффициент трения.

5) Недостатки материала из спечённого порошка:

высокая пористость снижает механические свойства материала детали по сравнению с другими способами изготовления металлических заготовок;

возможность изготовления деталей только небольших размеров.

6) Применение: изготовление деталей небольших размеров и сложной формы, имеющих низкий коэффициент трения и не подвергающихся высоким нагрузкам, корпусные и навесные детали огнестрельного оружия и других аппаратов и приборов.

6.4 Термическая обработка металлов

1) Определения

Термическая обработка металлов – это процессы температурного воздействия на заготовки из металлических сплавов с целью придания последним заданных механических и эксплуатационных свойств.

Критическая скорость закалки – величина скорости охлаждения заготовки, при которой и выше возможна закалка.

2) Виды термической обработки (ТО)

Отжиг – процесс ТО, состоящий в медленном нагреве заготовки до определённой температуры, выдержке при ней и очень медленном охлаждении (внутри выключенной печи, где

заготовка нагревалась) с целью снижения твёрдости и повышения пластичности.

Нормализация – процесс ТО, состоящий в медленном нагреве заготовки до определённой температуры, выдержке при ней и медленном охлаждении на спокойном воздухе с целью уменьшения внутренних напряжений в материале отливок, сварных швов, поковок после холодного пластического деформирования.

Закалка – процесс ТО, состоящий в медленном нагреве заготовки до определённой температуры, выдержке при ней и быстром охлаждении с целью повышения твёрдости и изменения пластичности (у разных сплавов – по разному).

Закалочными средами являются вода для углеродистых сталей, водные растворы солей для специальных сталей. масло для легированных сталей и воздух для некоторых марок и тех, и других, и третьих.

Недостаток закалки – чем выше твёрдость сплава, тем выше хрупкость заготовки.

Отпуск – процесс ТО, применяемый после закалки и состоящий в нагреве заготовки до определённой температуры, выдержке при ней и медленном охлаждении на спокойном воздухе с целью проведения структурных превращений в материале заготовки для снижения хрупкости.

Низкий отпуск (120...250 °С) – применяют для инструментальных сталей для снижения хрупкости при незначительном уменьшении твёрдости режущих инструментов.

Средний отпуск (350...450 °С) – применяют для придания деталям из высокоуглеродистых сталей значительной упругости при достаточной вязкости (пружины, рессоры, амортизаторы).

Высокий отпуск (450...650 °С) – применяют для придания деталям из среднеуглеродистых сталей лучшего сочетания прочности, пластичности и вязкости (валы, зубчатые колёса и тому подобное).

6.5 Лабораторная работа №4
«Изготовление заготовок литьём в металлические
формы»
(2 часа)

1 Цель работы

1.1 Изучение технологии изготовления металлических заготовок способом литья в металлические формы.

1.2 Ознакомление с оборудованием литейного производства заготовок.

1.3 Усвоение правил техники безопасности при изготовлении заготовок литьём в металлические формы.

2 Оборудование, инструмент, принадлежности, материалы:

электропечь камерная;
верстак слесарный;
форма литейная металлическая;
ёмкость плавильная;
щипцы металлические;
тисы слесарные;
молоток слесарный;
стержень для выбивания отливки;
металл – олово в кусках
халат или фартук с нарукавниками.

3 Задания на лабораторную работу

3.1 По теоретической части:

изучить технологию способов изготовления металлических заготовок различными способами литья (смотри библиографический список). Знать правила техники безопасности при изготовлении заготовок литьём в металлические формы (смотри приложение).

3.2 По практической части:

научиться подготавливать металлическую литейную форму для заливки жидкого металла и изготавливать отливки.

4 Порядок выполнения работы

4.1 Изучение и усвоение правил техники безопасности при изготовлении заготовок литьём в металлические формы (приложение).

4.2 Изучение конструкции металлической формы для литья:

выполнить эскиз формы для литья в двух проекциях: вид изнутри в раскрытом состоянии и вид сверху в закрытом состоянии. Указать на эскизе отверстие для заливки расплавленного металла и рукоятки для удержания формы;

выполнить учебную подготовку формы к заливке металла (без самой заливки): совместить обе полуформы в закрытое состояние и зажать в слесарные тисы.

4.3 Изучение принципа действия нагревательного оборудования для плавления металла: нарисовать схему расположения плавильной ёмкости в используемом нагревательном оборудовании, захвата её щипцами и заливки металла в литейную форму;

выполнить учебные действия по захвату и удержанию щипцами плавильной ёмкости (без расплавленного металла).

4.4 Практическое осуществление процесса литья металла:

установить литейную металлическую форму в слесарные тисы и прочно зажать в них;

положить кусок олова в плавильную ёмкость;

поставить плавильную ёмкость в печь;

нагреть до температуры плавления и дождаться полного расплавления металла;

взять щипцами плавильную ёмкость с расплавленным металлом и поднести к заливному отверстию литейной формы;

аккуратно залить расплавленный металл в отверстие, не прерывая поток до полного заполнения внутренней полости формы;

дождаться отверждения металла (становление поверхности залитого металла матовой);

разжать тисы, достать форму, удерживая её за рукоятки, раскрыть легкими ударами молотка;

зажать полуформу с прилипшей отливкой в тисы и легкими ударами молотка по стержню для выбивания аккуратно выбить отливку из полуформы.

Предупреждение! Отливка может упасть на пол. Не трогать руками отливку до полного остывания (не менее 30 секунд).

5 Контрольные вопросы

1 Изготовление отливок литьем по выплавляемым моделям.

1.1 Сущность метода и область применения.

1.2 Технология получения отливок.

2 Изготовление отливок литьем в оболочковые формы.

2.1 Сущность метода и область применения.

2.2 Технология изготовления оболочковой формы.

3 Изготовление отливок в металлических формах.

3.1 Сущность метода и область применения.

3.2 Конструкция кокиля.

4 Изготовление отливок литьем под давлением.

4.1 Сущность метода и область применения.

4.2 Оборудование и технология литья под давлением.

5 Изготовление отливок центробежным литьем.

5.1 Сущность метода и область применения.

5.2 Центробежный способ литья при изготовлении чугунных труб.

Кроме означенных выше вопросов **необходимо быть готовым** к ответу на вопросы по содержанию рисунков, по ходу выполнения работы и правилам техники безопасности при её выполнении.

6 Содержание отчёта по пунктам

Пункт 1: Цель работы.

Пункт 2: Перечень принадлежностей.

Пункт 3: Порядок выполнения работы.

Пункт 4: Рисунок 1 – Эскиз (фото) внешнего вида отливки.

Пункт 5: Рисунок 2 – Эскиз (фото) литейной металлической формы в раскрытом и закрытом состояниях.

Пункт 6: Рисунок 3 – Эскиз (фото) процесса заливки металла в кокиль.

Пункт 7: Вывод.

ПРИЛОЖЕНИЕ к лабораторной работе №4

Правила техники безопасности при проведении лабораторной работы по литью металла в металлическую форму

1 Опасности в работе:

поражение электротоком от токопроводящих кабелей и электропечи;

воспламенение одежды от расплавленного металла;

ожоги частей тела расплавленным металлом;

ожоги рук горячими предметами и оборудованием;

падение на ноги тяжёлых металлических предметов;

удары молотком по пальцам.

2 До начала выполнения работы

Работу начинать только после ознакомления с правилами техники безопасности и получения инструктажа от преподавателя или лаборанта с обязательной росписью в журнале по охране труда.

Надеть халат или фартук с нарукавниками. Девушкам повязать на голову косынки.

Не создавать толчею возле рабочих мест у плавильной печи и слесарного верстака.

Не включать самостоятельно и не выключать электроплавильную печь.

3 В процессе выполнения работы

Не брать в руки рабочие инструменты без команды преподавателя или лаборанта.

Рабочие движения должны быть плавными, без толчков и рывков.

Не создавать толчею возле рабочих мест у плавильной печи и слесарного верстака.

Не прикасаться руками к горячим предметам и к корпусу плавильной печи.

Не прикасаться руками к электропроводам.

Брать плавильную ёмкость только щипцами.

Трогать отливку только после полного остывания (через 30 секунд после освобождения от формы).

4 После выполнения работы

Аккуратно положить рабочий инструмент на верстак.

Снять халат и сдать его преподавателю или лаборанту.

Сдать изготовленную отливку преподавателю или лаборанту.

Вымыть руки с мылом.

6.6 Практическое занятие №8: семинар «Технологии изготовления заготовок» (2 часа)

На семинаре обсуждаются следующие вопросы.

1 Литьё. Определения.

2 Литьё в песчаные формы.

3 Литьё в кокиль.

4 Литьё под давлением.

5 Литьё по выплавляемым моделям.

6 Литьё оболочковое.

7 Литьё центробежное.

8 Прокатка.

9 Свободная ковка.

10 Штамповка.

11 Волочение.

12 Прессование.

13 Определения и технология порошковой металлургии.

14 Достоинства технологии порошковой металлургии.

15 Недостатки порошкового материала.

16 Определения термической обработки металлов.

17 Отжиг.

18 Нормализация.

19 Закалка.

20 Отпуск.

Ход обсуждения: преподаватель задаёт студентам вопрос: желающие отвечают. Если нет желающих, преподаватель спрашивает по списку. Для зачёта по семинару необходимо ответить на два вопроса не менее.

6.7 Точение

1) Определения

Точение – способ обработки круглых заготовок резанием, обеспечивающий изготовление всех видов поверхностей вращения путём снятия слоя материала с зажатой в патрон токарного станка заготовки режущим инструментом – резцом на токарном станке, осуществляющем вращение заготовки и одновременное врезание резца продольным или поперечным относительно оси вращения движением подачи.

Резец – состоит из призматической державки и заострённой головки с режущими кромками и одной прямой вершиной (проходной резец) или двумя: прямой и боковой (правой или левой) вершинами (проходной резец с отогнутой головкой). Материал режущей части – пластина из быстрорежущих инструментальных сталей (P18, P6M5 – для качественного точения), твёрдых сплавов (Т15К6, ТТ7К12, ВК2 - ВК8 – для высокопроизводительного точного точения), синтетических сверхтвёрдых материалов (алмаз, эльбор-Р – для тонкого точения); державка – из конструкционной стали (20, Ст4). Мелкие резцы целиком изготовлены из быстрорежущей стали.

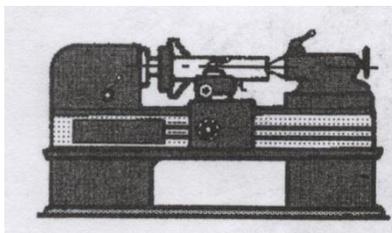


Рисунок 6.7.1 – Внешний вид токарного станка

Токарный станок – состоит из продольной станины, на правой стороне которой расположена передняя бабка (металлическая коробка), содержащая комплект зубчатых механических передач, обеспечивающих различную частоту вращения

шпинделя с зажимным патроном, на левой – задняя бабка, служащая для закрепления и осевого перемещения при точении поджимающего длинную заготовку вращающегося центра или сверла для изготовления центрального отверстия в заготовке, а между ними расположен с возможностью продольного перемещения суппорт с резцовой головкой, имеющей также возможность сообщения резцу поперечного перемещения. Различные модели токарных станков позволяют обрабатывать поверхности вращения различной формы, точности и шероховатости.

2) Классификации параметров процесса точения

Классификация поверхностей вращения по форме: цилиндрические наружная и внутренняя, конические наружная и внутренняя, резьбовые наружная и внутренняя; фасонная, торцевая, канавочная.

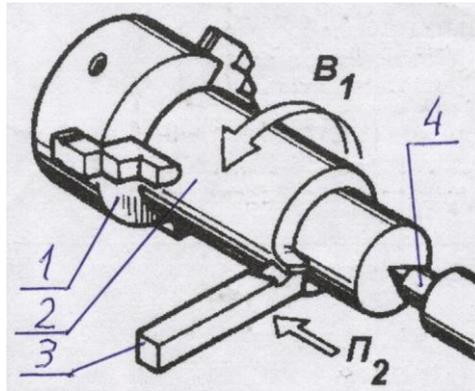


Рисунок 6.7.2 – Схема продольного точения: 1 – зажимной самоцентрирующий патрон; 2 – обрабатываемая заготовка; 3 – резец; 4 – задний центр для поджима заготовки к патрону; V_1 – главное движение – вращение заготовки; P_2 – продольная подача резца

Классификация видов точения по технологическим возможностям: черновое, получистовое, чистовое, тонкое.

К черновому относят: обдирку, отрезание, подрезание торцев – это предварительная обработка резанием – неточная и грубая : 12-13 квалитеты и Rz 80.

Получистовое точение позволяет получить 9-11 квалитеты точности и шероховатость поверхности Rz 20...40 мкм.

Чистовое обтачивание и растачивание обеспечивает обработку по 8-10 квалитетам точности и шероховатость поверхности Ra 2,5 мкм.

Тонкое точение позволяет получать 6-7 квалитеты точности и шероховатость Ra 0,63...1,25 мкм.

6.8 Фрезерование

1) Определения

Фрезерование – способ обработки заготовок резанием, обеспечивающий изготовление всех видов прямых и фасонных поверхностей (кроме круглых) путём снятия слоя материала с заготовки режущим инструментом – фрезой на фрезерном станке, осуществляющем вращение фрезы и одновременное её врезание в заготовку движением вертикальной, продольной или поперечной подач заготовки.

Фреза (концевая, торцевая, пальцевая) – состоит из цилиндрического или конического корпуса (хвостовика) и нескольких прямых или винтовых зубьев с режущими кромками, расположенными вдоль оси. Каждый зуб фрезы по очереди врезается в заготовку и срезает определённый слой материала. Материал режущей части зубьев – пластины из быстрорежущих инструментальных сталей (P18, P6M5 – для качественного фрезерования), режущих твёрдых сплавов (T15K6, TT7K12, BK2-BK8 – для высокопроизводительного фрезерования), синтетических сверхтвёрдых материалов (алмаз, эльбор-Р – для тонкого фрезерования); корпус – из конструкционной стали (20, Ст4). Мелкие фрезы целиком изготовлены из быстрорежущей стали или твёрдых сплавов.

Фреза (цилиндрическая) – представляет собой горизонтальный цилиндр, содержащий центральное отверстие со шпоночным пазом и режущие зубья, расположенные равномерно вокруг оси по цилиндрической поверхности.

Фрезерный станок – состоит из вертикальной колонны на массивном основании, в верхней части которой расположена

шпиндельная головка, обеспечивающая различную частоту вращения вертикального (на других моделях станков - горизонтального) шпинделя с фрезой, под ними – стол, служащий для закрепления заготовки. Различные модели фрезерных станков позволяют обрабатывать поверхности различной формы, точности и шероховатости.

2) Классификации видов фрезерования

По технологическим возможностям (черновое, чистовое, тонкое);

По направлению: встречное – зубья фрезы вращаются навстречу продольной подаче (смотри рисунок 6.8) и попутное – зубья фрезы вращаются в направлении подачи.

По расположению оси вращения фрезы:

горизонтальное (цилиндрической фрезой);

вертикальное (концевой, торцевой, пальцевой фрезами).

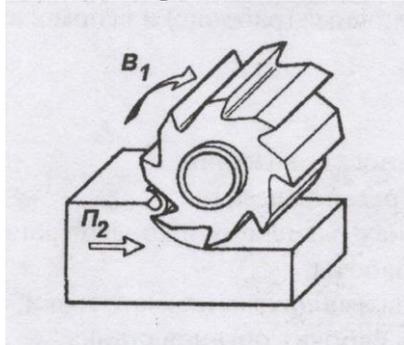


Рисунок 6.8 – Схема фрезерования призматической заготовки цилиндрической фрезой: V_1 – главное движение – вращение фрезы; P_2 – продольная подача заготовки

К черновому относят: фрезерование по корке и с большой глубиной резания, отрезание, подрезку торцев – это предварительная обработка резанием – неточная и грубая: 12-13 квалитеты и Rz 80.

Чистовое обеспечивает обработку по 9-11 квалитетам точности и шероховатость поверхности Rz 20...40 мкм.

Тонкое фрезерование позволяет получать 6-8 квалитеты точности и шероховатость Ra 0,32...1,25 мкм.

6.9 Сверление, зенкерование, развёртывание, хонингование

1) Классификация способов обработки отверстия резанием по технологическим возможностям: сверление – черновая (12-13 квалитеты точности и шероховатость поверхности Rz 20...80 мкм), зенкерование – получистовая (8-9 квалитеты точности и шероховатость поверхности Ra 2,5 мкм), развёртывание – чистовая (6-7 квалитеты точности и шероховатость поверхности Ra 0,63...1,25 мкм), хонингование – финишная обработка (4-5 квалитеты точности и шероховатость Ra 0,032 мкм).

2) Определения

Сверление – способ обработки заготовок резанием, обеспечивающий изготовление отверстий сквозных и глухих путём врезания в сплошной материал заготовки режущим инструментом – спиральным сверлом на сверлильном станке, осуществляющем вертикальную подачу сверла с одновременным его вращением при неподвижном закреплении заготовки.

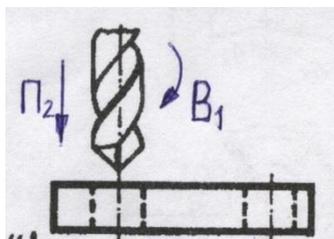


Рисунок 6.9.1 – Схема сверления отверстия в прямоугольной заготовке: $B1$ – главное движение – вращение сверла; $P2$ – осевая подача сверла

Сверло – состоит из цилиндрического или конического хвостовика и режущей части, содержащей два спиральных зуба с режущими кромками и одной прямой вершиной или горизонтальной режущей перемычкой вместо неё. Каждый зуб сверла по очереди врезается в заготовку и срезает определённый слой материала. Материал режущей части зубьев – пластины из инструментальных и быстрорежущих сталей (9ХС, Р6М5 – для качественного сверления), твёрдых сплавов (ВК6, ВК10-М – для

высокопроизводительного сверления); хвостовик – из конструкционной стали (20, Ст4). Мелкие свёрла целиком изготовлены из быстрорежущей стали или твёрдых сплавов.

Станок для сверления, зенкерования и развёртывания – состоит из вертикальной колонны на массивном основании, в верхней части которой расположена шпиндельная головка, обеспечивающая различную частоту вращения вертикального шпинделя со сверлом, под ними – стол, служащий для закрепления заготовки.

Зенкерование – способ обработки резанием отверстия, просверленного в заготовке, осуществляемый на сверлильном станке с вертикальной подачей и вращением режущего инструмента – зенкера при неподвижно закреплённой заготовке. Главное движение – вращение зенкера, движение подачи – осевое перемещение зенкера вниз.

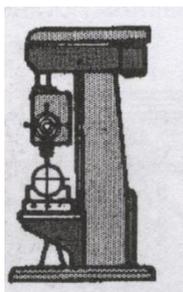


Рисунок 6.9.2 – Внешний вид сверлильного (зенкерального, развёртывательного) станка

Зенкер – состоит из цилиндрического или конического хвостовика и режущей части, содержащей 3 или 4 спиральных зуба с режущими кромками и одной прямой вершиной. Каждый зуб зенкера по очереди врезается в отверстие в заготовке и срезает определённый слой материала. Материал режущей части зубьев – пластины из инструментальных и быстрорежущих сталей (9ХС, Р6М5 – для качественного зенкерования), твёрдых сплавов (ВК6, ВК10-М – для высокопроизводительного зенкерования); хвостовик – из конструкционной стали (20, Ст4).

Мелкие зенкеры целиком изготовлены из быстрорежущей стали или твёрдых сплавов.

Развёртывание – способ обработки резанием отверстия в заготовке после обработки его зенкерованием, осуществляемый на сверлильном станке с вертикальной подачей и вращением режущего инструмента – развёртки при неподвижно закреплённой заготовке. Главное движение – вращение развёртки, движение подачи – осевое перемещение развёртки вниз.

Развёртка – состоит из цилиндрического или конического хвостовика и режущей части, содержащей 7, 9 или другое нечётное количество зубьев с прямыми параллельными оси режущими кромками без режущих вершин. Каждый зуб развёртки по очереди врежется в отверстие в заготовке и срезает определённый слой материала. Материал режущей части зубьев – инструментальные и быстрорежущие стали (9ХС, Р18, Р6М5), хвостовик – из конструкционной стали (20, Ст4). Мелкие развёртки целиком изготовлены из быстрорежущей стали.

Хонингование (абразивное и алмазное) – способ обработки резанием отверстия в заготовке после обработки его развёртыванием, осуществляемый на хонинговальном станке с вертикальной возвратно-поступательной подачей и вращением режущего инструмента – хонинговальной головки, несущей режущие, имеющие возможность радиального разжима, сопровождающегося увеличением рабочего диаметра последней, бруски из алмазной или абразивной крошки (мелких зёрен) при неподвижно закреплённой заготовке. Хонингование ведётся с непрерывным применением смазывающе-охлаждающей жидкости.

Хонинговальный станок – состоит из вертикальной колонны на массивном основании, в верхней части которой расположена шпиндельная бабка, обеспечивающая вращение вертикального шпинделя с хонинговальной головкой, имеющей возможность осевого возвратно-поступательного перемещения, а также разжим режущих абразивных брусков хонинговальной головки, под ними – стол, служащий для закрепления заготовки.

Гидросистема обеспечивает непрерывную подачу смазывающе-охлаждающей жидкости в зону резания абразивных брусков.

Хонинговальная головка – состоит из цилиндрического хвостовика, крепящегося верхним концом к шпинделю, и корпуса на нижнем конце с продольными пазами, в которых расположены с возможностью радиального разжима режущие абразивные или алмазные бруски.

Порядок работы хонинговальной головки: корпус с брусками вводят в отверстие и придают ему вращение и возвратно-поступательную подачу, после чего включают разжим брусков, абразивные зёрна которых врезаются в заготовку и каждое срезает микростружку, а в целом все зёрна всех брусков режут поверхность отверстия, обрабатывая его с высокой точностью и низкой высотой шероховатости.

Хонинговальные бруски – продолговатые призматические бруски, склеенные из абразивных или алмазных зёрен.

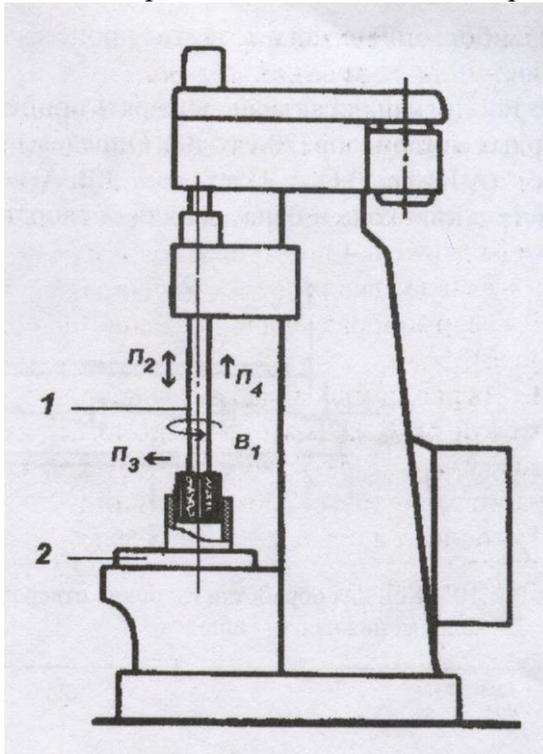


Рисунок 6.9 – Схема внешнего вида и видов движений хонинговального станка: 1 – хонинговальная головка; 2 – стол с закреплённой обрабатываемой деталью; V_1 – главное движение – вращение хонинговальной головки; P_2 – возвратно- поступательная подача хонинговальной головки; P_3 – направление разжима брусков хонинговальной головки; P_4 – вспомогательное движение (ввод-вывод) хонинговальной головки в отверстие

Материал абразивных зёрен – карбид кремния (SiC) зелёный и чёрный, электрокорунд (Al_2O_3) нормальный и белый. Размер зёрен (зернистость) абразивной крошки делится на 4 группы: шлифзерно (160...2000 мкм), шлифпорошки (40...125 мкм), микрошлифпорошки (10...63 мкм), тонкие микрошлифпорошки (3...10 мкм). Обозначение зернистости на бруске осуществляется постановкой чисел соответственно от 16 до 200, от 4 до 12, от М14 до М63, от М3 до М10.

Материал алмазных зёрен – алмаз синтетический АС (шлифпорошки 63...2500 мкм) и АСМ (микропорошки 1...40 мкм). Обозначение на бруске и те и другие соответственно от 1/0 или 2/1 до 1600/1000 или 2500/1600.

6.10 Шлифование

1) Классификация видов шлифования по способу закрепления заготовки: на магнитном столе (плоское), в центрах (круглое наружное центровое), на опорном ноже (круглое бесцентровое), в зажимном патроне (круглое наружное и внутреннее).

2) Определения

Шлифование – способ обработки заготовок резанием, обеспечивающий изготовление круглых и плоских поверхностей путём массового царапания заготовки абразивными зёрнами режущего инструмента – шлифовального круга на кругло-, плоско-, бесцентрово- и внутришлифовальных станках, осуществляющих вращение шлифовального круга и одновременно его врезание движением поперечной подачи, а также вращение и одновременно движение продольной возвратно-поступательной подачи заготовки (круглое и плоское шлифование) или шлифовального круга (внутреннее

шлифование). Процесс ведётся с непрерывным применением смазывающе-охлаждающей жидкости.

Шлифовальный круг – состоит из склеенной в форме диска с центральным отверстием абразивной крошки (мелких зёрен). Каждое зерно вместе с другими при каждом обороте круга врезается в заготовку и срезает определённый слой материала в виде микростружки. Материал зёрен – карбид кремния (SiC) зелёный и чёрный, электрокорунд (Al_2O_3) нормальный и белый. Размер зёрен (зернистость) абразивной крошки делится на 4 группы: шлифзерно (160...2000 мкм), шлифпорошки (40...125 мкм), микрошлифпорошки (10...63 мкм), тонкие микрошлифпорошки (3...10 мкм). Обозначение зернистости на шлифовальном круге осуществляется постановкой несмываемой краской числа соответственно от 16 до 200, от 4 до 12, от М14 до М63, от М3 до М10.

Перед установкой на шпиндель станка шлифовальный круг балансируют, то есть фиксируют положение оси вращения.

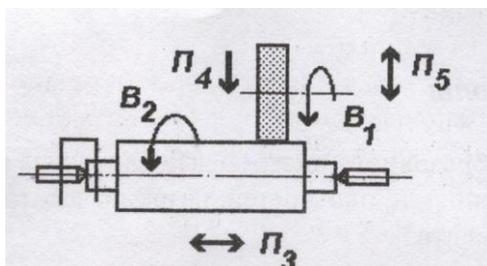


Рисунок 6.10.1 – Схема видов движений при круглом шлифовании: $B1$ – главное движение – вращение шлифовального круга; $B2$ – вращение круглой заготовки в центрах; $П3$ – возвратно-поступательная подача заготовки; $П4$ – поперечная подача круга (врезание в заготовку); $П5$ – вспомогательное движение шлифовального круга (подвод и отвод)

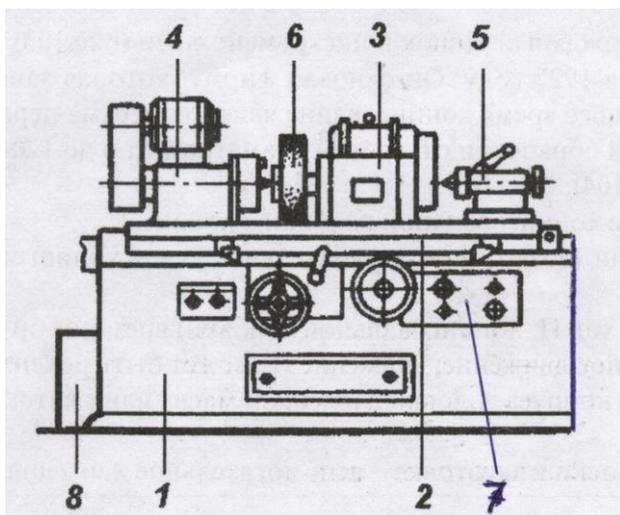


Рисунок 6.10.2 – Схема внешнего вида круглошлифовального станка: 1 – станина; 2 – стол; 3 – шлифовальная бабка; 4 – передняя бабка; 5 – задняя бабка; 6 – шлифовальный круг; 7 – панель управления; 8 – гидросистема для смазывающе-охлаждающей жидкости

Круглошлифовальный станок – состоит из горизонтальной станины, на которой расположен стол с возможностью продольного перемещения, а на нём установлены с правой стороны передняя бабка (металлическая коробка), обеспечивающая вращение шпинделя с зажимным патроном или вращающимся центром для закрепления заготовки, а с левой стороны – задняя бабка, служащая для закрепления поджимающего заготовку вращающегося центра, а между ними расположена шлифовальная бабка с возможностью осуществления поперечной подачи вращающегося шлифовального круга. Гидросистема обеспечивает непрерывную подачу смазывающе-охлаждающей жидкости в зону резания шлифовального круга. Различные виды шлифовальных станков позволяют обрабатывать поверхности различной формы с точностью 4-5 квалитетов и шероховатости обрабатываемой поверхности $Ra\ 0,01\ \mu\text{м}$.

6.11 Лабораторная работа №5
«Обработка заготовок на металлорежущих станках»
(2 часа)

1 Цель работы: изучить работу токарно-сверлильного станка и приобрести навыки настройки режущего инструмента на размер обработки, а так же измерения размеров заготовок до и после обработки режущим инструментом.

2 Принадлежности:

станок токарно-сверлильный настольный модели НQ-400;
резец проходной с отогнутой головкой;
резец отрезной;
сверло спиральное;
центр задний вращающийся;
заготовка для токарной обработки – древесина любой породы (диаметр 20 мм, длина 100 мм);
штангенциркуль ШЦ-1 (точность измерения 0,1 мм);
линейка металлическая 200 мм (точность измерения 1 мм)

3 Задания на лабораторную работу

3.1 По теоретической части: изучить виды обработки заготовок резцами и сверлом.

3.2 По практической части: обработать заготовку на токарно-сверлильном станке: отрезание заготовки, точение торца, обтачивание наружной поверхности, сверление центрального и нецентрального отверстий.

4 Порядок выполнения работы

1) Изучить и усвоить правила техники безопасности при работе на настольном токарно-сверлильном станке (смотри Приложение А к данной лабораторной работе).

2) Изучить и усвоить рабочие приёмы при точении и сверлении на настольном токарно-сверлильном станке (смотри Приложение Б к данной лабораторной работе).

3) Проверить штангенциркулем диаметр заготовки до и после точения и сверления с точностью 0,1 мм.

4) Исходные данные и результаты измерений занести в таблицу.

Таблица 6.11 – Исходные данные и результаты измерений

Вид обработки поверхности заготовки, выполняемой на станке	Размеры до обработки, длина / диаметр, мм	Размеры после обработки, длина / диаметр, мм	Вид рабочей подачи режущего инструмента		
			Продольная	Поперечная	Осевая / вертикаль.*
Отрезание					
Подрезка торца					
Точение наружной цилиндрической поверхности					
Сверление центрального отверстия в торце					
Сверление нецентрального отверстия в наружной поверхности					

* – осевая подача сверла – при токарной обработке – по оси вращения заготовки, вертикальная подача сверла – при сверлильной обработке, когда сверло зажато в патрон сверлильного шпинделя.

5 Содержание отчёта по пунктам

Пункт 1: Цель работы.

Пункт 2: Перечень принадлежностей.

Пункт 3: Порядок выполнения работы.

Пункт 4: Рисунок – Эскиз обработанной точением и сверлением заготовки с размерами.

Пункт 5 Таблица исходных данных и результатов измерений.

Пункт 6: Вывод.

6 Контрольные вопросы

1 Какие виды поверхностей изготавлиют на токарном станке?

2 Перечислите виды подач режущего инструмента.

3 Какими режущими инструментами ведут обработку на токарном станке?

4 Какими вспомогательными инструментами пользуются при обработке на токарном станке деталей большой длины?

5 В каких единицах измеряется частота вращения шпинделя токарного станка?

Кроме означенных в пункте 6 вопросов **необходимо быть готовым** к ответу на вопросы по содержанию рисунков, по ходу выполнения работы и правилам техники безопасности при её выполнении.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

к лабораторной работе №5

Правила техники безопасности при работе на настольном токарно-сверлильном станке модели НQ-400

1 Опасности в работе:

1) ударное и режущее поражение рук и пальцев от задевания вращающихся шпинделей с патронами;

2) ожоги и механическое поражение лица и открытых частей тела разлетающейся горячей стружкой при вращении токарного и сверлильного патронов в процессе обработки заготовки;

3) порезы пальцев рук об острые заусенцы, которые могут быть на заготовках до и после обработки;

4) поражение электротоком при наличии на станке оголённой электропроводки.

2 До начала выполнения работы

1) Работу начинать только после ознакомления с правилами техники безопасности и получения инструктажа от преподавателя или лаборанта с обязательной подписью по окончании инструктажа в журнале по технике безопасности.

2) Работу начинать только после ознакомления с рабочими приёмами (ПРИЛОЖЕНИЕ Б), применяемыми при изучаемом виде обработки.

3) Надеть халат, застегнуть все пуговицы, включая и верхнюю у горла.

4) Убрать волосы под платок или берет.

5) Проверить наличие защитных ограждений и исправность электропроводки.

6) Получить у лаборанта заготовку для токарной обработки.

7) **Надеть защитные очки.**

3 В процессе выполнения работы

1) Не толпиться возле рабочего места токаря, не облокачиваться на станок, соблюдать очередность выполнения заданий студентами.

2) Выполнять только ту работу, которая поручена.

3) Надёжно закреплять заготовку и режущие инструменты.

4) Не оставлять ключ в патроне после закрепления заготовки.

5) Осторожно подводить режущий инструмент к заготовке для обработки и отводить его перед выключением вращения.

6) Не прикасаться к вращающимся частям станка.

7) Для измерения заготовки выключать вращение шпинделя.

8) Для удаления стружки выключать вращение шпинделя .

9) Для смены режущего инструмента выключать вращение шпинделя.

10) В случае неправильного произведения какого-либо рабочего действия выключить вращение станка переключателем и сообщить преподавателю или лаборанту.

11) В случае получения ушиба, пореза или ожога выключить вращение шпинделя и обратиться к лаборанту или преподавателю.

12) По окончании обработки выключить вращение шпинделя, раскрепить зажим патрона и достать заготовку, предварительно убедившись, что она (если металлическая) не горячая.

4 После выполнения работы

1) Сдать обработанные заготовки и мерительный инструмент преподавателю или лаборанту.

2) Очистить щёткой или кистью станок и верстак, на котором он стоит, а также пол вокруг от стружки, которую собрать в совок.

3) Сдать рабочее место лаборанту или преподавателю.

4) Вымыть руки с мылом.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

к лабораторной работе №5

Рабочие приёмы при точении и сверлении на настольном токарно-сверлильном станке модели НQ-400

1 Исходное положение режущих инструментов на станке: в резцедержателе установлен резец проходной правый с отогнутой головкой, в пиноли задней бабки – патрон со сверлом.

2 Подрезка торца заготовки

1) Зажать длинную заготовку в патрон, выставив наружу 10...15 мм. Размер проверить линейкой.

2) Продольной и поперечной подачами подвести боковую вершину проходного резца к торцу заготовки, оставив до него расстояние 10 мм не менее.

3) Закрыть защитный кожух патрона.

4) Включить вращение патрона.

5) Продольной подачей подвести резец к вращающейся заготовке вплотную и осторожно коснуться боковой вершиной резца торцевой поверхности.

6) Поперечной подачей отвести резец назад за размер наружной цилиндрической поверхности на 2...5 мм.

7) Продольной подачей установить глубину резания, то есть подвинуть резец влево на 1...2 мм и поперечной подачей осторожно начать резание торца, продвигаясь боковой вершиной резца далее середины торца на 1,5...2 мм.

8) Поперечной подачей отвести резец назад за размер наружной цилиндрической поверхности на 10 мм не менее.

9) Осевой подачей сверла коснуться торца заготовки на глубину 1,5...2 мм и отвести сверло в исходное положение.

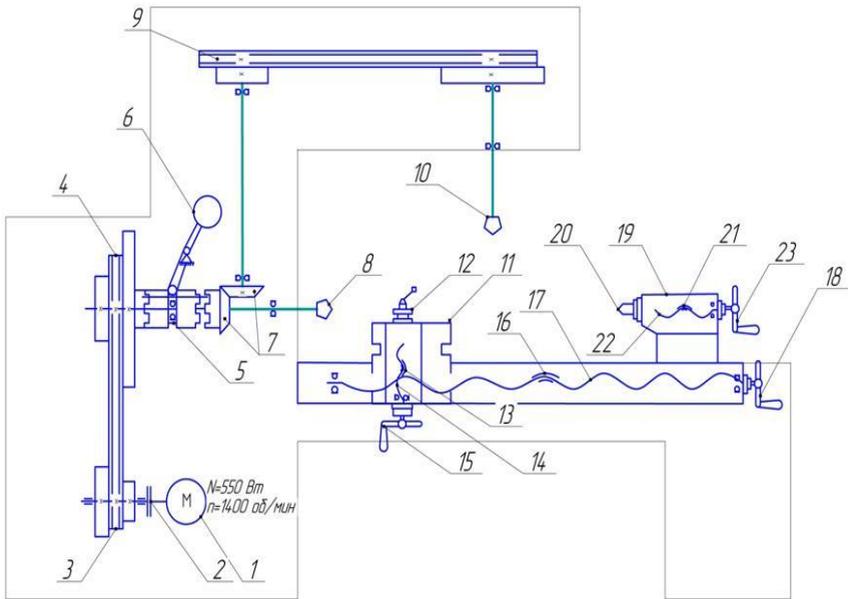


Рисунок 6.11 – Кинематическая схема токарно-сверлильного станка мод. HQ-400: 1 – электродвигатель; 2 – муфта компенсирующая; 3 – ведущий шкив ремённой передачи; 4 – ведомый шкив ремённой передачи; 5 – муфта кулачковая; 6 – рукоятка переключения кулачковой муфты; 7 – ведущая шестерня конической передачи; 8 – шпиндель токарный; 9 – ремённая передача; 10 – шпиндель сверлильной головки; 11 – суппорт; 12 – резцедержатель; 13 – гайка винта поперечной подачи; 14 – винт поперечной подачи; 15 – маховик винта поперечной подачи; 16 – гайка винта продольной подачи; 17 – винта продольной подачи; 18 – маховик винта продольной подачи; 19 – задняя бабка; 20 – центр задней бабки; 21 – гайка винта осевой подачи; 22 – винт осевой подачи; 23 – маховик винта осевой подачи

10) Выключить вращение патрона, открыть защитный кожух и разжать патрон, после чего выдвинуть заготовку на 120...130 мм и зажать её. Размер проверить линейкой.

3 Отрезание заготовки

1) Поменять поворотом резцедержателя проходной резец на отрезной резец.

2) Продольной и поперечной подачами подвести правую вершину отрезного резца к наружной поверхности заготовки, оставив до неё расстояние 5 мм не менее, на расстояние 100 мм от торца. Размер проверить линейкой.

- 3) Закрывать защитный кожух патрона.
- 4) Включить вращение патрона.
- 5) Поперечной подачей осторожно начать отрезание, продвигаясь левой вершиной отрезного резца далее середины торца на 1,5...2 мм.
- 6) Поперечной подачей отвести резец назад за размер наружной цилиндрической поверхности на 10 мм не менее.
- 7) Выключить вращение патрона, открыть защитный кожух и разжать патрон, после чего вынуть длинную заготовку.
- 8) Занести значения размера в таблицу.

4 Точение наружной цилиндрической поверхности заготовки

- 1) Поменять поворотом резцедержателя отрезной резец на проходной резец.
- 2) Зажать в патрон заготовку длиной 100 мм, выставив наружу 80...85 мм. Размер проверить линейкой.
- 3) Заменить в задней бабке патрон со сверлом на вращающийся центр.
- 4) Поджать свободный торец заготовки вращающимся центром в просверленное углубление.
- 5) Продольной и поперечной подачами подвести прямую вершину резца к наружной поверхности заготовки около торца, оставив до неё расстояние 10 мм не менее.
- 6) Закрывать защитный кожух патрона.
- 7) Включить вращение патрона.
- 8) Поперечной подачей подвести прямую вершину резца к вращающейся заготовке вплотную и осторожно коснуться вершиной резца наружной цилиндрической поверхности.
- 9) Продольной подачей отвести резец в сторону задней бабки за размер торцевой поверхности на 2...5 мм.
- 10) Поперечной подачей установить глубину резания, то есть подвинуть резец к оси заготовки на 2,5 мм и продольной подачей осторожно начать резание наружной поверхности, продвигаясь прямой вершиной резца от торца на 50 мм. Размер отмечать по лимбу продольной подачи.

11) Поперечной подачей отвести резец назад за размер наружной цилиндрической поверхности на 10 мм не менее.

12) Выключить вращение патрона, открыть защитный кожух патрона, после чего проверить линейкой размер 50 мм, а диаметр наружной цилиндрической поверхности измерить штангенциркулем.

13) Разжать патрон, достать заготовку.

14) Занести значения размеров в таблицу.

5 Сверление центрального отверстия в торце заготовки

1) Зажать в патрон заготовку длиной 100 мм за больший диаметр, выставив наружу 10...15 мм. Размер проверить линейкой.

2) Выполнить подрезку торца в порядке рабочих приёмов, указанном в пункте 2 с подпункта 2 по 8 включительно.

2) Заменить в задней бабке вращающийся центр на патрон со сверлом.

3) Осевой подачей сверла просверлить центральное отверстие на глубину 20 мм и отвести сверло в исходное положение.

4) Выключить вращение патрона, открыть защитный кожух и разжать патрон, после чего вынуть заготовку. Размер 20 мм проверить глубиномером штангенциркуля.

5) Занести значения размеров в таблицу.

6 Сверление нецентрального отверстия в заготовке

1) Убедиться, что вращение токарного шпинделя переключено муфтой, расположенной на левом конце токарного шпинделя, на сверлильную головку станка, и в наличии сверла в шпинделе сверлильной головки станка.

2) Закрепить заготовку в патрон шпинделя за её более тонкий диаметр, выставив 80 мм от большего торца и подпереть последний центром задней бабки.

3) Размер 80 мм проверить линейкой

4) Включить вращение сверла выключателем.

5) Вертикальной подачей сверла просверлить нецентральное отверстие в заготовке и отвести сверло в исходное положение.

6) Выключить вращение сверла выключателем.

7) Вынуть заготовку, разжав патрон токарного шпинделя.

- 8) Диаметр отверстия измерить штангенциркулем.
- 9) Занести значения размеров в таблицу.

**6.12 Практическое занятие №9:
семинар «Технологии обработки заготовок
на металлорежущих станках»
(2 часа)**

На семинаре обсуждаются следующие вопросы.

- 1 Что такое «точение»?
- 2 Устройство токарного станка.
- 3 Конструкция и материалы токарных резцов
- 4 Классификация поверхностей вращения по форме.
- 5 Классификация видов точения по технологическим возможностям.
- 6 Что такое «фрезерование»?
- 7 Устройство фрезерного станка.
- 8 Конструкция и материалы фрез.
- 9 Классификация видов фрезерования по форме изготавливаемых поверхностей.
- 10 Классификация видов фрезерования по технологическим возможностям.
- 11 Что такое «сверление»?
- 12 Устройство сверлильного станка.
- 13 Конструкция и материалы свёрл.
- 14 Классификация способов обработки отверстия резанием.
- 15 Что такое «зенкерование»?
- 16 Конструкция и материалы зенкеров.
- 17 Что такое «развёртывание»?
- 18 Конструкция и материалы развёрток.
- 19 Что такое «хонингование»?
- 20 Конструкция хонинговальных головок.
- 21 Материалы хонинговальных брусков.
- 22 Что такое «шлифование»?
- 23 Конструкция и материалы шлифовальных кругов.
- 24 Классификация видов шлифования.

Ход обсуждения: преподаватель задаёт студентам вопрос: желающие отвечают. Если нет желающих, преподаватель спрашивает по списку. Для зачёта по семинару необходимо ответить на два вопроса не менее.

7 ТЕСТ

1 У какого металла теплопроводность выше:

- а – железо;
- б – алюминий;
- в – медь;
- г – одинакова.

2 Коррозией называют химическое разрушение металла под действием:

- а – азота;
- б – кислорода;
- в – углекислого газа;
- г – всех указанных составляющих воздуха.

3 Прочность – это способность материала:

- а – сопротивляться разрушению под действием нагрузок;
- б – восстанавливать первоначальную форму и размеры после прекращения действия нагрузки;
- в – принимать новую форму и размеры под действием внешних нагрузок не разрушаясь;
- г – сопротивляться проникновению в него другого более твердого тела.

4 При способе измерения твердости металла по методу Роквелла ее величину отсчитывают по:

- а – сумме длин диагоналей отпечатка;
- б – половина суммы длин диагоналей отпечатка;
- в – диаметру отпечатка;
- г – глубине отпечатка.

- 5 Технологические свойства – это способность материала:
- а – противостоять усталости;
 - б – подвергаться обработке в горячем и холодном состоянии;
 - в – сопротивляться динамическим нагрузкам;
 - г – отражать световое излучение с определенной длиной волны.
- 6 Усадка металла – это:
- а – неоднородность химического состава;
 - б – уменьшение объема при переходе из жидкого состояния в твердое;
 - в – способность расплавленного металла хорошо заполнять полость формы;
 - г – способность растворять газовые пузыри, образующиеся при затвердевании слитка.
- 7 В маркировке серого чугуна марки СЧ45 число обозначает:
- а – содержание углерода;
 - б – содержание примесей;
 - в – значение предела прочности на растяжение;
 - г – значение предела прочности на сжатие.
- 8 Ковкий чугун марки КЧ 37 – 12 куют при температуре:
- а – 1140 °;
 - б – 900 °;
 - в – 750 °;
 - г – не куют.
- 9 С увеличением в стали содержания углерода повышается:
- а – твердость;
 - б – ударная вязкость;
 - в – пластичность;
 - г – свойства не изменяются.
- 10 Сера в стали является:
- а – легирующим элементом;
 - б – полезной примесью;
 - в – вредной примесью;
 - г – инертной примесью.

11 Обозначение марки углеродистой стали обыкновенного качества следующее:

- а – Ст 5;
- б – Сталь 45;
- в – 9ХС;
- г – А30.

12 Из какой марки стали рекомендуется изготавливать пружины:

- а – Ст 6;
- б – Сталь 60;
- в – А30;
- г – 9ХС.

13 Которая из следующих марок конструкционных легированных сталей содержит марганец:

- а – 25 ХГМ;
- б – 40 ХН2МА;
- в – Х18Ш;
- г – во всех трех марках.

14 Инструментальные углеродистые стали имеют следующий предел теплостойкости:

- а – 100°;
- б – 200°;
- в – 260°;
- г – 600°.

15 Инструментальная сталь марки Р 18 имеет в своем составе:

- а – 18% вольфрама;
- б – 1,8% углерода;
- в – 18% бора;
- г – не имеет вышеперечисленных элементов.

16 Какой легирующий элемент придает специальным конструкционным сталям антикоррозионные свойства:

- а – ванадий;
- б – хром;
- в – бор;
- г – все перечисленные элементы.

17 Какой процент хрома содержит шарикоподшипниковая сталь марки ШХ15:

а – 0,15;

б – 1,0;

в – 1,5;

г – 15.

18 Какое механическое свойство приобретает сталь после отжига:

а – прочность;

б – пластичность;

в – упругость;

г – твердость.

19 Какое технологическое свойство приобретает среднеуглеродистая сталь после закалки:

а – усадка;

б – ковкость;

в – износостойкость;

г – обрабатываемость резанием.

20 Какое механическое свойство снижается у закалённой стали после низкого отпуска:

а – упругость;

б – прочность;

в – пластичность;

г – хрупкость.

21 Какое механическое свойство повышается у закаленной стали после среднего отпуска:

а – упругость;

б – хрупкость;

в – твердость;

г – пластичность.

22 Что означает число в маркировке сплавов АЛ8, АЛ13, АЛ22:

а – содержание кремния;

б – предел прочности;

в – относительное удлинение;

г – условный номер сплава.

- 23 В латунях основным легирующим компонентом являются:
- а – олово;
 - б – марганец;
 - в – бериллий;
 - г – цинк.
- 24 Какой металл является основным в свинцовой бронзе БрС30:
- а – медь;
 - б – цинк;
 - в – олово;
 - г – бериллий.
- 25 Какое свойство выделяет магний среди цветных металлов:
- а – коррозионная стойкость;
 - б – высокая прочность;
 - в – низкая плотность;
 - г – высокая теплопроводность.
- 26 Какую величину коэффициента использования материала обеспечивает изготовление деталей способом порошковой металлургии:
- а – 0,50...0,65;
 - б – 0,65...0,85;
 - в – 0,95...1,0;
 - г – 1,0...1,05.
- 27 В литейном производстве модель предназначена для:
- а – сравнения по форме с изготовленной отливкой;
 - б – изготовления контура внутренней полости литейной формы;
 - в – измерения размеров отливки;
 - г – не предназначена.
- 28 Какой из перечисленных ниже способов литья металлов позволяет изготовить наиболее точную отливку:
- а – в оболочковые формы;
 - б – по выплавляемым моделям;
 - в – в металлические формы;
 - г – под давлением.

29 Какое свойство металла ухудшается наклепом, образующимся при холодном пластическом деформировании:

- а – ковкость;
- б – обрабатываемость резанием;
- в – свариваемость;
- г – усадка.

30 Какой деформирующий инструмент применяется при прессовании металла:

- а – контейнер и пуансон;
- б – вращающиеся валки;
- в – доска с фильерой;
- г – матрица и пуансон.

31 Какая группа сталей обладает высокой свариваемостью в процессе соединения их сваркой плавлением в зависимости от содержания в них углерода:

- а – до 0,30%;
- б – 0,35– 0,50%;
- в – 0,55 – 0,65%;
- г – 0,7 – 1,3%.

32 Инструмент зенкер имеет режущих зубьев:

- а – 2;
- б – 4;
- в – 12;
- г – все указанные количества.

33 Как называется инструментальный материал, который имеет марку ЦМ332:

- а – твёрдый сплав;
- б – маталлокерамика;
- в – кермет;
- г – быстрорежущая сталь.

34 Как называется инструментальный материал, который имеет марку ВК6:

- а – твёрдый сплав;
- б – маталлокерамика;
- в – кермет;
- г – быстрорежущая сталь.

35 Как называется инструментальный материал, который имеет марку ВОК-60

- а – твёрдый сплав;
- б – маталлокерамика;
- в – кермет;
- г – быстрорежущая сталь.

36 Как называется инструментальный материал, который имеет марку Р18:

- а – твёрдый сплав;
- б – маталлокерамика;
- в – кермет;
- г – быстрорежущая сталь.

37 Какая из терморезистивных пластмасс содержит в качестве наполнителя листы бумаги:

- а - фенопласт;
- б - текстолит;
- в - гетинакс;
- г - асботекстолит.

38 Что такое «вулканизация»:

- а - процесс получения термопластов;
- б - процесс получения реактопластов;
- в - процесс получения резины;
- г - все указанные варианты.

39 Окрашиваемые поверхности покрывают грунтовкой для:

- а - декоративной отделки;
- б - защиты от воздействия влаги;
- в - электроизоляции;
- г - прочного сцепления.

40 Стандартная влажность древесины, установленная для сравнения ее свойств, составляет:

- а - 5%;
- б - 15%;
- в - 25%;
- г - 30%.

41 Древесина какой породы из перечисленных ниже менее подвержена гниению:

- а - береза;
- б - липа;
- в - сосна;
- г - клен.

42 Сколько обжигов производят для получения глазурованного керамического изделия:

- а - не производят;
- б - один;
- в - два;
- г - три.

43 Какое механическое свойство обеспечивает композиционному материалу матрица:

- а - выносливость;
- б - ударную вязкость;
- в - прочность на разрыв;
- г - прочность на сжатие и сдвиг.

44 Основным компонентом силикатного стекла является:

- а - SiO_2 ;
- б - CaO ;
- в - Na_2O ;
- г - B_2O_3 .

45 Твердость силикатного стекла по шкале Мооса составляет:

- а - 1 – 2 ед;
- б - 3 – 4 ед;
- в - 5 – 7 ед;
- д - 8 – 9 ед.

8 ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

- 1 Классификация конструкционных материалов.
- 2 Физические и химические свойства материалов.
- 3 Механические свойства материалов.
- 4 Технологические свойства материалов.
- 5 Эксплуатационные свойства материалов.
- 6 Классификация сталей.

7 Конструкционные углеродистые стали обыкновенного качества.

8 Конструкционные углеродистые стали качественные.

9 Конструкционные легированные стали.

10 Инструментальные углеродистые стали.

11 Инструментальные легированные стали.

12 Специальные стали.

13 Чугуны.

14 Сплавы магния.

15 Дуралюмины.

16 Силумины.

17 Сплавы титана.

18 Латунни.

19 Бронзы.

20 Инструментальные сплавы цветных металлов.

21 Термопластичные пластмассы.

22 Термореактивные пластмассы.

23 Резина.

24 Древесина: определения, классификация, свойства, пороки.

25 Древесина: виды заготовок, виды защиты деталей и конструкций из древесины от гниения и возгорания.

26 Природные каменные материалы.

27 Каменное литьё.

28 Керамика.

29 Бетоны.

30 Стекло.

31 Дисперсные металлические композиционные материалы.

32 Волокнистые металлические композиционные материалы.

33 Пластинчатые металлические композиционные материалы

34 Волокнистые неметаллические композиционные

материалы.

35 Литьё: определения. Литьё в песчаные формы, технология литья.

- 36 Литьё: определения. Литьё в кокиль, технология литья.
- 37 Литьё: определения. Литьё под давлением, технология литья.
- 38 Литьё: определения. Литьё в оболочковые формы, технология литья.
- 39 Литьё: определения. Литьё по выплавляемым моделям, технология литья.
- 40 Литьё: определения. Литьё центробежное, технология литья.
- 41 Пластическое деформирование.
- 42 Порошковая металлургия.
- 43 Термическая обработка металлов.
- 44 Точение.
- 45 Фрезерование.
- 46 Сверление.
- 47 Зенкерование.
- 48 Развёртывание.
- 49 Хонингование.
- 50 Шлифование.

9 ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ В МЕХАНИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

1) Перед выполнением каждой лабораторной работы студенты **обязаны прослушать инструктаж** по технике безопасности, правилам, безопасным способам и очередности выполнения рабочих приёмов у преподавателя, ведущего занятия, о чём делается запись в специальном журнале с подписями преподавателя и студентов.

2) После прослушивания инструктажа студенты **обязаны знать** опасности в работе, **знать и соблюдать** правила безопасного поведения в аудитории в процессе выполнения работы и после её окончания.

3) Студентам **запрещается**:

во время занятия входить и выходить из помещения лаборатории без разрешения преподавателя или лаборанта;

включать приборы и оборудование без разрешения преподавателя или лаборанта;

нажимать какие-либо кнопки и рычаги без разрешения преподавателя или лаборанта;

вращать ручки механизмов и двигать их подвижные части без разрешения преподавателя или лаборанта;

вставлять пальцы в пазы и щели оборудования;

трогать токоведущие кабели и электропроводку;

бросать любые предметы;

толкать друг друга;

вытирать свои руки об одежду,

подшучивать и подсмеиваться над студентом во время выполнения им каких-либо ответственных рабочих действий.

4) В случае обнаружения неисправностей в работе оборудования, повреждённой изоляции электропроводки, подтеканий масла из механизмов студенту следует, ни к чему не притрагиваясь, сразу сообщить об этом преподавателю или лаборанту.

5) В случае получения травмы студент **обязан немедленно обратиться за помощью** к преподавателю или лаборанту.

6) По окончании работы студент должен сообщить преподавателю о её результатах, отключить оборудование, сдать полученные для работы инструменты, инвентарь, спецодежду и вымыть руки.

7) Студенты, не выполняющие любое из вышеперечисленных правил, могут быть отстранены преподавателем от работы в лаборатории до выяснения всех обстоятельств случившегося.

10 ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ОТЧЁТОВ

Все лабораторные работы, выполненные студентом за семестр по каждой дисциплине, для их проверки преподавателем оформляются согласно требованиям Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) в общий отчёт с единой обложкой на листах формата А4, которые сброшюровываются по левой длинной стороне

скоросшивателем в двух местах. На титульном и всех последующих листах выполняется **чертёжная рамка**: поле слева по длинной стороне 20 мм, с трёх других сторон – по 5 мм. Титульный лист является **первым**, но не нумеруется.

Основная надпись (чертёжный штамп в нижней части листа) на первом листе **каждой лабораторной работы или каждой задачи**, оформленных в отчёте, выполняется согласно ГОСТ 2.104-2006 по форме 2, на последующих листах – по форме 2а. Схема заполнения титульного листа приведена на рисунке 1, форма основной надписи на листах – на рисунках 2 и 3.

Текст отчёта, оформляемого студентом, набирается на компьютере 14 кеглем шрифта Times New Roman. Внутри таблиц допускается 12 или 10 кегль этого же шрифта. Межстрочный интервал в основном тексте – 1,5, в таблицах – 1,0. Первый и каждый новый абзац текста начинаются с красной строки единого для всего отчёта размера в 12...15 мм. Жирный шрифт следует применять только в заголовках и подзаголовках разделов.

Подписуночная надпись имеет следующую форму:

Рисунок 1 – Эскиз шарикоподшипника: 1 – кольцо наружное; 2 – тело качения (шарик); 3 – крышка; 4 – заклёпка; 5 – кольцо внутреннее; 6 – сепаратор

Точка после заголовков разделов и подразделов, подписуночных и надтабличных надписей, а также последней цифры их нумерации не ставится.

Пример оформления **таблицы** приведён ниже. Надпись над таблицей имеет следующую форму и месторасположение:

Таблица 10 – Исходные данные и результаты расчётов

№ образца	Материал образца	Размеры образца, мм	Диаметр шарика, мм	Диаметр отпечатка, мм			НВ, МПа
				d_1	d_2	d_{CP}	
1							
2							

Если таблица не умещается на одной странице, то её продолжение на следующей странице оформляется следующим образом:

Продолжение таблицы 10

3							
4							

Формулы расчётов располагаются посередине листа и состоят из четырёх частей: первая часть – искомая величина в буквенном выражении, затем, через знак «равно»– вторая часть в буквенных выражениях, применяемых для вычисления величин, затем, через знак «равно» – третья часть в числовых значениях каждой величины, затем, через знак «равно» – четвёртая часть в виде числового ответа. Каждая формула предваряется текстом, поясняющим, какая величина определяется, и указывающим единицы измерения. За формулой следует расположить пояснения используемых величин с указанием единиц их измерения. Например:

Площадь круга, м²:

$$A=\pi R^2=3,14\cdot 5^2=78,5,$$

где $\pi = 3,14$ – отношение длины окружности к радиусу круга;
 $r = 5$ – радиус круга, м.

Перед защитой отчёта студент должен полностью закончить его оформление, поставить свою **подпись и дату** представления на защиту на титульном листе и листах с основной надписью по форме 2 (там, где начало каждой задачи или лабораторной работы), а также подготовиться к **объяснению** о проделанной работе:

- 1) знать и уметь рассказать, **что и как он делал практически;**
- 2) уметь объяснить **рисунки;**
- 3) пояснить в формулах **названия и числовые значения величин;**

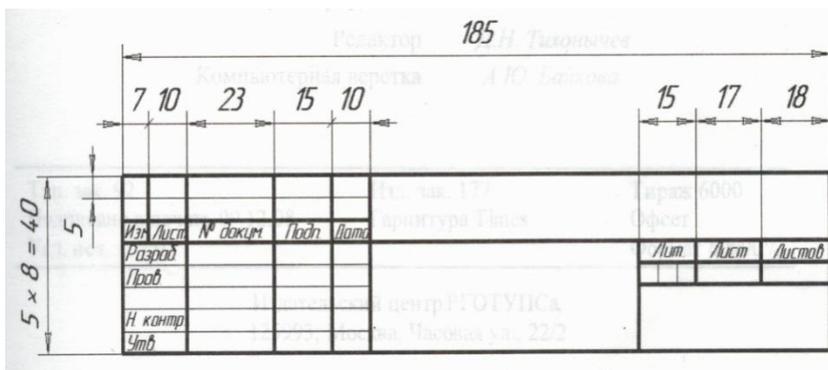


Рисунок 10.2 – Основная надпись по форме 2 согласно ГОСТ 2.104-2006: в правом верхнем поле – вид работы: «Лабораторная работа №...», «Задача №...» и т.п.; в среднем нижнем поле – тема работы; в поле «Лист» – номер листа; в поле «Листов» – общее сквозное количество листов в отчёте; в правом нижнем поле – номер группы студента; в строке правее поля «Разработ» – фамилия студента, ещё правее – его подпись и дата сдачи отчёта; в строке правее поля «Пров» – фамилия преподавателя

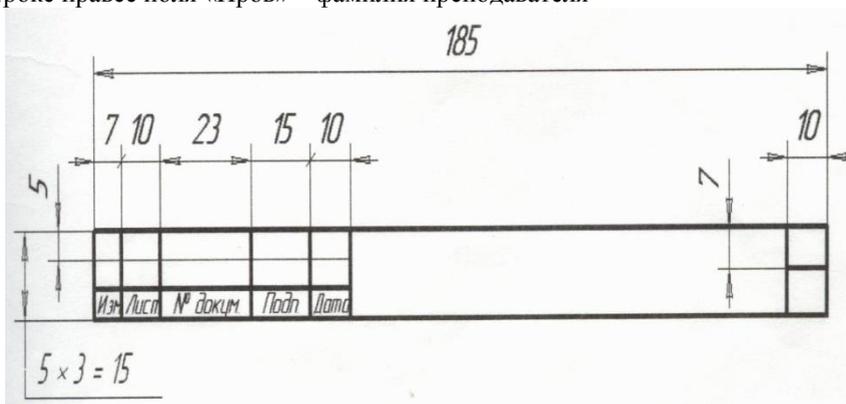


Рисунок 10.3 – Основная надпись по форме 2а согласно ГОСТ 2.104-2006: в правом верхнем поле – надпись «Лист»; в правом нижнем поле – номер листа по порядку в отчёте; в среднем поле – вид работы: «Лабораторная работа №...», «Задача №...» и т.п. Поля двух левых верхних строк не заполняются

4) знать **правила техники безопасности**, соблюдение которых требуется в данной работе ;

5) подготовить и знать **ответы на теоретические вопросы**, приведённые в методических указаниях.

Критерии положительной оценки преподавателем отчёта и ответов студента:

исходные данные для работ и расчётов должны соответствовать варианту студента;

практическое задание или лабораторная работа должны быть выполнены полностью и отчёт оформлен по приведённым выше правилам (**оформительские ошибки не допускаются**);

дан правильный ответ **с первого раза на два вопроса преподавателя подряд** по любым двум из пяти видов **объяснений** о проделанной работе (выделены жирным шрифтом в предыдущем абзаце). Ответ на каждый вопрос должен быть дан **с первой попытки**. При отсутствии ответа или неправильном ответе студенту даётся возможность подготовиться по заданному вопросу и повторить попытку ответить на него правильно, а после правильного ответа задаётся второй вопрос, на который также нужно ответить с первой попытки. Если студент снова не даёт правильный ответ, ему предоставляется возможность подготовиться и повторить попытку ответить, после правильного ответа задаётся третий вопрос, на который нужно ответить также с первой попытки. При отсутствии ответа с первой попытки на третий вопрос защита отчёта этому студенту переносится на другой день, где повторяется та же процедура до правильного ответа **с первой попытки на два вопроса подряд**.

Рекомендуется оформлять и защищать отчёты по учебным работам через одну-две недели после их выполнения на занятиях, так как практический и теоретический материал **забывается** и защита в конце семестра происходит значительно сложнее для студента. Ему приходится находить время для посещения лаборатории и вновь исследовать устройство изученных ранее, но забытых по прошествии времени

инструментов, деталей, механизмов и технологий их использования.

Защита отчёта **производится** на занятиях в специально отведённое время, а для отстающих студентов – в назначаемый преподавателем день зачетной недели. **Не проводятся** защиты отчётов во время консультаций преподавателя, если есть специально назначенное для защиты время.

Если промежуточной аттестацией по дисциплине является зачёт, то зачёт выставляется студенту преподавателем после защиты отчётов по лабораторным работами и зачтённым практическим занятиям, а также предоставления для проверки полных **написанных от руки** конспектов лекций.

Если промежуточной аттестацией по дисциплине является экзамен, то студент допускается до экзамена только после подписи преподавателя на титульном листе альбома отчётов по лабораторным работам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Алаи С. И. Технология конструкционных материалов: учебник / С. И. Алаи, П. М. Григорьева, А. Н. Ростовцев. – М.: Просвещение, 1986. – 303с.

2 Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т.1. – 9-е изд., перераб. и доп. / В. И. Анурьев. Под ред. И. Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2006. – 928 с.

3 Галашев В. А. Станки для обработки материалов резанием. Краткий конспект обзорных лекций /В. А. Галашев. – Ижевск: Издательский дом «Удмуртский университет», 2001. – 241 с.

4 Конструкционные материалы: справочник /Б. Н. Арзамасов, В. А. Бродстрем, Н. А. Буше и др.; Под общей редакцией Б. Н. Арзамасова. – М.: Машиностроение, 1990. – 688 с.

5 Марочник сталей и сплавов : справочник / В. Г. Сорокин, В. Г. Волосникова, С. А. Вяткин [и др.] ; под ред. В. Г. Сорокина. - М.: Машиностроение, 1989. – 638 с.

6 Материаловедение и технология металлов: учебник для студентов машиностроит. спец. вузов / Г. П. Фетисов, М. Г. Карпман, В. М. Матюнин и др.; Под редакцией Г. П. Фетисова. – М.: Высшая школа, 2002. – 638 с.

7 Организация и технология отрасли: учебное пособие /Авторы-составители М. Г. Паничев, С. В. Мурадьян. – Ростов н/Д: Феникс, 2001. – 448 с.

8 Перминов Н. А. Проектирование технологий изготовления изделий: учеб.-метод. пособие по выполнению курсового проекта для студентов специальности 030600 «Технология и предпринимательство» / Н. А. Перминов. – Ижевск: Издательский дом «Удмуртский университет», 2008. – 79 с.

9 Попов К. Н. Строительные материалы и изделия: учебник / К. Н. Попов, М. Б. Каддо. – М.: Высшая школа, 2001. – 367 с.

10 Новиков И. И. Теория термической обработки металлов: учебник /И. И. Новиков. – 2-е изд. – М.: Металлургия, 1974. – 400 с.

Учебное издание

Перминов Николай Алексеевич

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ
И ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
ДЛЯ НЕТЕХНИЧЕСКИХ
НАПРАВЛЕНИЙ ОБУЧЕНИЯ**

Учебное пособие

Авторская редакция

Отпечатано с оригинал-макета заказчика

Подписано в печать . Формат 60x84¹/₁₆

Усл.-печ. л. . Уч. изд. л. .

Тираж 40 экз. Заказ № .

Издательство «Удмуртский университет»
426034, г. Ижевск, ул. Университетская, д.1, корп. 4, каб. 207
Тел./факс: +7(3412) 500-295, e-mail: editorial@udsu.ru

Типография ФГБОУ ВО
«Удмуртский государственный университет»
426034, г. Ижевск, ул. Университетская, д.1, корп. 2.
Тел. 68-57-18