ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
Сибирский колледж транспорта и строительства

Методические указания для выполнения практических работ

ОП.04 «Материаловедение»

для специальности

23.02.07 «Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей»

базовая подготовка

среднего профессионального образования

Иркутск 2022

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу
Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.
00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 GMT+03:00
Подпись соответствует файлу документа

РАССМОТРЕНО:
Цикловой методической комиссией специальности 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей
«08» июня 2022 г.
Председатель:_____/Прыгунов А.А.

СОГЛАСОВАНО:
Заместитель директора по УВР
_____/А.П.Ресельс
«09» июня 2022 г.

Методические указания для выполнения практических работ разработаны в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по специальности среднего профессионального образования 23.02.07 «Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов» автомобилей, базовой подготовки, утвержденного приказом Министерства образования и науки от 09 декабря 2016 г. № 1568 и на основе примерной основной образовательной программы, для СПО ППССЗ, разработанной Федеральным государственным бюджетным учреждением дополнительного профессионального образования «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте» (ФГБУ ДПО «УМЦ ЖДТ»).

РАЗРАБОТЧИКИ: Прыгунов А.А., преподаватель первой категории, Сибирского колледжа транспорта и строительства ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения».

Содержание

Введение 4

1. Тематический план практических работ 7

2. Методические указания по выполнению практических работ 10

3. Литература 97

ВВЕДЕНИЕ

Материаловедение изучает состав, структуру, свойства и поведение материалов в зависимости от воздействия окружающей среды. Воздействие бывает тепловым, электрическим, магнитным и т. д. Любой компонент конструкций или сооружений подвергается нагрузкам как со стороны других компонентов, так и со стороны внешней среды.

Классификация материалов: металлические, неметаллические и композиционные материалы. Металлические материалы подразделяются на цветные металлы, порошковые материалы. Неметаллические материалы: резина, стекло, керамика, пластические массы, ситаллы. Композиционные материалы являются составными материалами, в состав которых входят два и более материалов (стеклопластики).

Существует классификация материалов в зависимости от вида полуфабрикатов: листы, порошки, гранулы, волокна, профили и т. д.

Техника создания материалов положена в основу классификации по структуре.

Металлические материалы подразделяются на группы в соответствии с тем компонентом, который лежит в их основе. Материалы черной металлургии: сталь, чугуны, ферросплавы, сплавы, в которых основной компонент – железо. Материалы цветной металлургии: алюминий, медь, цинк, свинец, никель, олово.

Основу современной техники составляют металлы и металлические сплавы. Сегодня металлы являются самым универсальным по применению классом материалов. Для того чтобы повысить качество и надежность изделий, требуются новые материалы. Для решения этих проблем применяются композиционные, полимерные, порошковые материалы.

Металлы – вещества, которые обладают ковкостью, блеском, электропроводностью и теплопроводностью. В технике все металлические материалы называют металлами и делят на две группы.

Простые металлы – металлы, которые имеют небольшое количество примесей других металлов.

Сложные металлы – металлы, которые представляют сочетания простого металла как основы с другими элементами.

Три четверти всех элементов в периодической системе являются металлами.

Материаловедение или наука о материалах получила свое развитие с древнейших времен. Первый этап развития материаловедения начинается со специализированного изготовления керамики. Особый вклад в становление материаловедения в России был сделан М.В. Ломоносовым (1711–1765) и Д.И. Менделеевым (1834–1907). Ломоносов разработал курс по физической химии и химической атомистики, подтвердил теорию об атомно-молекулярном строении вещества. Менделееву принадлежит заслуга

разработки периодической системы элементов. Оба ученых немалое внимание уделяли проблеме производства стекла.

В XIX в. вклад в развитие материаловедения внесли Ф.Ю. Левинсон-Лессинг, Е.С. Федоров, В.А. Обручев, А.И. Ферсман, Н.Н. Белолюбский. Начинают производиться новые материалы: портландцемент, новые гипсы, цементные бетоны, полимерные материалы и т. д.

В машиностроении широкое применение получили металлы и сплавы металлов, именно поэтому металловедение является важной частью материаловедения.

Металловедение как наука возникло в России в XIX в. Оно является научной основой для разработки новых оптимальных технологических процессов: термической обработки, литья, прокатки штамповки сварки. Сочетание высокой прочности и твердости с хорошей пластичностью, вязкостью и обрабатываемостью, не встречающееся у других материалов, явилось причиной использования металлов в качестве основного конструкционного материала во всех областях техники.

Впервые установил существование связи между строением стали и ее свойствами выдающийся русский ученый П.П. Аносов (1799–1851 гг.), раскрывший давно утраченный секрет изготовления и получения древними мастерами Востока булатной стали, которая идет для производства клинков. Булатная сталь Аносова славилась во всем мире и даже вывозилась за границу. Клинки, которые были изготовлены из этой стали, отличались высокой твердостью и вязкостью. П.П. Аносов считается «зачинателем» производства высококачественной стали, он впервые применил микроскоп для определения строения стали и положил начало изучению закономерной связи между структурой и свойствами сплавов.

Основоположник научного металловедения Д.К. Чернов (1839–1921 гг.), который открыл в 1868 г. фазовые превращения в стали. Открытие Д.К. Черновым критических точек a и b (по современному обозначению A1 и A3) совершило революцию в познании природы металлических сплавов и позволило объяснить ряд «таинственных» явлений, которые происходят при термической обработке сталей.

Огромный вклад в развитие науки о металлах внесли Н.С. Курнаков, А.А. Байков, Н.Т. Гудцов, А.А. Бочнар, Г.В. Курдюмов, С.С. Штейиберг, А.П. Гуляев, а также другие советские ученые.

Большое значение в развитии металловедения и термической обработки имели работы Осмонда (Франция), Зейтца, Бейна и Мейла (США), Таммана и Ганемана (Германия).

В XX веке были достигнуты крупные достижения в теории и практике материаловедения, созданы высокопрочные материалы для инструментов, разработаны композиционные материалы, открыты и использованы свойства полупроводников, совершенствовались способы упрочнения деталей термической и химико-термической обработкой.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны:

уметь:

- выбирать материалы на основе анализа их свойств для конкретного применения;
- выбирать способы соединения материалов;
- обрабатывать детали из основных материалов;

знать:

- строение и свойства машиностроительных материалов;
- методы оценки свойств машиностроительных материалов;
- область применения материалов;
- классификацию и маркировку основных материалов;
- методы защиты от коррозии;
- способы обработки материалов.

Практическая работа студентов играет огромную роль в изучении данной дисциплины. На практическую работу отводится 24 часа, которые включают в себя закрепление теоретических знаний и выполнение практических работ во время занятия и во внеурочное время.

1. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Номер темы или раздела	Вид, название и краткое содержание задания	Кол-во часов	Форма отчетности и контроля
РАЗДЕЛ 2. МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ			
Тема 2.1. Металлы	Практическая работа № 1 «Изучение процесса кристаллизации металлов».	2	Проверка работы в тетради
Тема 2.3. Свойства металлов и сплавов	Практическая работа № 2 «Определение твердости материала различными методами».	4	Проверка работы в тетради
Тема 2.4. Сплавы железа с углеродом	Практическое занятие № 3 «Работа с диаграммой состояний железо-углерод».	2	Проверка работы в тетради
РАЗДЕЛ 3. КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ			
Тема 3.2. Технология металлов	Практическое занятие № 4 «Способы соединения деталей в сборочных единицах».	2	Проверка работы в тетради
	Практическое занятие № 5 «Методика расчета режимов резания для различныхвидов обработки».	2	Проверка работы в тетради
Тема 3.3. Чугуны	Практическое занятие № 6 «Расшифровка марок чугунов. Выбор области применения чугунов по их назначению и условиям эксплуатации».	2	Проверка таблицы
Тема 3.4. Стали	Практическое занятие № 7 «Расшифровка марок стали. Выбор области применения сталей по их назначению и условиям эксплуатации».	2	Проверка таблицы

Тема 3.5. Цветные металлы и сплавы	Практическое занятие № 8 «Расшифровка марок цветных металлов и сплавов наих основах».	2	Проверка таблицы

РАЗДЕЛ 4. КЕРАМИЧЕСКИЕ, КОМПОЗИЦИОННЫЕ И ПОРОШКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ			
Тема 4.3. Порошковые материалы	Практическое занятие № 9 «Выбор материалов для конструкций по их назначению и условиям эксплуатации».	2	Проверка работы в тетради
РАЗДЕЛ 5. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ			
Тема 5.3. Стекло и древесина	Практическое занятие № 10 «Применение неметаллических конструкционных материалов».	2	Проверка работы в тетради
РАЗДЕЛ 6. ИЗНОС И ИЗНОСОСТОЙКИЕ МАТЕРИАЛЫ			
Тема 6.3. Антифрикционные материалы	Практическое занятие № 11 «Расшифровка марок баббитов, минералокерамических твердых сплавов, твердых сплавов».	2	Проверка таблицы

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Тема: «Изучение процесса кристаллизации металлов».

Цель работы: изучить механизм кристаллизации металлов и энергетические условия протекания процесса кристаллизации.

Приобретаемые умения и навыки: формирование знаний строения и свойств машиностроительных материалов.

Норма времени: 2 часа.

Оснащение рабочего места: раздаточный материал.

Алгоритм выполнения работы:

1. Изучить теоретические сведения.
2. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. В каких агрегатных состояниях может существовать материал?
2. Что называется фазовым превращением I рода?
3. Какой процесс называется кристаллизацией, к какому типу фазового превращения он относится?
4. Опишите механизм кристаллизации металла и условия, необходимые для его запуска.
5. Что такое дендрит?
6. Опишите структуру металлического слитка.

Теоретический материал.

Общее свойство металлов и сплавов - их кристаллическое строение, которое характеризуется определенным расположением атомов в пространстве. Для описания атомно-кристаллической структуры применяют понятие кристаллической ячейки - наименьшего объема, трансляция которого по всем измерениям может полностью воспроизвести структуру кристалла. В реальном кристалле атомы или ионы сближены друг с другом до состояния непосредственного соприкосновения, но для простоты их заменяют схема- ми, где центры притяжения атомов или ионов изображены точками; наибо- лее характерные для металлов ячейки показаны на рисунке 1.

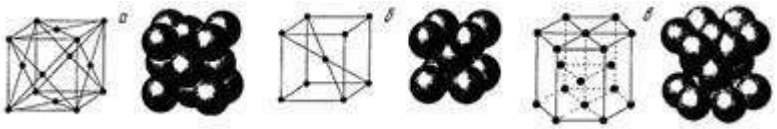


Рисунок 1. Типы кристаллических решеток и расположение в них ато- мов:
а) гранецентрированная (ГЦК), б) объемноцентрированная (ОЦК), в) гексагональная плотноупакованная (ГЩ)

Любое вещество может находиться в трех агрегатных состояниях: твердом, жидком и газообразном, а переход из одного состояния в другое происходит при определенной температуре и давлении. Большинство технологических процессов происходит при атмосферном давлении, тогда фазовые переходы характеризуются температурой кристаллизации (плавления), сублимации и кипения (испарения).

При увеличении температуры твердого тела растет подвижность атомов в узлах кристаллической ячейки, увеличивается их амплитуда колебаний. При достижении температуры плавления энергии атомов становится достаточно, чтобы покинуть ячейку - она разрушается с образованием жидкой фазы. Температура плавления является важной физической константой материалов. Среди металлов самую низкую температуру плавления имеет ртуть (-38,9 ° С), а наибольшее - вольфрам (3410 ° С).

Обратная картина имеет место при охлаждении жидкости с ее дальнейшим затвердеванием. Вблизи температуры плавления образуются группы атомов, упакованных в ячейки, как в твердом теле. Эти группы являются центрами (зародышами) кристаллизации, на них потом нарастает слой кристаллов. При достижении той же температуры плавления материал переходит в жидкое состояние с образованием кристаллической решетки.

Кристаллизация - переход металла из жидкого состояния в твердое при определенной температуре. Согласно закону термодинамики, любая система стремится перейти в состояние с минимальным значением свободной энергий - составной внутренней энергии, которая изотермически может быть преобразована в работу. Поэтому металл затвердевает, когда меньше свободной энергией обладает твердое состояние и плавится, когда меньше свободная энергия в жидком состоянии.

Процесс кристаллизации состоит из двух элементарных процессов: зарождения центров кристаллизации и роста кристаллов из этих центров. Как отмечалось выше, при близкой к кристаллизации температуре начинается образование новой структуры - центра кристаллизации. С увеличением степени переохлаждения увеличивается количество таких центров, вокруг которых начинают расти кристаллы. В то же время в жидкой фазе образуются новые центры кристаллизации, поэтому увеличение твердой фазы одновременно происходит как за счет возникновения новых центров, так и за счет роста существующих. Суммарная скорость кристаллизации зависит от хода обоих процессов, причем скорости зарождения центров и роста кристаллов зависят от степени переохлаждения ΔT. На рисунке 2 схематично показан механизм кристаллизации.

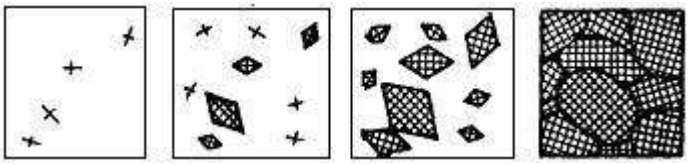


Рисунок 2. Механизм кристаллизации

Реальные кристаллы называются кристаллитами, они имеют неправильную форму, что объясняется их одновременным ростом. Зародышами кристаллизации могут быть флуктуации основного металла, примеси и различные твердые частицы.

Размеры зерен зависят от степени переохлаждения: при малых значениях ΔT скорость роста кристаллов велика, поэтому образуется незначительное количество крупных кристаллитов. Увеличение ΔT приводит к увеличению скорости образования зародышей, количество кристаллитов существенно увеличивается, а их размеры уменьшаются. Однако главную роль при формировании структуры металла играют примеси (неметаллические включения, окислы, продукты окисления) - чем их больше, тем меньше размеры зерен. Иногда специально проводят модифицирование металла - намеренное введение примесей с целью уменьшения размеров зерен.

При образовании кристаллической структуры важную роль играет направление отвода теплоты, ведь кристалл растет быстрее именно в этом направлении. Зависимость скорости роста от направления приводит к образованию разветвленных древовидных кристаллов - дендритов (рис. 3).

Рисунок 3. Дендритный кристалл

При переходе из жидкого состояния в твердое всегда имеет место избирательная кристаллизация - в первую очередь твердеет более чистый металл. Поэтому границы зерен больше обогащены примесями, а неоднородность химического состава в пределах дендритов называется дендритной ликвацией.

На рисунке 4 показано строение стального слитка, в котором можно выделить 3 характерные зоны: мелкозернистую 1, зону столбчатых кристаллов 2 и зону равновесных кристаллов 3. Зона 1 состоит из большого количества неориентированных в пространстве кристаллов, образованных под действием значительной разницы температур между жидким металлом и холодными стенками.

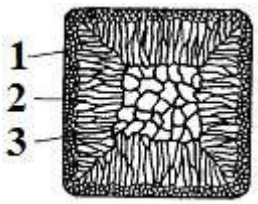


Рисунок 4. Строение стального слитка

После образования внешней зоны условия отвода теплоты ухудшаются, переохлаждения уменьшается и центров кристаллизации возникает меньше. Из них начинают расти кристаллы в направлении отвода теплоты (перпендикулярно стенкам формы), образуя зону 2. В зоне 3 не существует четкого направления отвода теплоты, а зародышами кристаллизации в ней есть посторонние частицы, вытесненные при кристаллизации предыдущих зон.

Вопросы для самопроверки:

1. Что называется металлом?
2. Как классифицируются металлы?
3. Назовите два этапа процесса кристаллизации металлов.
4. Опишите строение слитка.
5. Чем вызвана дендритная форма кристаллов?
6. Какими методами изучается структура металлов?

Литература:

1. Материаловедение: Учебник для ВУЗов. / Под ред. Арзамасова Б.Н. – М.: МГТУ им. Баумана, 2008.

2. Чумаченко Ю.Т. Материаловедение и слесарное дело: Учеб. пособие. – Ростов н/Д.: Феникс, 2009.

Интернет источники:

1. Электронный ресурс [http://studopedia.ru/17_143628_prakticheskaya-rabota-.html]

2. Электронный ресурс [http://bib.convdocs.org]

3. Электронный ресурс [http://studopedia.ru/6_52709_issledovanie-strukturi-metalla.html]

4. Электронный ресурс [http://nsportal.ru/shkola/raznoe/library/2014/11/09/ kristallizatsiya metallov]

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Тема: «Определение твердости материла различными методами».

Цель работы: усвоить понятие твердости. Изучить сущность определения твердости различными методами.

Приобретаемые умения и навыки: формирование умения выполнять испытание твердости и испытания на ударную вязкость и кручение.

Норма времени: 2 часа.

Оснащение рабочего места: раздаточный материал.

Алгоритм выполнения работы:

1. Запишите: практическая работа № 1, тема, цель.
2. Дайте определение твердости.
3. Перечислите методы измерения твердости.

4. Оформите работу в виде таблицы:

Наименование метода			
Сущность метода			
Индентор			
Продолжительность выдержки			
Схема определения твердости			
Схема прибора для измерения твердости			

Теоретический материал.

Твердость – это сопротивление материала проникновению в его поверхность стандартного тела (индентора), не деформирующегося при испытании.

Это неразрушающий метод контроля. О твердости судят либо по глубине проникновения индентора (метод Роквелла), либо по величине отпечатка от вдавливания (методы Бринелля, Виккерса).

Во всех случаях происходит пластическая деформация материала. Чем больше сопротивление материала пластической деформации, тем выше твердость.

Наибольшее распространение получили методы Бринелля, Роквелла и Виккерса. Схемы испытаний представлены на рисунке 1.

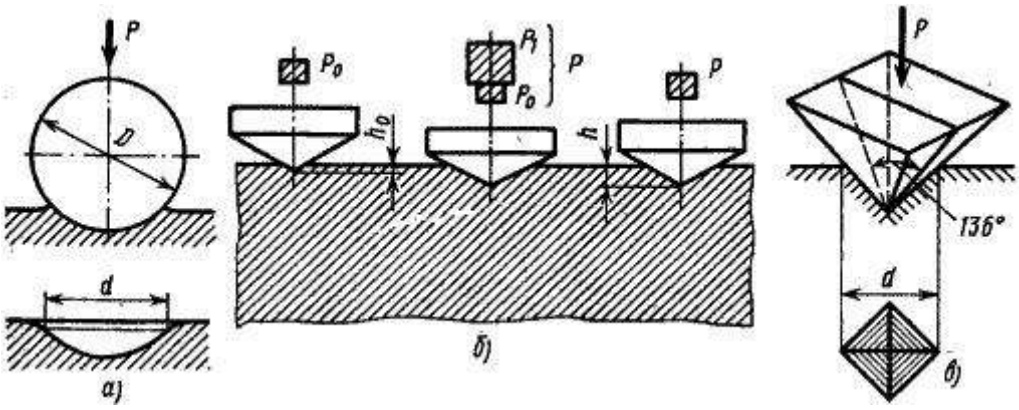


Рисунок 1. Схемы определения твердости: а – по Бринеллю; б – по Роквеллу; в – по Виккерсу

Твердость по Бринеллю.

Испытание проводят на твердомере Бринелля (рисунок 1, а).

В качестве индентора используется стальной закаленный шарик диаметром D 2,5; 5; 10 мм, в зависимости от толщины изделия.

Нагрузка P, в зависимости от диаметра шарика и измеряемой твердости: для термически обработанной стали и чугуна – $P=30D^2$, литой бронзы и латуни – $P=10D^2$, алюминия и других очень мягких металлов – $P=2,5D^2$.

Продолжительность выдержки: для стали и чугуна – 10 с, для латуни и бронзы – 30 с.

Полученный отпечаток измеряется в двух направлениях при помощи лупы Бринелля.

Твердость по Бринеллю обозначается НВ 250.

Испытание по Бринеллю.

Наиболее распространенным прибором для испытания на твердость по Бринеллю является автоматический рычажный пресс.

Схема автоматического рычажного пресса показана на рисунке 2. В верхней части станины 1 имеется шпиндель 2, в который вставляется наконечник с шариком 3. Может быть установлен один из трех наконечников — с шариком диаметром 10,5 или 2,5 мм. Столик 4 служит для установки на нем испытываемого образца 5. Вращением по часовой стрелке рукоятки 6 приводят в движение винт 7, который, перемещаясь вверх, поднимает столик 4, и образец 5 прижимается к шарику 3. При вращении рукоятки 6 до тех пор, пока указатель 8 не станет против риски, пружина 9 сжимается до отказа и создается предварительная нагрузка в 100 кГ.

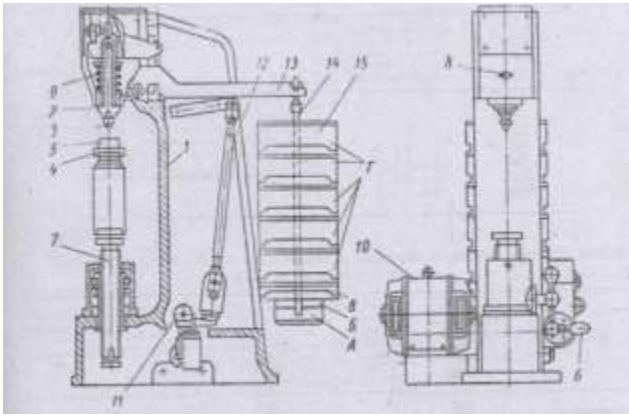


Рисунок 2. Схема автоматического рычажного пресса для определения твѐрдости

Электродвигатель 10, который включают нажатием кнопки, расположенной сбоку пресса, приводит во вращение эксцентрик 11. При вращении эксцентрика 11 шатун 12, перемещаясь вниз, опускает рычаг 13 и соединенную с ним

подвеску 14 с грузами 15, создавая этим нагрузку на шарик, который вдавливается в образец. При дальнейшем вращении эксцентрика И шатун 12, перемещаясь вверх, поднимает рычаг 13 и подвеску 14 с грузами 15, снимая этим нагрузку с шарика. Когда рычаг и подвеска с грузами достигнут исходного положения, автоматически дается сигнал звонком и автоматически выключается электродвигатель. Вращением рукоятки 6 против часовой стрелки опускают столик

4. В зависимости от грузов, установленных на подвеске 14, создается различная нагрузка

Метод Роквелла.

Основан на вдавливании в поверхность наконечника под определенной нагрузкой (рисунок 1, б)

Индентор для мягких материалов (до НВ 230) – стальной шарик диаметром 1/16‖ (Ø1,6 мм), для более твердых материалов – конус алмазный.

Нагрузка осуществляется в два этапа. Сначала прикладывается предварительная нагрузка P_0 (10 ктс) для плотного соприкосновения наконечника с образцом. Затем прикладывается основная нагрузка P_1, в течение некоторого времени действует общая рабочая нагрузка Р. После снятия основной нагрузки определяют значение твердости по глубине остаточного вдавливания наконечника h под нагрузкой P_0.

Испытание по Роквеллу.

Рассмотрим прибор типа Роквелла ТК-2. Общий вид и схема прибора ТК-2 показаны на рисунке 3 и 4. Шпиндель 1 прибора (см. рис. 4) служит для закрепления на его конце с помощью винта 2 оправки 3 с шариком или алмазным (или из твердого сплава) конусом. Постоянный груз 4 создает нагрузку 50 кГ если на постоянный груз 4 установлен груз 5 (40 кГ), то создается нагрузка 90 кГ, если на постоянный груз 4 установлен груз 5 и груз 6 (50 кГ), то создается нагрузка 140 кГ. Стол 7 служит для установки на нем испытываемого образца

8. При вращении по часовой стрелке маховика 9 приводится во вращение винт 10, который, перемещаясь вверх, поднимает стол 7. и образец 8 подводится к оправке 3 с шариком или алмазным конусом. При дальнейшем вращении маховика 9 сжимается пружина 11, шарик, или алмазный конус, начинает внедряться в испытываемый образец 8, а стрелки поворачиваются по шкале индикатора

12. При вращении маховика 9 до тех пор, пока образец не упрется в ограничительный чехол 13, малая стрелка индикатора дойдет до красной точки, а большая стрелка установится приблизительно в вертикальном положении (с погрешностью ±5 делений) (, создается предварительная нагрузка 10 кГ. Точную установку шкалы индикатора на нуль производят при помощи барабана 14 (см. рис. 4) тросиком 15, закрепленным на ранте индикатора. Циферблат индикатораимеет две шкалы — черную (С) и красную (В). Независимо от того,

что вдавливается в испытываемый образец — алмазный конус или шарик, с большой стрелкой индикатора всегда совмещается нуль черной шкалы со значком «С».
Большую стрелку с нулевым штрихом красной шкалы со значком «В» не совмещают ни в каком случае.

Приведение в действие основной нагрузки осуществляется с помощью привода 16 от электродвигателя, работающего непрерывно и отключаемого с помощью тумблера 17 только при длительных перерывах в работе прибора.

Нажатием клавиши 18 приводят в действие кулачковый блок 19 механизма привода 16, передача от которого к грузовому рычагу 20 осуществляется с помощью штока 21. При этом подвеска 22 с грузами 4—6 опускается, и этим обеспечивается действие основной нагрузки и создается общая нагрузка (предварительная + основная).

Под действием основной нагрузки шарик, или алмазный конус, все глубже проникает в испытываемый образец, при этом большая стрелка индикатора поворачивается против часовой стрелки. После окончания вдавливания основная нагрузка, действовавшая на образец, автоматически снимается и остается предварительная нагрузка. При этом большая стрелка индикатора перемещается по часовой стрелке и указывает на шкале индикатора число твердости по Роквеллу. При испытании алмазным конусом под нагрузкой 150 или 60 кГ отсчет производят по черной шкале, а при испытании шариком под нагрузкой 100 кГ
— по красной шкале.

По окончании цикла испытания кулачковый блок автоматически отключается и фиксируется в исходном положении. Нормальная - продолжительностьцикла испытания 4 сек при положении рукоятки 23 (см. рис. 4) указателя против буквы Н.

Рисунок 3. Прибор ТК-2

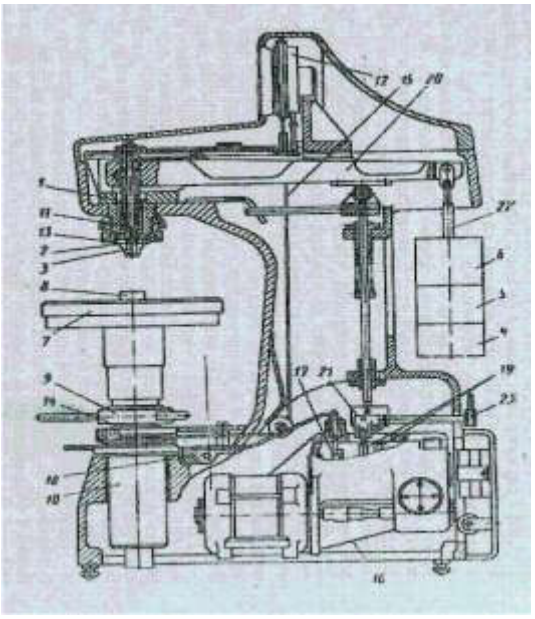


Рисунок 4. Схема прибора ТК-2

Метод Виккерса.

Твердость определяется по величине отпечатка (рисунок 1, в).

В качестве индентора используется алмазная четырехгранная пирамида с углом при вершине 136°.

Нагрузка P составляет 5…100 кгс. Диагональ отпечатка d измеряется при помощи микроскопа, установленного на приборе.

Преимущество данного способа в том, что можно измерять твердость любых материалов, тонкие изделия, поверхностные слои. Высокая точность и чувствительность метода.

Испытание по Виккерсу.

Основной частью прибора типа Виккерса (рис. 5) является поворотная головка 1, в которой смонтирована оправка с алмазной пирамидой 2, закрытой чехлом 3; специальный измерительный микроскоп 4 для измерения длины диагонали отпечатка и рабочий шпиндель 5.

При повороте рукояткой 6 головки 1 в крайнее левое положение прибор приводится в рабочее состояние, при котором ось рабочего шпинделя 5 совмещается с осью промежуточного шпинделя 7. При повороте рукояткой 6 головки 1 в крайнее правое положение прибор приводится в положение, при котором оптическая ось микроскопа 4 совмещается с центром отпечатка. При установке прибора в рабочее положение пружина 8 соединяет промежуточный шпиндель 7 с призмой 9 грузового рычага 10. На подвеске VI грузового рычага 10 устанавливают сменные грузы 12.

Столик 13 служит для установки на нем испытываемого образца 14. При вращении по часовой стрелке маховика 15 приводится во вращение винт 16, который, перемещаясь вверх, поднимает столик 13, и образец 14 прижимается к чехлу 3. В правой части прибора имеется грузовой привод с масляным амортизатором 17 при помощи которого приложение нагрузки, выдержка под нагрузкой и снятие нагрузки осуществляются механически за счет энергии опускающегося груза 18. В связи с этим до прижима образца 14 к чехлу 3 грузовой привод должен быть взведен, что осуществляется нажимом рукоятки 19. При этом подъемный шток 20 удерживается во взведенном положении рычагом 21, жестко связанным с рукояткой 19 взвода, а рычаг 22 запирает всю систему привода во взведенном положении.

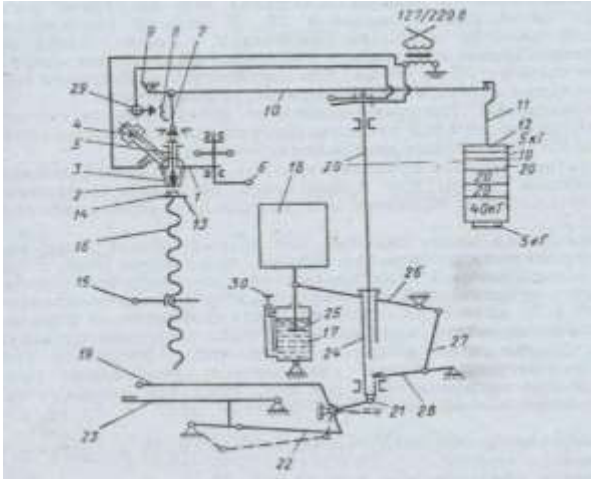


Рисунок 5. Кинематическая схема прибора типа Виккерса

Привод включают нажимом на педаль 23 пускового механизма. При этом приводится в движение рычаг 22 и под действием груза 18 опускается втулка 24, опирающийся на нее подъемный шток 20 и поршень 25 масляного амортизатора 17. Одновременно опускается грузовой рычаг 10, который опирается на шток 20, при этом алмазная пирамида 2 вдавливается в поверхность образца 14. При опускании втулки 24, шарнирно связанной с рычагом 26, соединенным с тягой 27 происходит подъем рычага 28 навстречу штоку 20. Когда шток 20 опустится приблизительно на 16 мм, его нижний конец встречается с рычагом
28. При дальнейшем опускании втулки 24 продолжается подъем рычага 28, при этом поднимается шток 20 и грузовой рычаг 10. К концу хода поршня 25 масляного амортизатора 17 шток 20 придет в начальное положение и снимет нагрузку.

Продолжительность выдержки образца под нагрузкой регистрируется сигнальной лампочкой 29. В момент приложения нагрузки сигнальная лампочка зажигается и гаснет, когда нагрузка снята. Продолжительность выдержки образца под нагрузкой может быть от 10 до 60 сек, что достигается изменениемскорости опускания штока амортизатора регулятором 30.

Вопросы для самоконтроля:

1. Обозначение твердости по Роквеллу, минимальные и максимальные ее значения.

2. Обозначение твердости по Бринеллю, минимальные и максимальные ее значения.

3. Обозначение твердости по Виккерсу, минимальные и максимальные ее значения.

Литература:

1. Барташевич А.А. Материаловедение. – Ростов н/Д.: Феникс, 2011 Барташевич А.А. Материаловедение. – Ростов н/Д.: Феникс, 2011

2. Чумаченко Ю.Т. Материаловедение и слесарное дело: Учеб. пособие. – Ростов н/Д.: Феникс, 2009

3. Чумаченко Ю.Т. Материаловедение: Учебник для СПО. – Ростов н/Д.:

Феникс, 2011

Интернет источники:

1. Электронный ресурс [http://libmetal.ru/prop/tverd.htm]
2. Электронный ресурс [http://www.studfiles.ru/preview/1493387/]
3. Электронный ресурс [http://www.conatem.ru/tehnologiya_metallov /metody-opredeleniya-tverdosti-metalla.htmlu]
4. Электронный ресурс [http://studopedia.ru/10_122948_sposobi-opredeleniya-tverdosti-metallov.html]

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

Тема: «Работа с диаграммой состояний железо-углерод».

Цель работы: научиться рассматривать процесс охлаждения сплавов с учетом фазовых превращений, описываемых диаграммой железо-цементит. Ознакомиться с основными микроструктурами железоуглеродистых сплавов и их характеристиками.

Приобретаемые умения и навыки: закрепить знание принципов построения диаграмм. Приобрести навыки в построении кривых охлаждения.

Норма времени: 2 часа.

Оснащение рабочего места: раздаточный материал.

Алгоритм работы:

1. Ознакомится с теоретическим материалом и выполнить задание.

Задание.

Построить для заданных сплавов кривые охлаждения и описать процесс охлаждения от температуры 1600°С до комнатной с учетом фазовых превращений. Дать определения и характеристики структур по заданному сплаву.

В таблице приведены исходные данные для выполнения индивидуального задания, указана массовая доля углерода (колонка 2 табл. 1).

Таблица 1. Варианты заданных сплавов

№ варианта	**% углерода (по массе)**	**№ варианта**	**% углерода (по массе)**
1	0,5; 5,0	11	0,1; 2,7
2	1,2; 4,3	12	0,2; 3,5
3	1,0; 4,7	13	0,9; 4,0
4	0,25; 3,0	14	1,1; 3,9
5	0,8; 4,5	15	0,15; 4,4
6	0,4; 6,0	16	2,0; 6,6
7	1,3; 2,5	17	1,5; 2,8
8	0,45; 2,2	18	0,35; 3,0
9	0,6; 5,5	19	0,7; 4,3
10	1,9; 6,3	20	1,8; 2,5

1. В соответствии с номером варианта из таблицы 1 выберите массовую долю углерода контрольных сплавов.

2. На листе формата А4 вычертите диаграмму состояния $Fe-Fe_3C$. Обозначьте структурные составляющие во всех областях диаграммы.

3. Нанесите на диаграмму вертикальные линии контрольных сплавов, выполните построение необходимых горизонтальных линий.

4. Постройте кривые охлаждения контрольных сплавов. Дайте подробное описание микроструктур при медленном охлаждении. Приведите необходимые реакции.

5. Определите, к какой группе железоуглеродистых сплавов относятся заданные сплавы, по возможности приведите марку рассмотренного сплава, его применение. 6. Схематически изобразите микроструктуры сплавов в интервале температур первичной кристаллизации и при комнатной температуре. На рисунке отметьте структурные составляющие.

Теоретический материал.

Представлена диаграмма состояния железо-цементит ($Fe-Fe_3C$), которая рассматривает процессы кристаллизации железоуглеродистых сплавов (стали и чугуна) и превращения в их структурах при медленном охлаждении от жидкого расплава до комнатной температуры.

Диаграмма (рис. 1) показывает фазовый состав и структуру сплавов с концентрацией от чистого железа до цементита (6,67% С). Сплавы с содержанием углерода до 2,14% называют сталью, а от 2,14 до 6,67% – чугуном. Диаграмма состояния $Fe-Fe_3C$ представлена в упрощенном виде.

Первичная кристаллизация, т. е. затвердевание жидкого сплава, начинается при температурах, соответствующих линии ликвидуса ACD. Точка А на этой диаграмме соответствует температуре 1539° плавления (затвердевания) железа, точка D – температуре ~1600°С плавления (затвердевания) цементита. Линия солидуса AECF соответствует температурам конца затвердевания. При температурах, соответствующих линии AC, из жидкого сплава кристаллизуется **аустенит**, а линии CD – **цементит**, называемый первичным цементитом.

В точке С при 1147°С и содержании углерода 4,3% из жидкого сплава одновременно кристаллизуется аустенит и цементит (первичный), образуя эвтектику – **ледебурит**. При температурах, соответствующих линии солидуса AE, сплавы с содержанием углерода до 2,14% окончательно затвердевают с образованием аустенита. На линии солидуса ECF сплавы с содержанием углерода от 2,14 до 6,67% окончательно затвердевают с образованием эвтектики (ледебурита) и структур, образовавшихся ранее из жидкого сплава,

а именно: в интервале 2,14-4,3% С – аустенита, а в интервале 4,3-6,67% С – цементита первичного (см. рис. 1). В результате первичной кристаллизации во всех сплавах с содержанием углерода до 2,14%, т. е. в сталях, образуется однофазная структура – аустенит. В сплавах с содержанием углерода более 2,14%, т. е. в чугунах, при первичной кристаллизации образуется эвтектика ледебурита.

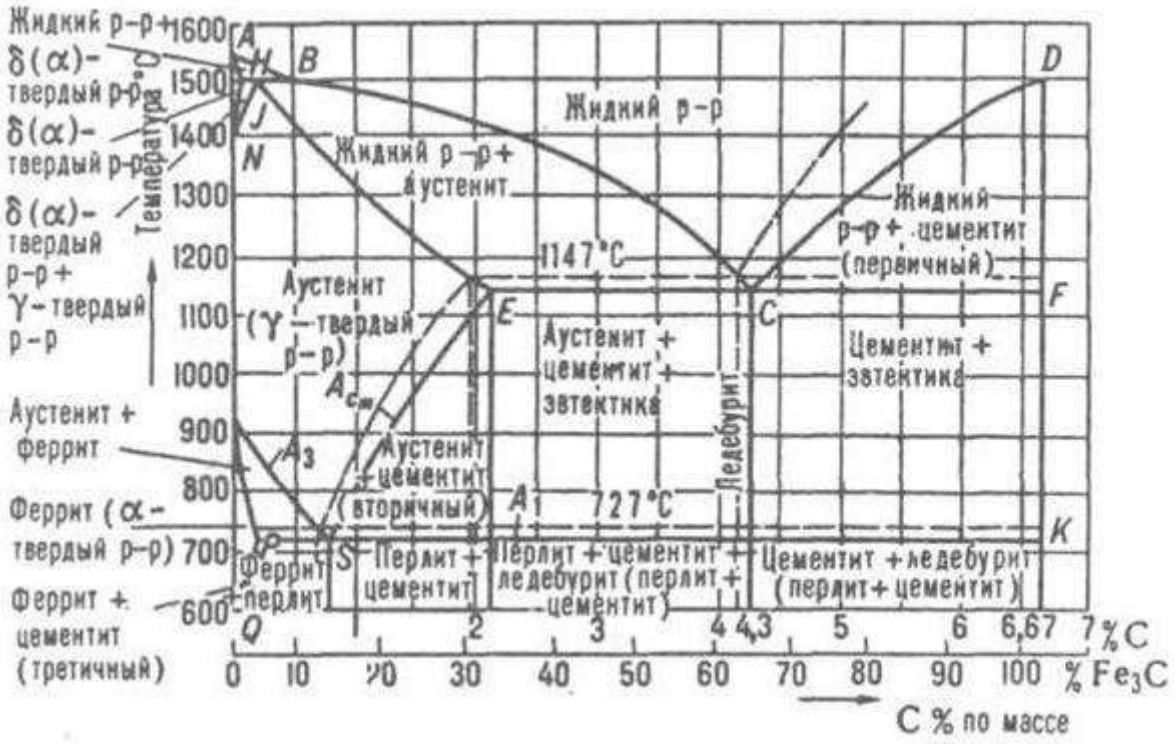


Рисунок 1. Диаграмма состояния железо-цементит

Вторичная кристаллизация (превращение в твердом состоянии) происходит при температурах, соответствующих линиям GSE, PSK и GPQ. Превращения в твердом состоянии происходят вследствие перехода железа из одной аллотропической модификации в другую (γ в α) и в связи с изменением растворимости углерода в аустените и феррите. С понижением температуры растворимость уменьшается. Избыток углерода выделяется из твердых растворов в виде цементита. В области диаграммы AGSE находится аустенит. При охлаждении сплавов аустенит распадается с выделением феррита при температурах, соответствующих линий GS, и цементита, называемого вторичным, при температурах, соответствующих линии SE. Вторичным называют цементит, выделяющийся из твердого раствора аустенита, в отличие от первичного цементита, выделяющегося из жидкого расплава. В области диаграммы GSP находится смесь феррита и

распадающегося аустенита. Ниже линии GP существует только феррит. При дальнейшем охлаждении до температур, соответствующих линии PQ, из феррита выделяется цементит (третичный). Линия PQ показывает, что с понижением температуры растворимость углерода в феррите уменьшается от 0,02% (т. P) при 727°C до 0,006% при комнатной температуре (т. Q).

В точке S при содержании 0,8% углерода и температуре 727°C весь аустенит распадается и превращается в механическую смесь феррита и цементита – **перлит**:

$$A_{0,8} \quad Ф + Ц \quad эвтектика \qquad ПЕРЛИТ$$

Сталь, содержащую 0,8% углерода, называют **эвтектоидной**. Стали, содержащие от 0,02 до 0,8% углерода, называют **доэвтектоидными**, а от 0,8 до 2,14% углерода – **заэвтектоидными**.

При температурах, соответствующих линии PSK, происходит распад аустенита, оставшегося в любом сплаве системы, с образованием перлита, представляющего собой механическую смесь феррита и цементита. Линию PSK называют линией перлитного превращения. При температурах, соответствующих линии SE, аустенит насыщен углеродом, и при понижении температуры из него выделяется избыточный углерод в виде цементита (вторичного). Вертикаль DFK означает, что цементит имеет неизменный химический состав. Меняется лишь форма и размер его кристаллов, что существенно отражается на свойствах сплавов. Самые крупные кристаллы цементита образуются, когда он выделяется при первичной кристаллизации из жидкости.

Диаграмма железо-цементит показывает структуры белых чугунов, в которых весь углерод находится в связанном состоянии в виде цементита.

Белый чугун, содержащий 4,3% углерода, называют **эвтектическим**. Белые чугуны, содержащие от 2,14 до 4,3% углерода, называют **доэвтектическими**, а от 4,3 до 6,67% углерода – **заэвтектическими**.

По достижении температуры 727°C (линия PSK) аустенит, обедненный углеродом до эвтектоидного состава (0,8% углерода), превращается в перлит. После окончательного охлаждения доэвтектические белые чугуны состоят из перлита, ледебурита, состоящего из перлита и цементита, и цементита вторичного. Чем больше в структуре такого чугуна углерода, тем меньше в нем перлита и больше ледебурита. Белый эвтектический чугун (4,3% углерода) при температурах ниже 727°C состоит только из ледебурита. Белый заэвтектический чугун, содержащий более 4,3% углерода, после

окончательного охлаждения состоит из цементита первичного и ледебурита. Следует отметить, что при охлаждении ледебурита ниже линии PSK входящий в него аустенит превращается в перлит, т. е. ледебурит при комнатной температуре представляет собой уже смесь цементита и перлита. При этом цементит образует сплошную матрицу, в которой размещены колонии перлита. Такое строение ледебурита является причиной его большой твердости (HB > 600) и хрупкости.

Цементит (Fe_3C) – химическое соединение железа с углеродом (карбид железа), содержит 6,67% углерода. Аллотропических превращений не испытывает. Кристаллическая решетка цементита состоит из ряда октаэдров, оси которых наклонены друг к другу. Температура плавления цементита точно не установлена (1250, 1550°C). При низких температурах цементит слабо ферромагнитен, магнитные свойства теряет при температуре около 217°C. Цементит имеет высокую твердость (более 800 HB) легко царапает стекло, но чрезвычайно низкую, практически нулевую, пластичность. Такие свойства являются следствием сложного строения кристаллической решетки. Цементит способен образовывать твердые растворы замещения. Атомы углерода могут замещаться атомами неметаллов: азотом, кислородом; атомы железа – металлами: марганцем, хромом, вольфрамом и др. Такой твердый раствор на базе решетки цементита называется легированным цементитом. Цементит – соединение неустойчивое и при определенных условиях распадается с образованием свободного углерода в виде графита. Этот процесс имеет важное практическое значение при структурообразовании чугунов.

Ледебурит – эвтектическая механическая смесь аустенита и цементита, образующаяся в результате эвтектической кристаллизации из жидкости, содержащей 4,3% углерода.

Ледебурит представляет собой колонную структуру, основу которой составляют пластины цементита, проросшие разветвленными кристаллами аустенита. Ледебурит, состоящий из эвтектической смеси аустенита и цементита, устойчив в температурном интервале от эвтектической (ECF, 1147°C) до эвтектоидной (PSK, 727°C) линии на диаграмме железо-углерод. При понижении температуры ниже 727°C аустенит в составе ледебурита претерпевает эвтектоидное превращение, в результате чего при комнатной температуре ледебурит представляет собой эвтектическую смесь перлита с цементитом. Строение перлита в ледебурите такое же, как и в сплавах с меньшим содержанием углерода (сталях). Ледебурит, как и

цементит, образующий его основу, твѐрд, износостоек и обладает практически нулевой пластичностью. Эти свойства ледебурита лежат в основе использования такой структуры в белых чугунах, используемых в качестве одних из наиболее износостойких материалов.

Перлит – это эвтектоидная механическая смесь двух фаз: феррита и цементита. Механические свойства перлита определяются его структурным состоянием. Экспериментально определенные значения твердости пластинчатого перлита, сорбита и троостита, соответственно, равны 170…230, 230…330 и 330…400 НВ. Эти структуры имеют одну природу, но отличаются степенью дисперсности частиц, их образующих (феррит и цементит). Таким образом, можно видеть, что чем выше степень дисперсности ферритоцементитной смеси, тем выше его твѐрдость.

Феррит (Ф) – твердый раствор внедрения углерода в α-железо. Феррит имеет переменную предельную растворимость углерода: минимальную – 0,006% при комнатной температуре, максимальную – 0,02% при температуре 727°С (т. Р). Углерод располагается в дефектах объемно центрированной кубической решетки. При температуре выше 1392°С существует высокотемпературный феррит δ, с предельной растворимостью углерода 0,1% при температуре 1499°С. Свойства феррита близки к свойствам железа. Феррит мягок твердость – 130 НВ, пластичен, магнитен до 768°С.

Аустенит (А) – твердый раствор внедрения углерода в γ-железо. Углерод занимает место в центре гранецентрированной кубической ячейки. Аустенит имеет переменную предельную растворимость углерода: минимальную – 0,8% при температуре 727°С (точка S), максимальную – 2,14% при температуре 1147°С (точка Е). Аустенит имеет твердость НВ 200…250, пластичен, парамагнитен. При растворении в аустените других элементов могут изменяться свойства и температурные границы существования.

Диаграмма состояния железо-цементит имеет большое практическое значение. Ее применяют для определения тепловых режимов термической обработки и горячей обработки давлением (ковка, горячая штамповка, прокатка) железоуглеродистых сплавов. Ее используют также в литейном производстве для определения температуры плавления, которую необходимо знать для назначения режима заливки жидкого железоуглеродистого сплава в литейные формы.

На рисунке 2 показаны структуры сталей, а на рисунке 3 показаны структуры белых чугунов в соответствии с диаграммой железо-цементит.

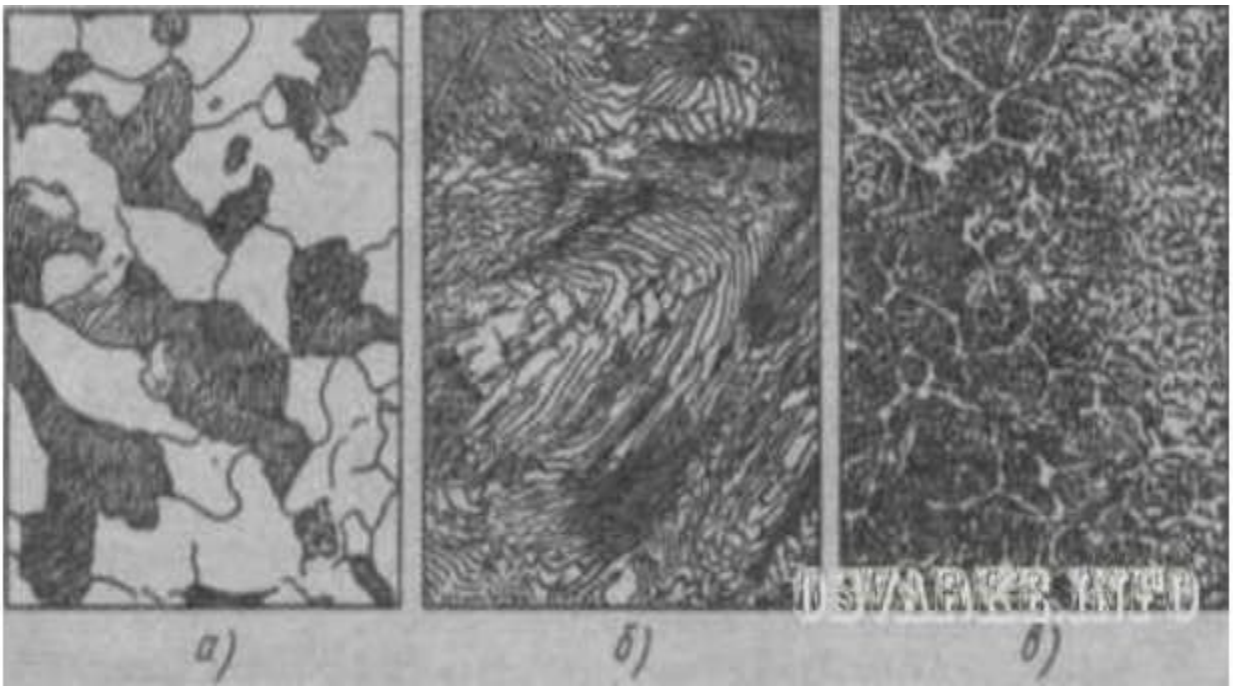


Рисунок 2. Микроструктура стали:
а – доэвтектоидная сталь – феррит (светлые участки) и перлит (темные участки) при 500х увеличении;
б – эвтектоидная сталь – перлит (1000х);
в – заэвтектоидная сталь – перлит и цементит в виде сетки (200х)

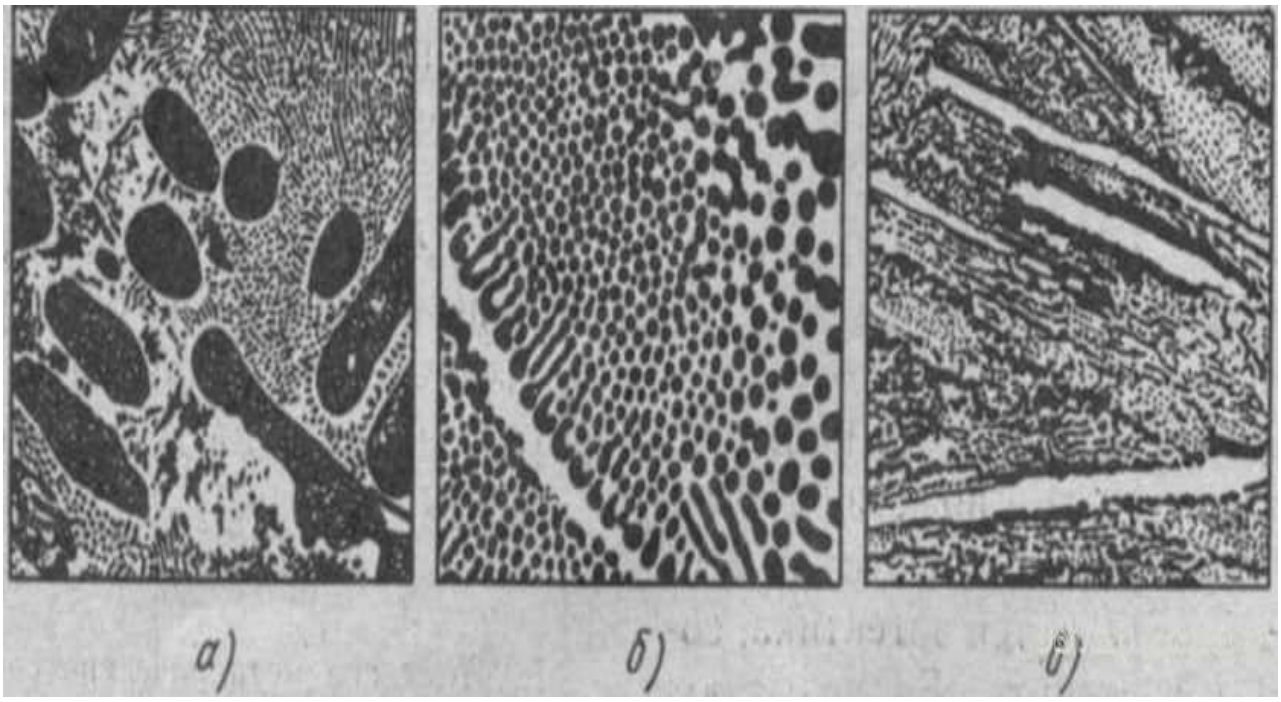


Рисунок 3. Микроструктура белого чугуна при 500х увеличении:
а – доэвтектический чугун – перлит (темные участки) и ледебурит

(цементит вторичный в структуре не виден);

б – эвтектический чугун – ледебурит (смесь перлита и цементита);

в – заэвтектический чугун – цементит (светлые пластины) и ледебурит

Вопросы для самопроверки:

1. Какое превращение происходит в железоуглеродистых сплавах при температуре 1147°С?
2. Какое превращение происходит в железоуглеродистых сплавах при температуре 727°С?
3. Чем отличаются структурные составляющие «цементит первичный», «цементит вторичный», «цементит третичный»?
4. Что называют перлитом, ледебуритом, аустенитом, ферритом?
5. Какая фаза первично кристаллизуется в заэвтектических белых чугунах?
6. Какая фаза первично кристаллизуется в доэвтектических белых чугунах?
7. Какой сплав называют техническим железом?

Литература

1. Адаскин, А. М. Материаловедение (металлообработка): учеб. для нач. проф. образования / А. М. Адаскин. – М.: Издательский центр «Академия», 2004.
2. Колесник, П. А. Материаловедение на автомобильном транспорте / П. А. Колесник. – М.: Издательский центр «Академия», 2010.
3. Пейсахов, А. М. Материаловедение и технология конструкционных ма-териалов / А. М. Пейсахов, А. М. Кучер. – СПб.: Издательство Михайлова В.А., 2004.
4. Материаловедение и технология металлов / Г. П. Фетисов [и др.]. – М.: Высшая школа, 2002.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Тема: «Способы соединения деталей в сборочных единицах».

Цель работы: изучить способы соединения материалов.

Приобретаемые умения и навыки: формирование навыка выбора способа соединения деталей в сборочных единицах. Умение выбирать способы соединения деталей.

Норма времени: 2 часа.

Оснащение рабочего места: раздаточный материал.

Алгоритм работы:

1. Ознакомится с теоретическим материалом и выполнить задание.

Задание.

Заполните таблицу:

Способ соединения	**Вид соединения**	**Достоинства**	**Недостатки**	**Область применения**
Винтовое соединение				
Болтовое соединение				
Шпоночное соединение				
Заклепочное соединение				
Сварное соединение				
Стыковое соединение				
Нахлесточное соединение				
Соединение пайкой				
Соединение склеиванием				
Клеммовое соединение				
Зубчатое (шлицевое) соединение				

Соединение деталей посадкой с насадкой				

Теоретический материал.

Любые машины, их узлы и агрегаты состоят из множества различных отдельных деталей. Все эти детали определенным образом взаимодействуют между собой, составляя единый целый функционирующий механизм. Взаимодействие это определяет виды соединения деталей. Соединения могут быть как разъемными, так и неразъемными.

Разъемные соединения – это те, при помощи которых возможно, как правило, неоднократно произвести сборку и разборку узлов механизма. Примеры разъемных соединений – это резьбовые, шплинтовые, штифтовые, зубчатые и пр. В свою очередь, они могут быть как подвижными, так и неподвижными.

Разъемные соединения получили широкое применение там, где необходима периодическая замена одной детали на другую в связи с регламентным обслуживанием или ремонтом механизма, смены какого-либо рабочего элемента машины (приспособление, инструмент), для постоянной или временной фиксации детали, периодическим взаимодействием деталей механизмов друг на друга в процессе их работы и т.д. Такие соединения образуются при помощи крепежных резьбовых элементов (болты, резьбовые шпильки, различные гайки, винты), ходовых винтов (червячных, шнековых), шлицов (зубьев) сопрягаемых деталей, шпонок, штифтов, шплинтов, клиньев, а также комбинацией нескольких таких элементов. Возможно разъемное соединение способом сочленения специальных выступов на скрепляемых деталях. **Неразъемные соединения** – это те, разборка которых невозможна без механических воздействий, разрушающих и/или повреждающих сопрягаемые детали. Образовываться такие соединения могут при помощи сварки, пайки, склепки и даже склеивания деталей между собой.

Для неразъемного соединения применяют методы: сварки, склепки, склейки, развальцовки, посадки с натягом, сшивания, кернения.

Такие соединения имеют место там, где оно работает весь срок службы машины, механизма, агрегата или узла, и требуется неподвижная фиксация деталей относительно друг друга.

Резьбовые соединения.

Соединение деталей с помощью резьбы является одним из старейших и наиболее распространенных видов разъемного соединения. К ним относятся соединения с помощью болтов, винтов, шпилек, винтовых стяжек и т.д.

Резьба – выступы, образованные на основной поверхности винтов или гаек и расположенные по винтовой линии.

Основные типы крепежных деталей.

Для соединения деталей применяют болты, винты, шпильки с гайками (рис.1).

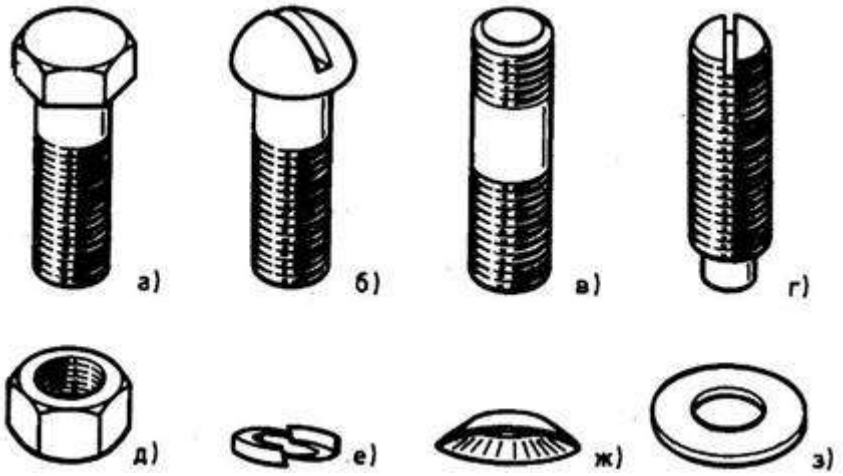


Рисунок 1. Основные типы крепежных деталей

а — болт; б — винт; в - шпилька; г — установочный винт; д — гайка; е — пружинная шайба; ж — деформируемая шайба; з — плоская шайба

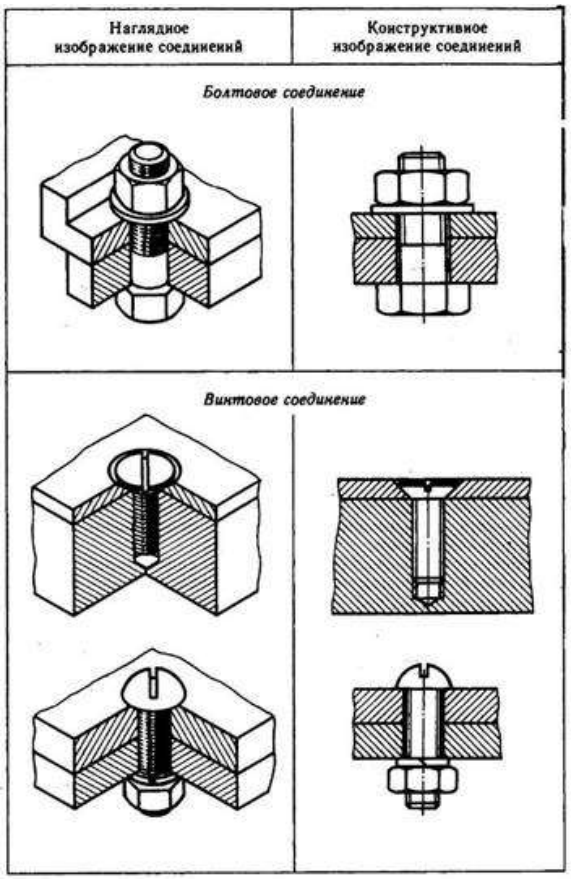


Рисунок 2. Болтовое и винтовое соединения

Основным преимуществом болтового соединения (рис.2) является то, что при нем не требуется нарезать резьбу в соединяемых деталях. К недостаткам можно отнести следующее: обе соединяемые детали должны иметь место для расположения гайки или головки винта; при завинчивании и отвинчивании гаки

необходимо удерживать головку винта от проворачивания; по сравнению с винтовым болтовое соединение несколько увеличивает массу изделия и искажает его внешние очертания.

Винты и шпильки применяют в тех случаях, когда постановка болта невозможна или нерациональна. Например, нет места для размещения гайки, нет доступа к гайке, при большой толщине детали необходимо глубокое сверление и длинный болт и т.п.

Если при эксплуатации деталь часто снимают и затем снова ставят на место, то ее следует закреплять болтами или шпильками, так как винты в многократном завинчивании может повредить резьбу в детали. Повреждение резьбы в этом случае более вероятно, если деталь изготовлена из малопрочных хрупких материалов, например из чугуна, дюралюминия и т.п.

Подкладную шайбу ставят под гайку или головку винта для уменьшения смятия детали (гайкой, если деталь сделана из менее прочного материала (пластмассы, дерева и т.д.), предохранения чистых поверхностей деталей от царапин при завинчивании гайки(винта); перекрытия большого зазора отверстия. В других случаях подкладную шайбу использовать нецелесообразно. Кроме подкладных шайб применяют стопорные или предохранительные шайбы, которые предохранят соединение от самоотвинчивания.

Шпонки – это конструктивный элемент, служащий для соединения с валом деталей передающих вращательное и колебательное движение. По конструкции шпонки делятся на призматические, сегментные, клиновые (рис.13).

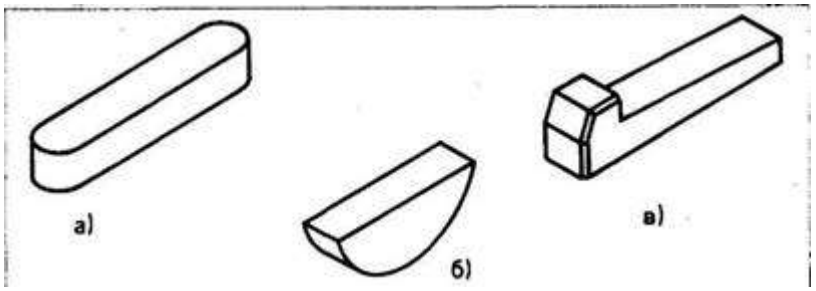


Рисунок 3. Шпонки: а – призматическая; б – сегментная, в – клиновая.

Заклепочные соединения

Клепаное соединение - неразъемное. В большинстве случаев его применяют для соединения листов и фасонных профилей. Соединение образуют расклепыванием стрежня заклепки, вставленное в отверстие деталей.

При расклепывании вследствие пластических деформаций образуется замыкающая головка, а стержень заклепки заполняет зазор в отверстии. Силы, вызванные упругими деформациями деталей и стержня заклепки, стягивают детали. Относительному сдвигу деталей оказывают сопротивление стержни заклепок и частично силы трения в стыке.

Отверстия в деталях продавливают или сверлят. Сверление менее производительно, но обеспечивает повышенную прочность. При

продавливании листы деформируются, по краям отверстия появляются мелкие трещины, а на выходной стороне отверстия образуется острая кромка, которая может вызвать подрез стержня заклепки. Поэтому продавливание иногда сочетают с последующим рассверливанием.

Клепку (осаживание стержня) можно производить вручную или машинным способом. Машинная клепка дает соединения повышенного качества, так как она обеспечивает однородность посади заклепок и увеличивает силы сжатия деталей. Стальные заклепки малого диаметра (до 10 мм) и заклепки из цветных металлов ставят без нагрева – холодная заклепка. Стальные заклепки диаметром больше 10 мм перед установкой в детали нагревают – горячая клепка. Предварительный нагрев заклепок, облегчает процесс клепки и повышает качество соединения (достигаются лучшее заполнение отверстия и повышенный натяг в стыке деталей, связанный с тепловыми деформациями при остывании).

Клепаные соединения применяются для деталей, материал которых плохо сваривается, и в тех конструкциях, где важно растянуть во времени развития процесс разрушения. Например: разрушение одной или нескольких из тысяч заклепок крыла самолета еще не приводит к его разрушению, но уже может быть обнаружено и устранено при контроле и ремонте.

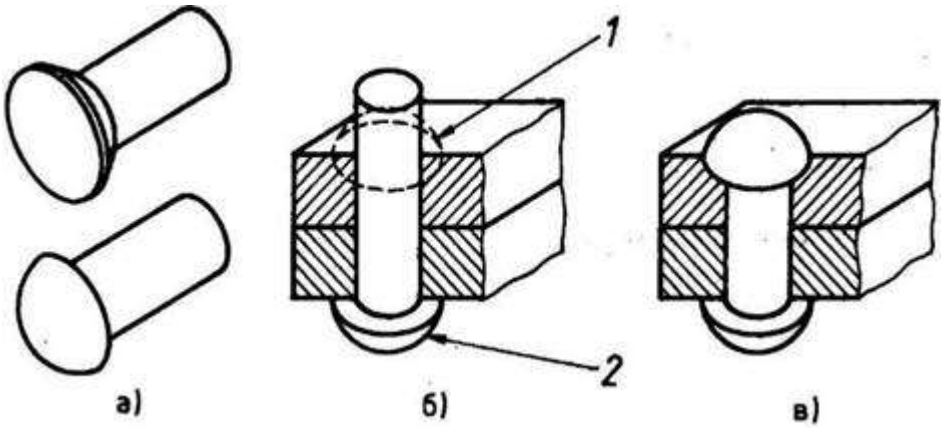


Рисунок 4. Клепаное соединение

Сварные соединения

Сварное соединение – неразъемное. Оно образуется путем сваривания материалов деталей в зоне стыка и не требует никаких вспомогательных элементов. Прочность соединения зависит от однородности и непрерывности материала сварного шва и окружающей его зоны. Сварное соединение является наиболее совершенным из неразъемных соединений, так как лучше других приближает составные детали к цельным. При сварном соединении проще обеспечить условия равнопрочности, снижения массы и стоимости изделия.

Применяемые в современном машиностроении виды сварки весьма разнообразны. Каждый из них имеет свои конкретные области применения. Из всех видов сварки наиболее широко распространена электрическая.

Различают два вида электрической сварки:

1. Электродуговая сварка: основана на использовании теплоты электрической дуги для расплавления металла. Для защиты расплавленного металла от вредного действия окружающего воздуха на поверхность электрода наносят толстую защитную обмазку, которая выделяет большое количество шлака и газа, образуя изолированную среду. Этим обеспечивают повышение качества металла сварного шва, механические свойства которого могут резко ухудшиться под влиянием кислорода и азота воздуха.

С той же целью производят сварку под флюсом. Этот вид сварки в настоящее время считается основным видом автоматической сварки. Производительность автоматической сварки в 10 – 20 раз и более выше ручной. Повышение производительности достигают путем применения тока 1000 – 3000 А вместо 200 – 500 А при ручной сварке. Это обеспечивает более рациональное формирование шва и повышает скорость сварки.

В то время как при ручной сварке образование шва достигается в основном за счет металла электрода, при автоматической сварке шов формируется в значительной степени за счет расплавленного основного металла, что не только сокращает время сварки, но и значительно снижает расход электродного материала. Автоматическая сварка под слоем флюса обеспечивает высокие и, что особенно важно, однородные, на зависящие от индивидуальных качеств сварщика механические свойства соединений.

В электрошлаковой сварке источником нагрева служит теплота, выделяющаяся при прохождении тока от электрода к изделию через шлаковую ванну. Электрошлаковая сварка предназначена для соединения деталей большой толщины. Толщина свариваемых деталей практически не ограничивается. Толщина свариваемых деталей практически не ограничивается. Электрошлаковая сварка позволяет заменять сложные и тяжелые цельнолитые и цельнокованые конструкции сварными из отдельных простых отливок, поковок и листов, что значительно облегчает и снижает стоимость производства. Эта сварка применена и для чугунных отливок.

2. Контактная сварка основана на использовании повышенного омического сопротивления в стыке деталей и осуществляется несколькими способами.

При стыковой контактной сварке через детали пропускают ток, сила которого достигает нескольких тысяч ампер. Основное количество теплоты выделяется в месте стыка, где имеется наибольшее сопротивление; металл в этой зоне разогревается до пластического состояния или даже до поверхностного оплавления. Затем ток выключают, а разогретые детали сдавливают с некоторой силой – происходит сварка металла деталей по всей поверхности стыка. Этот вид сварки рекомендуют применять для стыковых соединений деталей, площадь поперечного сечения которых сравнительно невелика.

При точечной контактной сварке соединение образуется не по всей поверхности стыка, а лишь в отдельных точках, к которым подводят электроды

варочной машины.

При шовной контактной сварке узкий непрерывный или прерывистый шов расположен вдоль стыка деталей. Эту сварку выполняют с помощью электродов, имеющих форму дисков, которые катятся в направлении сварки. Точечную и шовную сварку применяют в нахлестных соединениях преимущественно для листовых деталей толщиной не более 3 – 4 мм и тонких стенок арматурных стенок. В отличии от точечной шовная сварка образует герметичное соединение.

Все рассмотренные виды контактной сварки высокопроизводительны, их широко используют в массовом производстве для сварки труб, арматуры, кузовов автомобилей, металлической обшивки железнодорожных вагонов, корпусовсамолетов, тонкостенных резервуаров и т.д.

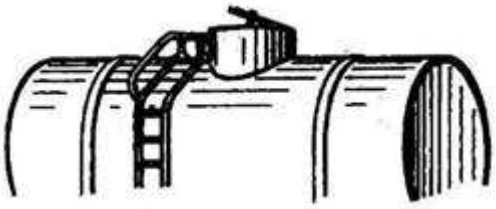


Рисунок 5. Сварное соединение

Стыковое соединение

Стыковое соединение во многих случаях является наиболее простым и надежным. Его следует применять везде, где допускает конструкция изделия. В зависимости от толщины соединяемых деталей соединение выполняют с обработкой или без обработки кромок, с подваркой и без подварки с другой стороны.

При малых толщинах обработка кромок не обязательна, а при средних и больших толщинах она необходима по условию образования шва на всей толщине деталей. Автоматическая сварка под флюсом позволяет увеличить предельные толщины листов, свариваемых без обработки кромок, примерно к два раза.

Сварить встык можно не только листы или полосы, но также трубы, уголки, швеллеры и другие фасонные профили. Во всех случаях составная деталь получается близкой к целой.

Стыковое соединение может разрушаться по шву, месту сплавления металла шва с металлом детали в зоне термического влияния. Зоной термического влияния называют прилегающий ко шву участок детали, в котором в результатенагревания при сварке изменяются механические свойства металла. Понижение механических свойств в зоне термического влияния особенно значительно при сварке термически обработанных, а также наклепанных сталей. Для таких соединений рекомендуют термообработку и наклеп после сварки. Практикой установлено, что при качественном выполнении сварки разрушение соединения стальных деталей происходит

преимущественно в зоне термического влияния.

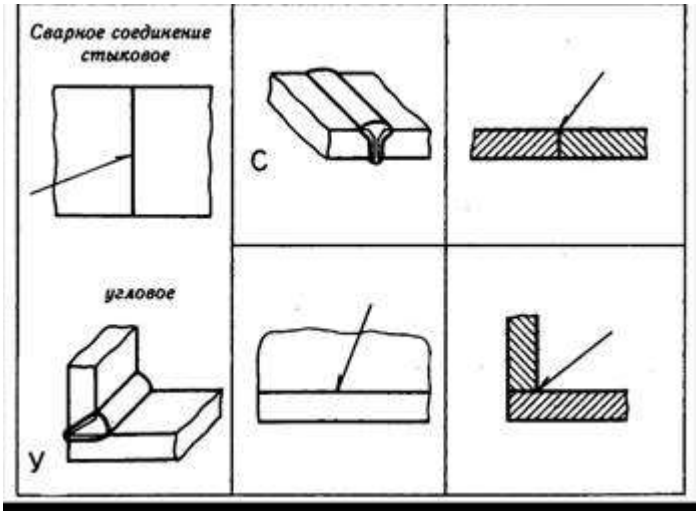


Рисунок 6. Виды сварных соединений

Нахлесточное соединение

Выполняется с помощью угловых швов.

В зависимости от формы поперечного сечения различают угловые швы:

-нормальные – наиболее распространены на практике;

-улучшенные;

-вогнутые – снижают концентрацию напряжений и рекомендуются при действии переменных нагрузок. Вогнутость шва достигается обычно механической обработкой, которая значительно увеличивает стоимость соединения. Поэтому такой шов применяют только в особых случаях, когда оправдываются дополнительные расходы;

-выпуклые – образуют резкое изменение сечения деталей в месте соединения, что является причиной повышенной концентрации напряжений. В нагруженных силовых конструкциях не рекомендуется.

Соединение пайкой и склеиванием

В отличии от сварки пайка и склеивание позволяют соединять детали не только из однородных, но и из неоднородных материалов, например: сталь с аллюминием6 металлы со стеклом, графитом, фарфором, керамика с полупроводниками: пластмассы, дерево, резина и пр.

При пайке и склеивании кромки детали не расплавляются, что позволяет более точно выдерживать их размеры и форму, а также производить повторные ремонтные соединения. По прочности паяные и клееные соединения уступают сварным в тех случаях, когда материал деталей обладает достаточно хорошей свариваемостью. Исключение составляют соединения тонкостенных элементов типа оболочек, когда имеется опасность прожога деталей при сварке.

Применение пайки и склеивания в машиностроении возрастает в связи с широким внедрением новых конструкционным металлов (например, пластмасс) и высокопрочных легированных сталей, многие из которых плохо свариваются. Примерами применения пайки и склеивания в машиностроении могут служить радиаторы автомобилей и тракторов, камеры сгорания жидкостных реактивных

двигателей, лопатки турбин, топливные и масляные трубопроводы и др.

Пайка и склеивание является одним из основных видов соединения в приборостроении, в том числе и радиотехнике, где они являются преимущественно связующими, а не силовыми соединениями.

Процессы пайки и склеивания сравнительно легко поддаются механизации и автоматизации. Во многих случаях применение пайки и склеивания приводит к значительному повышению производительности труда, снижению массы и стоимости конструкций.

Эффективность применения паяных и клееных соединений, их прочность и другие качественные характеристики в значительной степени определяются качеством технологического процесса: правильным подбором типа припоя и клей, температурным режимом, очисткой поверхностей стыка, их защитой от окисления и др.

Соединение пайкой образуется в результате химических связей материала деталей и присадочного материала, называемого припоем. Температура плавления припоя (например, олово) ниже температуры плавления материала деталей, поэтому в процессе пайки детали остаются твердыми. При пайке расплавленный припой растекается по нагретым поверхностям стыка деталей. Поверхности детали обезжиривают, очищают от окислов и прочих посторонних частиц. Без этого нельзя обеспечить хорошую смачиваемость поверхности припоем и заполнение зазора в стыке.

Размер зазора в стыке деталей в значительной мере определяет прочность соединения. Уменьшение зазора до некоторого предела увеличивает прочность. Это связано, во-первых, с тем, что при малых зазорах появляется эффект капиллярного течения, способствующий заполнению зазора расплавленным припоем; во-вторых, диффузионный процесс и процесс растворения материалов деталей и припоя может распространяться на всю толщину паяного шва (диффузионный слой и слой раствора прочнее самого припоя). Чрезмерно малые зазоры препятствуют течению припоя. Размер оптимального зазора зависит от типа припоя и материала деталей. Для пайки стальных деталей тугоплавкими припоями (серебряными и медными) приближенно рекомендуется зазор 0,003 – 0,15 мм, при легкоплавких припоях (оловянных) - 0,05 – 0,2 мм.

Необходимость малых и равномерно распределенных зазоров является одним из недостатков пайки, ограничивающим ее применение, в особенности для крупногабаритных конструкций. По сравнению со сваркой пайка требует более точной механической обработки и сборки деталей перед пайкой.

Нагрев припоя и деталей при пайке осуществляется паяльником, газовой горелкой, ТВЧ в термических печах, погружением в ванну с расплавленным припоем и др.

Для уменьшения вредного влияния окисления поверхностей деталей применяют специальные флюсы (на основе буры, хлористого цинка, канифоли); паяют в среде нейтральных газов (аргона) или в вакууме.

В качестве припоев применяют как чистые металлы, так и сплавы. Чаще других применяют сплавы на основе олова, меди, серебра.

При соединении стальных деталей прочность материала деталей обычно больше прочности материала шва. В побочных случаях условие равнопрочности можно обеспечить только для нахлестных соединений.

Конструкция клеевых соединений подобна конструкции паяных, только припой здесь заменен клеем, а образование соединения выполняют без нагрева деталей. Соединение осуществляется за счет сил адгезии (сил сцепления) в процессе затвердевания твердого клея. Имеются клеевые составы с избирательной адгезией к каким – либо определенным металлам – это специальные клеи (например, резиновые); с высокой адгезией к различным металлам (например, к металлам, керамике, дереву, пластмассам и др.) – это универсальные клеи.

В процессе склеивания выполняют ряд последовательных операций: подготовку поверхностей деталей, нанесение клея, сборку соединения, выдержку при соответствующих давлении и температуре. Подготовка деталей обычно заключается в их взаимной пригонке, образовании шероховатости путем зачистки наждачной шкурки или пескоструйным аппаратом, удалении пыли и обезжиривании с помощью органических растворителей. Шероховатость увеличиваетповерхность склеивания. Клей наносят кистью или пульверизатором. Сравнительно длительная выдержка, необходимая для полимеризации, является одним из недостатков клеевых соединений.

Прочность клеевого соединения в значительной степени зависит от толщины слоя клея, которую рекомендуется назначать в пределах 0,05-0,15 мм. Толщина слоя клея зависит от его вязкости и давления при склеивании. Клеевые соединения лучше работают на сдвиг, хуже на отрыв. Поэтому предпочтительны нахлестные соединения. Для повышения прочности применяют комбинацию клеевого соединения с резьбовым, сварным или заклепочным.

Качество клеевого соединения характеризуется не только его прочностью, но и водостойкостью, теплостойкостью и другими показателями.

Клеммовые соединения

Применяют для закрепления деталей на осях и валах, цилиндрических колоннах, кронштейнах и т.д.

По конструктивным признакам различают два типа клеммных соединений: а) со ступицей, имеющей прорезь; б) с разъемной ступицей. Разъемная ступица несколько увеличивает массу и стоимость соединения, но при этом становится возможным устанавливать клемму в любой части вала независимо от формы соседних участков и других расположенных на валу деталей.

При соединении деталей с помощью клемм используют силы трения, которые возникают от затяжки болтов, но клеммные соединения не рекомендуют применять для больших нагрузок.

Достоинство клеммного соединения: простота монтажа и демонтажа, предохранение от перегрузки, а также возможность перестановки и регулировки взаимного расположения деталей как в осевом, так и в окружном направлениях. Наличие больших зазоров в соединении может привести к разрушению клеммы от напряжений изгиба. Практически конструкция с большим зазором считается дефектной.

Шпоночные и зубчатые (шлицевые) соединения

Служат для закрепления деталей на осях и валах. Такими деталями являются шкивы, зубчатые колеса, муфты, маховики, кулачки и т.д. Соединения в основном нагружаются вращающим моментом.

Шпоночные соединения

Все основные виды шпонок можно разделить на клиновые и призматические. Первая группа шпонок образует напряженные (в соединении образуется напряжение до приложения внешней нагрузки), а вторая – ненапряженные соединения.

1. Соединение клиновыми шпонками (например, врезной клиновой шпонкой) характеризуется свободной посадкой ступицы на вал (с зазором); расположением шпонки в пазе с зазорами по боковым граням (рабочими являются широкие грани шпонки); передачей вращающегося момента от вала к ступице в основном силами трения, которые образуются в соединении от запрессовки шпонки. Запрессовка шпонки смещает центры вала и ступицы на величину Δ, равную половине зазора и деформации деталей. Это смещение вызывает дисбаланс и неблагоприятно сказывается на работе механизма при больших частотах вращения.

Клиновая форма шпонки может вызвать перекос детали, при котором ее торцовая плоскость не будет перпендикулярна оси вала. Обработка паза в ступице с уклоном шпонки, создает дополнительные технологические трудности и часто требует индивидуальной пригонки шпонки по пазу. Такая пригонка совершенно недопустима в условиях массового производства. Эти недостатки послужили причиной того, что применение клиновых шпонок резко сократилось в условиях современного производства. Значительное сокращение применения клиновых шпонок позволяет не рассматривать в настоящем курсе их конструктивные разновидности и расчет на прочность.

2. Соединение призматическими шпонками ненапряженное. Оно требует изготовление вала и отверстия с большой точностью. Во многих случаях посадка ступицы на вал производиться с натягом. Момент передается с вала на ступицу боковыми узкими гранями шпонки. При этом на них возникает напряжение смятия σ см, а в продольном сечении шпонки – напряжение среза τ.

Параллельность граней призматической шпонки позволяет осуществлять подвижные в осевом направлении соединения ступицы с валом (коробки скоростей и др.). силы трения, возникающие при перемещении ступицы в подвижном соединении могут нарушить правильное положение шпонки, поэтому ее рекомендуют крепить к валу винтами. В некоторых конструкциях

подвижных соединений целесообразно применять короткие шпонки, прикрепленные к ступице.

Оценка соединений призматическими шпонками и их применение

Призматические шпонки широко применяют во всех отраслях машиностроения. Простота конструкции и сравнительно низкая стоимость – главные достоинства этого вида соединений.

Отрицательные свойства: соединение ослабляет вал и ступицу шпоночными пазами; концентрация напряжения в зоне шпоночной канавки снижает сопротивление усталости вала; прочность соединения ниже прочности вала и ступицы, в особенности при переходных посадках или посадках с зазором. Поэтому шпоночные соединения не рекомендуют ля быстроходных динамически нагруженных валов. Технологическим недостатком призматических шпонок является трудность обеспечения их взаимозаменяемости, т.е. необходимость пригонки или подбора шпонки по пазу, что ограничивает их применение в крупносерийном и массовом производстве. Пригонкой стремятся обеспечить устойчивое положение шпонки в пазах, так как перекос (выворачивание) шпонки значительно ослабляет соединение. Сегментная шпонка с глубоким пазом в этом отношении обладает преимуществом перед простой призматической шпонкой. Ее предпочитают применять при массовом производстве.

Зубчатые (шлицевые) соединения

Зубчатые соединения образуются при наличии наружных зубьев на валу и внутренних зубьев в отверстии ступицы. Размеры зубчатых соединений, а также допуски на них стандартизованы.

Зубья на валах получают фрезерованием, строганием или накатыванием. Протягивание – высокопроизводительный способ и широко применяется в массовом производстве. Для отделочных операций используют шлифование, дорнирование и др.

Стандартом предусмотрены три серии соединений:

· Легкая;

· Средняя;

· Тяжелая.

Они отличаются высотой и числом зубьев, число зубьев изменяется от 6 до 20. У соединений тяжелой серии зубья выше, а их число больше, что позволяет передавать больше нагрузки.

По форме профиля различают зубья

· Прямобочные - соединения с прямобочными зубьями выполняют с центрированием по боковым граням, по наружному или внутреннему диаметрам.

· Эвольвентные - соединения с эфольвентными зубьями предпочтмтельны для больих диаметров валов, когда для нарезания зубьев в отверстии и на валу могут быть использованы весьма совершенные технологические способы, применяемые для зубчатых колес. Для сравнительно малых и средних

диаметров преимущественно применяют соединения с прямобочными зубьями, так как эвольвентные протяжки дороже прямобочных. (это связано с трудностями образования режущих кромок на боковых поверхностях фасонных профилей эвольвентных зубьев протяжки).

Соединения деталей посадкой с натягом

Соединение двух деталей по круговой цилиндрической поверхности можно осуществить непосредственно без применения болтов, шпонок и др. Для этого достаточно при изготовлении деталей обеспечить натяг посадки, а при сборке запрессовать одну деталь в другую.

Натягом N называется положительная разность диаметров вала и отверстия: N = B – A. После сборки вследствие упругих и пластических деформаций диаметр d посадочных поверхностей становится общим. При этом на поверхности возникают удельное давление p и соответствующие ему силы трения. Силы трения обеспечивают неподвижность соединения и позволяют воспринимать вращающий момент в осевую силу. Защемление вала во втулке позволяет, кроме того, нагружать соединение изгибающим моментом.

Нагрузочная способность соединения, прежде всего, зависит от натяга, величину которого устанавливают в соответствии с нагрузкой. Практически натяг не очень невелик, он измеряется микрометрами и не может быть выполнен точно. Неизбежные погрешности приводят к рассеиванию натяга, а следовательно и к рассеиванию нагрузочной способности соединения.

Сборку соединения выполняют одним из трех способов: прессованием, нагревом втулки, охлаждением вала.

Прессование – распространенный и несложный способ сборки. Однако этому способу свойственны недостатки: смятие и частичное срезание (шабровка) шероховатостей посадочных поверхностей, возможность неравномерных деформаций деталей и повреждения от торцов. Шабровка и смятие шероховатостей приводят к ослаблению прочности соединения до полутора раз по срав- нению со сборкой нагревом или охлаждением. Для облегчения сборки и уменьшения шабровки концу вала и краю отверстия рекомендуется придавать коническую форму.

Шабровка поверхностей контакта устраняется полностью при сборке по методу нагревания втулки (200 - 400˚С) или охлаждения вала (твердая углекислота -79 ˚С). Недостатком метода нагревания является возможность изменения структуры металла, появления окалины и коробления. Метод охлаждения свободен от этих недостатков.

Вопросы для самопроверки:

1. Какие виды соединений вы знаете? Дайте их характеристики.
2. Приведите примеры разъемных соединений.
3. Методы получения не разъемных соединений.
4. Отличия болтового и винтового соединения.
5. Заклепочные соединения.
6. Виды сварных соединений.

7. Соединение пайкой и склеиванием.

8. Клеммовые соединения.

Литература:

1. Технология металлов. Кнорозов Б.В., Усова Л.Ф., Третьяков А.В., Арутюнова И.А., Шабашов С.П., Ефремов В.К. М., «Металлургия», 1978. 940 с

2. Чумаченко Ю.Т. Материаловедение: Учебник для СПО. – Ростов н/Д.: Феникс, 2011

3. Вишневецкий Ю.Т. Материаловедение для технических колледжей: Учебник. – М.: Дашков и Ко, 2011

Интернет источники:

1. Электронный ресурс [http://www.mehanica-kvs.narod.ru/razdel4/r45]

2. Электронный ресурс [http://www.studfiles.ru/preview/5398875/page:3/]

3. Электронный ресурс [http://www.eope.ee/_download/euni_repository/file/3095/Keevituse%20alused%201.zip/1___.html]

4. Электронный ресурс [http://www.razlib.ru/hobbi_i_remesla/vstroennaja_mebel/p4.php]

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

Тема: «Методика расчета режимов резания для различных видов обработки».

Цель работы: научиться выбирать и рассчитывать режимы резания для различных видов обработки.

Приобретаемые умения и навыки: формирование навыков выбора режимов резания. Умение рассчитывать режимы резания.

Норма времени: 2 часа.

Оснащение рабочего места: раздаточный материал. Справочная литература.

Алгоритм работы:

1. Пользуясь инструкцией и дополнительной литературой, изучить методику определения режима резания. Ознакомиться со справочниками. Ознакомиться с условием задания.

Задание:

1. Выполнить эскиз обработки.
2. Выбрать режущий инструмент.
3. Назначить глубину резания.
4. Определить подачу.
5. Рассчитать скорость резания.
6. Определить частоту вращения шпинделя и скорректировать по паспорту станка.
7. Определить действительную скорость резания.
8. Рассчитать основное технологическое время.
9. Составить отчет по данной форме.

Номер варианта	Заготовка, материал и его свойства	Вид обработки и параметр шероховатости	D, мм	d, мм	l, мм

1	2	3	4	5	6
1	Прокат. Сталь 20, $\sigma_в$=500 МПа	Обтачивание на проход Ra=12,5 мкм	90	82h12	260
2	Отливка с коркой. Серый чугун СЧ 20, НВ160	Обтачивание на проход Ra=12,5 мкм	120	110h12	310
3	Поковка. Сталь 12Х18Н9Т, НВ180	Обтачивание в упор Ra=1,6 мкм	52	50e9	400
4	Прокат. Сталь 14Х17Н2, НВ200	Растачивание в упор Ra=3,2 мкм	90	93H11	30
5	Отливка без корки СЧ30, НВ220	Растачивание на проход Ra=3,2 мкм	80	83H11	50
6	Отливка с коркой. Серый чугун СЧ 20, НВ210	Растачивание на проход Ra=12,5 мкм	120	124H12	100
7	Прокат. Сталь 38ХА, $\sigma_в$=680 МПа	Обтачивание на проход Ra=12,5 мкм	76	70h12	315
8	Обработанная. Сталь 35, $\sigma_в$=560 МПа	Растачивание на проход Ra=3,2 мкм	97	100H11	75
9	Отливка с коркой. Серый чугун СЧ 15, НВ170	Обтачивание в упор Ra=12,5 мкм	129	120h12	340
10	Обработанная. Серый чугун СЧ 10, НВ160	Подрезание сплошного торца Ra=12,5 мкм	80	0	3,5
11	Поковка. Сталь 40ХН, $\sigma_в$=700 МПа	Растачивание на проход Ra=3,2 мкм	77	80H11	45
12	Обработанная. Сталь Ст3, $\sigma_в$=600 МПа	Подрезание сплошного торца Ra=12,5 мкм	90	0	5
13	Прокат. Сталь 40Х, $\sigma_в$=750 МПа	Обтачивание в упор Ra=0,8 мкм	68	62e9	250

14	Обработанная. Сталь Ст5, $\sigma_в$=600 МПа	Растачивание на проход Ra=12,5 мкм	73	80H12	35
15	Отливка с коркой. Серый чугун СЧ 20, HB180	Обтачивание на проход Ra=12,5 мкм	62	58h12	210
16	Отливка с коркой. Серый чугун СЧ 20, HB200	Подрезание втулки Ra=3,2 мкм	80	40	2,5
17	Поковка. Сталь 20Х, $\sigma_в$=580 МПа	Растачивание сквозное Ra=1,6 мкм	48	50H9	50
18	Обработанная. Сталь 50, $\sigma_в$=750 МПа	Подрезание торца втулки Ra=3,2 мкм	60	20	2,0
19	Отливка с коркой. Бронза Бр АЖН 10-4, HB170	Обтачивание на проход Ra=1,6 мкм	88	85e12	140
20	Прокат. Латунь ЛМцЖ 52-4-1, HB220	Растачивание в упор Ra=3,2 мкм	48	53H11	65
21	Обработанная. Серый чугун СЧ 30, HB220	Подрезание торца Ra=1,6 мкм	65	0	1,5
22	Обработанная. Серый чугун СЧ 20, HB220	Обработка в упор Ra=3,2 мкм	74	80H11	220
23	Поковка. Сталь 30ХН3А, $\sigma_в$=800 МПа	Обработка на проход Ra=12,5 мкм	105	115H12	260
24	Прокат. Сталь 30ХМ, $\sigma_в$=780 МПа	Подрезание торца Ra=1,6 мкм	80	0	2,5
25	Обработанная. Сталь 45, $\sigma_в$=650 МПа	Обработка на проход Ra=1,6 мкм	72	80H9	100

Теоретический материал.

Назначать основные элементы режимов резания – это значит определить глубину резания, подачу и скорость; при этом оптимальными из них будут те, которые обеспечивают на данном станке наименьшую себестоимость процесса

обработки детали. Такой порядок назначения элементов режима резания, когда для заданного инструмента сначала выбирается максимально возможная глубина резания t, затем максимально возможная подача s, а потом уже подсчитывается (с учетом оптимальной стойкости и других конкретных условий обработки) скорость резания V, объясняется тем, что для обычных резцов на темпера- туру резания, а следовательно на износ и стойкость резца наименьшее влияние оказывает глубина резания, большее – подача и еще большее – скорость резания.

Методика назначения элементов режима резания при точении:

1. Глубина резания определяется в основном величиной припуска на обработку: $t = \frac{D-d}{2}$,

где D - диаметр заготовки в мм; d - диаметр обработанной поверхности в мм.

Глубина резания оказывает большое влияние на силы резания, увеличение которых может привести к снижению точности обработки. Поэтому, когдак обработанной поверхности предъявляются повышенные требования, глубину резания назначают меньшей. Так, при получистовой обработке глубина резания назначается в пределах 0,5-2 мм, а при чистовой - в пределах 0,1-0,4 мм.

2. Подача. Для уменьшения машинного времени, т. е. повышения производительности труда, целесообразно работать с максимально возможной подачей с учетом факторов, влияющих на ее величину. Подача обычно назначается из таблиц справочников по режимам резания, составленных на основе специально проведенных исследований и опыта работы машиностроительных заводов. После выбора величины подачи из справочников ее корректируют по кинематическим данным станка, на котором будет вестись обработка (берется ближайшая меньшая).

3. Скорость резания также назначается из таблиц справочников по режимам резания, с учетом предварительно назначенной величины оптимальной стойкости.

4. Частота вращения шпинделя станка (заготовки) подсчитывается по найденной скорости резания:

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

и корректируется по станку (берется ближайшее меньшее или большее, если оно не превышает 5%), т. е. находится паспортное значение $n_п$, с которой будет вестись обработка.

5. Действительная скорость резания подсчитывается с учетом паспортного значения частоты вращения шпинделя:

$$V_д = \frac{\pi \cdot D \cdot n_п}{1000}$$

6. Проверка выбранных элементов режима резания. При черновой обработке назначенная подача обязательно проверяется по прочности деталей механизма подачи станка, а в отдельных случаях (при нежестких и тяжелых условиях резания) — по прочности и жесткости инструмента, жесткости заготовки ипрочности деталей механизма главного движения станка. Проверяем рас-
четный режим по мощности. Резание возможно, если

$$N_{рез} \leq N_{шп},$$

где $N_{рез}$ - мощность потребная на резание, кВт;

$N_{шп}$ - фактически развиваемая мощность на шпинделе станка, кВт.

Мощность, затрачиваемая на резание:

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 1020}, \text{ кВт}$$

где P_z – тангенциальная сила резания, Н.

Если окажется, что мощности электродвигателя данного станка, на котором должна происходить обработка, не хватает, т.е $N_{рез} = N_{шп}$, то необходимо уменьшить скорость резания.

7. Основное время на обработку подсчитывается с учетом паспортных значений частоты вращения шпинделя и подачи.

$$T_o = \frac{L}{S_n \cdot n_n}$$

где L - длина рабочего хода инструмента в мм.

Вопросы для самопроверки:

1. Что значит назначить основные элементы режимов резания?
2. Порядок их определения.
3. Какие элементы режимов резания находятся по таблицам справочной литературы?
4. Какие из элементов режимов резания корректируются по паспортным данным станка?

Литература:

1. Технология металлов. Кнорозов Б.В., Усова Л.Ф., Третьяков А.В., Арутюнова И.А., Шабашов С.П., Ефремов В.К. М., «Металлургия», 1978. 940 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В двух томах. Т.2. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985.
3. Справочник технолога-машиностроителя. В двух томах. Т.2. Под ред. А.А. Малова. – М.: Машиностроение, 1972.

Интернет источники:

1. Электронный ресурс[http://studopedia.ru/8_131379_metodika-naznacheniya-rezhimov-rezaniya.html]
2. Электронный ресурс [www.studfiles.ru/preview/2900456/]
3. Электронный ресурс [http://revolution.allbest.ru/manufacture/ 00297265_0.html]
4. Электронный ресурс [https://infourok.ru/material.html?mid=34213]

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

Тема: «Расшифровка марок чугунов. Выбор области применения чугунов по их назначению и условиям эксплуатации».

Цель работы: усвоить алгоритм расшифровки марок чугунов и их основных свойств. Изучить области применения данного материала.

Приобретаемые умения и навыки: формирование умений расшифровки марок чугунов. Навыков определения по свойствам марки чугуна его назначения.

Норма времени: 4 часа.

Оснащение рабочего места: раздаточный материал.

Алгоритм работы:

1. Изучить теоретический материал и выполнить задание.

Задание

1. Выберите марки чугунов для изготовления следующих изделий:
- Станина
- Коленчатый вал
- Зубчатое колесо
- Валки прокатных станов
- Трубы
- Ступицы колес для автомобилей

2. Расшифруйте марки сплавов: СЧ10, ВЧ45, КЧ 37-12,СЧ24, ВЧ120, КЧ 45-6

3. Заполните таблицу:

Вид чугуна	**Форма графита**
Серый	
Высокопрочный	
Ковкий	

Теоретический материал.

Сплав железа с углеродом(>2,14%С) называется чугуном. Присутствие эвтектики в структуре чугуна обуславливает его использование исключительно в качестве литейного сплава. Углерод в чугуне может находиться в виде цемента или графита. Цементит придает излому специфический белый светлый блеск, поэтому чугун называется белым. Графит придает излому чугуна серый цвет. В зависимости от формы графита и условий его образования различают

следующие группы чугунов: серый, высокопрочный с шаровидным графитом и ковкой.

Серые чугуны согласно требованиям ГОСТ 1412 – 85 маркируются буквами СЧ. Цифры после букв указывают значение минимального временного сопротивления при растяжении (в мегапаскалях, умноженных на 10^{-1}). Марки серых чугунов СЧ10, СЧ15, СЧ18, СЧ20, СЧ21, СЧ24, СЧ25, СЧ30, СЧ35. Из них модифицированные СЧ18, СЧ21, СЧ24.

Например, расшифровка марки чугуна СЧ10: 10 – временное сопротивление при растяжении, то есть $\sigma_в$ = 100(10) МПа (кгс/мм^2).

Модифицированные чугуны получаются в том случае, если в расплав серого чугуна с пониженным содержанием углерода перед разливкой ввести модификаторы в количестве 0,3 – 04 % от массы жидкого чугуна. Модификаторами являются ферросилиций, силикокальций и др. Структура модифицированных чугунов будет состоять из мелких, равномерно расположенных в металлической основе включений графита. Маркируются модифицированные чугуны так же, как и серые (по ГОСТ 1412 – 85).

Серый чугун находит применение:

· в станкостроении (базовые, корпусные детали, кронштейны, зубчатые колеса, станины, направляющие);

· в автостроении для изготовления блоков цилиндров, гильз, поршневых колец, распределительных валов, толкателей, седл клапанов, головок цилиндров, дисков сцепления;

· в электромашиностроении;

· для изготовления товаров массового потребления.

Износостойкость изделий из серых чугунов можно повысить термической обработкой.

Высокопрочный чугун получается из перлитного серого чугуна путем двойного модифицирования добавкой в жидкий чугун незадолго перед разливкой магния в количестве 0,03 – 0,07 % от массы чугуна и ферросилиция.

Магний способствует получению графита в форме шаров, кроме того, он повышает прочность металлической основы. Маркируются высокопрочные чугуны буквами ВЧ и последующими цифрами (ГОСТ 7293-85). Цифры марки показывают минимальное значение временного сопротивления при растяжении (в МПа $\cdot$ 10^{-1}). Марки высокопрочных чугунов: ВЧ35, ВЧ40, ВЧ45, ВЧ50, ВЧ60, ВЧ70, ВЧ80, ВЧ100.

Например, чугун марки ВЧ60 имеет временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$ = 600 (60) МПа (кгс/мм^2);

Высокопрочный чугун находит применение как новый конструкционный материал и как заменитель углеродистой стали, ковкого и серого чугуна. Из высокопрочного чугуна изготавливают как мелкие тонкостенные отливки (поршневые кольца), так и отливки массой до 15 т (шаботы ковочных молотов, станины и рамы прессов и прокатных станов).

Из высокопрочного чугуна изготавливают отливки коленчатых валов массой от нескольких килограммов до 2…3 т взамен кованых валов из стали. Чугунные валы по сравнению со стальными имеют более высокую циклическую вязкость, малочувствительны к внешним концентраторам напряжений,имеют лучшие антифрикционные свойства и значительно дешевле стальных валов. Хорошие литейные свойства при достаточно высокой прочности и пластичности позволяют во многих случаях заменять стальное литье и прокат. При этом достигается снижение массы деталей на 8…10 % и обеспечивается значительная экономия материала.

Применение высокопрочного чугуна взамен серого дает экономический эффект в тех случаях, когда за счет более высокой прочности снижается масса отливок или обеспечивается возможность упрощения монтажных работ (например, монтаж трубопроводов сваркой). Из высокопрочного чугуна изготавливают трубы, валки прокатных станов, детали турбин, изложницы, суппорты, резцедержатели, планшайбы и другие детали станков.

Ковкие чугуны получаются путем специальною графитизирующего отжига (томления) белых доэвтектических чугунов, содержащих от 2,2 до 3,2 % углерода.

Для получения ковкого чугуна необходимо отливки из малоуглеродистого белого чугуна, содержащего не более 2,8 % углерода, медленно нагревать в течение 20 – 25 ч в нейтральной среде до температуры 950 – 1000 ^{0}С и при этой температуре длительно (10 – 15 ч) выдерживать (первая стадия графитизации). Затем медленно охлаждать до температуры немного ниже эвтектоидного превращения (700 – 740 ^{0}С – в зависимости от состава чугуна) и длительное время (около 30 ч) выдерживать при данной температуре (вторая стадия графитиза- ции). Далее вести охлаждение на воздухе.

Ковкие чугуны маркируются буквами КЧ с цифрами (ГОСТ 1215 – 79). Первые две цифры указывают временное сопротивление разрыву (в мегапаскалях), вторые цифры – относительное удлинение в процентах.

Ферритный ковкий чугун имеет следующие марки (ГОСТ 26358 – 84):

КЧ 37 – 12 (362-12), КЧ35 – 10 (333-10), КЧЗЗ – 8 (323-8), КЧ 30 – 6 (294-6).

Перлитный ковкий чугун:

КЧ45 – 7; КЧ 50 – 5; КЧ 55 – 4; КЧ60 – 3; КЧ65 -3; КЧ70 – 2, КЧ80 – 1,5.

Отливки из ковкого чугуна должны соответствовать ГОСТ 26358 – 84. Они хорошо сопротивляются ударам и вибрационным нагрузкам, хорошо обрабатываются резанием, обладают достаточной вязкостью.

К **легированным (специальным) чугунам** относятся:

1. Износостойкие чугуны: их обозначают буквами ИЧ и они маркируются по содержанию легирующих элементов, как и стали.

Чугуны марок ИЧХ4Г7Д; ИЧХ3ТД; ИЧХ28Н2; ИЧХ15М3 и др. применяют для изготовления лопаток дробометных турбин, шаров и броневых

плит для мельниц, деталей насосов, лопастей шнеков.

2. Антифрикционные чугуны имеют в маркировке букву А. Они изготавливаются на основе серых, ковких и высокопрочных чугунов и предназначены для работы в узлах трения в паре с закаленными деталями.

Бывают следующих марок: АСЧ – 1 (с добавками Cr и Ni); АСЧ – 2 (с добавками Ti и Cu); АКЧ – 1; АКЧ – 2; АВЧ – 1; АВЧ – 2.

3. Жаростойкие чугуны ЖЧХ – 0,8; ЖЧХ – 2,5; ЖЧХ – 1,5 применяют для элементов конструкций доменных, термических и мартеновских печей, работающих при температуре до 650 °С. Высокохромистые чугуны ЖЧХ – 30 (28 – 30 % Cr) применяют для изготовления горелок, фурм и др., работающих при температурах до 900 °С.

4. Коррозионно – стойкие чугуны – они стойки в щелочах, растворах соды, морской воде.

Вопросы для самоконтроля:

1. Напишите определение чугуна.
2. Что необходимо загрузить в доменную печь для получения чугуна?
3. Опишите способы получения ковкого и высокопрочного чугунов.

Литература:

1. Барташевич А.А. Материаловедение. – Ростов н/Д.: Феникс, 2011.
2. Материаловедение: Учебник для СПО. / Адаскин А.М. и др. Под ред. Соломенцева Ю.М. – М.: Высш. шк., 2011.
3. Чумаченко Ю.Т. Материаловедение: Учебник для СПО. – Ростов н/Д.: Феникс, 2011.
4. Справочник по конструкционным материалам. / Под ред. Арзамасова Б.Н. – М.: МГТУ им. Баумана, 2012.

Интернет источники:

1. Электронный ресурс [http://www.studfiles.ru/preview/1755859/page:2/]
2. Электронный ресурс [http://mirsplava.ru/poleznaya-informatsiya /chuguni]
3. Электронный ресурс [http://studopedia.ru/5_76618_markirovka-i-primenenie-chugunov.html]
4. Электронный ресурс [http://nzse.ru/markirovka-i-rashifrovka-chugunov/]

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

Тема: «Расшифровка марок стали. Выбор области применения сталей по их назначению и условиям эксплуатации».

Цель работы: усвоить алгоритм расшифровки марок сталей и их основных свойств. Изучить области применения данного материала.

Приобретаемые умения и навыки: формирование умений расшифровки марок сталей. Навыков определения по свойствам марки стали ее назначения.

Норма времени: 4 часа.

Оснащение рабочего места: раздаточный материал.

Алгоритм работы:

Повторить ранее пройденный и ниже представленный теоретический материал. Выполнить задание.

Задание.

1. Из приведенных букв и цифр составьте марки сталей: **У, Ш, 7, Р, 40, А, Х, 6, Х, 10, Ф, А, Х, 13, М, 5, 4**. Одну и ту же букву и цифру в марке нельзя использовать дважды.

2. Напишите основные легирующие элементы для конструкционных сталей и область применения.

Марка	**Наименование**	**Обозначение марки**		**Области применения**
		Символы	**Содержание**	
БСт3пс		Б		
		Ст		
		3		
		пс		
05кп		05		
		кп		
45		45		
30ХГСА		30		
		Х		
		Г		
		С		
		А		
Р6М5		Р		
		6		
		М		
		5		
33ХС		33		
		Х		
		С		

3. Определите химический состав конструкционных легированных сталей по их маркам: **12Х18Н9Т, 15Х28, 12Х25Н16Г7АР.**

4. Определите химический состав инструментальных легированных

сталей по их маркам: **7ХФ, Х6ВФ, Р10К5Ф5.**

Теоретический материал.

Сталь - сплав железа с углеродом, содержащий углерода не более 2,14 %, а также ряд других элементов

Классификация для правильного прочтения марки необходимо учитывать ее место в классификации стали по химическому составу, назначению, качеству, степени окисления. По химическому составу стали подразделяют на углеродистые и легированные. Стали по назначению делят на конструкционные, инструментальные и стали специального назначения с особыми свойствами. Стали по качеству классифицируют на стали обыкновенного качества, качественные, высококачественные и особо высококачественные. Классификация по степени окисления. Стали по степени раскисления классифицируют на спокойные, полуспокойные и кипящие.

Таблица 1. Классификация сталей

<table>
<tr><td colspan="4">Стали по химическому составу</td></tr>
<tr><td colspan="2">Углеродистые</td><td colspan="2">Легированные</td></tr>
<tr><td colspan="2">низкоуглеродистые (до 0,25% С)
среднеуглеродистые (0,25-0,6% С)
высокоуглеродистые (более 0,6% С)</td><td colspan="2">низколегированную (с суммарным содержанием легирующих элементов до 2,5%) среднелегированную (от 2,5до 10%) высоколегированная (свыше 10%)</td></tr>
<tr><td colspan="4">По назначению</td></tr>
<tr><td colspan="2">инструментальные</td><td colspan="2">конструкционные</td></tr>
<tr><td colspan="4">по качеству (содержанию вредных примесей)</td></tr>
<tr><td>обыкновенного качества содержат до 0,06% S и 0,07% P</td><td>качественные — до 0,035% S и 0,035% P</td><td>высококачественные - не более 0,025% S и 0,025% P</td><td>особо высококачественные - не более0,015% S и 0,025% P.</td></tr>
</table>

Конструкционные стали – стали, предназначенные для изготовление различных деталей, узлов механизмов и конструкций.

Инструментальные стали – стали, применяемые для обработки материалов резанием или давлением, а также для изготовления измерительного инструмента

Специальные стали — это высоколегированные (свыше 10%) стали, обладающие особыми свойствами - коррозионной стойкостью, жаростойкостью, жаропрочностью, износостойкостью и др.

Углеродистые стали

К углеродистым сталям относят стали, не содержащие специально введенные легирующие элементы.

Конструкционные углеродистые стали

Стали углеродистые обыкновенного качества (сталь с достаточно высоким содержанием вредных примесей S и P) обозначают согласно ГОСТ 380-94. Эти наиболее широко распространенные стали поставляют в виде проката в нормализованном состоянии и применяют в машиностроении, строительстве и в других отраслях. Углеродистые стали обыкновенного качества обозначают буквами Ст и цифрами от 0 до 6. Цифры—это условный номер марки. Чем больше число, тем больше содержание углерода, выше прочность и ниже пластичность. Перед символом Ст указывают группу гарантированных свойств: А,Б, В. Если указание о группе отсутствует, значит предполагается группа А. На- пример, СТ3; БСт4; ВСт2. Сталь обыкновенного качества выпускается также с повышенным содержание марганца (0,8-1,1% Mn)/ В этом случае после номера марки добавляется буква Г. Например, БСТ3Гпс. После номера марки стали указывают степень окисления: кп - кипящая, пс - полуспокойная, сп - спокойная сталь. Например, ВСт3пс.

Таблица 2. Структура обозначения углеродистых сталей

Группа стали	Обозначение	Номер стали	Степень рас-кисления	Категория
А	Ст	0	-	1,2,3
		1,2,3,4	кп, пс, сп	
		5,6	пс, сп	
Б	БСт	1,2,3,4	кп, пс, сп	1,2
		5,6	пс, сп	
В	ВСт	1,2,3,4	кп, пс, сп	1,2,3,4,5
		5	пс, сп	

Таблица 3. Значение букв и цифр, употребляющихся при маркировке сталей обыкновенного качества

Обозначение	Расшифровка обозначения
А	Группа сталей, поставляемая с гарантированными механическими свойствами. Обычно при обозначении сталей букву Аопускают
Б	Группа сталей, поставляемая с гарантированным химическим составом
В	Группа сталей, поставляемая с гарантированными химическим составом и механическими свойствами
Ст	Сокращенное обозначение термина «сталь»
0-6	Условные марки стали Г Наличие буквы Г после номера ста-ли означает повышенное содержание марганца

Кп	Сталь «кипящая», окисленная только ферромарганцем
Пс	Сталь «полуспокойная», окисленная ферромарганцем и алюминием
Сп	Сталь «спокойная», то есть полностью оскисленная

Примеры обозначения и расшифровки:

1. БСТ2кп – сталь конструкционная углеродистая обыкновенного качества, группы Б, поставляемая с гарантированным химическим составом, номер 2, кипящая.

2. СТ5Гпс – сталь конструкционная обыкновенного качества, группы, поставляемая с гарантированными механическими свойствами, номер 5, содержание марганца до 1%, полуспокойная.

3. ВСт3сп - сталь конструкционная углеродистая обыкновенного качества, группы В, поставляемая с гарантированным химическим составом и механическими свойствами, номер 3, спокойная.

Качественная конструкционная сталь – сталь с заметно меньшим содержанием серы, фосфора и других вредных примесей. Обозначается согласно ГОСТ 1050-88. Сталь маркируют двузначными числами, которые обозначают содержание углерода в сотых долях процента, и поставляют с гарантированными показателями химического состава и механических свойств. По степени окисления сталь подразделяют на кипящую (кп), полуспокойную (пс), спокойную (без указания индекса). Буква Г в марках сталей указывает на повышенное содержание марганца (до 1%).

Примеры обозначения и расшифровки:

1. Сталь 05кп – сталь конструкционная низкоуглеродистая, качественная, содержащая углерода 0,05%, кипящая. 2. Сталь 25 - сталь конструкционная низкоуглеродистая, качественная, содержащая углерода 0,25%, спокойная. 3. Сталь 60Г - сталь конструкционная среднеуглеродистая, качественная, содержащая углерода 0,6%, марганца 1%, спокойная.

Инструментальный углеродистые стали маркируют в соответствии с ГОСТ 1435-90.

Инструментальные углеродистые стали выпускают следующих марок: У7.У8ГА.У8Г, У9, У 10, У 11, У 12 и У13. Цифры указывают на содержание углерода в десятых долях процента. Буква Г после цифры означает, что сталь имеет повышенное содержание марганца. Марка инструментальной углеродистой стали высокого качества имеет букву А.

Примеры обозначения и расшифровки:

1. У12 – сталь инструментальная, высокоуглеродистая, содержащая 1,2% углерода, качественная. 2. У8ГА - сталь инструментальная, высокоуглеродистая, содержащая 0,8% углерода, 1% марганца, высококачественная 3. У9А - сталь инструментальная, высокоуглеродистая, содержащая 0,9% углерода, высококачественная.

Легированной называют сталь со специально введенным одним или более легирующим элементом.

Обозначение легированных сталей

Легированные стали маркируются комбинацией цифр и заглавных букв алфавита. В обозначении нет слова «сталь» или символа «Ст». Например, 40Х, 38ХМ10А, 20Х13. Первые две цифры обозначают содержание углерода в сотых долях процента. Следующие буквы являются сокращенным обозначением элемента. Цифры, стоящие после букв, обозначают содержание этого элемента в целых процентах. Если за буквой не стоит цифра, значит содержание этого элемента до 1%.

Таблица 4. Обозначение элементов марка

Алюминий	Al	Ю	Молибден	Mo	М
Кремний	Si	С	Селен	Se	Е
Азот	N	А	Вольфрам	W	В
Бор	B	Р	Никель	Ni	Н
Марганец	Mn	Г	Цирконий	Zr	Ц
Медь	Cu	Д	Железо	Fe	Ж
Ванадий	V	Ф	Титан	Ti	Т
- Ниобий	Nb	Б	Кобальт	Co	К
Тантал	Ta	Та	Хром	Cr	Х

Для изготовления измерительных инструментов применяют Х, ХВГ. Стали для штампов: 9Х, Х12М, 3Х2Н8Ф. Стали для ударного инструмента: 4ХС, 5ХВ2С.

Обозначение быстрорежущих сталей

Все быстрорежущие стали являются высоколегированными. Это стали для оснащения рабочей части резцов, фрез, сверл и т.д. Маркировка быстрорежущих сталей всегда начинается с буквы Р и числа, показывающего содержание вольфрама в процентах. Наиболее распространенными марками являются Р9, Р18, Р12.

Легированные стали с особыми свойствами.

1. Коррозионностойкие стали. Коррозионностойкой (или нержавеющей) называют сталь, обладающую высокой химической стойкостью в агрессивных средах. Коррозионностойкие стали получают легированием низко- и среднеуглеродистых сталей хромом, никелем, титаном, алюминием, марганцем. Антикоррозионные свойства сталям придают введением в них большого количества хрома или хрома и никеля. Наибольшее распространение получили хромистыеи хромоникелевые стали. Например, хромистые стали 95Х18, 30Х13, 08Х17Т.

Хромоникелевые нержавеющие имеют большую коррозийную стойкость, чем хромистые стали, обладают повышенной прочностью и хорошей технологичностью в отношении обработки давлением. Например, 12Х18Н10Т,

08Х10Н20Т2.

2. Жаростойкие обладают стойкостью против химического разрушения в газовых средах, работающие в слабонагруженном состоянии.

3. Жаропрочные стали – это стали, способные выдерживать механические нагрузки без существенных деформаций при высоких температурах. К числу жаропрочных относят стали, содержащие хром, кремний, молибден, никель и др. Например, 40Х10С2М, 11Х11Н2В2МФ.

4. Износостойкие – стали, обладающие повышенной стойкостью к износу: шарикоподшипниковые, графитизированные и высокомарганцовистые. Особенности обозначения подшипниковых сталей.

Маркировка начинается с буквы Ш, цифра, стоящая после буквы Х, показывает содержание хрома в десятых долях процента. Например, ШХ9, ШХ15ГС.

Примеры обозначения и расшифровки

1. 40ХГТР – сталь конструкционная, легированная, качественная, содержащая 0,4% углерода и по 1% хрома, марганца, титана, бора, остальное-железои примеси.

2. 38Х2МЮА - сталь конструкционная, легированная, высококачественная, содержащая 0,38% углерода, 2% % хрома, 1% молибдена, алюминия, остальное железо и примеси.

3. ХВГ - сталь конструкционная, легированная, качественная, содержащая 1% углерода и по 1% хрома, марганца, остальное – железо и примеси.

4. ШХ15 – сталь подшипниковая, инструментальная, качественная, содержащая 1% углерода, 1,5% хрома, остальное-железо.

5. Р10К5Ф5 – сталь быстрорежущая, инструментальная, качественная, содержащая 1% углерода, 10 % вольфрама, 5% кобальта, 5% ванадия, остальное- железо

Вопросы для самоконтроля:

1. Как подразделяются стали по способу производства?
2. Обозначение высококачественной стали.
3. Какие легирующие элементы повышают коррозионные свойства стали?
4. Что такое легирующий элемент? Его назначение.

Литература:

1. Вишневецкий Ю.Т. Материаловедение для технических колледжей: Учебник. – М.: Дашков и Ко, 2011.

2. Материаловедение: Учебник для СПО. / Адаскин А.М. и др. Под ред. Соломенцева Ю.М. – М.: Высш. шк., 2011.

3. Чумаченко Ю.Т. Материаловедение: Учебник для СПО. – Ростов н/Д.: Феникс, 2011.

4. Справочник по конструкционным материалам. / Под ред. Арзамасова Б.Н. – М.: МГТУ им. Баумана, 2012.

Интернет источники:

1. Электронный ресурс [http://www.studfiles.ru/preview/5873045/page:5/]

2. Электронный ресурс [http://met-all.org/stal/marki-stali-tablitsa-markirovka-rasshifrovka.html]

3. Электронный ресурс [http://tehtab.ru/guide/guidematherials/metalls/steelsandsteelalloys/approxapplicationssteels/]

4. Электронный ресурс [http://promplace.ru/vidy-metallov-i-klassifikaciya-staty/marki-stali-1512.htm]

ПРАКТИЧЕСКАЯ ПРАБОТА №8

Тема: «Расшифровка марок цветных металлов и сплавов на их основах».

Цель работы: усвоить алгоритм расшифровки марок цветных металлов и их основных свойств. Научиться определять химический состав цветных металлов по их маркам.

Приобретаемые умения и навыки: формирование умений расшифровки марок металлов.

Норма времени: 2 часа.

Оснащение рабочего места: раздаточный материал.

Алгоритм работы:

Повторить ранее пройденный и ниже представленный теоретический материал. Выполнить задание.

Задание.

1. Определите химический состав:

простых латуней по маркам: Л63, Л85, Л90, Л96;

сложных латуней: ЛАЖ60-1-1Л, ЛА77-2, ЛО70-1, ЛМцЖ52-4-1, ЛА67-2,5.

2. Определите химический состав бронз по их маркам:

БрОЦСН3-7-5-1, БрАЖ9-4, БрАЖН10-4-4Л, БрАЖМц10-3-1, БрОС8-12, БрБН1-7, БрКМц3-1.

Теоретический материал.

В современном машиностроении, энергетике, радиоэлектронике и других отраслях народного хозяйства широкое применение находят цветные металлы и сплавы на их основе.

Цветные металлы и их сплавы обладают различными физико-химическими, механическими и технологическими свойствами, благодаря которым они нашли широкое применение: высокой устойчивостью против коррозии, электро- и теплопроводностью, способностью подвергаться различным ви- дам обработки.

Медь. По ГОСТ 859-2001 первичная техническая медь выпускается в виде катодов, слитков, полуфабрикатов, прутков, которые перерабатываются в круглые, квадратные, шестигранные горячекатаные и тянутые ленты, труб, проволоки электротехнической, фольги медной и рулонной и электролитической и медных порошков. Медь в этой продукции в зависимости от массовой доли примесей выпускается следующих марок: М00А, М00БК, М0А, М0, МБ,

М1, М2, М2Р, М3, М3Р, М4. В маркировке первичной технической меди приняты следующие обозначения: М – медь; цифры от 00 до 4 – массовая доля естественных примесей от 0,01 до 1,00 %; Б – бескислородная, Р – окисленная, А – анодная, К – катодная.

Латуни. Сплавы меди с цинком называются латунями.

По сравнению с медью латунь обладает более высокой прочностью, твердостью, упругостью, коррозионной стойкостью, меньшей пластичностью и высокими технологическими свойствами (литейными свойствами, деформируемостью и обрабатываемостью резанием).

По ГОСТ 15527-70 латунь выпускается в виде проволоки, лент, полос, полос, труб, тянутых и прессованных изделий в отожженном состоянии.

Простые латуни состоят из меди и цинка.

Марки простых латуней: Л96, Л90, Л85, Л80, Л70, Л68, Л63, Л60. Латуни маркируются буквой Л – латунь, после которой стоят цифры, указывающие содержание в ней меди в процентах. Например, Л63 означает, что латунь состоит из 63% меди и 37% цинка.

Сложные латуни состоят из меди, цинка, алюминия, железа, марганца, никеля, олова, свинца и других химических элементов. По ГОСТ 15527-70 выпускаются следующие марки сложных латуней: ЛА77-2, ЛАЖ60-1-1, ЛАМш59- 3-2, ЛАНКМц75-2-2,5-0,5-0,5, ЛЖМц59-1-1, ЛЖС58-1-1, ЛН65-5, ЛЖц58-2, ЛМцА57-1-1, ЛО90-1, ЛО70-1, ЛО62-1, ЛО60-1, ЛС63-3, ЛС74-3, ЛС74-3, ЛС64-3, ЛС60-1, ЛС59-1, ЛС59-3, ЛС74-3, ЛМш68-0,05.

Сложные латуни маркируются буквой Л – латунь, после которой следуют буквы, обозначающие легирующие элементы: А – алюминий, Ж – железо, Мц – марганец, К – кремний, С – свинец, О – олово, Мш – мышьяк, Н – никель. Первые цифры, стоящие за буквами, обозначают массовую долю меди в процентах, последующие цифры – массовую долю компонентов в процентах в той последовательности, в какой они приведены в буквенной части условного обозначения. Количество цинка определяется по разности. Например, латунь марки ЛС60-1 имеет следующее содержание компонентов: 60% меди, 1% свинца, 39% цинка.

Приведенные марки сложных латуней обрабатываются давлением. Кроме того, выпускается большая группа литейных латуней в виде чушек (ГОСТ 1020-77) следующих марок: ЛС, ЛСД, ЛС1, ЛОС, ЛК, ЛК1, ЛК2, ЛКС, ЛМцС, ЛМцЖ, ЛЖ, ЛАЖМц.

Бронзы. Бронзами называются сплавы меди с оловом и другими химическими элементами. По способу переработки различают литейные и деформируемые бронзы, по химическому составу – оловянистые и безоловянистые.

Оловянистые бронзы (ГОСТ 613-79) выпускаются в виде чушек следующих марок: БрО3Ц12С5, БрО3ЦТС5Н1, БрО4Ц4С17, БрО5Ц5С5, БрО5С25, БрО6Ц6С3, БрО8Ц4, БрО10Ф01, БрО10Ц2, БрО10С10, БрО4Ц7С5.

Безоловянистые бронзы (ГОСТ493-79) выпускаются в виде чушек для последующего литья следующих марок: БрА9Мц2Л, БрА10Мц2Л, БрА9Ж3Л, БрА10Ж3Мц2, БрА10Ж4Н4Л, БрА11Ж6Н6, БрА9Ж4Н4Мц1, БрС30, БрА71Мц15Ж3Н2Ц2, БрСу3НЦ3С20Ф.

Маркируют бронзы буквами Бр – бронза, за которыми следуют буквы, обозначающие легирующие элементы, введенные в бронзу: А – алюминий, Ж – железо, Н – никель, С – свинец, Су – сурьма, Ц – цинк, Ф – фосфор, и далее цифры, показывающие содержание этих элементов в процентах. Количество меди определяется по разности.

Алюминий. По ГОСТ 11069-2001 в зависимости от химической чистоты выпускается первичный алюминий трех групп: особой чистоты (А999), высокой чистоты (А995, А99, А97, А95), технической чистоты (А85, А8, А7, А7Е, А6, А5, А5Е, АО). В маркировке первичного алюминия цифры соответствуют массовой доле чистого алюминия. Например, марка алюминия А999 означает, что массовая доля чистого алюминия составляет 99,999%, примесей не более 0,001%.

По ГОСТ 2685-75 литейные алюминиевые сплавы выпускаются следующих групп и марок:

- сплавы на основе системы алюминий – кремний - АЛ2, АЛ4, АЛ4-1, АЛ-9, АЛ9-1, АЛ-34, АК9, АК7;
- сплавы на основе системы алюминий – кремний – медь – АЛ3, АЛ5, АЛ5-1, АЛ6, АЛ32 и др.;
- сплавы на основе системы алюминий – медь – АЛ7, АЛ19, АЛ33;
- сплавы на основе системы алюминий – магний – АЛ8, АЛ13, АЛ22, АЛ23, АЛ23-1, АЛ27, АЛ27-1, АЛ28;
- сплавы на основе системы алюминий и прочие компоненты – АЛ1, АЛ11, АЛ21, АЛ24, АЛ25, АЛ30 и др.

Литейные алюминиевые сплавы идут на изготовление фасонных отливок, работающих при различных нагрузках: корпусов приборов, кронштейнов, блоков цилиндров, головок цилиндров, поршней и т.д.

Разновидностью деформируемых алюминиевых сплавов являются силумины, которые иногда также применяются в качестве литейных сплавов. Сплавы в чушках используются для подшихтовки при выплавке деформируемых сплавов, сплавы в слитках – для обработки давлением и в виде готовых изделий, полученных обработкой давлением в горячем и холодном состоянии: прутки, фасонные профили, трубы, листы, ленты, полосы, поковки, штамповки и проволока.

Деформируемые алюминиевые сплавы, неупрочняемые термической обработкой (ММ, М, ДМН, АМ4С, АМг1, АМг2, АМг3, АМг4, АМг4,5, АМгВС,
АМг5, АМг6), - это группы сплавов системы алюминий – марганец и сплавы системы алюминий – магний, так называемые сплавы АМг.

Дюралюминий (Д1, Д16, В65, Д18, В95 и др.) – это наиболее распространенный представитель деформируемых алюминиевых сплавов, упрочняемыхтермической обработкой.

Алюминиевые сплавы для поковок и штамповок (АК4, АК4-1, АК5, АК6, АК8) обладают высокой прочностью, твердостью, а также пластичностью в горячем состоянии.

Магний. В зависимости от массовой доли примесей по ГОСТ 804-95 выпускается первичный магний следующих марок: Мг96 (99,96% магния), Мг95 (99,95% магния), Мг90 (99,90% магния). В состав примесей входят такие химические элементы, как железо, алюминий, марганец, кремний, никель, медь.

По ГОСТ 2856-79 выпускаются следующие магниевые сплавы для производства фасонных отливок в виде чушек: МЛ3, МЛ4, МЛ4пч, МЛ5, МЛ5пч, МЛ6, МЛ8, МЛ9, МЛ10, МЛ11, МЛ12, МЛ15, МЛ19 (пч – повышенной чистоты).

Из этих сплавов получают фасонные отливки сложной формы.

Литейные магниевые сплавы применяют для изготовления деталей в самолетостроении и приборостроении (арматура, штурвалы, корпуса приборов и др.).

К деформируемым магниевым сплавам относятся сплавы на основе алюминия, цинка, марганца, циркония с различной степенью легирования.

По ГОСТ 14957-76 выпускаются следующие марки магниевых деформируемых сплавов: МА1, МА2, МА5, МА8, МА11, МА13, МА14, ВМД1.

Магниевые деформируемые сплавы идут на изготовление различных деталей в авиационной, автомобильной промышленности и станкостроении: масло и бензобаки, арматура топливных, гидравлических и масляных систем, обшивка самолетов, детали грузоподъемных машин, автомобилей и др.

Титан. В зависимости от массовой доли примесей выпускают технический титан следующих марок: ВТ1-00, ВТ1-0, ВТ1 (ГОСТ 19807-74).

Титановые литейные сплавы выпускают следующих марок: ВТ1, ВТ5Л, ВТ3-1Л, ВТ1Л, ВТ21Л. Титановые литейные идут на изготовление фасонных отливок различной формы и труб.

Вопросы для самопроверки:

1. Опишите основные свойства меди.
2. Какие примеси меди значительно снижают пластичность и электропроводность?
3. Как влияет кислород, висмут, сера на структуру и свойства меди?
4. Опишите влияние цинка на свойства латуней.
5. Опишите влияние легирующих элементов на свойства бронз.
6. Какие принципы положены в основу маркировки латуней и бронз?
7. Как по маркировке отличить алюминиевые сплавы для литья (силумины) от сплавов для пластического деформирования (дюралюмины)? Всегда лиэто возможно?

Литература

1. Материаловедение: Учебник для ВУЗов. / Под ред. Арзамасова Б.Н. – М.: МГТУ им. Баумана, 2008.

2. Материаловедение: Учебник для СПО. / Под ред. Батиенко В.Т. – М.: Инфра-М, 2006.

3. Справочник по конструкционным материалам. / Под ред. Арзамасова Б.Н. – М.: МГТУ им. Баумана, 2012.

Интернет источники:

1. Электронный ресурс [https://infourok.ru/prakticheskaya-rabota-po-materialovedeniyu-na-temu-rasshifrovka-marok-cvetnih-metallov.html]

2. Электронный ресурс [https://sites.google.com/site/praktikumpomaterialovedeniu/prakticeskaa-rabota-cvetnye-metally]

3. Электронный ресурс [http://studopedia.ru/5_61808_laboratornaya-rabota---tsvetnie-metalli-i-splavi.html]

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9

Тема: «Выбор материалов для конструкций по их назначению и условиям эксплуатации».

Цель работы: усвоить алгоритм расшифровки марок сталей и их основных свойств. Изучить области применения данного материала.

Приобретаемые умения и навыки: формирование умений расшифровки марок сталей. Навыков определения по свойствам марки стали ее назначения.

Норма времени: 2 часа.

Оснащение рабочего места: раздаточный материал.

Алгоритм работы:

Ознакомится с теоретическим материалом и выполнить задание.

Задание.

Согласно назначенному варианту, решить задачу (таб. 1).

Задачи для решения.

Для изготовления указанной детали или конструктивного элемента используется цветной сплав. Обоснуйте целесообразность его применения по сравнению с возможным заменителем. Приведите химический состав цветного сплава, а также режим упрочняющей термической обработки и механические свойства в готовом изделии.

Таблица 1

Вариант	Конструктивный элемент	Цветной сплав	Дешевый заменитель
1	Топливная система самолета	МА1	Сталь 15
2	Пружина, работающая в морской воде	БрКН1-3	БрБ2, Сталь 85
3	Поршень двигателя	АК4	20Х
4	Насос для перекачки 37% соля-	ВТ1-00	08Х17Н13М2Т

	ной кислоты		
5	Теплообменник	М4	Сталь 10
6	Заклепки	Д16	Армко-железо
7	Корпус компрессора авиадвигателя	Мл12	СЧ21
8	Трубопровод	Л90	12Х13
9	Лопатки компрессора авиадвигателя	ВТ5-1	12ХМФ
10	Венец (зубья и обод) червячного колеса в высокоскоросных червячных передачах	БрО10Ф1	СЧ24
11	Корпус подводной лодки	ВТ5	12Х18Н10Т
12	Бензобак	МА1	Сталь 10
13	Насос подачи 20% соляной кислоты при нормальной температуре	БрАЖН10-4-4	Нержавеющая сталь
14	Теплообменники, работающие в растворе азотной кислоты	АД1	08Х21Н6М2Т
15	Костный имплантат	ВТ1-1	12Х18Н10Т
16	Паровая арматура	Бр03Ц12С5	СЧ12
17	Лонжерон	В95	Сталь 10
18	Фермы шасси самолета	Мл5	40Х
19	Гильзы патронов	Л80	Сталь10
20	Корпус ракетного двигателя	ВТ8	12ХМ

Теоретический материал.

Особенности применения цветных металлов и их сплавов.

Многие цветные металлы выгодно отличаются от железа по определенным свойствам. Так, медь значительно превосходит железо по тепло- и электропроводности, титан – по удельной прочности, а алюминий и магний имеют значительно меньшую плотность. В то же время стоимость цветных металлов существенно выше стоимости железа (меди и алюминия примерно в 4 раза).

Полезный эффект от применения цветных металлов и их сплавов можно обеспечить при максимальном использовании их особых свойств с учетом стоимости.

Медь и ее сплавы

Медь имеет ГЦК решетку с периодом а = 3,608 А, аллотропических превращений не имеет.

В зависимости от состава различают следующие марки технической меди: МОО (99,99 % Cu), МО (99,95 % Cu), М1 (99,9 % Cu), М2 (99,7 % Cu), М3 (99,5 % Cu) и М4 (99,0 % Cu).

По тепло- и электропроводности медь в 5,88 раза превосходит железо, поэтому широко применяется для изготовления проводников электрического тока, анодов, кабелей, шин в электро-, электровакуумной и электронной технике, а также для различных теплообменников, нагревателей, холодильников, радиаторов. Механические свойства технической меди относительно невысоки (табл. 46 приложения).

Латунь – сплав меди с цинком. Если содержание цинка не превышает 30 %, латунь состоит из **α** -фазы (твердый раствор цинка в меди) и является однофазной. При содержании цинка более 30 % в структуре латуни помимо **α** -фазы появляется **β** -фаза (электронное соединение CuZn) и латунь становится двухфазной.

Однофазные латуни отличаются хорошей пластичностью и применяются в виде холоднокатаных полуфабрикатов: полос, лент, проволоки, листов, из которых изготавливают сильфоны (рис. 9.1), шайбы, втулки, трубопроводы, уплотнительные кольца, снарядные гильзы и др. Пластичность двухфазных латуней ниже, поэтому для них применяют горячую обработку давлением. Полученные полуфабрикаты (листы, прутки, трубы, штамповки) используют для изготовления втулок, гаек, тройников, штуцеров, токопроводящих деталей электрооборудования и др.

Для повышения механических свойств и коррозионной стойкости в латуни добавляют алюминий и никель, для повышения свариваемости и пластичности кремний и т.д.

Бронзами называются сплавы меди, где цинк не является главным легирующим элементом.

Оловянные бронзы делятся на деформируемые и литейные.

Литейные оловянные бронзы (табл. 48 приложения) обладают высокой коррозионной стойкостью в атмосферных условиях, пресной и морской воде. Они широко применяются для паропроводной арматуры, работающей под давлением. Низкий коэффициент трения, хорошая притираемость и износостойкость при работе в паре со сталью в сочетании с высокой теплопроводностью и хорошими механическими свойствами позволяет использовать эти бронзы для венцов червячных колес в высокоскоростных червячных передачах, а также для подшипников скольжения ответственного назначения.

Деформируемые оловянные бронзы отличаются высокими упругими свойствами и сопротивлением усталости наряду с хорошей коррозионной стойкостью и антифрикционностью. Их используют для изготовления пружинящих деталей в точной механике, общем и химическом машиностроении, электротехнике и др. Широкое применение оловянных бронз сдерживает их высокая стоимость. Алюминиевые бронзы более стойки, чем оловянные, в органических кислотах, соляной кислоте, морской воде. Они обладают высокими механическими и хорошими антифрикционными свойствами и используются как более дешевый заменитель оловянных бронз.

Бериллиевые бронзы отличаются чрезвычайно высокими пределами упругости и прочности и коррозионной стойкостью. Они способны устойчиво работать при температурах до 310...340 °С. Их применяют для изготовления деталей особо ответственного назначения: плоских пружин, пружинящих контактов, шестерен, подшипников, работающих при высоких скоростях, больших давлениях и повышенных температурах, инструмента, не дающего искр.

Кремнистые бронзы используют вместо более дорогих оловянных бронз при изготовлении антифрикционных деталей, а также для замены бериллиевых бронз при производстве пружин, мембран и других деталей приборов и радиооборудования, работающих в пресной и морской воде.

Алюминий и его сплавы

Алюминий имеет ГЦК решетку с периодом а = 4 ,041 А, аллотропических превращений не имеет. Постоянные примеси алюминия – Fe, Si, Cu, Zn, Ti. В зависимости от содержания примесей алюминий бывает особой чистоты А999 (0,001 % примесей), высокой чистоты А995, А99, А97, А95 (0,005...0,5 % примесей) и технической чистоты (АО, табл. 49 приложения). Технический алюминий, выпускаемый в виде деформируемого полуфабриката (листы, профили, прутки и т.д.) маркируется АД0 и АД1.

Алюминий легко окисляется на воздухе, образуя на поверхности плотную пленку окисла Al_2O_3, предохраняющую его от дальнейшей коррозии. Алюминий высокой чистоты имеет очень высокую коррозионную стойкость в азотной кислоте, некоторых органических кислотах (лимонной, винной, уксусной и др.), а также в контакте с пищевыми продуктами. Многие минеральные кислоты (соляная, плавиковая и др.) и щелочи разрушают алюминий.

Алюминий превосходит железо по теплопроводности в 3,29 раз, по электропроводности в 3,65 раз. Благодаря высокой теплопроводности он используется для различных теплообменников, в промышленных и бытовых холодильниках. Высокая электропроводность алюминия способствует его широкому применению в электротехнике (для конденсаторов, проводов, кабелей, шин и др.).

Ввиду низкой прочности алюминий также применяется для ненагруженных деталей и элементов конструкций, когда от материала требуется легкость, свариваемость, пластичность, коррозионная стойкость. Так, например, из него изготавливают рамы, двери, трубопроводы, упаковочную фольгу, цистерны дляперевозки нефти и нефтепродуктов, посуду и др.

Алюминиевые сплавы имеют высокую удельную прочность ($\sigma_B / \gamma \leq 21$), примерно соответствующую удельной прочности высокопрочных сталей ($\sigma_B / \gamma = 23$). Они способны сопротивляться динамическим и инерционным нагрузкам.

Алюминиевые сплавы подразделяют на деформируемые, литейные и спеченные (табл. 50 приложения). В составе каждой из этих трех групп, в свою

очередь, выделяют сплавы упрочняемые и не упрочняемые термической обработкой. Деформируемые алюминиевые сплавы, не упрочняемые термической

обработкой (АМц и АМг), отличаются высокими показателями пластичности, свариваемости и коррозионной стойкости. Из них изготавливают трубопроводы для бензина и масла, сварные баки, а также заклепки (см. рис. 1).

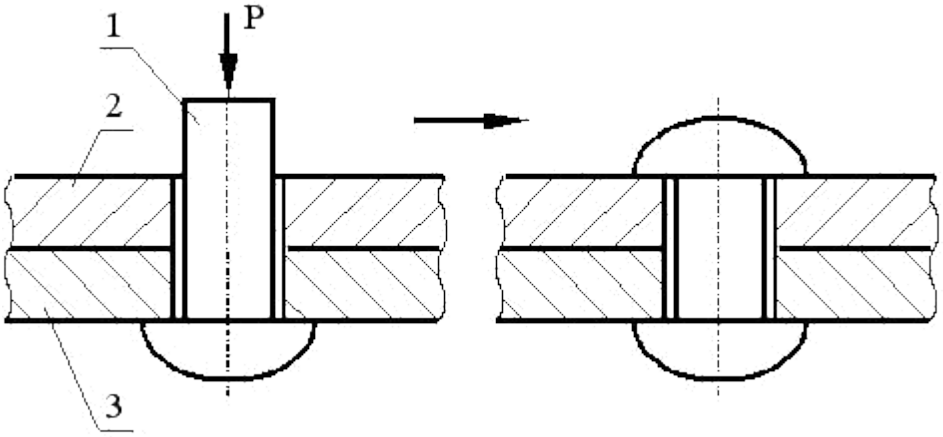


Рисунок 1. Заклепочное соединение:
1 – заклепка; 2, 3 – соединяемые детали

Среди деформируемых алюминиевых сплавов, упрочняемых термической обработкой (закалка с 460...505 °С и старение при 100...140 °С) можно выделить следующие группы:

• нормальной прочности (Д1, Д16, Д18). Из этих сплавов изготавливают шпангоуты, нервюры, лонжероны, тяги управления и другие детали самолетов, а также заклепки;

• высокопрочные (В95, ВАД23). Их применяют для изготовления высоконагруженных деталей самолетов (обшивка, стрингеры, шпангоуты, лонжероны и др.);

и жаропрочные (АК4, АК4-1, Д20, Д21). Их используют для нагруженных деталей и сварных изделий, работающих при температурах 200...300 °С: лопатки диски осевых компрессоров, поршни двигателей (рис. 8.2), сварные емкости и др.;

• ковочные сплавы (АК6, АК8) обладают хорошей пластичностью при горячей пластической деформации. Из них изготавливают подмоторные рамы, пояса лонжеронов, стыковые узлы и т.д.

Литейные алюминиевые сплавы, не упрочняемые термической обработкой, подразделяют на две группы:

• низкой прочности (АК12). Применяются для малонагруженных деталей во всех областях машиностроения (корпуса приборов, детали авиационных колес, кронштейны и др.);

• антифрикционные (САМ, АО20-1, АО9-2).

Литейные сплавы, упрочняемые термической обработкой (закалка с 515...535 °С и старение при 150...180^0 С), делятся на три группы:

• нормальной прочности (АК5М2, АК9ч, АК7ч). Их применяют для деталей ответственного назначения (корпуса компрессоров, фланцы, поршни, головки цилиндров (рис. 8.2) и др.);

• высокопрочные (АМг10, АК8М). Используются для изготовления нагруженных деталей, работающих в условиях высокой влажности в судо-, само- лето- и ракетостроении (детали приборов, вилки шасси и хвостового оперения, баранки штурвалов и др.;

• жаропрочные. К этой группе относится сплав АМ5, который используется для изготовления небольших нагруженных деталей несложной формы (ар- матура, кронштейны и др.), работающих при температурах до 300 °С.

Магний и его сплавы

Магний имеет ГПУ решетку с периодом а = 3, 202 А и с = 5 ,199 А, аллотропических превращений не имеет.

Магний относится к числу самых легких металлов: он в 4,5 раза легче железа. Однако чистый магний обладает низкой коррозионной стойкостью и не-высокими механическими свойствами, поэтому в машиностроении не применяется.

Магниевые сплавы имеют малую плотность, а по удельной прочности соответствуют легированной стали. По технологии изготовления магниевые сплавы (табл. 51 приложения) подразделяют на литейные (Мл) и деформируемые (МА), по склонности к упрочнению с помощью термической обработки – на сплавы, упрочняемые и не упрочняемые термической обработкой.

Деформируемые магниевые сплавы, не упрочняемые термической обработкой, подразделяются на две группы:

• пониженной прочности (МА1). Этот сплав обладает относительно высокой коррозионной стойкостью и хорошей свариваемостью, применяется для изготовления малонагруженных деталей: сварных масло- и бензобаков, арматуры топливных и масляных систем;

• средней прочности (МА2, МА8). В горячепрессованном или отожженном состоянии их применяют для средненагруженных деталей самолета (обшиок элетронов, закрылок, рулей и др.).

Деформируемые магниевые сплавы, упрочняемые термической обработкой (закалка от 380...420 °С и старение при 170...300 °С) классифицируют на следующие группы:

• высокопрочные (МА5, ВМ65-1). Их используют для сильно нагруженных деталей (обшивки самолетов, конструктивные элементы грузоподъемных машин, автомобилей, ткацких станков и др.);

• жаропрочные (МА11, МА13 и ВМД-1). Они применяются в ракетной технике для деталей, работающих длительно при температурах до 350 °С и кратковременно при температурах до 400 °С (корпуса ракет, обтекатели, корпуса насосов, стабилизаторы и др.).

Литейные сплавы магния, не упрочняемые термической обработкой, делятся на две группы:

• невысокой прочности (Мл2), применяемые для ненагруженных деталей, от которых требуется повышенная герметичность, коррозионная стойкостьи свариваемость (арматура топливных и масляных систем);

• средней прочности (Мл3). Используется для средненагруженных деталей повышенной герметичности (арматура, детали корпусов насосов).

Литейные сплавы магния, упрочняемые термической обработкой (закалка и старение), подразделяют на следующие группы:

• высокопрочные (Мл5 и др.). Они используются для высоконагруженных деталей самолетов (корпуса приборов, фермы шасси, рычаги управления и др.);

• жаропрочные (Мл12 и др.). Длительно работают при температурах 300...400 °С и применяются для высоконагруженных деталей самолетов и авиадвигателей (корпуса компрессоров, картеры (рис. 8.2) и др.).

Титан и его сплавы

Титан имеет две аллотропические модификации. Низкотемпературная модификация $\mathbf{Ti_{\alpha}}$, существующая до 882 °С, имеет гексагональную плотноупакованную решетку с периодами а = 2, 96 А и с = 4 ,72 А. Высокотемпературная модификация **Tiβ** имеет решетку объемноцентрированного куба с периодом а = 3, 32 А.

Полиморфное превращение (882 °С) при медленном охлаждении происходит по нормальному механизму с образованием равноосных зерен, а при быстром охлаждении – по мартенситному механизму с образованием игольчатой структуры.

Титан обладает высокой коррозионной и химической стойкостью благодаря защитной окисной пленке на его поверхности. Он не корродирует в пресной и морской воде, минеральных кислотах, царской водке и др.

Механические свойства титана (ВТ1-1: $\boldsymbol{\sigma}_{B}$ = 450 ...600 МПа, $\boldsymbol{\sigma}_{0,2}$ = 380...500 МПа, **δ = 20...25 %**) характеризуются хорошим сочетанием прочности и пластичности. Примеси (табл. 52 приложения) повышают твердость и прочность, но при этом значительно уменьшается пластичность и коррозионная стойкость. Технический титан хорошо обрабатывается давлениемпри комнатной и повышенной температурах. Из него изготавливают все видыпрессованного и катанного полуфабриката: листы, трубы, проволоку, поковки.

Применение технического титана как конструкционного материала в общем машиностроении ограничено из-за его высокой стоимости, а в авиации и ракетостроении – вследствие невысокой жаропрочности. Он широко применяется в химической промышленности для изделий, работающих в сильно агрессивных средах (например, компрессоры и насосы для перекачки серной, соляной кислот и растворов их солей). Способность не образовывать накипь и высокая химическая стойкость позволяют изготавливать из титана,

несмотря на низкую теплопроводность, тонкостенные теплообменники. Благодаря высокой коррозионной стойкости в морской воде и тому, что на титан не налипают ракушки, он используется в судостроении для обшивки морских судов, подводных лодок, изготовления гребных винтов и др. Титан является перспективным материалом для изготовления костных имплантантов и других изделий, к кото- рым предъявляются требования высокой стойкости в физиологических средах.

Титановые сплавы имеют более высокую прочность, жаропрочность и жаростойкость по сравнению с техническим титаном; по удельной прочности они в 2 раза превосходят сталь. Поэтому они получили широкое применение в авиации, ракетной технике, судостроении, химической и других отраслях промышленности. Их применяют для обшивки сверхзвуковых самолетов (при скорости, равной утроенной скорости звука, она нагревается до 250...320 °С), дета- лей реактивных авиационных двигателей (дисков и лопаток компрессора, дета- лей воздухозаборника и др.), корпусов ракетных двигателей второй и третьей ступени, баллонов для сжатых и сжиженных газов, обшивки судов, подводных лодок и торпед и т.д.

По технологии изготовления титановые сплавы подразделяются на деформируемые (табл. 53 приложения) и литейные (табл. 54 приложения). Титановые сплавы также классифицируют по структуре (табл. 55 приложения) и по способности упрочняться с помощью термической обработки (на упрочняемые и не упрочняемые термической обработкой).

Сплавы с **α** -структурой (ВТ5, ВТ5-1) имеют высокую температуру полиморфного превращения. В этих сплавах **β** → **α** -превращение происходит при высоких температурах, когда реализуется нормальный механизм полиморфного превращения. Переохладить **β** -фазу до низких температур, при которых возможно мартенситное превращение, в этих сплавах не удается даже при очень больших скоростях охлаждения, поэтому сплавы с устойчивой **α** -структурой не способны упрочняться путем термической обработки. Недостатком этих сплавов является также низкая технологическая пластичность.

Сплавы с **β** -структурой имеют низкую температуру полиморфного **β** → **α** - превращения; при закалке происходит переход **β** -фазы в метастабильную **β′** -фазу. В этом состоянии сплав имеет высокую пластичность и хорошо штампуется.

При старении по границам **β′** -фазы выделяется тонкодисперсная **α** -фаза, значительно упрочняющая сплав.

Промышленное применение однофазных **β** -сплавов не является эффективным, т.к. для получения устойчивой **β** -структуры сплав должен быть легирован большим количеством **β** -стабилизаторов (V, Mo, Nb, Ta), дорогих, дефицитных и обладающих высокой плотностью. В настоящее время применяются так называемые псевдо-**β** -сплавы (ВТ15), имеющие преимущественно **β** -струк туру с небольшим количеством **α** -фазы.

Двухфазные (**α + β**) сплавы (ВТ3-1, ВТ8, ВТ14 и др.) обладают лучшим сочетанием технологических и механических свойств. Они упрочняются с помощью термической обработки – закалки и старения. В отожженном и закаленном состояниях они имеют хорошую пластичность, а после закалки и старения
– высокую прочность при нормальной и повышенной температурах (табл. 56 приложения).

Пример решения.

Исходные данные: Магниевый сплав Мл5 применяют для изготовления деталей швейных машин (шпульки, катушки). Обоснуйте целесообразность использования этого относительно дорогого цветного сплава по сравнению с дешевым заменителем (ковкий чугун КЧ 37-12).

Решение.

Вращающиеся с большой частотой детали швейных машин испытывают большие центробежные силы. Напряжение от центробежной силы прямо пропорционально плотности материала. Черные сплавы, в том числе ковкий чугун, примерно в 4,5 раза превосходят магниевые сплавы по плотности, а также по пределу прочности, т.е. имеют примерно одинаковую удельную прочность. Соответственно, в случае вышеупомянутых деталей, форма и размеры которых определяются их кинематической функцией, по воздействию центробежных сил магниевый сплав Мл5 примерно равноценен ковкому чугуну КЧ 37-12.

При разгоне швейной машины вращающиеся детали, выполненные из ковкого чугуна, будут создавать примерно в 4,5 раза большую инерцию, чем в случае, если бы они были изготовлены из магниевого сплава Мл5.

При литье чугуна потребуется значительно большая температура заливки ($T_{пл}$ = 1150...1500 °С, рис. 2 приложения), чем в случае магниевых сплавов ($T_{пл}$ ≈ 650 °С).

Хотя цена магниевых сплавов примерно в 7 раз превышает цену черных сплавов (табл. 6, 45 приложения), это не будет существенным при изготовлении относительно малогабаритных деталей швейных машин.

Таким образом, по ряду технологических и эксплуатационных характеристик магниевый сплав Мл5 является более предпочтительным для изготовления вращающихся деталей швейных машин, чем ковкий чугун КЧ 37-12.

Литейный сплав Мл5 легирован несколькими элементами.

Марганец улучшает коррозионную стойкость, а цинк и алюминий повышают механические свойства.

Отливки из высокопрочного сплава Мл5 подвергаются упрочняющей термической обработке: закалке (420 °С, выдержка 12 - 24 часа) и отпуску (170 °С, выдержка 16 часов), после чего обладают хорошими прочностными свойствами (σ_B = 255 МПа, $\sigma_{0,2}$ = 120 МПа , **δ = 6 %**).

Вопросы для самопроверки:

1. Назовите отличительные механические свойства чистого алюминия. Какова их величина?

2. Какова коррозионная стойкость алюминия, что ее обеспечивает?

3. Области применения чистого алюминия.

4. Как изменяются технологические свойства сплавов системы двух компонентов с ограниченной растворимостью?

5. Наиболее характерные свойства чистой меди. Механические свойства чистой меди, технической меди М1.

6. Какова коррозионная стойкость меди?

7. Как различают марки меди в зависимости от содержания примесей?

8. В чем выражается вредное влияние висмута, свинца?

9. Как влияет холодная пластическая деформация на прочностные характеристики меди?

10. Области применения чистой меди.

11. Дайте характеристику электрической проводимости и теплопроводности меди.

12. Как влияют примеси на твердость и пластичность латуней?

Литература

1. Справочник по конструкционным материалам. / Под ред. Арзамасова Б.Н. – М.: МГТУ им. Баумана, 2012.

Интернет ресурсы:

1. Электронный ресурс [http://cherch.ru/materiali_v_mashinostroenii/metalli.html]

2. Электронный ресурс [http://www.studfiles.ru/preview/5663748/page:41/]

3. Электронный ресурс [stroy-technics.ru/article/tsvetnye-metally-i-splavy]

4. Электронный ресурс [http://stroy-technics.ru/article/tsvetnye-metally-i-splavy]

5. Электронный ресурс [http://www.libma.ru/tehnicheskie_nauki/materialovedenie_konspekt_lekcii/p11.php]

6. Электронный ресурс [http://portal.tpu.ru/]

7. Электронный ресурс [http://eksdan.ru/otvety-na-ekzamenatsionnye-voprosy/54-materialovedenie/2704-markirovka-struktura-svojstva-i-oblasti-primeneniya-tsvetnykh-metallov-i-ikh-splavov.html]

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10

Тема: «Применение неметаллических конструкционных материалов».

Цель работы: изучение свойств важнейших неметаллических конструкционных материалов: пластмасс, керамики, стекла и резины; изучение особенностей применения неметаллических конструкционных материалов в машиностроении.

Приобретаемые умения и навыки: формирование умений выбора материала для конкретного применения. Навыков определения по свойствам материала его назначения.

Норма времени: 2 часа.

Оснащение рабочего места: раздаточный материал.

Алгоритм работы: ознакомится с теоретическим материалом и выполнить задание.

Задание.

Согласно назначенному варианту (таб. 1), решит задачу:

Выбрать материал для указанного изделия или конструктивного элемента с учетом особенностей его функционирования. Привести строение и механические свойства материала в готовом изделии.

Таблица 1. Задачи для решения

Вариант	Изделие или конструктивный элемент
1	Связка абразивного круга
2	Рыболовная сеть
3	Зубчатое колесо для бесшумной работы
4	Резец
5	Теплоизоляционный материал
6	Литейная модель
7	Фильера для волочения проволоки
8	Поршень двигателя внутреннего сгорания
9	Упаковочная пленка
10	Газопровод
11	Тормозные колодки
12	Ролики
13	Свеча зажигания
14	Дымоход
15	Звукоизоляционный материал
16	Герметизирующая заливка электронной аппаратуры
17	Утеплительный элемент для вентиляции топливной системы автомобиля
18	Искусственная кожа для кресла автомобиля
19	Цилиндр двигателя внутреннего сгорания
20	Лобовое стекло автомобиля

21	Оградительные станки станков

Теоретический материал.

Термопластичные полимеры и пластмассы

Прочность термопластичных полимеров лежит в пределах 100...1000 кгс/см^2, чего вполне достаточно для многих целей. Общие недостатки термопластов – невысокая теплостойкость, нестабильность свойств из-за старения и склонность к ползучести. Введение до 20...30 % порошковых и волокнистых наполнителей сохраняет технологичность и одновременно повышает износостойкость и стабильность размеров под нагрузкой.

Полиэтилен стоек к щелочам и большинству кислот, включая соляную и плавиковую, и водостоек. Он не взаимодействует с топливом и смазками, практически нерастворим и не применяется в виде растворов. Полиэтилен не стоек против окисления, в особенности на свету под действием ультрафиолетовых лучей. Для защиты против старения на свету в полиэтилен добавляют антиокислители (сохраняя при этом прозрачность для видимого света) или до 2...5
% сажи. Свойства полиэтилена зависят от способа производства. Полиэтилен низкой плотности (0,91...0,93 г/см^3) получается с ветвистыми молекулами, поэтому кристаллизуется до 65...75 %. Относительная молекулярная масса его составляет $1...7 \cdot 10^4$. Полиэтилен высокой плотности (0,94...0,96 г/см^3) имеет линейные молекулы без боковых отростков, кристаллизуется до 85...95 % и относительная молекулярная масса его больше ($10...100 \cdot 10^4$). По сравнению с полиэтиленом низкой плотности этот полиэтилен более жесток и прочен (табл. 57 приложения), но менее вязок, хуже перерабатывается в изделия и у него понижены диэлектрические свойства.

Полиэтилен удовлетворительно перерабатывается в пленку, трубы, литые и формованные изделия, волокно и пористый полиэтилен, в виде покрытий наносится на металлы, картон и бумагу. Он легко сваривается, но плохо склеивается.

Преимущества полиэтилена: отличные диэлектрические свойства при частотах до 10^9 Гц, химическая стойкость, отсутствие хрупкости в рабочем интервале температур, водостойкость, доступность и дешевизна, а недостатки – низкая жесткость и невысокая прочность, плохая стойкость на свету, склонность к растрескиванию под напряжением.

Полиэтилен больше всего используется как отличный высокочастотный диэлектрик. Около 20 % объема выпускаемого полиэтилена расходуется на изоляцию всех типов кабелей связи и силовых кабелей, рассчитанных на напряжение до 10 кВ. В радио- и электроаппаратуре применяются мелкие литые детали из полиэтилена – катушки, шайбы и т.п. Пленка после двухосной вытяжки сочетает высокую прочность, гибкость, прозрачность, химическую стой- кость и непроницаемость для агрессивных веществ и воды. Пленку

применяют для упаковки (в том числе деталей машин) и электроизоляции. Полиэтиленовые покрытия на металлах и бумаге сообщают им химическую стойкость и водостойкость. Трубы, баки, бутылки применяют для транспортировки и хранения агрессивных веществ. Тара из полиэтилена легче стеклянной и не бьется.

Полипропилен во многом похож на полиэтилен, однако менее плотный, его плотность равна 0,90 г/см^3 (наименьшее значение плотности вообще для всех пластмасс), более твердый (стоек к истиранию), более термостойкий, почти не склонен к растрескиванию под напряжением. Обладает высокой чувствительностью к свету и кислороду (которая понижается при введении стабилизаторов).

Переработка и применение полипропилена и полиэтилена аналогичны. Полиамиды стойки в щелочах и разбавленных кислотах, топливе и смазках. Они нестойки в некоторых растворителях (феноле и др.), концентрированных кислотах, начиная со 150 °С быстро гидролизуются водой и паром, стареют на свету. Полиамиды поглощают воду, которая для них является своеобразным пластификатором и увеличивает вязкость, снижая прочность. При поглощении воды увеличивается объем, но вода поглощается или теряется медленно, и это не мешает нормальной эксплуатации изделий.

Полиамиды принадлежат к наиболее прочным, жестким и вязким термопластам. Они хорошо сопротивляются абразивному износу. В паре с металлами полиамиды имеют небольшие коэффициенты трения (без смазки – 0,2...0,4; со смазкой – 0,02...0,05) и не схватываются с ними.

В вязко текучем состоянии полиамиды имеют небольшую вязкость и легко перерабатываются в изделия, в том числе крупные отливки, пленку и волокно.

К преимуществам полиамидов относятся хорошая прочность, вязкость, антифрикционные свойства, износостойкость, а к недостаткам – поглощение воды, посредственные диэлектрические свойства, необходимость просушки перед переработкой, хрупкость в сухом виде при повышенных температурах.

В машиностроении полиамиды широко применяют для малонагруженных деталей, от которых требуется стабильность размеров, износостойкость химическая стойкость. Чистые полиамиды используют для деталей, подверженных ударам, а полиамиды со стеклянным волокном – для износостойких деталей. Из полиамидов делают вкладыши подшипников скольжения, кулачки (рис. 1), зубчатые колеса, упругие элементы зубчатых (рис. 2) и пальцевых (рис. 3) муфт, детали ходовых передач, ролики, колеса и т.п. Из полиамидов отливают лопатки рабочих колес центробежных насосов, гребные винты и другие детали, постоянно работающие в воде. Полиамиды используют для трущихся деталей, работающих без смазки, например, для направляющих, бегунков, опор веретен в текстильных машинах. Полиамидное волокно используется в автомобильных шинах, канатах, транспортерной ленте. Изделия из волокон не гниют от воды и их не нужно сушить после намокания.

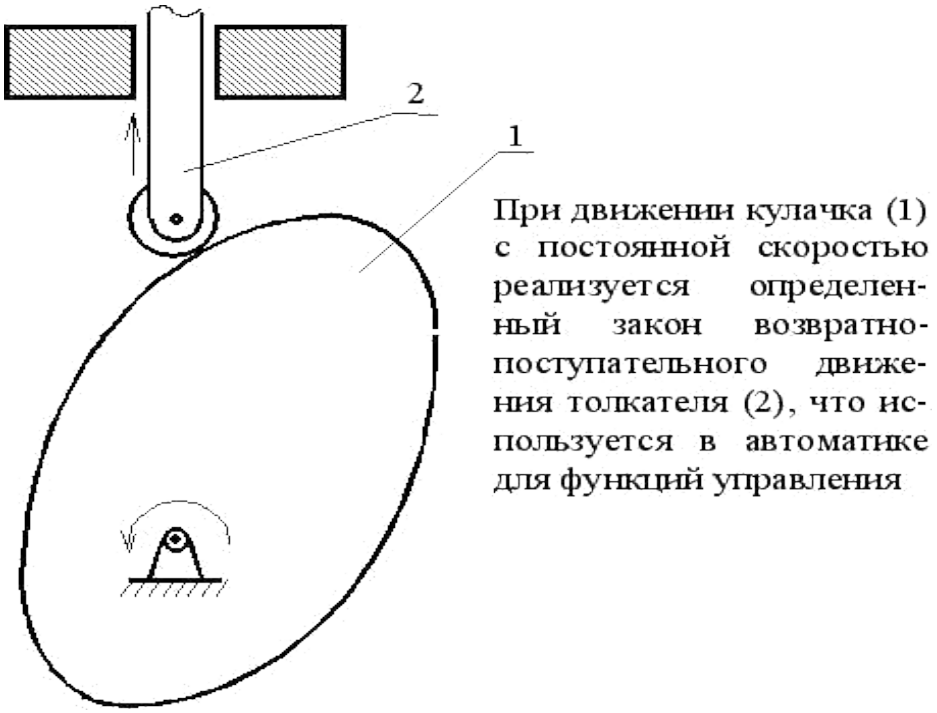
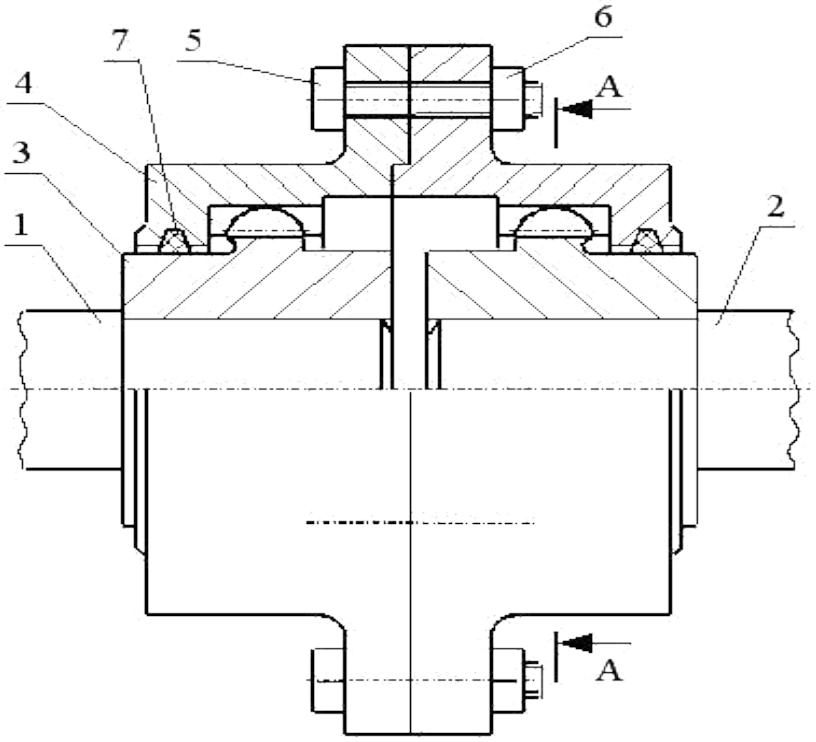


Рисунок 1. Кулачковый механизм

Фторопласт-4 получают в виде высокомолекулярного порошка (M> 10^6), который невозможно расплавить. Изделия из фторопласта – 4 изготовить труднее, чем из других полимеров, однако его перерабатывают в компактные изделия, волокна, пленку толщиной до 5 мкм и покрытия на металлах. Компактные изделия из порошка получают прессованием и спеканием при температуре ниже 400 °С и в них есть остаточная пористость. Фторопласт-4 исключительно стоек в любых агрессивных средах, водостоек и нерастворим. При нагреве он начинает разлагаться при температуре 250 °С, а выше 400 °С он, не плавясь, быстро разрушается и выделяет ядовитые газы (фтор и др.). Особенностьюфторопласта-4 является аллотропическое превращение около

20 °С. При охлаждении ниже 20 °С объем уменьшается примерно на 1 % и меняется коэффициент теплового расширения.



На концы соединяемых валов (1) и (2) насаживают полумуфты (3) с наружными зубьями, которые сцепляются с внутренними зубьями обойм (4). Обоймы соединяют между собой болтовыми соединениями (5 – болт, 6 – гайка). Упругие вкладыши (7) амортизируют удары обоймы с полумуфтами

А-А

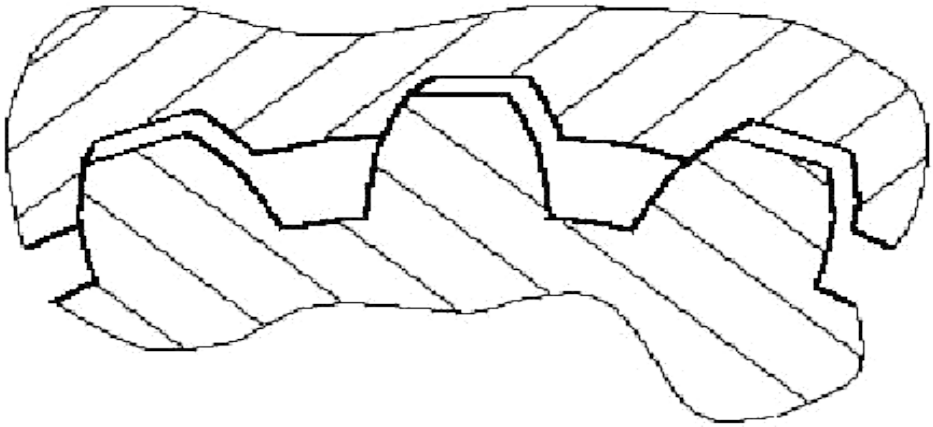


Рисунок 2. Зубчатая муфта

Он – хороший антифрикционный материал (в паре со сталью без смазки имеет коэффициент трения 0,05...0,1), не прилипает и не схватывается с другими материалами, вязок, не подвержен хрупкому разрушению при сжатии или изгибе, но имеет низкую прочность и жесткость, ползуч при напряжении свыше 30...50 кгс/см^2. Фторопласт-4 – отличный высокочастотный диэлектрик, превосходящий полиэтилен и полистирол.

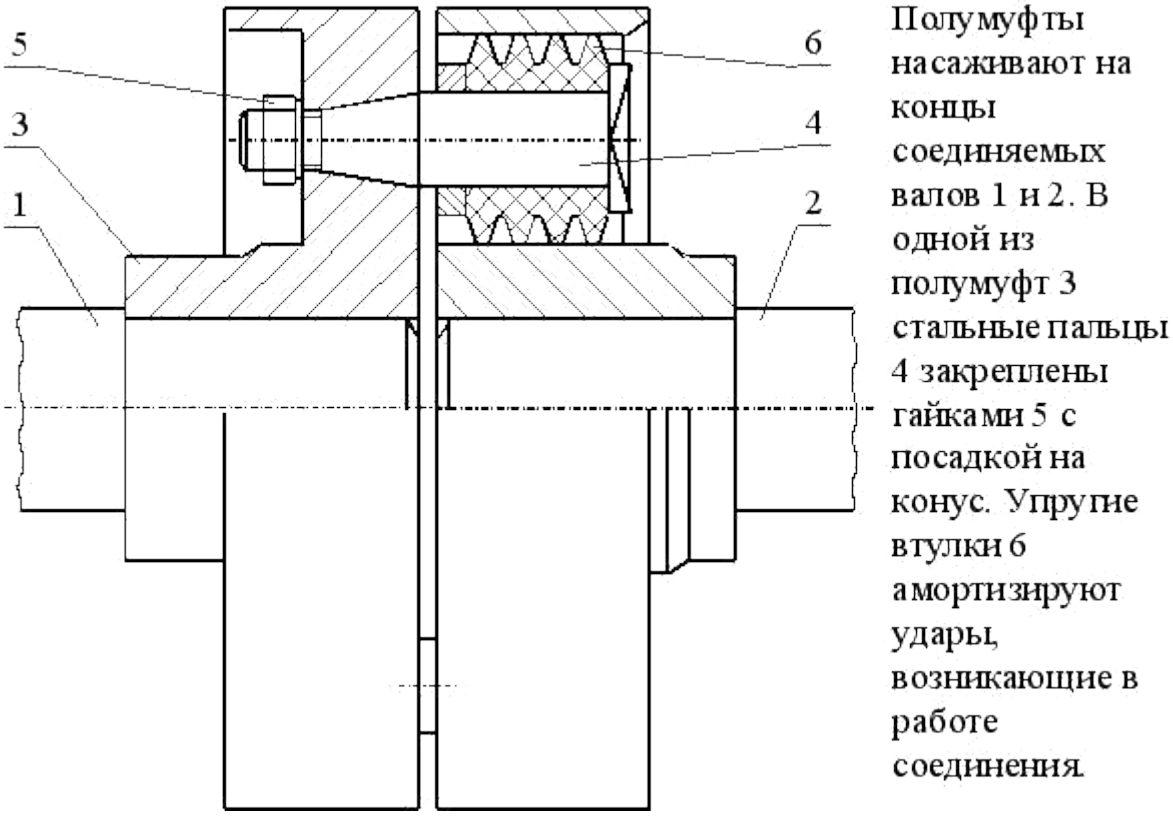


Рисунок 3. Втулочно-пальцевая муфта

Фторопласт-3 по сравнению с фторопластом-4 легче перерабатывается (в том числе литьем под давлением), не порист, более прочен и жесток, но зато не имеет антифрикционных свойств, хуже как диэлектрик и уступает по химической стойкости.

Преимущества фторопластов: уникальное сочетание высокой химической стойкости, теплостойкости и диэлектрических свойств, широкий интервал рабочих температур, негорючесть, водостойкость. Недостатки: высокая стоимость (табл. 58 приложения) и трудность переработки. Фторопласт-4 с наполнителями используют для изготовления подшипников, в том числе работающих без смазки; в уплотнениях подвижных (манжеты, сальники) и неподвижных (стыки труб и пр.) соединений; для покрытия деталей, которые имеют контакт с клейкими и липкими веществами, что облегчает очистку и

уменьшает потери сырья.

В частности, фторопластом-4 покрывают формы, в которых вулканизируют изделия из резины. Как диэлектрик фторопласт-4 применяют, главным образом, в высокочастотной технике для кабельной изоляции, конденсаторов, печатных схем (в виде стеклотекстолита) и т.д. Оба фторопласта используют для электро- изоляции проводов, работающих при повышенных температурах при высокой влажности или в агрессивных средах.

Фторопласт-3 используют для защитных покрытий на металлах. Полистирол отличается прозрачностью и отсутствием цвета. Он водостоек, стоек против действия растворов кислот и щелочей, растворяется в ароматических углеводородах и других растворителях, медленно стареет на отрытом воздухе, набухает в топливе и смазках. Он является хорошим высокочастотным диэлектриком.

Полистирол хрупок, что проявляется в низких значениях удлинения (не более 2...4 %) и небольшой ударной вязкости (10...15 кгс·см/см^2). Прочность на удар увеличивается вдвое, если полистирол смешивают со стеклянным волокном (до 20...40 %) или с каучуком (10...15 %). Такие ударопрочные материалы, а также сополимеры не хрупки, но уступают полистиролу по теплостойкости, прозрачности, прочности и жесткости.

Полистирол легко перерабатывается в массивные изделия, пенополистирол и ориентированные пленки (стирофлекс), и волокно.

Преимуществами полистирола являются доступность и дешевизна, прозрачность, отличные диэлектрические свойства, легкость переработки, особенно литьем под давлением (можно получить точные отливки с отклонениями в размерах до 0,1 мм), а недостатками – хрупкость, низкая теплостойкость, горючесть, электризуемость при трении, склонность к растрескиванию.

Больше всего полистирол используется в виде отливок, полученных литьем под давлением, в радиоаппаратуре, химической и оптической аппаратуре и т.д. Его применяют также для теплоизоляции, для упаковки и для изготовления крупногабаритных литейных моделей. Пленку и волокно применяют для изоляции.

Поливинилхлорид без пластификаторов называется винипластом, а его смеси с пластификаторами называются пластикатами. Винипласт и пластикаты обычно непрозрачны.

Винипласт стоек к щелочам и кислотам, не реагирует с бензином и смазками. Он водостоек и лишь немного набухает в горячей воде при 40...60 °С. На воздухе он стареет медленно, но при нагреве, а также на свету разлагается, выделяя хлористый водород. При переработке в винипласт обязательно добавляют стабилизаторы для защиты от термического разложения. Химическая стойкость пластикатов достаточная, но хуже, чем у винипласта. Винипласт чувствителен к концентраторам напряжений: надрезам, трещинам, порам и т.п., становясь хрупким в их присутствии. Пластикаты имеют небольшую прочность – 70...250

кгс/см^2, но сохраняют гибкость и эластичность при рабочих температурах. Винипласт и пластикаты стойки против абразивного износа. Как диэлектрики винипласт и пластикаты применяют только при низких частотах.

Преимущества винипласта и пластикатов: дешевизна, сочетание химической стойкости, прочности и износостойкости, негорючесть, свариваемость, большая электрическая прочность. Их недостатки: плохая теплостойкость, выделение хлористого водорода при разложении, хрупкость винипласта в присутствии концентраторов напряжений, малая прочность пластикатов, плохая дугостойкость.

Винипласт применяют в крупногабаритной химической аппаратуре, дымоходах, газопроводах и особенно для изготовления труб для воды и для сточных промышленных вод. Объем выпуска пластикатов и сополимеров винилхлорида больше, чем винипласта. Из них делают гибкие трубы и шланги, линолеум, искусственную кожу для самолетов и автомобилей, наружную изоляцию электропроводов, изоляционную ленту, пленки для защиты машин от пыли и грязи при хранении на складах, а также предметы домашнего обихода – одежду, игрушки и т.п.

Органическое стекло (полиметилметакрилат) стойко к щелочам, разбавленным кислотам, топливу, смазкам. В воде оно немного набухает (поглощает до 2 % воды при 100 % влажности), но это мало отражается на свойствах. Стекло растворимо в дихлорэтане и других растворителях и поэтому легко склеивается. Стекло исключительно стойко против атмосферного старения.

По прочности и жесткости органическое стекло лучше многих термопластов, его ударная вязкость невелика, но она мало меняется во всем интервале рабочих температур. Стекло плохо сопротивляется истиранию (почти как алюминий).

Преимущества органического стекла: сочетание легкости, прочности и прозрачности, стойкость против старения на воздухе, водостойкость, легкость переработки, возможность окрашивания и красивый вид изделий. Его недостатки: невысокая стойкость в кислых средах, горючесть, плохая износостойкость, склонность к растрескиванию под напряжением – появлению ‒серебра‖, т.е. участков с мелкими трещинами, на которых полностью отражается свет. Покомплексу свойств стекло применяют без наполнителей для остекления самолетов и промышленных зданий, светотехнических устройств и светодиодов, светильников, часовых стекол, автомобильных фар, предохранительных щитков настанках и машинах. Листы органического стекла подвергают двухосной вытяжке, что увеличивает прочность, ударную вязкость и сопротивление растрескиванию. Как диэлектрик, стекло применяют для изделий, сочетающих электрическую прочность и стойкость против старения. Благодаря способности выделять большое количество газов под действием электрической дуги, стекло используют также в качестве твердого дугогасящего материала.

Термореактивные полимеры и пластмассы

Термореактивные полимеры применяются после отверждения, которое создает сетчатую структуру с высокой плотностью поперечных связей. В результате они становятся твердыми и жесткими, неплавкими и стойкими к старению. Отвержденные полимеры нерастворимы и лишь в отдельных растворителях набухают, что понижает их прочность.

Фенолформальдегидные полимеры имеют две разновидности: резольные и новолачные. Для отверждения резольных полимеров требуется только нагрев, а для отверждения новолачных – нагрев и отвердители. В обоих случаях отверждение ведут при температуре 160...200 °С и давлении 13...130 МПа. Резольныеполимеры обеспечивают более высокие электрические свойства, химическуюстойкость и водостойкость и в смесях с минеральными наполнителями используются для электротехнических изделий. Вместе с тем, резольные полимерыхуже новолачных по технологическим свойствам. Последние быстро заполняютформу при прессовании. Пресс-порошки на основе новолачных полимеров (например, фенопласт 03-010-02) применяют для изделий общего назначения.

Фенопласты стабильны по размерам, износостойки, теплостойки, очень хорошо сопротивляются ползучести, стойки против агрессивных растворов, топлива, смазок и недороги. Они быстро отверждаются при прессовании. Их недостатки: необходимость высоких давлений при отверждении из-за выделения воды, хрупкость, непрозрачность и темный цвет, плохая стойкость в щелочах и сильных окислителях.

Из фенопластов изготовляют: кнопки, ручки, контейнеры, электроарматуру. Слоистые пластики на основе этих полимеров используются для подшипников, смазывающихся водой или маслом, бесшумных зубчатых колес, деталей повышенной износостойкости, декоративных панелей и мебели. Сами полимеры применяются для абразивных кругов, оболочковых форм для литья и прочных клеев.

Эпоксидные полимеры выпускаются твердыми и жидкими. Жидкие эпоксиды (ЭД-5 и др.) более распространены из-за удобств переработки в изделия. Отверждение эпоксидов не требует давления и производится при помощи щелочных (амины, щелочи и др.) и кислотных (ангидриды, кислоты и др.) отвердителей. Отверждение ангидридами ведется при повышенных температурах, в отличие от отверждения аминами, которое успешно идет при комнатной температуре, но дает более низкую прочность. Преимущества эпоксидов: малая усадка, отличная адгезия к разнообразным материалам, прочность и стабильность размеров, стойкость против абразивного износа, химическая стойкость, хорошие диэлектрические свойства. Их недостатки: медленное отверждение, высокая стоимость, некоторая токсичность исходных веществ и их взаимодействие с металлами, растрескивание при отклонениях от оптимальных условий отверждения. Эпоксидные полимеры и смеси (компаунды) применяют для герметизации электронной аппаратуры, заливки

изоляции, покрытий на металлах, клеев. Из компаундов отливают детали электротехнического назначения.

Полиэфирные полимеры – это жидкие вещества, которые быстро отверждаются без давления при небольшом (до 60 °С) нагреве.

Преимущества полиэфиров: прозрачность, стойкость против старения на воздухе и в промышленных агрессивных средах, хорошая сцепляемость со стеклянным волокном, легкость переработки, хорошие диэлектрические свойства, а недостатки: большая усадка, малая жизнеспособность – малый срок технологической годности полиэфирной смеси, горючесть, разрушение в горячих щелочах и кислотах, низкая теплостойкость.

Около 85 % выпуска полиэфиров перерабатывают в крупногабаритные изделия из стеклопластиков – лодки, трубы и контейнеры, крышки и чехлы для промышленного оборудования. Для повышения прочности в трубах и баках применяют намотку стеклянного моноволокна, которое склеивается полимером. Полиэфиры используют также для герметизации электрооборудования,покрытий и технологической оснастки.

Кремнийорганические полимеры (силиконы) производятся в виде растворов, жидких смесей и твердых гранул и отверждаются при нагреве до 200...250
°С под давлением и без давления.

Преимущества этих полимеров: широкий интервал рабочих температур и высокая теплостойкость; водоотталкивающие свойства, что используется для уменьшения водопоглощения других материалов; стойкость против окисления и старения на воздухе, высокие диэлектрические свойства и дугостойкость, меньшее разупрочнение при нагреве, чем у других полимеров. Недостатки силиконов: низкая механическая прочность, медленность отверждения, разрушение горячим паром и концентрированными кислотами и щелочами. Основноеприменение кремний органики – это теплостойкие стеклопластики, лаки, клеи,а также заливка электрооборудования и добавки в пластмассы для повышенияводостойкости.

Для повышения механических свойств, теплостойкости, а также для снижения стоимости в состав реактопластов вводят наполнители. В зависимости от характера наполнителя отверждающие пластмассы подразделяются на пресс– порошки, волокнистые и слоистые пластики.

Пресс-порошки получают на основе фенолформальдегидных и кремнийорганических полимеров.

Фенолформальдегидные смолы сочетаются с любым порошковым наполнителем. В качестве наполнителей в изделиях общетехнического назначения применяют древесную муку. Для получения изделий, обладающих высокой термостойкостью, применяют асбестовую муку. Повышение водостойкости и диэлектрических свойств достигается кварцевой мукой. Для снижения хрупкости изделий на основе фенолформальдегидной смолы ее смешивают с поли- амидами или с синтетическим каучуком.

Из пресс-порошков изготовляют корпуса и крышки приборов, детали, предназначенные для работы при повышенных температурах или в условиях высокой влажности, но сравнительно малонагруженные, особенно динамическими нагрузками.

Волокниты представляют собой сочетание отверждающейся смолы с каким-либо волокнистым наполнителем (хлопчатобумажные очесы, асбестовые волокна, стекловолокно). Изделия из волокнитов используются для нагруженных деталей, работающих при температурах до 100...120 °С. Волокниты отличаются высокой ударной прочностью. Асбестоволокниты имеют высокие электроизоляционные свойства при повышенных температурах и используются для изготовления электроизоляционных изделий (детали коллекторов и контактных панелей); высокий коэффициент трения в паре со сталью и теплостойкость до 200 °С позволяет применять асбестоволокнит для тормозных колодок. Вальцованные в виде листов асбестоволокниты применяют в качестве теплозащитного покрытия или кислотоупорного материала для обкладки разных изделий (баки, трубы, реакторы).

Пластмассы на основе кремнийорганических смол (полиметилсилоканов, полиэтил- и полифенилсилоканов) с волокнистым (асбестовые, стеклянные волокна) или порошковым (металлический порошок, кварцевая мука и др.) наполнителем применяются для изготовления электрического оборудования и приборов, выдерживающих кратковременные нагревы до 2000...3000 °С. Особенность этих материалов – дугостойкость (стойкость против действия электрической дуги), химическая и водостойкость.

Слоистыми пластиками называются пластмассы, в которых листы наполнителя связаны полимером в монолитный материал. Они имеют слоистую структуру и поэтому анизотропны. К ним относятся: стеклотекстолит со стеклянной тканью или листами ориентированного стеклянного волокна; текстолит с хлопчатобумажной тканью; асбестотекстолит с асбестовой тканью; гетинакс с бумагой. Изделия из слоистых пластиков получают обработкой резанием, штамповкой (из тонких листов) с последующей сборкой при помощи клеев и крепежных деталей. Стеклопласты – материалы, получаемые на основе синтетических полимеров, образующих пространственную структуру. В качестве наполнителей используются стеклянные волокна, стеклянное полотно. Стеклопласты на основе кремний органических смол не теряют своей прочности при 250 °С, выдерживают нагрев до 2700 °С в течение 1...2 мин: более стойки, чем стали, в кислородно-ацетиленовом пламени в течение 1 мин. Из стеклопластов изготовляют направляющие лопатки компрессоров авиационных и ракетных двигателей, пуленепробиваемую броню, корпуса катеров, лодок, кузова авто- машин, самолетов, трубы и емкости для агрессивных жидкостей. Стеклопластики используются в качестве защитных жаростойких покрытий при темпера- турах до 10 000 °С. В частности, сопла ракет работают очень ограниченное время (15...20 с) при 3200....4400 °С, а температура поверхности ракеты при возвращении в земную атмосферу при

скорости 7 км/с составляет 11 000...16 000 °С. Применять в этих условиях такие огнеупорные материалы, как графит или керамика, не представляется возможным, так как графит сгорает, керамика растрескивается. Металлы же при этих температурах моментально расплавляются.

В этих условиях полимерные материалы проявили себя с совершенно не ожиданной стороны: оказались пригодными в качестве жаростойких покрытий. Это объясняется тем, что полимеры имеют очень низкую теплопроводность и при кратковременном нагреве только обугливаются с поверхности, внутренние же слои остаются неповрежденными. Исследования показали, что при 2500...2800 °С наибольшей жаростойкостью обладают фенопласты с волокнистым стеклянным или нейлоновым наполнителем. Меньшей жаростойкостьюобладают силиконовые или эпоксидные смолы с теми же наполнителями. Рольнаполнителя в таких покрытиях сводится к предотвращению растрескиванияполимера при большой скорости изменения температуры.

Из стеклопластов на основе фенолформальдегидных смол изготовляется ряд футеровок и также детали ракет (сопла, футеровки камеры сгорания и выхлопных каналов, газовые рули, облицовка корпуса двигателя, носовая часть ракеты).

Текстолит – слоистый пластик на основе хлопчатобумажной ткани и фенолформальдегидной связки (40...50 % полимера), что обеспечивает наилучшую водостойкость и прочность. Он имеет низкий коэффициент трения в паре со сталью и износостоек. Применение деталей из текстолита в машинах уменьшает шум. Этими свойствами объясняется использование текстолита для подшипников скольжения, шкивов, колес, шестерен и других деталей, несмотря на невысокую прочность.

Асботекстолит – разновидность текстолита на основе асбестовой ткани. Он теплостоек, дешев, стоек к кислотам, поглощает до 2 % H_2O и имеет посредственные диэлектрические свойства. Асботекстолит прочнее асбоволокнита и применяется как фрикционный материал в тормозных лентах, дисках, колодках, а также используется как кислотоупорный материал в больших ваннах и баках с горячими растворами кислот. Гетинакс – дешевый электроизоляционный материал, который применяют при низких частотах, а специальные марки – при высоких частотах. Из него изготовляютщитки, изоляторы, детали высоковольтной аппаратуры. Недостатки гетинакса: легкость расслаивания вдоль листов наполнителя, что мешает обработке резанием и штамповке и поглощению влаги наполнителем (этот недостаток есть и у текстолита), что ухудшает электрические свойства. Для защиты от влаги поверхность изделий после обработки резанием покрывают лаками.

Газонаполненные полимерные материалы подразделяются на пенопласты, у которых микроскопические ячейки, заполненные газом, не сообщаются между собой (плотность до 300 кг/м^3), и поропласты, у которых ячейки

соединяются между собой (плотность более 300 кг/м^3).

Эти материалы отличаются высокими тепло- и звукоизоляционными свойствами и находят применение в строительстве, холодильной и химической технике, в судо- и самолетостроении, а также для изготовления лодок, поплавков, понтонов, спасательных средств.

Для повышения механических свойств производят армирование газонаполненных пластмасс металлическими листами или листами из более прочных пластмасс.

Экономический эффект от применения пластмасс

Замена металлических деталей пластмассами сильно снижает материалоемкость в связи с малой массой и высоким коэффициентом использования материала ($\boldsymbol{K}_{\text{исп}}$ **= 0,9...0,95**). Стоимость формообразования изделий из пластмасс методом прессования или литья при массовом характере производства уменьшает трудоемкость в 4...5 раз по сравнению с изготовлением металлических де- талей. При этом необходимо учитывать, что стоимость пластмасс примерно соответствует стоимости цветных металлов и значительно превышает стоимость черных металлов.

Резины

Резина (вулканизат) – продукт вулканизации каучука. По назначению различают резины общего назначения и специальные (табл. 59 приложения).

Резины общего назначения

этой группе относят вулканизаты неполярных каучуков (НК) (натуральный каучук), СКБ, СКС, СКИ (синтетические каучуки). Резина на основе НК отличается высокой эластичностью, прочностью, водо- и газонепроницаемостью. Совершенствование технологии изготовления синтетических каучуков и резин на их основе позволяет получать резины, по качеству не уступающие ре-зине набазе НК.

Из резины общего назначения изготовляют ремни, трубы, транспортерные ленты, изоляцию кабелей и др.

Резины специального назначения

К ним относятся резины, обладающие специфическими свойствами (маслостойкие, бензостойкие и др.).

Резина на основе полярных каучуков – найрит – является отечественным хлоропреновым каучуком.

В машиностроении применяемые резиновые детали делятся на ряд классов: уплотнительные, вибро- и звукоизолирующие и противоударные, противовоздушные, фрикционные, несиловые и защитные.

Резиновые прокладки изолируют корпуса судов, автомашин и т.д. от колебаний двигателей. Очень широко применяются резиновые вкладыши в металлических шарнирах, которые разъединяют трущиеся металлические части шарнира.

Для уплотнительных деталей используются ненабухающие масло- и бензостойкие резины.

Стекло

Стекло – макроскопически однородное аморфное вещество, полученное при затвердевании сплава окислов. В промышленности используются несколько видов стекол, отличающихся по термостойкости и другим свойствам (табл. 60 приложения), а также по назначению.

Кварцевое стекло

Кварцевые стекла состоят практически из чистого кремнезема (99,5 % SiO_2). Кварцевое стекло отличается высокими показателями термической и химической стойкости. Из него изготовляют химически стойкую посуду, чехлы для термопар, изоляторы, электровакуумные изделия, работающие при повышенных температурах.

Безосколочное стекло

Безосколочное стекло (триплекс) – это комбинированное стекло, состоящее из двух или нескольких слоев обычного промышленного стекла, склеенных

с прозрачным эластичным и упругим промежуточным слоем прозрачного органического полимера. Повышенной безопасностью в работе обладают и закаленные стекла. Для получения высокопрочных и безопасных в работе безосколочных стекол весьма эффективно склеивание нескольких слоев стекол, предварительно закаленных. Безосколочные стекла применяются для остекления автомашин, самолетов, судов, а также для изготовления приборов, работающих при повышенных температурах и давлениях.

Пеностекло

Пеностекло получают вспениванием расплавленного стекла при 700...900 различными газотворными веществами (мел, уголь, кокс). Пеностекло имеет малую плотность, его используют как звуко- и теплоизоляционный материал. Применение 1 т пеностекла в строительстве при утеплении зданий позволяет экономить 85...90 т красного кирпича. Кроме того, пеностекло используют для изготовления фильтров, от которых требуется высокая химическая стойкость.

Стеклянное волокно

Стеклянное волокно получают из расплавленного стекла вытягиванием стекломассы через фильеры или другими способами.

Стекловолокно отличается высокими прочностными свойствами, стойкостью к агрессивным средам и высокой теплостойкостью. Ткани из стекловолокна используют как арматуру для изготовления стеклотекстолитов, фильтрации нефтепродуктов, различных химических растворов. Нетканое стекловолокно используют как тепло- и звукоизоляционный материал в строительстве, а также при постройке пассажирских и изотермических вагонов, кабин и корпу- сов самолетов и т.д.

Стеклокристаллические материалы – ситаллы

От стекла ситаллы отличаются минералогическим составом и микрокристаллическим строением. Процесс получения изделий из ситаллов

осуществляется следующим образом. Из расплавленного стекла определенного состава, в котором находятся катализаторы (для создания центров кристаллизации), получают изделия, которые после охлаждения находятся в стеклообразном состоянии. Повторный нагрев до температуры стеклования (400...600 °С) вызывает образование в стекле зародышей кристаллизации (кристаллы катализаторов). На них при нагреве происходит выделение фаз стекла в кристаллическом состоянии.

Степень кристаллизации в ситаллах доходит до 95 %. Ситаллы имеют высокую прочность, твердость, термо- и химическую стойкость. Из ситаллов изготовляют обтекатели управляемых снарядов, подшипники для работы без смазки при температуре до 540 °С, поршни и цилиндры двигателей внутреннего сгорания, химическую (рабочие колеса, лопатки (рис. 7.1) и облицовки насосов, перекачивающих агрессивные жидкости с абразивами, фильеры для получения поли- мерных волокон) и другую аппаратуру.

Керамика

Керамикой называются материалы, полученные спеканием порошков минеральных веществ. Спекание происходит при обжиге изделий, отформованных из порошков. Исходными веществами для получения керамики служат глины, полевой шпат, тальк, каолины, окислы бария, титана, циркония, ниобия и других элементов. При обжиге исходные вещества взаимодействуют друг с другом, образуя кристаллическую и аморфную фазы керамики. Кроме того, в керамике остаются поры.

Кристаллическая фаза представляет собой ионные кристаллы с поперечником 20...30 мкм и выше. В зависимости от исходного состава они могут быть окислами, твердыми растворами или соединениями окислов. Аморфная фаза представляет собой стекло, которое по химическому составу отличается от кристаллов.

Пористость керамики определяется условиями производства. Поры снижают механическую и электрическую прочность и увеличивают потери, поэтому большинство видов керамики обладает высокой плотностью (остаточная пористость не превышает нескольких процентов).

Свойства керамики определяются свойствами содержащихся в ней кристаллов и стекла. Керамика изотропна, так как представляет собой поликристаллическое вещество с мелкими беспорядочно расположенными кристаллами. Анизотропна керамика на основе монокристаллов.

Керамика обладает хорошими диэлектрическими свойствами, химической стойкостью, дугостойкостью и водостойкостью. От пластмасс керамика выгодно отличается высокой теплостойкостью, она почти не подвержена старению и не дает остаточных деформаций под действием механических нагрузок. Недостаток керамики – хрупкость. Кроме того, при обжиге керамика дает большую усадку (до 20...25 %), поэтому трудно выдержать точные размеры. Обработка готовых изделий затруднительна, так как спеченная керамика твер- да, режется плохо и только абразивами.

Плотность керамики невелика: от 1,8 до 3,9 г/см^3(у некоторых видов до 5 г/см^3). В плотной керамике имеющиеся поры не сообщаются друг с другом и с поверхностью, поэтому она газонепроницаема и не поглощает воду. Пористая керамика впитывает влагу.

Прочность керамики определяется ее составом, структурой и пористостью: чем меньше кристаллы, чем меньше содержится стекла и чем меньше пористость, тем выше прочность. Прочность на изгиб равна 300...3000 кгс/см^2, прочность на сжатие в несколько раз больше. Прочность увеличивается на 15...20 %, если изделие покрыто глазурью, которая создает сжимающие напряжения в поверхностном слое.

Керамику используют в машиностроении как долговечный материал, стойкий против износа, нагрева и агрессивных сред. Керамическая плитка для облицовки (например, камеры сгорания реактивного двигателя), огнеупоры, сантехнические изделия, трубы – вот неполный перечень такого применения керамики. Большинство огнеупоров – это керамика на основе: SiO_2, Al_2O_3, MgO, ZrO_2, BeO, ThO_2, а также на основе SiC, Si_3N_4 и других бескислородных соединений. Огнеупорность характеризует температура, при которой прочность керамики понижается до 2 кгс/см^2. Максимальную огнеупорность имеют чистые соединения, без примесей, среди них нужно отметить ZrO_2, ThO_2, безокисную керамику на основе нитридов, карбидов и боридов, которые можно применять при температуре выше 2000 °С. Однако безокисная керамика окисляется выше 1000 °С и ее используют лишь в нейтральных средах или вакууме. Огнеупоры применяются для футеровки печей, защиты термопар, перекачки жидкихметаллов, изготовления нагревателей, тепловой изоляции.

Высокая твердость и теплостойкость керамики используется для резания металлов. В качестве режущих частиц используется корунд Al_2O_3, карборунд SiC или эльбор BN (кубический нитрид бора). Мелкокристаллическая керамика на основе Al_2O_3 универсальна по применению и ее используют при температурах до 1000 °С в двигателях для свечей зажигания (рис. 8.2), для мощных радиоламп, подшипников, работающих при высоких температурах, фильер для волочения проволоки, режущего инструмента, тиглей и др.

Вопросы для самопроверки:

1. Какими свойствами обладают компоненты композиционных материалов?
2. Какое строение могут иметь композиционные материалы?
3. Что является матрицей в композиционных материалах?
4. Какие наполнители используют для упрочнения композиционных материалов?
5. Какое влияние на свойства композиционного материала оказывают волокна бора?
6. Какими способами можно получать композиционные материалы?
7. В каких областях промышленности могут применяться композиционные материалы?

Литература

1. Ржевская С.В. Материаловедение: Учебник для ВУЗов. – М.: Университетская книга Логос, 2006.
2. Солнцев Ю.П. Материаловедение: Учебник для СПО. – М.: Академия, 2008.

Интернет ресурсы:

1. Электронные ресурсы [http://www.studfiles.ru/preview/5880223/page:5/]

2. Электронные ресурсы [www.studfiles.ru/preview/5880223/page:5/]
3. Электронные ресурсы [http://studopedia.ru/8_72169_vidi-konstruktsionnih-materialov.html]
4. Электронные ресурсы [http://edulib.pgta.ru/els/_2012/102_12/uchebnik_html/3.htm]
5. Электронные ресурсы [http://www.okorrozii.com/nemetallicheskie-konstrmateriali.html]
6. Электронные ресурсы [http://works.doklad.ru/view/1Qf1ca3klDg/17.html]
7. Электронные ресурсы [works.doklad.ru/view/1Qf1ca3klDg/17.html]

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11

Тема: «Расшифровка марок баббитов, минералокерамических твердых сплавов, твердых сплавов».

Цель работы: усвоить алгоритм расшифровки марок сталей и их основных свойств. Изучить области применения данного материала.

Приобретаемые умения и навыки: формирование умений расшифровки марок сталей. Навыков определения по свойствам марки стали ее назначения.

Норма времени: 2 часа.

Оснащение рабочего места: раздаточный материал.

Алгоритм работы: повторить ранее пройденный и ниже представленный теоретический материал. Выполнить задание.

Задание.

По выданному варианту задания (таб. 2) определите химический состав твердых сплавов и запишите в таблицу (таб. 1).

Таблица 1

Марка	Группа сплава	Co	TiC	TiC+TaC	WC

Таблица 2

№ варианта	Марки твердых сплавов					
1	ВК3	ВК13	Т30К4	Т5К12	ТТ7К12	ТТ21К9
2	ВК4	ВК25	Т15К6	Т5К10	ТТ8К6	ТТ7К9
3	ВК6	ВК12	Т14К8	Т30К4	ТТ20К9	ТТ6К8
4	ВК8	ВК20	Т5К10	Т15К6	ТТ6К8	ТТ20К9

5	ВК10	ВК15	Т5К12	Т30К4	ТТ7К9	ТТ8К6
6	ВК15	ВК10	Т30К4	Т5К12	ТТ21К9	ТТ7К12
7	ВК20	ВК8	Т15К6	Т5К10	ТТ7К12	ТТ21К9
8	ВК12	ВК6	Т14К8	Т30К4	ТТ8К6	ТТ7К9
9	ВК25	ВК4	Т5К10	Т15К6	ТТ20К9	ТТ6К8
10	ВК13	ВК3	Т5К12	Т30К4	ТТ6К8	ТТ20К9
11	ВК3	ВК13	Т30К4	Т5К12	ТТ7К9	ТТ8К6
12	ВК4	ВК25	Т15К6	Т5К10	ТТ21К9	ТТ7К12
13	ВК6	ВК12	Т14К8	Т30К4	ТТ7К12	ТТ21К9
14	ВК8	ВК20	Т5К10	Т15К6	ТТ8К6	ТТ7К9
15	ВК10	ВК15	Т5К12	Т30К4	ТТ20К9	ТТ6К8
16	ВК15	ВК10	Т30К4	Т5К12	ТТ6К8	ТТ20К9
17	ВК20	ВК8	Т15К6	Т5К10	ТТ7К9	ТТ8К6
18	ВК12	ВК6	Т14К8	Т30К4	ТТ21К9	ТТ7К12
19	ВК25	ВК4	Т5К10	Т15К6	ТТ6К8	ТТ7К9
20	ВК13	ВК3	Т5К12	Т30К4	ТТ7К9	ТТ20К9
21	ВК10	ВК15	Т5К12	Т30К4	ТТ7К9	ТТ8К6
22	ВК4	ВК25	Т15К6	Т5К10	ТТ8К6	ТТ7К9
23	ВК25	ВК4	Т5К10	Т15К6	ТТ20К9	ТТ6К8
24	ВК12	ВК6	Т14К8	Т30К4	ТТ8К6	ТТ7К9
25	ВК8	ВК20	Т5К10	Т5К12	ТТ21К9	ТТ7К12

Теоретический материал.

Спеченные твердые сплавы.

Металлокерамические материалы называются спеченными твердыми сплавами потому, что их изготовляют из мелких порошков карбидов металлов вольфрама, титана и других по технологии, напоминающей изготовление деталей из керамики. Из них изготовляют пластинки для резцов, фрез, сверл и разверток. Различают три группы твердых сплавов (ГОСТ 3882—74); вольфрамовые (ВКЗ, ВКЗ-М, ВК4, ВК4-8, В Кб, ВК6-М, ВК6-ОМ, ВК6-В, ВК8, ВК8-В, ВК8-ВК. ВКЮ, ВКЮ-М, ВКЮ-ОМ, ВКЮ-КС, вки-в, ВКП-ВК, (ВК15, ВК20,
ВК20-КС, ВК20-К, ВК25; титано-вольфрамо-вые (Т30К4, Т15К6, Т14К8, Т5КЮ, Т5К12) и титано-тантало-вольфра-мовые (ТТ7К12, ТТ10К8-Б, ТТ8К6, ТТ20К9). Твердые сплавы содержат вольфрам, титан, тантал и кобальт примерно в таком процентном количестве, как значится в числе, рядом стоящем с бук- венным обозначением. Так, например, сплав ВК8 содержит 92% карбида

вольфрама и 8% кобальта; сплав Т15К6 содержит 15% карбида титана и 6% кобальта, а остальные 79% составляет карбид вольфрама. Твердосплавные пластинки, напаянные на режущую часть инструментов, по твердости приближются к алмазу и применяются для обработки деталей из закаленных стальных, отбеленных чугунных и других материалов. В связи с дефицитом вольфрама производят безвольфрамовые твердые сплавы — керметы, которые обладают одновременно жаропрочностью, окалиностойкостью, коррозионной стойкостью и твердостью. Керметы — это порошковые сплавы металлов и неметаллических материалов (карбидов, окислов, нитридов, боридов силицидов и т. д.). Обычно в качестве связующего материала используют порошки никеля, кобальта, хрома и др. Кермет на алюминиевой основе САП (80% AI и 20% А1аОв) не теряет работоспособности при температуре 630° С Твердые сплавы применяют для обработки материалов резанием, оснащения горного бурового инструмента и бесстружковой обработки металлов давлением. Обозначение марок твердых сплавов, их классификация для обработки материалов резанием в соответствии с рекомендациями ИСО Р513—66 и СЭВ РС 2453—70 приведена в табл. 6 (ГОСТ 3882—74).

Наплавочные твердые сплавы

Наплавочные твердые сплавы наплавляются на упрочняемую поверхность или на режущую кромку резца электродуговым или ацетиленокислородным пламенем. Наплавочные сплавы делятся на литые, электродные и зернообразные. Литые твердые сплавы чрезвычайно стойки к действию коррозии и высоких температур. Они-применяются в виде прутков и круглых стержней. Технология получения прутков заключается в переплавке таких материалов, как феррохром, ферромарганец, хром, марганец, кобальт, вольфрам, древесный уголь и чугун (в нужной пропорции) в тигельной индукционной печи. Из переплавленных шихтовых материалов литьем получают прутки длинной 300—400 мм и диаметром 5—10 мм. Трущиеся поверхности деталей машин и режущие части инструментов, штампов, ножей, ножнии и г. д. наплавляют, используя прутки сплава и газосварочные горелки. Материал деталей машин и инструментов, на который наплавляют литые твердые сплавы, — это обычная углеродистая сталь. Стойкость инструментов, прошедших наплавку, повышается в 8—12 раз и более. Инструмент или детали после наплавки отжигают, обрабатывают резанием для придания необходимой формы и размеров, закаливаютн отпускают. Электродными называются литые сплавы, которые используют при наплавке на рабочие поверхности деталей машин в виде специальных электродов с применением электродугового метода наплавки. Чаще всего для наплавки на рабочие поверхности ножевых органов землеройных машин, ковшей экскаваторов, щек дробилок и т. д. применяют электродные материалы марок Т-540, Т-590 и Т-620. С целью упрочнения поверхности деталей машин при грубой обработке рабочих поверхностей например зубьев экскаваторов, бегун- ков, щек дробилок и землечерпалок, ножей бульдозеров, буровых долот, лопаток дымососов, а также

соединительных муфт, деталей прокатных станов и т. д., применяют зернообразные сплавы.

Зернообразными называются твердые сплавы, которые имеют вид мелкозернистых или порошкообразных материалов, наплавляемых на поверхности деталей. Наплавку осуществляют газовой сваркой ацетиленокислородным пламенем или электродуговой (по методу Бенардоса угольной электрической дугой). Чаще всего как зернообразный сплав применяют сталинит, который характеризуется высокой твердостью (HRC 56—47), износостойкостью и малой стоимостью. Технология получения зернообразного сплава типа сталинит заключается в дроблении таких материалов, как феррохром, ферромарганец, нефтяной кокс или чугунная стружка, до порошкообразною состояния с размером зерна до 1 мм. Приготовляют смесь такого состава: 30% феррохрома, 18% ферромарганца, 7% нефтяного кокса, 45% чугунной стружки и прокаливают в течение 3—4 ч при температуре 400—500° С. Полученную смесь выливают на противни и после застывания измельчают в щековой дробилке. После контроля и расфасовки порошок пригоден к применению. Порошок требуемого состава насыпают на поверхность, которую наплавляют газовой горелкой или наваривают электродуговой сваркой.

Минералокерамические сплавы

Минералокерамические твердые сплавы — дешевые инструментальные материалы, обладающие высокой твердостью, износостойкостью и хорошими режущими свойствами. Минералокерамические сплавы имеют повышенную хрупкость и не выдерживают изгибающих нагрузок. Так, например, спеченные твердые сплавы характеризуются пределом прочности на сжатие до 4000 МН/м2 (400 кгс/мм2) и на изгиб до 1300 МН/м2 (130 кгс/мма), а минералокерамические имеют предел прочности на сжатие 2500 МН/м2 (250 кгс/мм2) и на изгиб 300—400 МН/м2 (30—40 кгс/мм2). Минералокерамические сплавы необходимо применять в условиях работы без ударных нагрузок и вибраций. Следовательно, эти материалы нужно использовать при чистовых операциях и высоких скоростях резания. Минералокерамические пластинки изготовляют спеканием при высокой температуре порошков чистой окиси металлов или минералов с незначительным количеством примеси, из которых образуется стекло- образный белого цвета, напоминающий фарфор минерал. Минералокерамические материалы имеют следующие физико-механические свойства: твердость HRA 90—93, температурная стойкость 1300—1500° С, плотность у = (3,75 -т- 3,8). 103 кг/м3; кроме того они не окисляются, уменьшают наростообразование,усадку стружки, температуру при резании металла. Высокие физико- химические свойства минералокерамических сплавов позволяют применять их как огнеупорные, химически стойкие и электроизоляционные материалы. В настоящее время для режущих инструментов минералокерамические пластинки изготовляют из окиси алюминия А120з, применяя метод прессования и термическую обработку.

Минералокерамические заводы выпускают две основные марки керамики: термокорунд ТВ и микролит ЦМ. Микролит ЦМ-322, которыйимеет предел прочности при изгибе 2450—3900 МН/ма (245—390 кгс/мм2), твердость HRA 92—93, температурную стойкость 1200° С, допускает скорость резания в 2 раза выше твердых сплавов. Термокорунд и микролит хрупкие, поэтому дальнейшее развитие керамики не ограничилось их применением, и в ре-зультате поисков появился кермет и оксидно-карбидная керамика. В настоящеевремя для изготовления режущих инструментов на некоторых заводах применяют режущую керамику ВЗ, которая характеризуется высокими режущими свойствами.

Вопросы для самопроверки:

1. Что такое порошковая металлургия?
2. Какие виды изделий получают с помощью порошковой металлургии?
3. Что такое твердый сплав?
4. Приведите марки твердых сплавов.
5. Где применяют сплавы типа –ВК‖, –ТК‖, –ТТК‖?
6. Режущая керамика, характеристика.

Литература

1. Справочник по конструкционным материалам. / Под ред. Арзамасова Б.Н. – М.: МГТУ им. Баумана, 2012.

2. Заплатин В.Н. Справочное пособие по материаловедению (металлообработка): Учеб. пособие для НПО. – М.: Академия, 2008.

3. Материаловедение: Учебник для ВУЗов. / Под ред. Арзамасова Б.Н. – М.: МГТУ им. Баумана, 2008.

4. Материаловедение: Учебник для СПО. / Под ред. Батиенко В.Т. – М.: Инфра-М, 2006.

Интернет источники:

1. Электронный ресурс [http://studopedia.ru/10_135850_glavnoe-menyu.html]

2. Электронный ресурс [http://www.studfiles.ru/preview/2150680/page:4/]

3. Электронный ресурс [http://osntm.ru/mnkts.html]

3. Литература

1. Барташевич А.А. Материаловедение. – Ростов н/Д.: Феникс, 2011.

2. Вишневецкий Ю.Т. Материаловедение для технических колледжей: Учебник. – М.: Дашков и Ко, 2011.

3. Материаловедение: Учебник для СПО. / Адаскин А.М. и др. Под ред. Соломенцева Ю.М. – М.: Высш. шк., 2011.

4. Чумаченко Ю.Т. Материаловедение: Учебник для СПО. – Ростов н/Д.: Феникс, 2011.

5. Справочник по конструкционным материалам. / Под ред. Арзамасова Б.Н. – М.: МГТУ им. Баумана, 2012.

Дополнительные источники:

6. Заплатин В.Н. Справочное пособие по материаловедению (металлообработка): Учеб. пособие для НПО. – М.: Академия, 2008.

7. Материаловедение: Учебник для ВУЗов. / Под ред. Арзамасова Б.Н. – М.: МГТУ им. Баумана, 2008.

8. Материаловедение: Учебник для СПО. / Под ред. Батиенко В.Т. – М.: Инфра-М, 2006.

9. Моряков О.С. Материаловедение: Учебник для СПО. – М.: Академия, 2008.

10. Основы материаловедения (металлообработка): Учеб. пособие для НПО. / Заплатин В.Н. – М.: Академия, 2008.

11. Ржевская С.В. Материаловедение: Учебник для ВУЗов. – М.: Университетская книга Логос, 2006.

12. Солнцев Ю.П. Материаловедение: Учебник для СПО. – М.: Академия, 2008.

13. Технология металлов. Кнорозов Б.В., Усова Л.Ф., Третьяков А.В., Арутюнова И.А., Шабашов С.П., Ефремов В.К. М., «Металлургия», 1978. 940 с.

14. Черепахин А.А. Материаловедение: Учебник для СПО. – М.: Академия, 2006.

15. Чумаченко Ю.Т. Материаловедение и слесарное дело: Учеб. пособие. – Ростов н/Д.: Феникс, 2009.

Интернет ресурсы:

1. Электронный ресурс [http://libmetal.ru]
2. Электронный ресурс [http://www.studfiles.ru]
3. Электронный ресурс [http://www.conatem.ru]
4. Электронный ресурс [http://studopedia.ru]
5. Электронный ресурс [http://www.mehanica-kvs.narod.ru]
6. Электронный ресурс [http://www.eope.ee]
7. Электронный ресурс [http://www.razlib.ru]
8. Электронный ресурс [http://revolution.allbest.ru]
9. Электронный ресурс [https://infourok.ru]

10. Электронный ресурс [http://mirsplava.ru]
11. Электронный ресурс [http://nzse.ru]
12. Электронный ресурс [http://met-all.org]
13. Электронный ресурс [http://tehtab.ru]
14. Электронный ресурс [http://promplace.ru]