

**ОБЛАСТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
"БЕЛГОРОДСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ"**

**Использование перцептивных технологий в учебно-воспитательном процессе
как средство активизации познавательной деятельности и повышения
качества знаний студентов СПО.
(Из опыта работы)**

***Автор: Нечаева Анна Николаевна,
преподаватель дисциплин профессионального цикла***

Белгород 2021 г.

Содержание

1.	Раздел 1. Информация об опыте.....	3
2.	Раздел 2. Технология описания опыта.....	13
3.	Раздел 3. Результативность опыта.....	16
4.	Библиографический список.....	18
	Приложения	19

РАЗДЕЛ 1. ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОПЫТЕ

1.1. Условия возникновения, становления опыта

Образовательные учреждения 21 века призваны отражать текущее состояние исследований в области преподавания и обучения и применять их при разработке среды и процессов обучения.

С детьми, имеющими различные типы перцептивной модальности, т.е. тип восприятия, эксперты в области образования классифицировали стили обучения на три разных вида:

1. Визуальный (Пространственный) 2. Аудиальный (вербальные) и 3. Кинестетический (физический).

1. Визуально-пространственный

Первым в списке стилей обучения является использование изображений и картинок, которые обеспечат студентам четкое представление о предмете, размере и положении различных объектов. Визуальное обучение помогает усваивать знания через наблюдение. Отмеченные как самый действенный стиль обучения, визуалы - это дети, которые имеют творческое восприятие своего окружения. Когда они внимательно наблюдают за объектом, они способны впитывать мельчайшие детали, касающиеся этого объекта. В дополнение к этому взгляду на детали, визуальные обучающиеся демонстрируют следующие черты:

- Они предпочитают смотреть и учиться
- Запоминают и повторяют визуальные детали с предельной точностью
- Это дети, которым понадобится ручка и бумага в качестве учебного пособия для рисования схем, диаграмм и графиков
- Обучающийся, который не очень заинтересован в прослушивании, может стать мощным визуальным обучающимся
- Если демонстрации на определенную тему волнуют обучающегося, у вас есть визуальный обучающийся, который будет плести истории о том, что он заметил своими творческими глазами

Визуальные обучающиеся не могут обучаться посредством словесных инструкций. Только когда они начинают видеть то, что от них ожидают узнать, они действительно улавливают детали предмета.

2. Слуховые (Вербальные)

Верные своему названию, обучающиеся, которые любят слуховой паттерн обучения, будут привлечены к тому, чтобы внимательно слушать то, что говорят другие. Обучающиеся, которые принимают слуховой (вербальный) стиль обучения, демонстрируют следующие характеристики:

- Они помнят и повторяют информацию, когда они читают свои конспекты вслух
- Студенты, настроенные на языковую модель обучения, учатся лучше, когда им объясняют устно
- Некоторые обучающиеся, которые борются с письменными инструкциями, могут учиться, слушая
- Встречаются слушатели, которые разговаривают сами с собой, когда их знакомят с новой темой
- Если обучающийся любит учиться через групповые дискуссии - он является студентом, созданным для слухового стиля обучения

Поразительный параметр, который помогает идентифицировать аудиалов - это их острые навыки слушания. На первый взгляд может показаться, что такие дети меньше всего интересуются тем, что вы говорите. Но на самом деле, они будут испытывать свои способности слушать, чтобы понять все, что они могут, таким образом, имеют сильные навыки слушания по сравнению с визуальными навыками.

3. Кинестетический (Физический)

Также известный как тактильное обучение, кинестетическое обучение-это стиль обучения, который учит через физическую активность. Студенты, которые используют свои руки и ноги в сочетании с острым чувством осязания, будут развивать интерес к определенному предмету. Как правило, идя по пути практического обучения, легко выбрать кинестетический подход. Который будет

более подвижен, а не предпочтет быть молчаливой аудиторией на лекции. Кинестетический студент демонстрирует следующие характеристики:

- Кинестетические студенты максимально используют свои руки для обучения.
- Они учатся, прикасаясь и чувствуя предметы изучения
- Таких студентов часто можно встретить перемещающимися с одного места на другое; говорящими или слушающими

Они, имеют ментальную ориентацию на кинестетическое обучение, иногда могут быть ошибочно отнесены к категории детей с симптомами синдрома дефицита внимания и гиперактивности. Их неспособность учиться с помощью зрительных или слуховых средств является причиной этой ошибочной классификации.

В то время как вышеупомянутые стили относятся к категории базовых стилей обучения, существуют и другие стили обучения, которые могут упростить жизнь студентов более чем одним способом. Все эти стили, применяющие логику к обучению, могут помочь лучше реагировать на его учебную программу.

4. Четвертый стиль-это совокупность творческих стилей обучения

1.Слуховой (слуховой и музыкальный) – это сочетание слухового паттерна обучения с музыкой. Студенты, которые предпочитают учиться через музыку и звуки, будут следовать определенной схеме обучения. Они будут слушать, обсуждать темы с другими, объяснять им свои новые идеи и задавать вопросы. Они используют диктофон, который поможет им запомнить интересные факты, истории и примеры, которые были частью учебного занятия.

2.Логический (математический): основанный на логике. Студенты, которые одарены врожденной способностью применять логику к каждой задаче, смогут решать математические головоломки и игры. Применяя рассуждения к каждому математическому шагу, они придут к решению; найдут простой путь.

1. Социальные (межличностные): все те студенты, которые любят делать обучение интересным, участвуя в групповой деятельности или взаимодействуя с другими людьми, могут проверить межличностный стиль обучения. Такие дети демонстрируют сильное владение языковыми и коммуникативными

навыками. Они обладают ярко выраженным социальным стилем, который может проявляться как в вербальной, так и в невербальной форме. Их любовь к социальным взаимодействиям выходит на первый план, когда они демонстрируют живой интерес к участию в проектах группового обучения.

1. Одиночные (внутриличностные): как резкий контраст с социальным стилем обучения. Это группа студентов, которые любят заниматься самообучением. Они исходят из принципа, что самопомощь-это действительно лучшая помощь, которую они могут получить для расширения своей базы знаний. Одинокое обучающийся, верные своему имени, предпочитают работать в одиночку, придавая первостепенное значение своей личной жизни во время обучения. Они обладают сильной индивидуальностью наряду с острым чувством независимости. Они руководствуются собственным мышлением и тратят много времени на самоанализ, счастливы быть вдали от толпы и полагаются на свой врожденный интеллект, чтобы узнать что-то новое. Одиночные обучающиеся попадают в категорию лучших исполнителей, которые изучили различные темы по-своему.

Вышеупомянутые стили обучения помогают соответствовать потребностям студентов. Обращая внимание на желания и интересы обучающихся, удастся удержать их внимание, чтобы максимально использовать различные стили обучения. Важную роль в этом отношении играет наблюдение. Благодаря наблюдению, представляется множество возможностей для обучения, чтобы отточить их первичные и врожденные навыки. Таким образом, они становятся инструментами эффективного обучения. Эти усилия приносят плоды, побуждая студентов идти по пути научного метода обучения, который становится активом на всю жизнь.

1.2. Актуальность опыта

Изо дня в день, приходится обучать массу студентов с различными способностями к обучению. В то время как некоторые студенты демонстрируют живой интерес к обучению, другие отвлекаются при малейшей провокации. Следовательно, деятельность направлена на развитие навыков и

мотивации своих студентов. Это становится возможным за счет использования различных методов, таких как: головоломки, современные технологии, творческое обучение, аудио и видео инструменты, мозговой штурм, игровые технологии. Развитие прочных отношений со студентами - один из лучших способов обеспечить их вовлеченность в занятия. Проявление неподдельного интереса к ним и их интересам. Внимательность к их запросам и идеям.

За время работы в данной должности мы пришли к выводу, актуальность деятельности определяется необходимостью создания условий для развития каждого обучающегося, формирования общих и профессиональных компетенций, коммуникативных умений и навыков, творческой самореализации личности учащихся, креативного мышления в процессе обучения, повышения качества знаний благодаря использованию различных стилей обучения с учетом перцептивной модальности обучающихся.

1.3. Ведущая педагогическая идея опыта

Задачи современной системы образования состоят в повышении качества профессионального образования, повышении конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности среднего профессионального образования на рынке труда.

В настоящее время данную задачу уже невозможно решить без фундаментализации образования, которая сегодня является одной из мировых тенденций его развития. Обучение специалиста, отвечающего современным требованиям, может обеспечить система среднего профессионального образования, основанная одновременно на выверенном содержании специальной и фундаментальной подготовок. Кроме того в современных условиях внимание акцентируется на непрерывном образовании в течение всей жизни. Важно сформировать у обучающихся потребность и готовность к непрерывному образованию и самообразованию, навыки и умения самостоятельно приобретать знания, включать новые знания, способы деятельности в систему уже усвоенных и применяемых на практике.

Исследованию активизации учебно-познавательной деятельности учащихся в отечественной педагогической науке уделялось большое внимание. Анализ психолого-педагогической литературы по проблеме исследования позволил выявить противоречие между возросшими требованиями к формированию творчески-активной личности будущего специалиста и недостаточной разработанностью педагогических условий активизации учебно-познавательной деятельности студентов.

Выявленное противоречие позволило сформулировать проблему исследования: каковы педагогические условия активизации учебно-познавательной деятельности обучающихся среднего профессионального образовательного учреждения.

Недостаточная разработанность проблемы на современном этапе развития системы среднего профессионального образования и практическая необходимость ее решения определили выбор темы исследования «Использование перцептивных технологий в учебно-воспитательном процессе, как средство активизации познавательной деятельности и повышения качества знаний студентов СПО».

1.4 Длительность работы над опытом

Работа над опытом была начата в сентябре 2018 года.

На первом этапе (2018-2019 г.г.) проводилось определение тематики исследования, изучались теоретические аспекты проблемы, отраженные в педагогической литературе, материалах специальных исследований. На этом этапе были выявлены сущность и специфика учебно-воспитательного процесса.

На втором этапе (2019-2020 г.г.) осуществлялось исследование, целью которого было определение типов восприятия студентов, диагностика интереса к обучению и успеваемость студентов. Рассмотрены стили обучения учитывающие типы восприятия студентов, а также активизирующие познавательную деятельность студентов;

На третьем этапе 2020-2021 г выявлен потенциал использования педагогических технологий, который одновременно проявляется как мощное

средство активизации познавательного процесса за счет возможности использования большого количества методов обучения, охватывающих все типы восприятия. Проводился анализ качества знаний обучающихся.

1.4. Диапазон опыта

Диапазон опыта представлен разработанными методическими указаниями обучающимся по выполнению практических работ учебной дисциплины. Ориентируясь на перцептивную модальность студентов, задания составлены таким образом, чтобы студенты всех типов модальности могли их понять и выполнить, развивая, параллельно, и остальные три «не ведущих» канала восприятия.

Кроме того, каждая из практических работ содержит теоретические сведения, которые не только более полно раскрывают изучаемую тему, но и помогают при выполнении практических заданий.

1.5. Теоретическая база опыта

В основе исследования лежат фундаментальные и прикладные труды зарубежных и отечественных ученых в области психологии и педагогики:

Сущность, тенденции и особенности активизации учебно-познавательной деятельности студентов в современных условиях рассмотрены С.И. Архангельским, Е.И. Барабановой, Л.Н. Вавиловой, С.С. Великановой, В. М. Вергасовым, Г.А. Каменевой, Р.А. Низамовым, Л.В. Павловой, Т.С. Паниной, И.Ф. Харламовым, А.И. Шаповал, Г.И. Щукиной и пр.

Наиболее глубокой разработкой перцептивной модальности занимались С.С. Ефремцев и С.А. Ефремцева. Результатом работы Ефремцевых явилась диагностика доминирующей перцептивной модальности для определения ведущего типа восприятия информации.

Исследованию восприятия как психического процесса посвящены работы многих известных психологов (Ананьев Б.Г., Выготский Л.С., Запорожец А.В., Лурия А.Р., Леонтьев А.Н., Рубинштейн С.Л., Пиаже Ж. и др.). В научных трудах рассмотрены различные аспекты изучения процесса восприятия: онтогенез и стадийность восприятия; взаимодействие с такими психическими процессами как мышление и память и др.

1.6. Новизна опыта

Новизна состоит в том, что:

1. Выявлены и определены типы восприятия студентов;
2. Определена специфика деятельности в учебно-воспитательном процессе, по направлению активизации познавательной деятельности с учетом модальности восприятия студентов для улучшения качества знаний, развития эмоционального интеллекта, мышления и навыков межличностного общения, формирования общих и профессиональных компетенций.
3. Реализуется компетентностный подход;
4. Выявлены индивидуальные возможности и интересы учащегося;
5. Максимальное включение обучающихся во все формы активности.

1.7. Характеристика условий, в которых возможно применение данного опыта

Практическая значимость опыта заключается в целенаправленном использовании возможностей педагогического потенциала перцептивных стилей обучения позволяющих активизировать познавательную деятельность и повысить качество знаний студентов СПО

Результаты опыта могут быть использованы в практике преподавателей профессиональных образовательных организаций при подготовке к семинарским, практическим занятиям.

РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ОПИСАНИЯ ОПЫТА

2.1 Цель опыта

Цель опыта – выявить условия применения перцептивных стилей обучения и разработать пути оптимизации повышения качества знаний и активности студентов в процессе учебно-познавательной деятельности с учетом модальности восприятия.

2.2 Задачи опыта

Цель опыта позволила сформулировать следующие **задачи**:

1. Проанализировать литературы по тематике проблем активности студентов и повышения качества знаний.

2. Определить перцептивную модальность студентов, используя электронный ресурс: <https://wikigrowth.ru/tests/test-tip-vozpriyatiya/>.
3. Методом наблюдения определить роль перцептивных технологий в учебном процессе.
4. Проанализировать свою деятельность на учет модального восприятия студентов.
5. Провести диагностику качества знаний студентов.
6. Разработать и внедрить «Методические указания обучающимся по выполнению практических работ учебной дисциплины ОП.07 Сварка и резка материалов 15.02.13 Техническое обслуживание и ремонт систем вентиляции и кондиционирования».

2.3 Технология опыта

Методика преподавания должна основываться на перцептивном стиле обучения, учитывающем восприятие студентов, а также активных методах обучения: проблемных, исследовательских, поисковых, практических ориентированных на реальные практические результаты и способствующих активизации познавательной деятельности.

Мы используем в своей педагогической деятельности следующие формы организации учебного пространства:

1. индивидуальные (доклад, сообщение);
2. индивидуально-групповые (исследовательские работы);
3. групповые (групповое взаимодействие: противоречия, парадоксы);
4. коллективные (дискуссия, диалог, размышление, обобщение).

На своих уроках мы активизируем познавательный интерес с применением следующих педагогических технологий:

- Традиционные технологии (объяснительно-иллюстративные технологии обучения)
- Игровые технологии
- Головоломки
- Компьютерные (новые информационные) технологии обучения

- Мозговой штурм

В качестве примера рассмотрим «Методические указания обучающимся по выполнению практических работ учебной дисциплины ОП.07 Сварка и резка материалов для студентов специальности 15.02.13 Техническое обслуживание и ремонт систем вентиляции и кондиционирования». Цикл практических занятий в группе включает 23 практических работ по 16 темам и составляет 46 часов, по 2 часа на каждую практическую работу.

Здесь присутствует ряд положительных моментов: во-первых, студент учится сам планировать время выполнения работы, разбивать её на этапы, во-вторых, преподаватель может не ограничивать обучающегося во времени на разных стадиях выполнения, ведь каждый из них работает со своей скоростью (что-то усвоено лучше на теоретических занятиях, например, визуалами и аудиалами, а кинестетику нужно опробовать материал «методом тыка», чтобы полностью его усвоить; студенту с логическим восприятием может не хватать именно этой практики, чтобы установить для себя логические взаимосвязи в материале, без чего он просто не сможет овладеть знаниями потеме).

Кроме того, в «Методических указаниях приведены таблицы с указанием общих и профессиональных осваиваемых компетенций, пятибалльная шкала (с требованиями) для оценивания работ, к каждой работе сформулирована цель, указано оборудование, порядок выполнения работы, в некоторых работах студентам предлагается ответить на контрольные вопросы.

С помощью «Методических указаний можно представлять аудитории новую наглядную информацию, которая трудно воспринимается на слух. А отсутствие перегруженности и излишней спешки на занятиях мотивирует студентов активно участвовать в образовательном процессе.

Поэтому мы стараемся создавать и внедрять в образовательный процесс колледжа методические указания обучающимся по выполнению практических работ по каждой специальности.

РАЗДЕЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ ОПЫТА

Для анализа результативности применяемых методов обучения в учебно-воспитательном процессе используется педагогический мониторинг. Диагностика результатов обучения позволяет контролировать объективность в выставлении отметок и корректировать стиль собственной деятельности.

Мониторинг успеваемости по дисциплинам профессионального цикла свидетельствует о том, что применение перцептивных технологий обучения активизирует познавательную деятельность и приводит к повышению успеваемости, росту качества знаний (табл.1).

Таблица 1. Качество знаний студентов в период с 2018 по 2021 год

Учебный год	№ п/п	Группа	Дисциплина/МДК	Качество знаний, %
2018-2019	1	ТК-11	ОП.07 Сварка и резка материалов	66,67
	2	ТК-12	ОП. 07 Сварка и резка материалов	45,5
	3	ТО-21	ОП. 04 Материаловедение	61
	4	ТО-22	ОП. 04 Материаловедение	56
	5	ДТО-11	ОП. 04 Материаловедение	71,4
	6	ТО-43, ТО-41	Дипломное проектирование	100
	Итого:			66,76
2019-2020	1.	ТО-21	ОП. 04 Материаловедение	50
	2.	ТДО-11	ОП. 04 Материаловедение	75
	3.	ТК-11	ОП. 07 Сварка и резка материалов	66,67
	4.	ТО-21	МДК. 01.02 Техническое обслуживание и ремонт автотранспорта	70,83
	5.	ТДО-11	МДК.01.02Автомобильные эксплуатационные материалы	44,44
	6.	ДТО-21	МДК. 03.01 Технология выполнения ТО и РАТ.	78,95
	7.	ДТО-21	МДК. 01.02Техническое обслуживание и ремонт автотранспорта (курсовой проект)	100
	8.	ДТО-31	Дипломное проектирование	100
	Итого:			73,24
2020-2021	1.	ТД-21	ОП.04 Материаловедение	91,7
	2.	ТД-22	ОП.04 Материаловедение	70,83
	3.	ТДО-11	ОП.04 Материаловедение	76
	4.	ТД-41	ОП.11 Логистика на автомобильном транспорте	64,71
	5.	ТД-32	КП ПМ.01.МДК.01.03. Технологические процессы технического обслуживания и ремонта автомобилей	88,89
	Итого:			78,43

Итого за весь период:	72,81
-----------------------	-------

Чтобы быть эффективным педагогом необходимо уметь мотивировать и поддерживать студентов, чтобы они были хорошо подготовлены к решению любых проблем, которые жизнь бросает им как в учебном, так и в ином плане.

В своей деятельности преподаватель должен учитывать противоречивый характер процесса познания. Постоянно встречающимся противоречием процесса познания является противоречие между индивидуальным опытом обучающихся и приобретаемыми знаниями. Это противоречие создает хорошие предпосылки для создания проблемных ситуаций, как педагогического условия активизации познавательной деятельности.

Преподаватель должен уметь выделять доминирующие мотивы. Осознав их, он может оказывать существенное влияние на мотивационную сферу обучающихся.

Работая над активизацией познавательной деятельности учащихся, преподавателю следует больше внимания уделять проблеме познавательного интереса. Выступая в качестве внешнего стимула к учению, познавательный интерес является самым сильным средством активизации познавательной деятельности. Искусство преподавания состоит в том, чтобы познавательный интерес стал для обучающихся лично значимым и устойчивым.

Успех в решении задачи активизации познавательной деятельности учащихся заключается в оптимальном сочетании инновационных и традиционных методов обучения с учетом перцептивной модальности студента.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Букатов, М.В. Педагогические таинства дидактических игр : Учеб.-метод. пособие / В. М. Букатов, Рос. акад. наук. Моск. психол.-соц. ин-т. - 2. изд., испр. и доп. - М.: Моск. психол.-соц. ин-т : Флинта, 2003 (Великолук. гор. тип.). - 151 с. : ил.; 20 см. - (Библиотека педагога-практика); ISBN 5-89502-344-4 (МПСИ).
2. Жуковская, Р.И. Игра и ее педагогическое значение / Р.И. Жуковская. - М.: Академия, 2004. - 260 с.
3. Ковряков В.А. Педагогические технологии как фактор формирования самообразовательной деятельности студентов. Монография. Москва, 2008. -216 с.
4. Панина, Г. В. Новые образовательные технологии в реализации программ модернизации образования / Г. В. Панина // Высшее образование сегодня.- 2013. - № 12. - С. 22-26.
5. Рыжов, А.Н. Становление и развитие педагогических понятий в России в XI-XVIII вв. : монография / А.Н. Рыжов. - М.: Компания Спутник+, 2009. - 156 с. : табл.; 21 см.; ISBN 978-5-9973-0330-3.
6. Соболев, В. Ю. Интерактивные методы обучения как основа формирования компетенций / В. Ю. Соболев, О. В.Киселева // Высшее образование сегодня.- 2014. - №9. - С. 70-74. Библиогр.: с. 74.
7. Титова, С. В. Компетенции преподавателя в среде мобильно гообучения / С.В. Титова, А.П. Авраменко. - Текст :непосредственный // Высшее образование в России.-2014. - С. 162-167.
8. Янова, М. Г. Основные концептуальные положения становления и развития организационно-педагогической культуры будущего педагога в транзитивном образовательном пространстве : структурно-содержательные элементы / М.Г. Янова, В.В. Игнатова // Альма матер.- 2013. - С.42-45.

**ОБЛАСТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«БЕЛГОРОДСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
обучающимся по выполнению практических занятий**

ОП 04 «Сварка и резка материалов»

**Профессия: 15.02.13 «Техническое обслуживание систем вентиляции и
кондиционирования»**

Одобрено предметно-цикловой
комиссией специальности 15.02.13

Разработано на основе
рабочей программы дисциплины
ОП.07 «Сварка и резка материалов»,
специальность: 15.02.13
«Техническое обслуживание и
ремонт систем вентиляции и
кондиционирования»

Протокол № _____
от «__» _____ 201__ г.
Председатель предметно-
цикловой комиссии

Заместитель директора
_____ Петрова Н.В.
«__» _____ 201__ г.

Составитель: преподаватель спец. дисциплин

Нечаева А.Н.

Пояснительная записка

Главная цель практических занятий (ПЗ) – формирование у обучающихся умений, связанных с основой деятельности будущего рабочего

Деятельность в условиях современного производства требует от квалифицированного рабочего применения самого широкого спектра человеческих способностей, развития неповторимых индивидуальных физических и интеллектуальных качеств, которые формируются в процессе непрерывной практической работы. Навыки, необходимые для будущей профессии, приобретаются в процессе практических занятий. Практические задания к занятиям составлены таким образом, чтобы способствовать развитию творческих способностей обучающихся и предназначены для формирования умений, навыков, профессиональных компетенций, необходимых для учебной работы, а также для выполнения различных трудовых заданий в учебных мастерских и производственной деятельности.

Общая структура практических занятий включает:

- вводную часть (объявляется тема занятия, ставятся цель к занятию, проводится обсуждение готовности обучающихся к выполнению заданий, выдается задание, обеспечение дидактическими материалами);
- самостоятельную работу (определяются пути выполнения задания, разбираются основные алгоритмы выполнения задания на конкретном примере, выполняется задание, в конце работы делаются выводы.);
- заключительную часть (анализируются результаты работы по предложенным критериям, выявляются ошибки при выполнении задания и определяются причины их возникновения, проводится рефлексия собственной деятельности).

При проведении практических занятий используются следующие виды деятельности обучающихся, формирующие общие и профессиональные компетенции:

- индивидуальная работа по выполнению заданий;
- работа в паре по взаимообучению и взаимопроверке при решении заданий;
- коллективное обсуждение проблем и решение заданий под руководством преподавателя.

Критерии оценки результата

Оценки	Критерии оценок
«5»	- обучающийся подбирает необходимые для выполнения предлагаемых работ источники знаний (литература, материалы, инструменты), показывает необходимые для проведения практической работы теоретические знания. Правильно оформлена практическая часть работы -аккуратно выполнен эскиз, соблюдена технологическая последовательность выполнения данного вида работ, правильно подобраны инструменты, инвентарь, приспособления; конкретна описана техника безопасности при выполнении данного вида работ. Работа оформлена аккуратно.
«4»	- практическая работа выполняется обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Обучающийся использует указанные преподавателем источники информации. Могут быть неточности и небрежность в оформлении работы. Работа показывает знания обучающимися основного теоретического материала, но имеются незначительные ошибки при оформлении практической части работы.
«3»	- обучающийся выполняет и оформляет практическую работу полностью с помощью преподавателя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу других обучающихся
«2»	- практическая работа не выполнена полностью за отведенное время по неубажительной причине.

Цель и планируемые результаты освоения:

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ОК 01- 07, ОК 09-11, ПК 1.1.-1.3., ПК 2.1.-2.3. ПК 3.1.-3.5.	читать условные обозначения сварных соединений на чертежах;	режимы процессов сварки, сварочные материалы и классификацию оборудования
	определять по внешнему виду сварочное оборудование	последовательность выполнения сварочных работ
	выбирать режимы сварки различных материалов	методы контроля сварных соединений
	оценивать поведение материала и причины отказа деталей при воздействии на них раз) личных эксплуатационных факторов	физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации, их взаимосвязь со свойствами
	в результате анализа условий эксплуатации и производства правильно выбирать материалы, назначать их обработку в целях получения заданной структуры и свойств, обеспечивающих высокую надёжность и долговечность деталей машин	основные свойства современных металлических и неметаллических материалов

Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование тем учебной дисциплины	Темы практических занятий	Кол-во часов	Источник информации
	Раздел 1. Материаловедение		20	1. Фетисов Г.П.; Гарифуллин Ф.А. Материаловедение и технология металлов. Учебник. 3-е изд. искр.-М.: Издательство Оникс. 2013.-624с.: ИЛ 2. Никифоров В.М. Технология металлов и других конструкционных материалов: Учебник для техникумов и колледжей. – Спб.: Политехника, 2015г..
	Тема 1.1. Строение, свойства и способы испытания металлов	Практическая работа №1 Испытание металлов на растяжение	2	
	Тема 1.2. Основные положения теории сплавов	Практическая работа № 2 Провести анализ сплавов содержащих определенную концентрацию углерода по диаграмме «железо-цементит» с описанием процессов, происходящих при медленном охлаждении.	2	
	Тема №1.3 Производство чугуна и стали	Практическая работа № 3 Изучение микроструктуры стали и чугунов.	2	
	Тема 1.4 Углеродистые и легированные стали	Практическая работа № 4 Определение свойств чугуна	2	
	Тема 1.6 Основы термической обработки металлов и сплавов	Практическая работа № 5 Производство стали	2	
	Тема № 1.8 Производство цветных металлов	Практическая работа №6 Определение марок сталей по окраске торцов прутков и маркировке клеймением на концах прутков. Чтение марок легированных сталей, определение химического состава стали	2	
		Практическая работа №7 Выбор марки стали для изготовления деталей, в зависимости от условий их работы	2	
		Практическая работа № 8 Закалка и отпуск углеродистой стали	2	
		Практическая работа № 9 Определение свойств меди	2	
		Практическая работа №10 Изучение свойств алюминия	2	

	Раздел 2. Неметаллические материалы		10	1. Фетисов Г.П.; Гарифуллин Ф.А. Материаловедение и технология металлов. Учебник. 3-е изд. искр.-М.: Издательство Оникс. 2013.-624с.: ИЛ 2. Никифоров В.М. Технология металлов и других конструкционных материалов: Учебник для техникумов и колледжей. – Спб.: Политехника, 2015г.. 3. https://ozlib.com/824021/tehnika/uplotnitelnye_materialy_izdeliya . 4. https://termosmazki.ru/stati/antikorroziionnaya-smazka . 5. https://znaytovar.ru/s/smazochny-e-materialy:-klassifik.html . 6. https://www.ktovdome.ru/64/415/265/ . 7. http://indostroy.ru/articles/krepye-zhnye-izdeliya/vidy-i-klassifikatsiya-krepezhnykh-izdeliy/ .
	Тема 2.1 Пластмассы	Практическая работа № 11 Определение видов пластических масс по образцам	2	
	Тема 2.2 Уплотняющие, прокладочные, теплоизоляционные, гидроизоляционные материалы	Практическая работа №12 Определение теплоизоляционных материалов по внешнему виду	2	
	Тема 2.3 Абразивные, смазочные и антикоррозионные материалы	Практическая работа №13 Определение гидроизоляционных материалов по внешнему виду	2	
		Практическая работа №14 Определение различных уплотнительных материалов по внешнему виду	2	
		Практическая работа №15 Определение абразивных материалов по внешнему виду	2	
	Раздел 3. Трубы, соединительные части. Крепёжные изделия		4	
	Тема 3.1 Трубы, соединительные части	Практическая работа №16 Овладение навыками работы с изделиями и деталями, применяемыми при выполнении вентиляционных работ	2	
	Тема 3.2 Крепёжные изделия	Практическая работа №17 Овладение видами работ с изделиями и деталями, применяемыми при выполнении санитарно-технических и вентиляционных работ. Определение фасонных частей.	2	
	Раздел 4. Электрическая сварка		12	

	Тема 4.2 Сварочные материалы	Практическая работа №18 Разработка технологического процесса газовой сварки	2	1. Чернышов Г.Г. Сварочное дело. Сварка и резка металлов.- М.: Академия, 2015г. 2. Овчинников В.В. Современные материалы для сварочных конструкций. - М.: Академия, 2015г. 3. Корякин - Черняк. Краткий справочник сварщика. - Санкт-Петербург, 2016г. 4. Государственный стандарт. Ручная дуговая сварка ГОСТ 5264-80 «Основные типы конструктивных элементов» 5. Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений. - М.: Академия, 2015г.
	Тема 4.3 Сварные соединения и швы	Практическая работа № 19 Структура условных обозначений сварных швов. Вспомогательные знаки для условного обозначения сварных швов. Примеры обозначения сварных швов.	2	
	Тема 4.4 Оборудование для электродуговой сварки	Практическая работа №20 Исследование устройства сварочного трансформатор.	2	
	Тема 4.5 Техника и технология электросварки	Практическая работа №21 Исследование устройства сварочного выпрямителя	2	
	Тема 4.6 Виды электросварки	Практическая работа №22 Выбор режима сварки для производства работ в нижнем, вертикальном и горизонтальном положениях шва	2	
		Практическая работа №23 Определение геометрических размеров шва в зависимости от параметров режима сварки	2	
ИТОГО:			46	

Практическая работа № 1

Тема: Испытание металлов на растяжение

Цель работы: испытать образцы, изготовленные из разных металлов, на растяжение и определить их основные механические характеристики.

Порядок выполнения работы

1. Изучить устройство и принцип работы разрывной машины и маятникового копра.
2. Определить прочностные и пластические свойства материалов, а также ударную вязкость испытуемых образцов.
3. Составить отчет о работе.

Оборудование и материалы:

1. **Испытательные машины:** испытания проводятся на универсальных разрывных машинах и испытательных стендах.
2. **Образцы для испытаний:** форма и размеры образца круглого поперечного сечения соответствуют ГОСТ 1497-61 (рис. 6).

Теоретические сведения

Для изучения свойств материала под нагрузкой обычно производят лабораторные испытания образцов, подготовленных из этих материалов, на специальных испытательных машинах. Эти испытания проводятся для определения числовых характеристик, позволяющих оценить прочность и пластичность материала. Такие характеристики называются механическими.

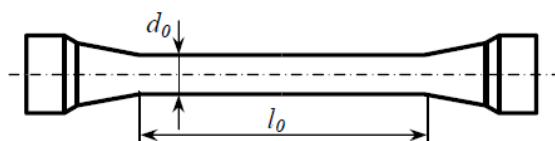


Рис. 1. Образец для испытания.

Особенно важное значение имеют испытания материалов на растяжение, при которых наиболее полно выявляются свойства материалов. В работе определяются характеристики прочности и пластичности материала при растяжении. Образец закрепляется в захватах машины и подвергается деформированию вплоть до разрушения. При этом зависимость, между растягивающей силой F и величиной продольной деформации Δl записывается в виде графика (рис. 2), который называется машинной диаграммой растяжения материала.

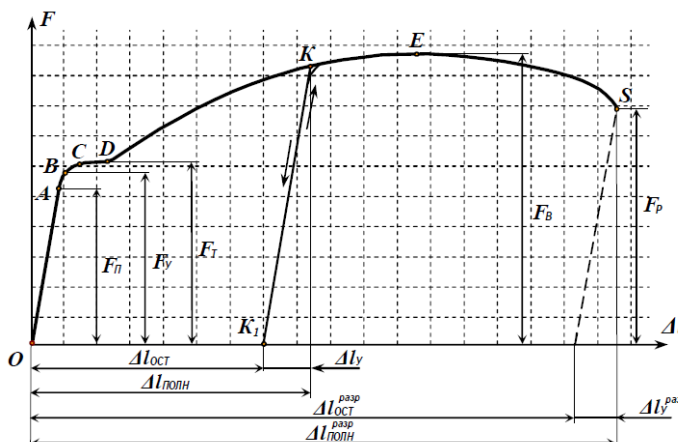


Рис. 2. Машинная диаграмма пластичной стали

Для изучения свойств материала удобнее пользоваться диаграммой растяжения,

устанавливающей связь между нормальным напряжением σ и деформацией ε , которую называют условной диаграммой растяжения.

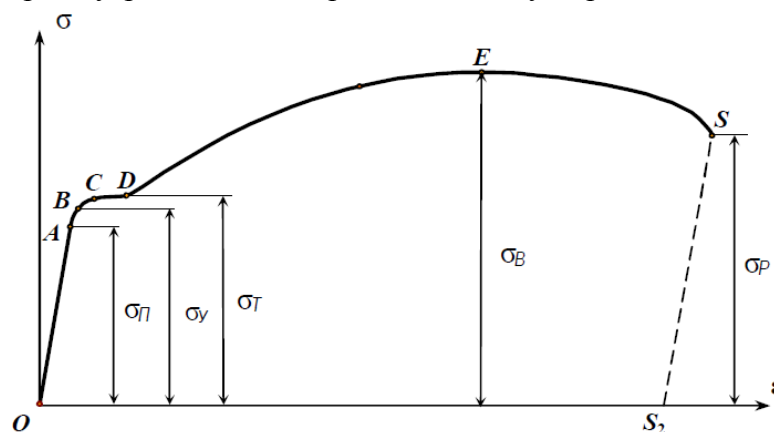
При построении условной диаграммы растяжения используют формулы

$$\sigma = \frac{F}{A_0}, \quad \varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0},$$

где F – растягивающая сила, A_0 – первоначальная площадь поперечного сечения образца, l_0 – длина образца, Δl – удлинение.

Величины F и Δl берутся из экспериментально полученной диаграммы растяжения.

Рассмотрим диаграмму растяжения образца из малоуглеродистой стали Ст.3 (рис. 3).



На этой диаграмме необходимо отметить ряд точек – A, B, C, D, E, S. Начальный участок диаграммы OA – прямая наклонная линия. Напряжения σ в образце прямо пропорциональны деформации ε , т.е. соблюдается закон Гука:

$$\sigma = E\varepsilon.$$

Коэффициент пропорциональности в законе Гука E – называется модулем упругости материала. Точке A соответствует напряжение σ_{II} – предел пропорциональности.

Пределом пропорциональности называется наибольшее напряжение, при котором деформация в материале прямо пропорциональна нагрузке:

$$\sigma_{II} = \frac{F_n}{A_0}$$

Выше точки A диаграмма искривляется, закон Гука нарушается. Очень близко к точке A на криволинейном участке диаграммы можно отметить точку B, соответствующую пределу упругости σ_Y

Пределом упругости называется наибольшее напряжение, при котором в материале возникает только упругая деформация:

$$\sigma_Y = \frac{F_y}{A_0}$$

Начиная от точки C диаграмма имеет горизонтальный (или почти горизонтальный) участок, которому соответствует предел текучести

σ_T . На этом участке деформации растут без увеличения нагрузки – материал как бы течет.

Пределом текучести называется напряжение, при котором деформация возрастает без заметного увеличения нагрузки:

$$\sigma_T = \frac{F_m}{A_0}$$

Горизонтальный участок диаграммы CD называют площадкой текучести, возникновение которой связано с явлением текучести. Площадка текучести ярко выражена только для малоуглеродистых сталей.

Точке E диаграммы соответствует напряжение σ_B – предел прочности.

Пределом прочности называется наибольшее напряжение, которое выдерживает материал, не разрушаясь:

$$\sigma_B = \frac{F_b}{A_0}$$

До достижения предела прочности продольные и поперечные деформации образца равномерно распределяются по его длине.

После достижения точки *E* диаграммы эти деформации концентрируются в одном наиболее слабом месте, где начинается образовываться шейка – местное значительное сужение образца (рис. 4).

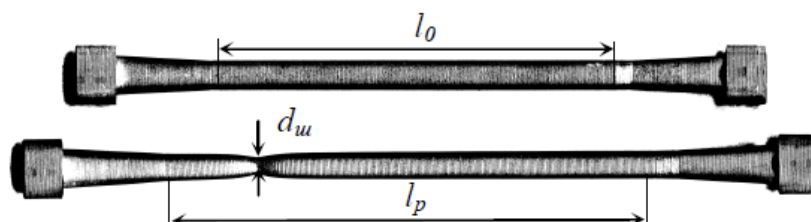


Рис. 4. Образец до и после испытания.

С этого момента продольная деформация зависит уже не столько от длины образца, сколько от его диаметра.

За точкой *E* нагрузка падает, что объясняется уменьшением поперечного сечения шейки, и происходит разрыв образца. Этому на диаграмме соответствует точка *S* и напряжение σ_P .

$$\text{Истинное сопротивление разрыву} - \sigma_P = \frac{F_p}{A_u}$$

Если начиная с некоторой точки *K* диаграммы (рис. 10) разгружать образец, то диаграмма будет представлена прямой *KK*₁, параллельной прямой *OA*. Отрезок *OK*₁ равен остаточной деформации ϵ_0 , соответствующей напряжению, представленному ординатой точки *K*, а отрезок *K*₁*K*₂ упругой деформации ϵ_y , при том же напряжении. Полная деформация ϵ равна сумме указанных деформаций $\epsilon = \epsilon_y + \epsilon_0$.

Если вновь начать нагружать образец, то диаграмма образует небольшую петлю. Эта петля, заштрихованная на рис. 10, получается за счет необратимых потерь энергии деформации. Она носит название *петли гистерезиса*. Начиная с точки *K* линия диаграммы пойдет так, как будто не было разгрузки и повторной нагрузки. Это показывает, что при нагружении образца выше предела текучести и последующей его разгрузке материал образца изменил свои свойства: пропала площадка текучести, повысился предел пропорциональности и уменьшилась полная деформация при разрыве ($K_1S_2 < OS_2$).

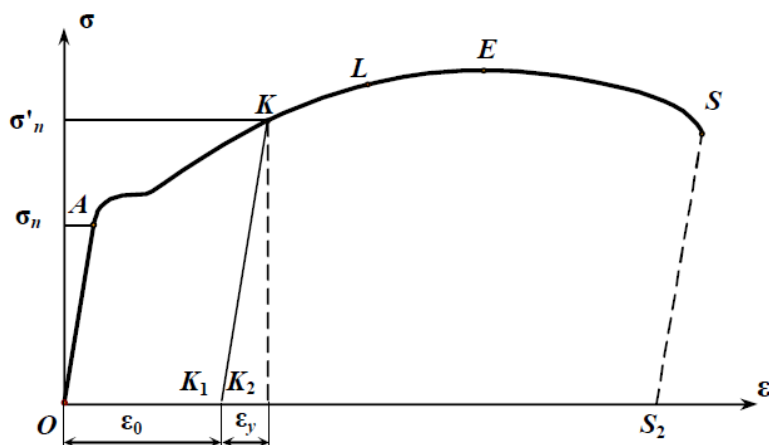


Рис. 5. Диаграмма растяжения с петлей

Такое изменение свойств металла носит название *наклепа*.

Наклеп может возникнуть не только при растяжении, но и при любых других видах деформации.

Иногда наклеп используют в технике. Например, цепи грузоподъемных машин предварительно вытягивают для возникновения в них наклепа, с целью уменьшить деформацию и повысить предел пропорциональности.

При повторной разгрузке образца, начиная с некоторой точки L , произойдет повторение описанного явления наклепа.

Высокоуглеродистые стали и некоторые другие материалы, не имеют площадки текучести. Предел текучести для этих материалов принимается условно равным напряжению, при котором остаточная деформация образца составляет 0,2%. Эта величина называется *условным пределом текучести* и обозначается $\sigma_{0,2}$.

Прочностными характеристиками, определяемыми при растяжении являются: предел пропорциональности σ_P , предел упругости σ_U , предел текучести σ_T , предел прочности σ_B и истинное сопротивление разрыву σ_R .

Пластичность характеризуется относительным остаточным удлинением при разрыве δ и относительным остаточным поперечным сужением при разрыве ψ .

Для определения *характеристик пластичности* изменяют диаметр шейки $d_{ш}$ и длину образца l_P после разрушения. Используя эти вели-

чины, вычисляют $\Delta l_P = l_P - l_0$, $A = \pi d_{ш}^2 / 4$.

Относительное остаточное удлинение δ при разрыве определяется по формуле

$$\delta = \frac{\Delta l_P}{l_0} * 100\%$$

Относительное остаточное поперечное сужение Ψ равно

$$\Psi = \frac{(A_0 - A_{ш})}{A_0} * 100\%,$$

где $A_{ш}$ – площадь поперечного сечения шейки.

По величинам δ и ψ материалы условно делятся на пластичные и хрупкие. *Материал считается пластичным, если относительная остаточная деформация больше 5%*. Для стали марки Ст3 относительная остаточная деформация $\delta \geq 21\%$, у высокопрочных сталей эта величина снижается до 7...10%.

Величина δ зависит от соотношения длины образца и его поперечных размеров. Относительное остаточное сужение ψ более точно характеризует пластичность материала, поскольку оно в меньшей степени зависит от формы образца. Для стали Ст3 ψ составляет 50...60%.

Порядок проведения работы.

Испытанию подвергаются несколько образцов из различных металлов. Обмеренные образцы последовательно устанавливаются в захваты машины и подвергаются деформированию. В процессе испытания ведется наблюдение за поведением образца, получается диаграмма растяжения.

После разрушения образца замеряются необходимые для расчетов величины l_P , $d_{ш}$ и производятся необходимые вычисления.

Содержание отчета

1. Тема и цель работы.
2. Краткая характеристика методов испытания на растяжение и на ударную вязкость.
3. Схема испытания рисунок 1. Образец испытания рисунок 2.
4. Решить задачу согласно варианту по списку в журнале.

Задача 1. При испытании образца на растяжение начальная длина образца до разрыва ... мм, после разрыва мм. Определить относительное удлинение испытуемого образца.

Задача 2. Площадь поперечного сечения образца до разрыва ... мм², а после разрыва... мм². Определить относительное сужение испытуемого образца.

Таблица 1 – исходные данные для выполнения задачи 1

№ варианта	1	3	5	7	9	11	13	15	17
Начальная длина образца, мм	20	45	11	85	78	102	64	47	61
Конечная длина образца, мм	25	70	17	95	92	105	69	56	74
№ варианта	2	4	6	8	10	12	14	16	18
Начальная длина образца, мм	28	52	45	17	85	115	187	144	119
Конечная длина образца, мм	36	78	49	25	96	122	190	155	123
№ варианта	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Начальная длина образца, мм	78	74	63	54	44	115	78	87	100
Конечная длина образца, мм	81	89	68	59	48	124	79,5	92	111

Таблица 2 – исходные данные для выполнения задачи 2

№ варианта	1	3	5	7	9	11	13	15	17
Площадь поперечного сечения до разрыва, мм ²	25	70	17	95	92	105	69	56	74
Площадь поперечного сечения после разрыва, мм ²	24	65	12	90	87	97	60	52	68
№ варианта	2	4	6	8	10	12	14	16	18
Площадь поперечного сечения до разрыва, мм ²	20	45	11	85	78	102	64	47	61
Площадь поперечного сечения после разрыва, мм ²	17	38	9	78	61	95	55	37	51
№ варианта	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Площадь поперечного сечения до разрыва, мм ²	81	89	68	59	48	124	79,5	92	111
Площадь поперечного сечения после разрыва, мм ²	78	78	60	50	40	111	76,5	90	100

5. Вывод по работе.

Контрольные вопросы

1. Назовите и охарактеризуйте зоны диаграммы растяжения пластичной стали.
2. Дайте определение упругих и пластичных деформаций.
3. Что относится к механическим характеристикам материала?
4. Назовите прочностные характеристики материала. Как они определяются?
5. Какие величины относятся к характеристикам пластичности?
6. Упругие деформации. Пластические деформации, определения.
7. Опишите явление наклепа.

Практическая работа № 2

Анализ сплавов, содержащих определенную концентрацию углерода по диаграмме "Железо-цементит"

Цели работы: научиться определять по диаграмме "Железо-цемент" определять структурные составляющие сплава, при различных температурах.

Оборудование и материалы: справочная, техническая и учебная литература.

Порядок выполнения работы

1. Подробно изучить теоретические сведения.
2. Оформить отчет.

Теоретические сведения

1. Структурные составляющие стали, белых и серых чугунов.

Несмотря на появление большого количества различных новых машиностроительных материалов, которые по своим свойствам часто конкурируют со сталями и чугунами, пока трудно себе представить возможности научно-технического прогресса без железоуглеродистых сплавов. Это самый главный металл природы, основа культуры и промышленности. В технике в настоящее время используется более 12 тыс. сплавов железа с углеродом.

Сталь – сплав Fe и углерода, где углерода до 2,14%. Сталь отличается прочностью, вязкостью, пластичностью.

Чугун – сплав Fe и углерода, где углерода более 2,14%, твердый и хрупкий.

Белый чугун – углерод в виде химического соединения.

Серый чугун – углерод в виде графита.

Феррит и цементит – основные структурные составляющие железоуглеродистых сплавов, они располагаются каждая в отдельности или в виде механической смеси перлита.

Феррит – твёрдый раствор углерода (до 0,04%) в α -железе. Структура мягкая и пластичная, недостаточно прочная, HB 50-80; $\delta'=30\%$, $\sigma_B = 300$ МПа.

Практически это чистое железо.

Цементит – (Fe_3C) – химическое соединение железа с углеродом – карбид железа. Содержит 93,33% Fe и 6,67% углерода. Хрупок. HB 800 в 10 раз тверже феррита.

Перлит – механическая смесь феррита и цементита. Феррита в 6 раз больше чем цементита. HB 180÷200, $\sigma_B = 800$ МПа, $\delta=10\div12\%$ у пластинчатого перлита.

Зернистый перлит более пластичен, но менее твёрд и прочен.

Аустенит – твёрдый раствор углерода до 2,14% в γ -железе.

При $t=1147^\circ\text{C}$ и выше углерода до 2,14%, ниже $t=1147^\circ\text{C}$ растворимость углерода уменьшается.

При $t=727^\circ\text{C}$ γ -железо может растворить не более 0,8% углерода.

Структура мягкая и пластичная, HB 180, $\delta=40\div50\%$.

Ледебурит – механическая смесь зерен аустенита и цементита, содержит 4,3% углерода, тверд и хрупок, HB 550.

2. Диаграмма состояния системы сплавов “железо-цементит”.

Диаграмма “железо-цементит” является фундаментом науки о стали и чугуне, позволяет определить для всех железоуглеродистых сплавов температуры нагрева при термообработке, обработке давлением, температуры плавления и затвердевания сплавов.

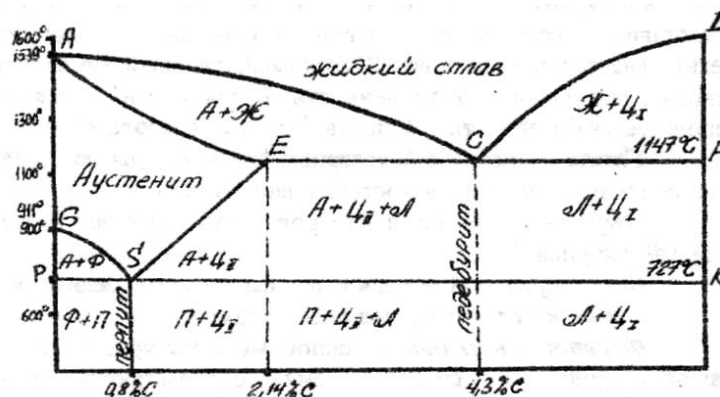


Рисунок 6. Диаграмма “Fe-Ц”

Упрощенная диаграмма состоит в отсутствии линий, характеризующих превращения, связанные с полиморфными превращениями железа при 1392^0 , которые не имеют практического значения.

Кроме того, на упрощенной диаграмме не отражено превращение, связанное с уменьшением растворимости углерода в феррите при охлаждении от 911^0 до 0^0 .

Линия АСД - ликвидус, линия АЕСF - солидус. Выше линии АС сплавы находятся в жидком состоянии. По линии АС из жидкого раствора начинают выпадать кристаллы твердого раствора углерода в γ – железе, называемого аустенитом, следовательно, в области АСЕ будет находиться смесь двух фаз – жидкого раствора (Ж) и аустенита (А). По линии СД из жидкого раствора начинают выпадать кристаллы цементита (Ц); в области диаграммы СFD находится смесь двух фаз – жидкого раствора (Ж) и цементита (Ц). В точке С при массовом содержании углерода 4,3% и температуре 1147^0C происходит одновременная кристаллизация аустенита и цементита и образуется их тонкая механическая смесь эвтектика, называемая ледебуритом (Л). Ледебурит присутствует во всех сплавах с массовым содержанием С от 2,14 до 6,67%. Эти сплавы относятся к группе чугуна.

Точка Е соответствует предельному насыщению железа углеродом (2,14%).

Сплавы, лежащие левее этой точки, после полного затвердевания представляют один аустенит. Эти сплавы относятся к группе стали.

Превращения в твердом состоянии – вторичная кристаллизация.

Линия GSE и PSK показывают, что в сплавах системы в твердом состоянии происходят изменения структуры. Превращения в твердом состоянии происходят вследствие перехода железа из одной модификации в другую, а также в связи с изменением растворимости углерода в железе.

В области диаграммы AGSE находится аустенит (А). При охлаждении сплава аустенит распадается с выделением по линии GS феррита (Ф), а по линии SE – цементита. Этот цементит, выпадающий из твердого раствора, называется вторичным (Ц II) в отличие от первичного цементита (Ц I), выпадающего из жидкого раствора.

В области диаграммы GSP находится смесь двух фаз – феррита и распадающегося аустенита, а в области ES_{I_1} – смесь вторичного цементита и распадающегося аустенита. В точке S при массовом содержании углерода 0,8% и при температуре 727^0C весь аустенит распадается и одновременно кристаллизуется тонкая механическая смесь феррита и цементита – эвтектоид (т.е. подобный эвтектике), который в этой системе называется перлитом (П). Сталь, содержащая 0,8% С называется эвтектоидной, менее 0,8% - доэвтектоидной.

При охлаждении сплавов по линии PSK происходит распад аустенита, оставшегося в любом сплаве системы, с образованием перлита; поэтому линия PSK называется линией перлитного (эвтектоидного) превращения.

Сравнивая между собой превращения в точках С и S диаграммы можно отметить следующее:

1. выше точки С находится жидкий раствор, выше точки S – твердый раствор – аустенит.
2. в точке С сходятся ветви АС и СД, которые указывают на начало выделения кристаллов из жидкого раствора (первичной кристаллизацией); в точке S сходятся ветви GS и SE, указывающие на начало выделения кристаллов из твердого раствора (вторичной кристаллизации).
3. в точке С жидкий раствор, содержащий 4,3% С, кристаллизуется с образованием эвтектики – ледебурита, в точке S твердый раствор, содержащий 0,8% С, перекристаллизуется с образованием эвтектоида – перлита.
4. на уровне точки С лежит прямая EF эвтектического (ледебуритного) превращения, на уровне точки S – прямая РК эвтектоидного (перлитного) превращения.

3. Структура и свойства медленно охлажденной стали (анализ превращения).

Эвтектоидная сталь – выше точки **a** сплав находится в жидком состоянии. При охлаждении в точке **a** по линии ликвидуса начнут выделяться кристаллы аустенита с массовым содержанием С меньше 0,8%.

Между точками **a** и **в** количество маточного раствора (жидкой фазы) постепенно уменьшается до нуля, а массовое содержание углерода в нем постепенно увеличивается; одновременно растут кристаллы аустенита, и около точки **в** (линия солидуса) первичная кристаллизация заканчивается. В точке **S** однородный аустенит распадается и образуется смесь цементита и феррита – перлит. В точке **S** протекает вторичная кристаллизация – полиморфное превращение железа в твердом состоянии. Структура эвтектоидной стали – перлитная.

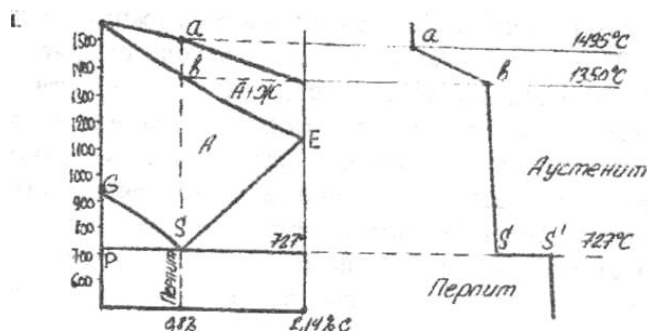


Рисунок 7. Эвтектоидной стали на диаграмме “Fe-Ц”

Дозэвтектоидная сталь – сталь с 0,3% С.

Точка **a₁** и **в₁** отвечают происходящим превращениям аналогичным превращениям эвтектоидной стали, точка **C₁** на линии **GS** отвечает началу вторичной кристаллизации стали; аллотропическому переходу γ – железа в α – железо и выделению феррита. Точка **d₁** показывает, что при $t=768^\circ\text{C}$ происходит магнитное превращение выпавших кристаллов феррита, т.е. немагнитный феррит становится магнитным.

В связи с выпадением кристаллов феррита количество углерода в оставшемся аустените постепенно увеличивается и к точке **I₁** доходит до эвтектоидного состава (0,8%). Массовое содержание углерода в аустените при любой температуре между точками **I₁** и **I₂** может быть определено проекцией точки пересечения горизонтали с линией **GOS**. В точке **I₁** выпадение кристаллов феррита заканчивается и происходит распадение оставшегося аустенита в смесь феррита и цементита – перлит. Таким образом, структура доэвтектоидной стали при комнатной температуре феррито-перлитная.

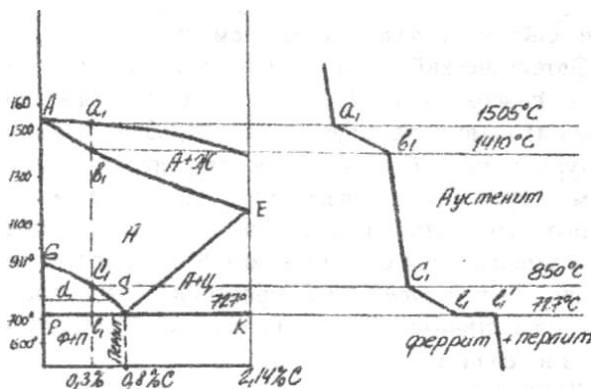


Рисунок 8. Дозэвтектоидной стали на диаграмме “Fe-Ц”

Заэвтектоидная сталь – сталь с 1,2% С.

Точка **a₂** и **в₂** отвечают происходящим превращениям, аналогичным превращениям эвтектоидной стали. Точка **C₂** – начало вторичной кристаллизации цементита из аустенита. Количество углерода в аустените между точками **C₂** и **I₂** непрерывно уменьшается, т.к.

кристаллы аустенита содержат 6,67% С. В точке I_2 происходит эвтектоидное превращение аустенита, т.е. в оставшемся аустените соотношение железа и углерода становится равное эвтектическому, аустенит распадается с образованием эвтектоидной смеси – перлита. Таким образом, структура заэвтектоидной стали состоит из зерен цементита и перлита.

4. Структура белого чугуна (анализ превращений в чугунах при охлаждении).

Кристаллизация белого чугуна характеризуется диаграммой состояния системы сплавов железо-цементит.

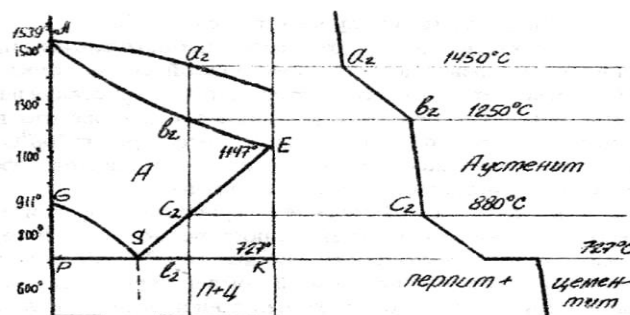


Рисунок 9. Белый чугун на диаграмме “Fe-Ц”

Эвтектический чугун – при охлаждении жидкого чугуна с массовым содержанием 4,3% в точке С образуется эвтектика, состоящая из цементита и аустенита – ледебурит. При охлаждении от температуры точки С (1147°C) до температуры линии РК (727°C) диаграмма аустенит в ледебурите распадается с выделением вторичного цементита и массовое содержание углерода в этом аустените уменьшается от 2,14% до 0,8% (в соответствии с линией ES), а при температуре 727°C произойдет перлитное превращение оставшегося аустенита. Таким образом, ледебурит будет состоять из цементита и перлита.

Доэвтектический чугун (например, 3⁰%) при температуре точки a_1 из жидкого раствора образуются центры кристаллизации аустенита. В промежутке температур точек a_1 и b_1 кристаллы аустенита растут, а массовое содержание углерода в маточном растворе увеличивается до эвтектического (4,3%).

При температуре точки b_1 происходит затвердевание эвтектического расплава с образованием ледебурита. При дальнейшем охлаждении от температуры точки b_1 до температуры точки c_1 происходит вторичная кристаллизация. В структуру охлажденного доэвтектического чугуна входят ледебурит и распавшийся избыточный аустенит.

Заэвтектический чугун – (например с 5% С) при температуре точки a_2 начинается кристаллизация цементита. Между температурами точек a_2 и b_2 кристаллы цементита растут, а массовое содержание углерода в маточном растворе уменьшается до эвтектического; при температуре точки b_2 весь оставшийся расплав затвердевает и образуется ледебурит. Далее между температурами точки b_2 и c_2 происходит вторичная кристаллизация аустенита, входящего в структуру ледебурита. При температуре ниже 727°C заэвтектический чугун состоит из цементита (первичного) и ледебурита.

Заэвтектические чугуны в промышленности применяются редко ввиду их чрезмерной хрупкости.

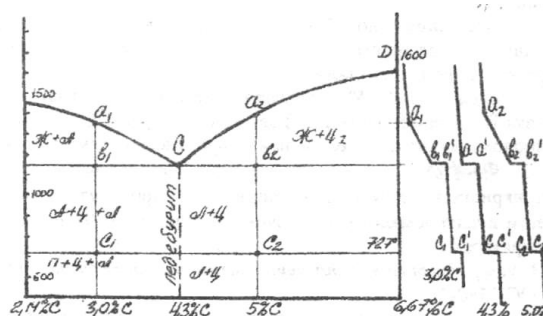


Рисунок 10. Заэвтектоидный чугун на диаграмме “Fe-Ц”

Содержание отчета

1. Кратко законспектировать:

Структурные составляющие железо - углеродистых сплавов.

Диаграмма «железо-цементит», ее описание.

Анализ превращения, структуры и свойства медленно охлажденной стали.

2. Выполнить индивидуальное задание, в котором описать какие превращения происходят с исследуемым расплавом.

Задание выполняется согласно варианту, соответствующему порядковому номеру в журнале.

Вариант	Сплав, содержащий углерод	Вариант	Сплав, содержащий углерод
1	2,2%	16	3,7%
2	0,8%	17	5,8%
3	4,3%	18	2,8%
4	6,0%	19	1,1%
5	0,6%	20	4,7%
6	0,4%	21	4,3%
7	1,9%	22	1,4%
8	0,75%	23	3,9%
9	0,8%	24	2,5%
10	4,3%	25	6,5%
11	5,8%	26	4,9%
12	2,8%	27	1,5%
13	4,3%	28	0,45%
14	2,5%	29	4,3%
15	0,8%	30	1,0%

3. Составить вывод о проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Перечислите структурные составляющие стали и чугуна?
2. Какой процент углерода содержится в эвтектоидной, доэвтектоидной и заэвтектоидной стали.?
3. Какой процент углерода содержится в эвтектической, доэвтектической и заэвтектической стали?
4. Что такое линия ликвидус?
5. Что такое линия солидус?
6. Что такое чугун?
7. Что такое сталь?
8. В чем отличие чугуна и стали?

Практическая работа № 3

Изучение микроструктуры стали и чугунов.

Цель работы: приобрести навыки в работе с металломикроскопом. Изучить строение углеродистых сталей и чугунов.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с устройством и работой металломикроскопа.
2. Изучить методику изготовления микрошлифов.
3. Просмотреть под микроскопом микрошлифы сталей 50, У8, У12 в отожженном состоянии. Дать характеристику структурных составляющих и сделать зарисовки.
4. Просмотреть под микроскопом микрошлифы чугуна доэвтектического, эвтектического, заэвтектического. Дать характеристику структур серых и белых чугунов и сделать зарисовки структур чугунов, просматриваемых под микроскопом.
5. Составить отчет о работе

Оборудование и материалы: металлографические микроскопы МИМ-6 или МИМ-7, комплект микрошлифов сталей и чугунов, альбом фотографий микроструктур сталей и чугунов.

Теоретические сведения

На диаграмме состояния железо–цементит (рис. 7) сплавы, относящиеся к сталям, расположены в интервале концентраций углерода до 2,14 %, т.е. левее точки Е. При температурах ниже 727 °С все отожженные углеродистые стали состоят из двух фаз – феррита и цементита. Феррит – это твердый раствор углерода в железе с объемно-центрированной кубической решеткой ($Fe\alpha$). Максимальная растворимость углерода в $Fe\alpha$ составляет около 0,02 % (точка Р). Цементит – это карбид железа Fe_3C , содержащий 6,67 % С.

При температурах выше линии GSE равновесной фазой является аустенит – твердый раствор углерода в железе с гранецентрированной кубической решеткой ($Fe\gamma$). Предельная растворимость углерода в $Fe\gamma$ – 2,14 % (точка Е).

В результате фазовых превращений в твердом состоянии при малых скоростях охлаждения в стали образуются следующие структуры: перлит, избыточный феррит, вторичный цементит и третичный цементит.

На линии GS из аустенита начинает выделяться избыточный феррит, а на линии SE – вторичный цементит. На линии PQ из феррита выделяется третичный цементит. Во всех сплавах правее точки Р при небольшом переохлаждении до температур ниже 727 °С аустенит эвтектоидного состава (0,8 % С) распадается на эвтектоидную смесь феррита и цементита, называемую перлитом, причем цементит может быть в виде пластинок или зерен.



Рисунок 11 - Микроструктура доэвтектоидной с содержанием углерода 0,45% (стали 45)

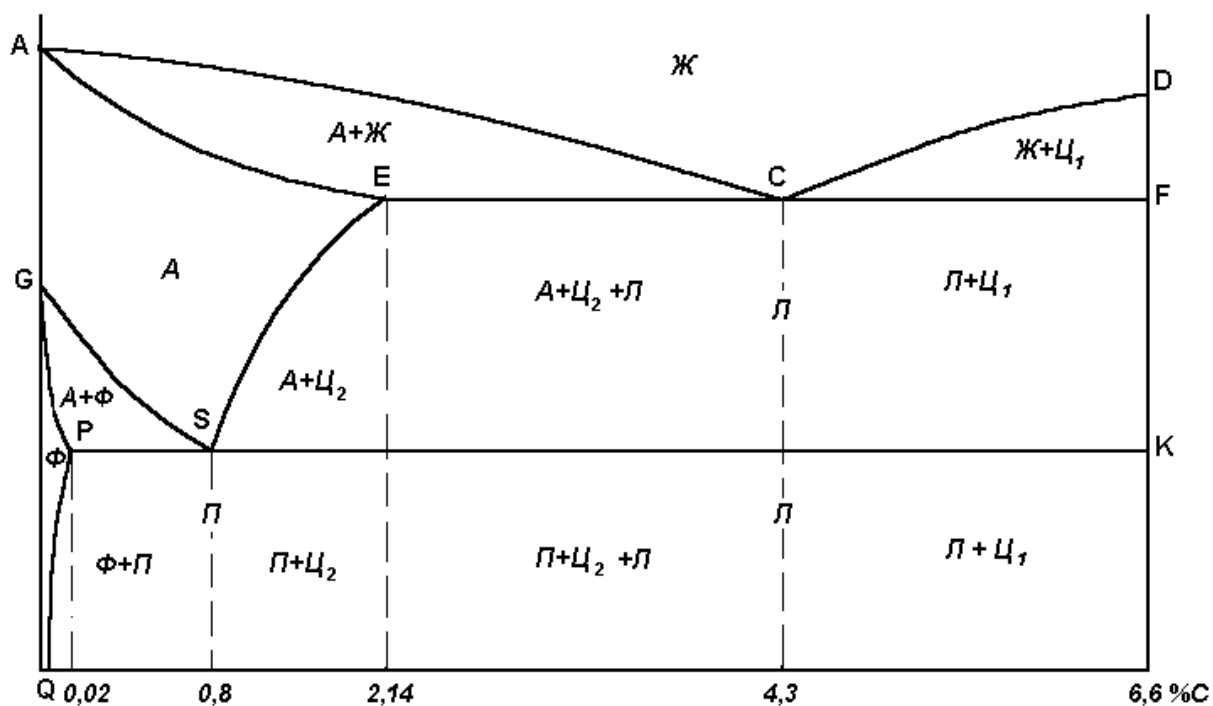


Рисунок 12 - Диаграмма Fe – Fe₃C

Сталь, содержащую 0,8 % C, называют эвтектоидной. Стали, содержащие менее 0,8 % C называют доэвтектоидными, а более 0,8 % C – заэвтектоидными.



Рисунок 13 - Микроструктура доэвтектоидной стали с содержанием 0,6%С

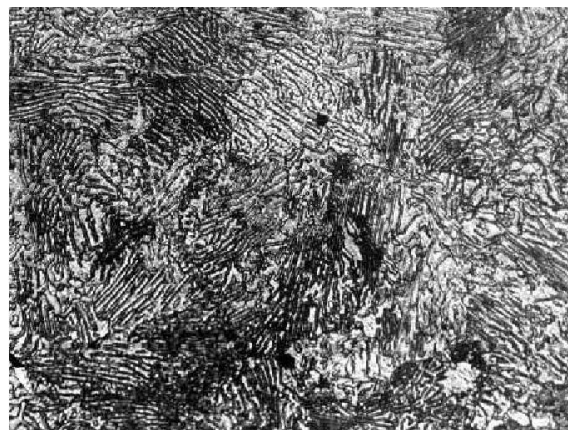


Рисунок 14 - Микроструктура эвтектоидной стали с содержанием 0,8% С (пластинчатое строение перлита)

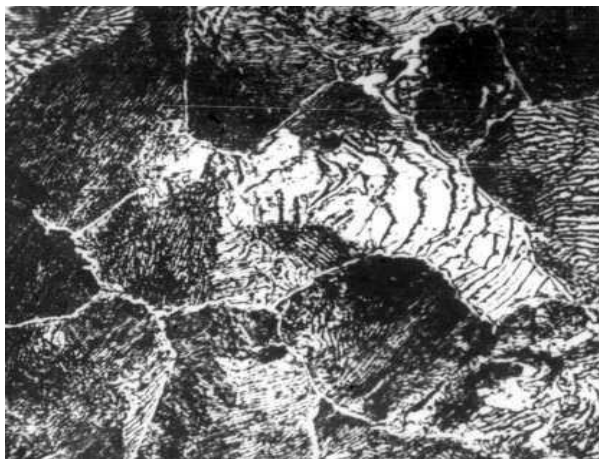


Рисунок 15 - Микроструктура заэвтектоидной стали с содержанием 1,2% С (сталь У12)

Металлографический анализ металлов и сплавов заключается в исследовании структуры материалов при больших увеличениях с помощью микроскопа, а наблюдаемая структура называется микроструктурой. Изучение под микроскопом структуры металлов возможно лишь при достаточно интенсивном отражении световых лучей от исследуемой поверхности. Поэтому поверхность образца должна быть специально подготовлена. Образец, поверхность которого подготовлена для металлографического анализа, называется микрошлифом. Для изготовления микрошлифа необходимо вырезать образец из исследуемого металла, получить на нем плоскую, блестящую поверхность, а затем шлиф травят. Существует несколько методов травления, из которых наиболее распространен метод избирательного растворения фаз. Метод основан на различии физико-химических свойств отдельных фаз и пограничных участков зерен. В результате различной интенсивности растворения создается рельеф поверхности шлифа. Для травления микрошлиф погружают полированной поверхностью в раствор избранного состава и через некоторое время вынимают. Если полированная поверхность станет слегка матовой, травление считается законченным, шлиф сразу же промывают водой, затем спиртом и высушивают фильтровальной бумагой.

Микрошлифы сталей травят 3-4% раствором HNO_3 в спирте, после чего структурно свободные феррит и цементит по сравнению с темным (коричневым) перлитом выглядят белыми.

При охлаждении доэвтектоидной стали из аустенита вначале выделяется феррит. Размер ферритных зерен в значительной степени зависит от скорости охлаждения аустенита. При рассмотрении в микроскоп феррит наблюдается в виде светлых зерен неодинаковой яркости. По мере увеличения концентрации углерода в доэвтектоидной стали количество зерен феррита убывает, а количество перлита увеличивается.

В сплавах, содержащих 0,5-0,75 % С зерна феррита располагаются по границам зерен другой структурной составляющей – перлита – в виде разорванной сетки.

В доэвтектоидной стали перлит в большинстве случаев имеет пластинчатое строение. Темные пластинки, видимые в перлите, представляют собой тени, отбрасываемые на участки феррита выступающими после травления участками цементита. Форма выделения перлита в доэвтектоидных и заэвтектоидных сталях определяется условиями выполнения отжига. Форма и размер частиц цементита в перлите существенно влияют на свойства стали. Так, например, зернистый перлит более пластичен и имеет меньшую твердость, чем пластинчатый. Твердость зернистого перлита 160-220 НВ, а пластинчатого – 200-250 НВ. С уменьшением размера цементитных частиц твердость и прочность перлита возрастает. Форма цементитных частиц влияет на обрабатываемость стали резанием. Доэвтектоидные стали хорошо обрабатываются резанием, если имеют структуру пластинчатого перлита, а эвтектоидные и заэвтектоидные – зернистого.

В заэвтектоидных сталях возможно выделение вторичного цементита в виде сетки по границам зерен перлита. Это происходит в результате окончания горячей обработки при излишне высокой температуре и является значительным дефектом заэвтектоидной стали, ухудшает ее прочность и вязкость. Еще одной, но более редко встречающейся формой выделения цементита, также сильно ухудшающей механические свойства, является образование его в виде игл (вследствие значительного перегрева).

Итак, можно выделить четыре типа структур сталей.

Первый тип структуры – феррит и третичный цементит – наблюдается в низкоуглеродистых сталях, содержащих до 0,02 % С (т. Р). Такие стали называются техническим железом.

Второй тип структуры – феррит и перлит – наблюдается в доэвтектоидных сталях, содержащих от 0,02 до 0,8 % С (т. S). Чем больше в доэвтектоидной стали углерода, тем больше в ней перлита.

Третий тип структуры – перлит – наблюдается в эвтектоидной стали, содержащей 0,8 % С.

Четвертый тип структуры – вторичный цементит и перлит – наблюдается в заэвтектоидной стали с содержанием углерода от 0,8 до 2,14 % (т. E).

Отличие доэвтектоидных сталей от заэвтектоидных по микроструктуре

В доэвтектоидных и заэвтектоидных сталях имеется одна общая для обоих типов структур составляющая – перлит. Отличить при микроанализе до- и заэвтектоидные стали друг от друга можно только по избыточным выделениям: если в структуре находится избыточный феррит, то сталь доэвтектоидная, а если вторичный цементит, то сталь заэвтектоидная.

Имеются три металлографических способа отличить доэвтектоидные стали от заэвтектоидных.

а) При травлении раствором азотной кислоты избыточные феррит и цементит имеют светлый оттенок. Относительное весовое количество избыточного феррита в доэвтектоидных сталях может изменяться от 100 % (сталь состава точки Р) до 0 % (сталь состава точки S). В то же время количество вторичного цементита в заэвтектоидных сталях может изменяться в узких пределах – от 0 % (сталь состава точки S) до 20 % (сталь состава точки E).

Таким образом, если в отожженной стали, наряду с темным перлитом, обнаруживается светлая составляющая, занимающая более 20 % всей площади поля шлифа, видимого в микроскоп, то эта составляющая является избыточным ферритом, и сталь, следовательно, доэвтектоидная.

б) Если относительное количество светлой составляющей меньше 20 %, или если при микроанализе трудно произвести количественную оценку, то эта светлая составляющая может оказаться как избыточным ферритом, так и вторичным цементитом. В этом случае следует использовать индикаторный травитель – горячий щелочной раствор пикрата натрия, который окрашивает цементит в темно-коричневый цвет, оставляя феррит светлым.

в) Если избыточная фаза занимает менее 20 % площади шлифа, протравленного азотной кислотой, то при наличии некоторого опыта можно отличить вторичный цементит от избыточного феррита по форме и оттенку выделений.

Сетка избыточного феррита после отжига составлена из отдельных зерен, в то время как вторичный цементит на шлифе выявляется в виде почти непрерывной сетки. Сетка вторичного цементита выступает над перлитом в виде рельефа, так как твердый цементит после полировки слегка возвышается над более мягким и сильнее сползающимся перлитом. Вторичный цементит может выделяться из аустенита также в виде изолированных игл, как по границам, так и внутри колоний перлита. Наконец, цементит выглядит под микроскопом более светлым по сравнению с ферритом.

Металлографическое определение углерода в отожженных сталях.

По соотношению площадей, занимаемых структурными составляющими, можно определить содержание углерода в углеродистой (нелегированной) стали и ее марку при условии, что сталь находится в равновесном (отожженном) состоянии.

Структура доэвтектоидной стали - феррит и перлит. Содержание углерода в феррите из-за незначительности этой величины (0,006%) не учитывают и считают, что он весь находится в перлите. Перлит содержит 0,8% углерода. Если знать процентное количество перлита в общем объеме стали (П%), то (поскольку плотности феррита и перлита близки) можно рассчитать содержание углерода в стали (С%) по формуле:

$$\% C = 0,8 \cdot \text{FP} / 100,$$

где FP – площадь, занятая перлитом (в %) в поле зрения микроскопа.

FP чаще всего оценивают на глаз. Такой метод может показаться слишком грубым; в действительности же он дает хорошие результаты. Если абсолютная ошибка в оценке площади, занимаемой перлитом, составляет 10 %, то абсолютная ошибка в определении содержания углерода составляет всего 0,08 %.

Характеристика структурных составляющих чугунов. Чугун представляет собой сплав железа с углеродом и некоторыми другими элементами. Углерода в чугуне содержится 2,14÷6,67%, в структуре он наблюдается в виде графита и цементита. Структура чугуна зависит от скорости его охлаждения и химического состава. По структуре, наблюдаемой в микроскопе, литейные чугуны делятся на белые, серые, высокопрочные.

Под микроскопом структура *белого доэвтектического чугуна*, в котором весь углерод находится в связанном состоянии в виде цементита, представляет, собой темные участки перлита дендритной формы, светлый блестящий вторичный цементит и ледебурит. Он проставляет собой характерную пятнистую структуру, в которой небольшие участки перлита расположены на светлом фоне цементита (рис. 16).

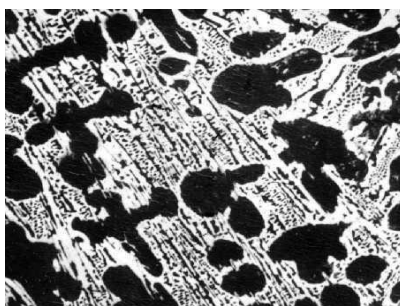


Рисунок 16 - Микроструктура доэвтектического белого чугуна с содержанием 3,6%С.

Структура *эвтектического чугуна*: ледебурит, состоящий из светлого цементита и темного перлита. Ясно видно дендритное строение структуры (рис. 17).



Рисунок 17 - Микроструктура эвтектического чугуна с содержанием углерода 4,3%

Структура *заэвтектического чугуна*: удлиненные светлые блестящие пластины избыточного первичного цементита и ледебурита, состоящего из темного перлита и светлого цементита (рис. 18).

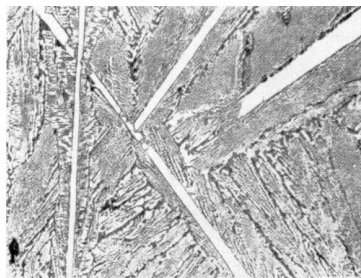


Рисунок 18. Микроструктура заэвтектического чугуна с содержанием углерода 5%

Ковкие чугуны получают путем отжига отливок из белого чугуна. В ковком чугуне весь углерод или значительная его часть находится в свободном состоянии в форме хлопьевидного графита (углерода отжига). Ковкий чугун легко распознается под микроскопом благодаря тому, что графит в нем выделен в форме более или менее округлых темных комков (гнезд). Структура металлической основы ковкого чугуна может быть ферритной (рис. 19), ферритно-перлитной или перлитной. В ферритно-перлитных чугунах светлые выделения феррита обычно окаймляют гнезда графита.

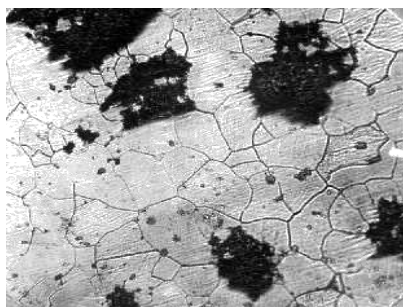


Рисунок 19 -. Микроструктура ковкого чугуна на ферритной основе

Серые чугуны отличаются тем, что в них углерод в значительной степени или полностью находится в свободном состоянии в форме пластинчатого графита.

Перерезанные плоскостью шлифа эти пластины представляются в виде темных «червячков» (чешуек) или темных пятен, когда пластинка графита широким сечением частично совпадает с плоскостью шлифа. Структура металлической основы может быть либо чисто ферритной (редко) (рис. 20, а), либо ферритно-перлитной (рис. 20, б), либо чисто перлитной (рис. 20, в).



а

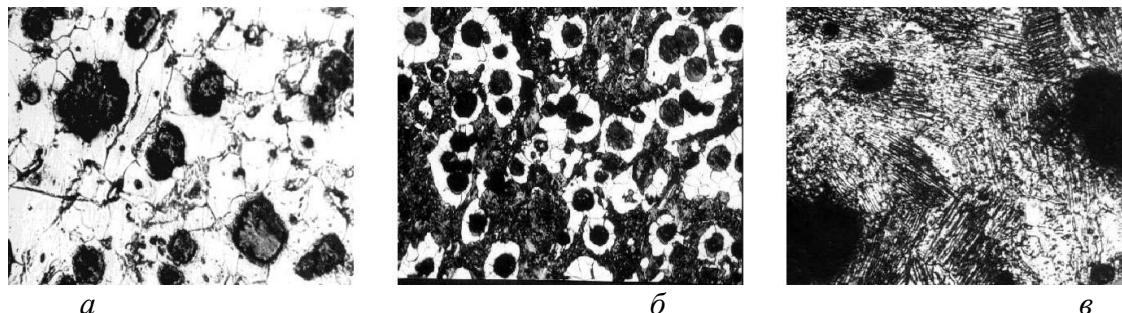
б

в

Рисунок 20 - Микроструктура серого чугуна на а – ферритной, б - ферритно-перлитной, в - перлитной основе

Благодаря более высокому по сравнению со сталью содержанию фосфора в чугуне часто наблюдается особая структурная составляющая - тройная фосфористая эвтектика (фосфористый феррит + фосфид железа + цементит). Ее структура напоминает пятнистый ледебурит, но мельче, а внешние границы участков ее залегания состоят из плавных дуг и острых углов.

Высокопрочные чугуны - это серые литейные чугуны, модифицированные магнием. В таких чугунах углерод в значительной степени или полностью находится в свободном состоянии в форме шаровидного графита. Металлическая основа может быть чисто ферритной (рис. 21, а), ферритно-перлитной (рис. 21, б), перлитной (рис. 21, в). У феррито-перлитного чугуна феррит, как правило, располагается вокруг темного графита в виде белого кольца, а на остальной площади располагается серый перлит.



а

б

в

Рисунок 21 - Микроструктура высокопрочного чугуна на а – ферритной, б - ферритно-перлитной, в - перлитной основе

Содержание отчета

1. Тема и цель работы.
2. Основные положения по теме работы (кратко).
3. Описание отдельных стадий выполнения работы с указанием используемого оборудования, с необходимыми пояснениями, цифровыми данными, зарисовками микроструктур и их описаниями.
4. Анализ полученных результатов, выводы.

Контрольные вопросы

1. Какое содержание углерода в эвтектоидной стали?
2. Какую кристаллическую решетку имеют α - и γ -железо?
3. Что такое аустенит, феррит, перлит, цементит?
4. Укажите название областей на стальной части диаграммы.
5. Какие процессы протекают в стали при ее охлаждении в области $727\text{ }^{\circ}\text{C}$?
6. Какое максимальное содержание углерода в аустените?
7. Какое максимальное содержание углерода в феррите?
8. Как влияет содержание углерода на свойства стали?

Практическая работа № 4

Определение свойств чугуна

Цель: изучить свойства чугуна

Обеспечение: Методические рекомендации по выполнению практических работ по материаловедению, Компьютеры, файл «Структура и свойства сталей и чугунов».

Порядок выполнения работы

1. Подробно изучить теоретические сведения.
2. Оформить отчет.

Теоретические сведения

Сплавы железа с углеродом являются основой так называемых черных сплавов — сталей и чугунов, которые служат важнейшими конструкционными материалами в технике. Структура и свойства любого сплава зависят прежде всего от свойств базового компонента и элементов-добавок, а также от характера их взаимодействия.

ЧУГУН - сплав, содержащий Fe+C, где $2,14 < C < 4,5\%$ и неизбежные примеси: Mn, S, P, Si.

Свойства чугунов: большая твердость, хрупкость, плохая обрабатываемость резанием, малая вязкость.

Виды:

- по назначению: пердеельный (для выплавки стали) и литейный (для производства чугунных отливок);
- по составу: обычный и легированный.
- по технологии производства: высокопрочный и ковкий.

Маркировка чугунов:

Белый чугун. Кристаллизация белого чугуна характеризуется диаграммой состояния сплавов железо-цементит.

Белый чугун из-за присутствия в нем довольно большого количества цементита обладает высокой твердостью, хрупкостью и практически не поддается обрабатываемости резанием. Используется как износостойкий конструкционный материал. Идет на изготовление лопаток дробеметных турбин, шаров, броневых плит, жернов для мельниц, деталей насосов, перекачивающих абразивную среду.

Серый чугун. Серый чугун получается при весьма медленном охлаждении, при этом происходит выделение графита, т.е. структура серого чугуна состоит из стальной основы с включениями графита. Кристаллизация серого чугуна характеризуется диаграммой “железо-графит”, линии которой несколько смещены влево и вверх, относительно диаграммы “железо-цементит”.

В промышленности применяют доэвтектические серые чугуны (литейные). Серый чугун, состоящий из феррита и графита, называют ферритным, т.к. весь углерод в виде графита выделяется лишь при крайне медленном охлаждении сплава. При ускоренном охлаждении при температуре линии P' S' K' выделение графитного эвтектоида прекращается и оставшийся углерод переходит в цементит, в результате чего образуется перлит. У такого чугуна основа доэвтектоидной стали (феррит и перлит) испещрен чешуйками графита, его называют феррито-перлитным. Если охлаждение ускоряется при температурах несколько выше линии P'S'K', то графитный эвтектоид не выделяется, а аустенит превращается по линии PSK в перлит. У такого чугуна основа эвтектоидной стали – перлит и графитовые включения в форме чешуек, чугун перлитный.

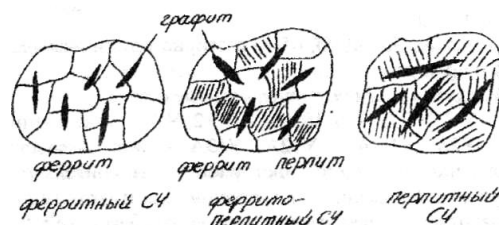


Рис. 22. Структура серого чугуна

Маркировка серого чугуна согласно ГОСТ 1412-79

СЧ 10, СЧ 15, СЧ 18, СЧ 20, СЧ 25, СЧ 30, СЧ 35, СЧ 40, СЧ 45 – число обозначает предел прочности чугуна на растяжение (кгс/мм²). Применяется для изготовления конструкций методом литья (блок цилиндров, ГБЦ, коленчатый вал, станина станка, гильза цилиндров и др. корпусные детали).

Высокопрочный чугун - ГОСТ 7293-79 получают из белого чугуна модифицированием магнием или церием, при этом в чугуне образуется шаровидный графит, из-за которого повышается прочность и вязкость чугуна. Применяется вместо стали для отливки коленчатых валов (ЗМЗ-53, ЗМЗ-24), зубчатых колес, муфт, ступиц, картеров задних мостов, распределительных валов.



Рис. 23. Структура высокопрочного чугуна

ВЧ 38-17 ВЧ 42-12 ВЧ 45-5 ВЧ 60-2 ВЧ 80-2 ВЧ 100-2 ВЧ 120-2

Первая цифра – предел прочности при растяжении в кгс/мм²

Вторая цифра – относительное удлинение в %.

Ковкий чугун – условное название мягкого и вязкого чугуна, получаемого из белого, отливной и дальнейшей термической обработкой, его не коуют, но он достаточно пластичен, в противоположность серому. Ковкий чугун имеет сталистую основу и графит в виде хлопьев, что придает чугуну большую вязкость и пластичность.

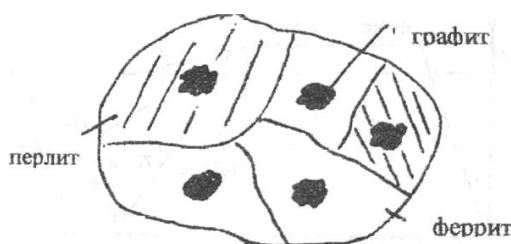


Рис. 24. Структура ковкого чугуна

Ферритовый ковкий чугун – по ГОСТ 1215-79 КЧ 30-6 КЧ 33-8 КЧ 35-10

КЧ 37-12 (НВ 163) для изготовления картеров, корпусов, ступиц.

Перлитовый ковкий чугун КЧ 45-7 КЧ 50-5 КЧ 55-4 КЧ 60-3 КЧ 65-3 КЧ 70-2 КЧ 80-1,5 (НВ 320) применяется КЧ для изготовления вилок карданных валов, шестерен, червячных колес, поршней, подшипников, втулок, муфт, коленвалов, тормозных колодок.

А – антифрикционные чугуны: АС4, АС4-2, АВЧ-1 (Основа: СЧ и ВЧ + добавки хрома, никеля, меди) Изготавливают: подшипники трения.

Обозначение марок различных групп чугуна:

- пердедельный чугун - П1, П2;
- пердедельный чугун для отливок - ПЛ1, ПЛ2;
- пердедельный фосфористый чугун - ПФ1, ПФ2, ПФ3;
- пердедельный высококачественный чугун ПВК1, ПВК2, ПВК3;
- чугун с пластинчатым графитом СЧ;

цифры, стоящие после букв "СЧ", обозначают величину временного сопротивления разрыву в кгс/мм;

- антифрикционный чугун серый - АЧС;
 - антифрикционный высокопрочный - АЧВ;
 - антифрикционный ковкий - АЧК;
 - чугун с шаровидным графитом для отливок ВЧ;
- цифры после букв "ВЧ" означают временное сопротивление разрыву в кгс/мм;
- чугун легированный со специальными свойствами Ч;

буквы после буквы "Ч" означают легирующие элементы: Х - хром, С - кремний, Г - марганец, Н - никель, Д - медь, М - молибден, Т - титан, П - фосфор, Ю - алюминий. Цифры после букв означают среднее содержание основных легирующих элементов в процентах. Буква "Ш" в конце марки чугуна указывает, что чугун имеет графит шаровидной формы.

• ковкий чугун КЧ;

цифры, стоящие после букв "КЧ", означают временное сопротивление разрыву в кгс/мм и относительное удлинение в процентах.

Пример расшифровки: КЧ 45-14 - ковкий чугун, предел прочности при растяжении (45х10) 450 Н/мм², относительное удлинение - 14 %.

Содержание отчета:

1. Название, цель работы, оборудование и материалы.
2. Краткие теоретические сведения.
3. Заполнить в тетради таблицу 3 согласно варианту соответствующему порядковому номеру по списку в журнале:

3. Вывод

Таблица 3.

Марка чугуна	Название	Вид по назначению	Вид по составу	Вид по технологии производства	Виды изготавливаемых деталей	Характеристики (твердость, пластичность)	Форма графита
Вариант: 1, 6, 11, 16, 21							
СЧ 10							
ВЧ 38-17							
КЧ 30-6							
АС4							
Вариант: 2, 7, 12, 17, 22							
СЧ 15							
ВЧ 42-12							
КЧ 33-8							
АС4-2							
Вариант: 3, 8, 13, 18, 23							
СЧ 18							
ВЧ 80-2							
КЧ 35-10							
АВЧ-1							
Вариант: 4, 9, 14, 19, 24							
СЧ 20							
ВЧ 100-2							
КЧ 60-3							
АС4-2							
Вариант: 5, 10, 15, 20, 25							
СЧ 25							
ВЧ 120-2							
КЧ 80-1,5							
АВЧ-1							

Контрольные вопросы:

1. Что такое чугун?

2. Назовите свойства чугунов.
3. Опишите виды чугунов.
4. Опишите маркировку чугунов, что обозначают буквы и цифры в марке чугуна.
5. Расшифруйте марки чугунов СЧ20, КЧ30-6, ЧХ22, АЧВ-1, ВЧ50.

Практическая работа № 5

Производство стали

Цель работы – ознакомление с основными способами получения стали.

Оборудование и материалы: справочная, техническая и учебная литература.

Порядок выполнения работы

1. Подробно изучить теоретические сведения.
2. Оформить отчет.

Теоретические сведения

Способы получения стали зависят от применяемого оборудования:

- 1) кислородно-конвертерный;
- 2) мартеновский;
- 3) электроплавильный.

При первом способе выплавка стали производится в конвертере, представляющим собой стальной сосуд грушевидной формы, выложенный внутри огнеупорным кирпичом. Для получения стали в конвертер заливают жидкий чугун, имеющий высокую температуру (1250-1400 С) и загружают известняк, металлолом. Затем подают кислород под давлением. При этом кислород быстро выжигает из чугуна избыток углерода и др. примесей, известь взаимодействует с фосфором, серой и переводит их в шлак. По ходу плавки берут пробы металла на экспресс-анализ. Если содержание углерода соответствует заданному продувку кислородом прекращают и сталь сливают в ковш, а шлак сливают через специальное отверстие.

В готовой стали остается кислород в виде окисла железа. Для его восстановления в ковш вводят раскислители. Если сталь полностью раскислена и при застывании в изложницах из нее почти не выделяются газы, ее называют «спокойной». При выплавке спокойной стали в качестве раскислителей вводят сначала ферромарганец, потом ферросилиций и в последнюю очередь алюминий.

В тех случаях, когда из стали не удален кислород при ее разливке в изложницы и постепенном охлаждении последний взаимодействует с углеродом, с образованием окиси углерода. При интенсивном выделении окиси углерода поверхность металла как бы бурлит и сталь называют «кипящей». В этом случае в качестве раскислителей вводят только ферромарганец.

Наличие в жидком металле растворенных газов является причиной образования в слитке пустот, снижающих свойства стали. Для предотвращения образования пустот необходима дегазация жидкой стали до разлива ее в изложницы. Наиболее полная дегазация достигается обработкой стали в вакуумных камерах, в результате которой значительно повышаются плотность слитка и физико-механические свойства металла. После раскисления и дегазации сталь разливают по изложницам.

Существует два типа конвертеров- бессемеровский и томассовский, которые отличаются видом футеровки (огнеупорный материал). Для кремнистых чугунов- бессемеровский конвертер, для чугунов, обогащенных окислами фосфора- томассовский. В кислородных конвертерах выплавляют углеродистые, низколегированные и легированные стали. Из таких сталей изготавливают проволоку, трубы, рельсы.

Преимущества конвертерного способа:

- 1) высокая производительность;
- 2) компактность и простота устройства конвертера;

3) 3) низкая себестоимость стали.

Недостатки:

1) в конвертерах перерабатывается только жидкий чугун, а переработка металлолома возможна в небольшом количестве (до 10%);

2) в процессе продувки наряду с выгоранием углерода и других примесей выгорает немалая часть железа (потери металла составляют 10-15%);

3) процесс получения стали вследствие большой скорости с трудом поддается регулированию, что сокращает возможность получения стали точно определенного состава.

Конвертерную сталь применяют главным образом для изготовления изделий не требующих от металла особо высоких качеств.

При конвертерном способе производства стали возможность переработки металлолома невелика. С ростом потребления металла и развитием машиностроения проблема утилизации отходов металлообработки и металлолома становится все более актуальной и она обусловила возникновение нового способа производства стали - в мартеновских печах.

Мартеновская печь - это печь особой конструкции пламенная печь, в которой металл плавится под непосредственным воздействием пламени горящего топлива. Мартеновская печь работает на газообразном и жидком топливе (мазуте).

В зависимости от состава шихты различают скрап-процесс и скрап-рудный процессы плавки. При скрап-процессе в печь загружаются скрап (55-75%) и чушковый чугун (25-45%). При скрап-рудном процессе в печь заливают жидкий чугун (55-75%), добавляют руду (12-20%) и скрап

Преимущества мартеновского способа:

1) процесс плавки хорошо поддается управлению, что дает возможность получать сталь высокого качества и определенного состава;

2) возможность использования постоянно возрастающих ресурсов вторичного сырья (отходы сталелитейного производства, отходы металлообработки, амортизационный лом, который образуется в процессе эксплуатации машин и металлических изделий).

Недостатки:

1) значительный расход топлива.

Одним из основных путей снижения себестоимости стали является снижение расхода топлива и увеличение производительности мартеновских печей.

Производство стали в электрических печах (дуговые и индукционные печи) является более совершенным, чем предыдущие способы. Наиболее широкое распространение в металлургической промышленности получили дуговые электрические печи. При плавке стали в дуговых электропечах в состав шихтовых материалов входят в основном стальной лом и скрап с добавками чугуна, железной руды, флюсов, раскислителей и ферросплавов. В этих печах плавку металла осуществляют теплом, выделяемым электрической дугой, образуемой между электродами и металлом (служащим вторым электродом) (температура до 3500°C).

В индукционных печах плавку металла осуществляют теплом, выделяемым от вихревых токов, образующих от подачи на корпус индуктора тока высокой частоты. Плавку ведут быстро, поэтому металл не успевает сильно окислиться. Плавка в индукционных печах ведется в воздушной среде или вакууме.

Преимущества способа получения стали в электропечах:

1) создание высокой температуры в плавильном пространстве печи дает возможность быстро проводить плавку;

2) получать сталь и сплавы любого состава;

3) использование известкового шлака, способствует хорошему очищению металла от вредных примесей серы и фосфора;

4) возможность ведения плавки при всех режимах и условиях производства;

5) создание воздушной среды или вакуума в печи способствует хорошему раскислению и дегазации стали.

Недостатки:

- 1) значительный расход электроэнергии и электродов;
- 2) высокая стоимость получения стали.

В электропечах получают высоколегированные жаростойкие, жаропрочные и конструкционные стали и сплавы с особыми свойствами. В обычных сталеплавильных печах трудно, а иногда и невозможно получить металл, который удовлетворял бы возросшим потребностям современной техники. Поэтому большое развитие получают различные специальные способы производства высококачественных сплавов и сталей. К ним относятся плазменный, электрошлаковый, вакуумный, и другие. Наиболее перспективны методы внепечной обработки стали: обработка жидкой стали в вакууме, продувка стали газами, обработка стали жидкими синтетическими шлаками.

Выбор способа производства стали зависит от ряда технических, экономических и географических факторов. Предпочтение отдается тому способу производства, который позволяет получить сталь необходимого состава и высокого качества при меньшей ее себестоимости.

Содержание отчета

1. Тема и цель работы.
2. Схематически зарисовать и описать один из способов производства стали.
3. Заполнить таблицу «Сравнительная характеристика основных способов производства стали».
4. Вывод по работе.

Таблица 3 - Сравнительная характеристика основных способов производства стали

Способы производства стали	Исходные материалы	Источник нагрева (топливо)	Время плавки, ч	Емкость печи, т	Производительность, т/ч	Производимые стали	Преимущества способа	Недостатки способа

Контрольные вопросы

1. Назовите виды сырья используемые при производстве стали.
2. В чем заключается доменный процесс?
3. В чем заключается сущность передела чугуна в сталь?
4. Назвать и охарактеризовать способы производства стали.
5. Каковы преимущества и недостатки способа производства стали в мартеновских печах?

Практическая работа № 8

«Определение марок сталей по окраске торцов прутков и маркировке клеймением на концах прутков. Чтение марок легированных сталей, определение химического состава стали»

Цель работы: закрепить знания по условному обозначению марок простых и легированных сталей согласно ГОСТ. Закрепить знания по определению основных свойств сталей в соответствии с маркировкой и химическим составом

Оборудование и материалы: справочная, техническая и учебная литература.

Порядок выполнения работы

1. Прочитайте краткие теоретические сведения.
2. Составить отчет.

Теоретические сведения

В России и странах СНГ принята буквенно-цифровая система, согласно которой цифрами обозначается содержание элементов стали, а буквами — наименование элементов.

Буквенные обозначения применяются также для указания способа раскисления стали «КП — кипящая сталь, ПС — полуспокойная сталь, СП — спокойная сталь».

Конструкционные стали обыкновенного качества нелегированные

(ГОСТ 380-94) обозначают буквами СТ., например СТ. 3. Цифра, стоящая после букв, обозначает марку стали.

Конструкционные нелегированные качественные стали (ГОСТ 1050-88) Качественные углеродистые стали маркируются двухзначными числами, показывающими среднее содержание углерода в сотых долях процента: 05; 08; 10; 25; 40 и т.д.

Буква Г в марке стали указывает на повышенное содержание Mn (14Г ; 18Г и т.д.).

Качественные стали для производства котлов и сосудов высокого давления, согласно ГОСТ 5520-79, обозначают как конструкционные нелегированные стали, но с добавлением буквы К (например, 20К).

Конструкционные легированные стали, согласно ГОСТ 4543-71, обозначают буквами и цифрами. Цифры после каждой буквы обозначают примерное содержание соответствующего элемента, однако при содержании легирующего элемента менее 1,5% цифра после соответствующей буквы не ставится. Качественные дополнительные показатели пониженное содержание примесей типа серы и фосфата обозначаются буквой — А или Ш, в конце обозначения, например (12 Х НЗА, 18ХГ-Ш) и т. п.

Стали подшипниковые, согласно ГОСТ 801-78, обозначаются также как и легированные, но с буквой Ш в конце наименования. Следует заметить, что для сталей электрошлакового переплава буква Ш обозначается через тире (например, ШХ 15, ШХ4-Ш).

Стали инструментальные нелегированные, согласно ГОСТ 1435-90, делят на качественные, обозначаемые буквой У и цифрой, указывающей среднее содержание углерода в десятых долях процента (например, У7, У8, У10) и высококачественные, обозначаемые дополнительной буквой А в конце наименования (например, У8А) или дополнительной буквой Г, указывающей на дополнительное увеличение содержания марганца (например, У8ГА).

Стали инструментальные легированные

согласно ГОСТ 5950-73, обозначаются также как и конструкционные легированные (например, 4Х2В5МФ и т. п.).

Стали быстрорежущие в своем обозначении имеют букву Р (с этого начинается обозначение стали), затем следует цифра, указывающая среднее содержание вольфрама, а затем буквы и цифры, определяющие массовое содержание элементов. Не указывают содержание хрома, т. к. оно составляет стабильно около 4% во всех быстрорежущих сталях и углерода, т. к. последнее всегда пропорционально содержанию ванадия. Следует заметить, что если содержание ванадия превышает 2,5%, буква Ф и цифра указываются (например, стали Р6М5 и Р6 М5Ф3).

Стали нержавеющей стандартные, согласно ГОСТ 5632-72, маркируют буквами и цифрами по принципу, принятому для конструкционных легированных сталей (например, 08X18H10T или 16X18H12C4TЮЛ).

Автоматные стали маркируются буквой А (А12, А30 и т.д.).

Таблица 4 - Обозначений легирующих элементов

<i>Обозначение</i>	<i>Название элемента</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Название элемента</i>
А	Азот	Г	Марганец
Ю	Алюминий	Д	Медь
Р	Бор	М	Молибден
Ф	Ванадий	Н	Никель
В	Вольфрам	Б	Бор
К	Кобальт	Т	Титан
С	Кремний	Х	Хром
У	Углерод	Ц	Цирконий
П	Фосфор		

Таблица 5 – Варианты для выполнения задания

<u>ВАРИАНТ № 1</u>			
№ п	Марка стали	Расшифровка марок сталей	Наименование деталей автомобиля
1	2	3	4
1	ВСт1кп		
2	Ст20		
3	У7		
4	А12		
5	08X18H10T		
<u>ВАРИАНТ № 2</u>			
№ п	Марка стали	Расшифровка заданных марок сталей	Наименование деталей автомобиля
1	2	3	4
1	ВСт0		
2	Ст50		
3	У8А		
4	А40Г		
5	18ХГ-Ш		
<u>ВАРИАНТ № 3</u>			
№ п	Марка стали	Расшифровка марок сталей	Наименование деталей автомобиля
1	2	3	4
1	ВСт2кп		
2	Ст35сп		
3	У11		
4	А20		
5	12Х2Н4А		
<u>ВАРИАНТ № 4</u>			
№ п	Марка стали	Расшифровка марок сталей	Наименование деталей автомобиля
1	2	3	4
1	ВСт0		
2	60Г		

3	У13А		
4	А30		
5	03 Х17 Н13 М2		
<u>ВАРИАНТ № 5</u>			
№ п	Марка стали	Расшифровка марок сталей	Наименование деталей автомобиля
1	2	3	4
1	Ст2		
2	75Г		
3	У10Г		
4	К18		
5	12 Х Н3А		
<u>ВАРИАНТ № 6</u>			
№ п	Марка стали	Расшифровка марок сталей	Наименование деталей автомобиля
1	2	3	4
1	ВСт4кп		
2	08кп		
3	У12А		
4	К22		
5	4Х2В5МФ		

Содержание отчета.

1. Название и цель практической работы.
2. Заполненную таблицу № 5 (расшифруйте условное буквенное и цифровое обозначение заданных марок сталей) Укажите два наименования деталей автомобиля, изготовленных из заданных марок сталей.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Вывод.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируются стали по химическому составу, качеству и назначению?
2. Как влияет различное содержание углерода в углеродистой стали на ее механические свойства
3. Для чего вводят в стали легирующие элементы ?

Практическая работа № 7

Выбор марки стали для изготовления деталей, в зависимости от условий их работы

Цель работы: приобрести навыки в работе со справочной литературой по выбору легированной стали для деталей, в зависимости от условий их работы.

Оборудование и материалы: справочная, техническая и учебная литература.

Порядок выполнения работы

1. изучить условия работы заданной детали или инструмента и требования, предъявляемые к ней;

2. выбрать марку легированной стали для изготовления детали или инструмента, изучить ее химический состав и механические свойства;
3. дать обоснование выбора материала для заданной детали или инструмента;
4. составить отчет о практическом занятии.

1. Сталь, для изготовления шпинделей станков, гильз цилиндров ДВС, должна обладать высокой прочностью, после закалки высокой твердостью и износостойкостью. Подобрать сталь, указать ее химический состав и термообработку для получения требуемых свойств.

2. Лопатки реактивных и турбореактивных двигателей работают в окислительной среде при высоких температурах ($500\div 580^{\circ}\text{C}$). Металл должен обладать повышенной коррозионной стойкостью и прочностью при указанной температуре.

Подобрать металл или сплав, указать его состав и свойства.

3. Рессоры грузового автомобиля изготавливают из качественной легированной стали, толщина рессоры до 10 мм.

Сталь должна обладать высокими пределами прочности, выносливости и упругости. Подобрать сталь, указать ее состав и свойства в зависимости от термической обработки.

4. Сталь, применяемая для пароперегревателей котлов высокого давления, должна сохранять повышенные механические свойства при длительных нагрузках при температурах 500°C и иметь достаточно высокую пластичность для возможности выполнения холодной деформации (гибки, завальцовки и т. п.) при сборке котла.

Подобрать сталь, указать ее состав и механические свойства при комнатной и повышенной температурах.

5. Детали приборов и оборудования, которые устанавливают на морских судах, должны быть устойчивыми не только против действия воды, водяных паров и атмосферы воздуха, но и более сильного корродирующего действия морской воды.

Подобрать сталь, указать ее химический состав и механические свойства

Подобрать легированную сталь, указать ее химический состав и режим термической обработки.

6. Оси, валы, роторы – не испытывающие больших напряжений, применяются чаще всего в нормализованном состоянии. Подобрать марку стали, указать ее химический состав.

7. Завод выполняет токарную обработку чугуновых и стальных деталей с большой скоростью резания. Выбрать сплавы для резцов, обеспечивающие высокую производительность обработки стали и чугуна.

Привести химический состав, структуру, твердость, прочность и теплостойкость и способ изготовления этих сплавов и сравнить их с аналогичными характеристиками быстрорежущей стали.

8. Подобрать сталь для червячных фрез, обрабатывающих конструкционные стали твердостью HB 230.

Объяснить причины, по которым для этого нецелесообразно использовать углеродистую инструментальную сталь У12 с высокой твердостью (HRC $63\div 64$). Указать режимы термической обработки фрез из выбранной легированной стали.

9. Получение заготовок горячей деформацией является производительным способом обработки. Выбрать марку стали для изготовления крупного молотового штампа; рекомендовать режим термической обработки штампа, указать микроструктуру и механические свойства после отпуска.

Объяснить, почему подобные штампы не следует изготавливать из углеродистой стали.

10. Пружины приборов при нагреве даже в области климатических температур могут изменять свои характеристики в связи с изменением модуля упругости. Это снижает точность работы приборов.

Подобрать сталь для изготовления пружин, модуль упругости которого не изменяется при температурах до 250°C . Указать режим упрочняющей обработки стали.

11. Ответственные валы, коленчатые валы, оси, цапфы, подвергаемые закалке. Детали должны иметь высокую твердость и износостойкость в поверхностном слое и вязкую сердцевину. Выбрать марку стали, указать ее химический состав и термообработку для получения требуемых свойств.

12. Трубы пароперегревателей, арматура паровых котлов. Подобрать марку стали, указать ее химический состав.

13. Емкости, арматура работающие при низких температурах до -269 °С. Подобрать марку стали, указать ее химический состав и свойства.

14. Детали реактивных двигателей (лопатки, диски, турбин), работают при высокой температуре 600÷8000С, турбокомпрессоров (800÷8500С).

15. Инструмент, применяемый при обработке древесины и для резания мягких металлов при ручной металлообработке. Подобрать марку стали, указать ее химический состав.

Пример:

Задача. Подберите легированную инструментальную сталь, пригодную для резания жаропрочных сталей, укажите ее марку и химический состав, термическую обработку и микроструктуру в готовом инструменте. Сопоставьте теплостойкость стали Р12 и выбранной стали.

Решение. При резании сталей и сплавов с аустенитной структурой (нержавеющих, жаропрочных и др.), получающих все более широкое применение в промышленности, стойкость инструментов и предельная скорость резания могут сильно снижаться по сравнению с получаемыми при резании обычных конструкционных сталей и чугунов с относительно невысокой твердостью (до НВ 220—250). Это связано главным образом с тем, что теплопроводность аустенитных сплавов пониженная. Вследствие этого теплота, выделяющаяся при резании, лишь в небольшой степени поглощается сходящей стружкой и деталью и в основном воспринимается режущей кромкой. Кроме того, эти сплавы сильно упрочняются под режущей кромкой в процессе резания, из-за чего заметно возрастают усилия резания.

Для резания подобных материалов, называемых труднообрабатываемые, малопригодны быстрорежущие стали умеренной теплостойкости типа Р12, сохраняющие высокую твердость (HRC 60) и мартенситную структуру после нагрева не выше 615—620 °С.

Для сверл и фрез, применяемых для резания аустенитных сплавов, рекомендуются кобальтовые сплавы марок Р12Ф4 К5 или Р8МЗК6

Химический состав сталей: Р12Ф4 К5 – около 1 % С, 12% W, 4% V, 5% Со.

Задача выполняется согласно варианту, соответствующему порядковому номеру в журнале.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9
№ задачи	1, 6,15	2, 5,14	3, 4, 13	4,2,12	1, 5,11	6, 8, 10	7,9,13	1, 8,14	2, 9,15
№ варианта	10	11	12	13	14	15	16	17	18
№задачи	3, 5, 10	4, 6,11	5, 7, 12	2,6,13	3, 7,14	4, 8, 15	1,9,10	2,7,10	3, 8, 11
№ варианта	19	20	21	22	23	24	25	26	27
№задачи	1,12,13	5,8,13	6,12,14	7,11,15	1,4,7	2,8,12	1,2,3	13-15	3,6,9

Содержание отчета

1. Тема и цель работы.

2. Записать условие задачи и дать примерное решение задачи по выбору марки легированной стали для изготовления детали или инструмента с указанием ее химического состава и механических свойств;

происходит бездиффузионная перестройка решеток Fe_γ в Fe_α без выделения углерода. Образуется структура мартенсит, которая представляет собой перенасыщенный твердый раствор углерода в Fe_α .

Наименьшая скорость охлаждения, при которой аустенит превращается в мартенсит, называется критической скоростью закали. Мартенсит, имеет игольчатое строение и высокую твердость (HB 500-650). Мартенситное превращение происходит в интервале температур $M_n—M_k$ (где M_n —начало мартенситных превращений; M_k — конец мартенситных превращений), которые определяются содержанием углерода в стали.

Виды термической обработки. Различают следующие виды термической обработки стали:

- 1) отжиг первого рода или рекристаллизационный (отжиг без фазовых превращений);
- 2) отжиг второго рода (отжиг с фазовыми превращениями);
- 3) нормализация;
- 4) закалка;
- 5) отпуск.

Отжиг первого рода (рекристаллизационный отжиг) — это процесс термической обработки, заключающийся в нагреве детали до температуры ниже фазовых превращений, выдержке при этой температуре и медленном охлаждении. Такой вид отжига применяют для снятия внутренних напряжений у деталей, полученных методами холодной деформации (холодная - прокатка, холодная штамповка, волочение и др.), а также для уничтожения нагартовки (наклепа) металла.

Температура рекристаллизационного отжига любого металла должна быть выше температуры рекристаллизации данного металла. Температура рекристаллизационного отжига для разных металлов и сплавов различная. Например, для стали температура рекристаллизационного отжига на $150\div 250^\circ\text{C}$, выше температуры рекристаллизации, обычно $680\div 700^\circ\text{C}$.

Рекристаллизация заключается в том, что, начиная с некоторой температуры при нагревании, происходит интенсивное перемещение атомов в металле, что влечет за собой изменение формы и величины деформированных кристаллических зерен. При этом происходят превращения, подобные происходящим при первичной кристаллизации и вторичной перекристаллизации (зарождаются новые центры кристаллов и одновременно происходит их рост). Взамен вытянутых, расплюснутых зерен образуются мелкие, сфероидальные зерна; металлу возвращаются исходные свойства, т. е. понижается твердость, повышается пластичность.

Отжиг второго рода (отжиг с фазовыми превращениями) заключается в нагреве детали до температуры несколько выше критической, выдержке при этой температуре и медленном охлаждении вместе с печью. Цель отжига — выровнять химический состав детали, получить мелкозернистую равновесную структуру, снять внутренние напряжения, повысить пластичность и понизить твердость, улучшить условия обрабатываемости резанием. Отжиг второго рода подразделяется на полный, неполный, изотермический, ступенчатый и диффузионный.

Полный отжиг производят путем нагрева стали на $30\div 50^\circ\text{C}$ выше критической температуры A_{c3} , выдержке при этой температуре и медленном охлаждении. Полному отжигу подвергают горячедеформируемые стали (поковки, штамповки, прокат, а также слитки и фасонные отливки из углеродистой и легированной стали).

Неполный отжиг производят путем нагрева детали до температуры выше критической точки A_{c1} на $30\div 50^\circ\text{C}$, выдержке при этой температуре и последующего медленного охлаждения. Неполный отжиг необходим для перекристаллизации перлита, снятия внутренних напряжений и улучшения обрабатываемости резанием. Применяется для заэвтектоидных сталей.

Изотермический отжиг заключается в нагреве детали до температуры выше критической на $30\div 50^\circ\text{C}$ (как и при обычном отжиге), выдержке при этой температуре и сравнительно быстром охлаждении до температуры $600\div 650^\circ\text{C}$. При этой температуре опять дают выдержку, необходимую для полного распада аустенита, после чего следует сравнительно быстрое охлаждение. Изотермический отжиг применяется в основном для легированных сталей. Преимуществом изотермического отжига является сокращение длительности технологического процесса. Длительность обычного отжига 13—15 ч, изотермического 4—6 ч.

Ступенчатый отжиг является отжигом на зернистый перлит (сферодизация). Процесс заключается в нагреве детали выше критической температуры A_{c1} на $30\div 50^\circ\text{C}$, выдержке при этой температуре и медленном охлаждении. Цель такого отжига — перевод пластинчатого перлита в зернистый (глобулярный). Обычно сферодизации подвергают эвтектоидные и заэвтектоидные стали, получая высокие значения относительного удлинения и относительного сужения.

Диффузионный отжиг применяется в основном для крупных фасонных отливок и слитков из легированной стали, для выравнивания химического состава путем диффузии при температуре $1050\div 1150^\circ\text{C}$ и выдержке 10—15 ч. При диффузионном отжиге получается крупнозернистая структура. Для получения мелкозернистой структуры приходится после диффузионного отжига производить обычный, полный отжиг.

При всех видах отжига не допускается перегрев и пережог стали. Перегрев стали — брак исправимый; образовавшуюся крупную зернистую структуру можно исправить повторным отжигом. Пережог стали — брак неисправимый, так как сильно окисленные границы кристаллических зерен теряют связь, и деталь разрушается.

Нормализация¹ отличается от отжига повышенной скоростью охлаждения (на спокойном или движущемся воздухе). Процесс нормализации заключается в нагреве стали выше критических температур A_{c3} , A_{c1} на $30\div 50^\circ\text{C}$, выдержке при этой температуре и охлаждении на воздухе. Нормализацией достигают измельчения и однородности структуры, устранения внутренних напряжений и уничтожения сетки вторичного цементита в

заэвтектоидных сталях. Нормализации подвергают фасонные отливки, поковки, штамповки и прокатные материалы.

Закалка — это процесс, который заключается в нагреве стали выше критических температур A_{c3} , A_{c1} на $30\div 50^\circ\text{C}$, выдержке при этой температуре и последующем быстром, охлаждении в воде, масле или других охлаждающих средах. Основная цель закалки — получение высокой твердости и прочности.

Резкое увеличение твердости и прочности в процессе закалки происходит за счет изменения структуры в процессе нагрева и охлаждения, за счет образования неравновесных твердых структур — мартенсита, троостита и сорбита.

¹ Нормализация является промежуточным процессом термической обработки между отжигом и закалкой. В зависимости от химического состава стали нормализацию применяют иногда вместо отжига, иногда вместо закалки.

Температура нагрева под закалку зависит от химического состава стали. Дозэвтектоидную углеродистую сталь нагревают выше критической температуры A_{c3} на $30\div 50^\circ\text{C}$, а эвтектоидную и заэвтектоидную стали нагревают выше A_{c1} на $30\div 50^\circ\text{C}$. Температура под закалку доэвтектоидной стали изменяется с изменением содержания в стали углерода, температура нагрева заэвтектоидных сталей постоянна и равна $770\div 780^\circ\text{C}$.

Нагрев деталей должен быть медленным, чтобы не возникли напряжения и трещины. Время нагрева зависит от химического состава стали, от формы и размеров детали. Время выдержки должно быть достаточным, чтобы весь процесс превращения феррито-цементной смеси в аустенит полностью завершился. Продолжительность выдержки обычно составляет 25% общего времени нагрева. Скорость охлаждения должна быть такой, чтобы обеспечить получение нужной структуры — мартенсита, троостита или сорбита, т. е. обеспечить необходимые механические свойства обрабатываемой детали.

Для успешного проведения термической обработки правильный выбор закалочной среды имеет большое значение. Закалку среднеуглеродистых сталей производят в воде при температуре 18°C , а большинства остальных сталей — в масле.

Способность стали принимать закалку на определенную глубину называется прокаливаемостью. Прокаливаемость стали можно определить по излому, по микроструктуре и по твердости. В зависимости от толщины закаленного слоя в деталях различают объемную и поверхностную закалку.

Объемная закалка в зависимости от способа охлаждения разделяется на следующие виды.

Закалка в одном охладителе углеродистых сталей, (охлаждение в воде) и легированных сталей (охлаждение в масле) заключается в том, что нагретую до температуры закалки деталь погружают в закалочную среду и держат там до ее полного охлаждения. Недостатком этого способа является возникновение больших термических напряжений из-за резкой разности температур нагретого металла и охлаждающей среды.

Ступенчатая закалка производится путем быстрого охлаждения последовательно в двух различных охлаждающих средах. Первой охлаждающей средой служат расплавленные соли или масло с температурой на $20\div 30^\circ\text{C}$ выше точки начала мартенситного превращения M_n для данной стали. В горячей среде деталям дают кратковременную выдержку, целью которой является выравнивание температуры по сечению детали. Структура металла — аустенит. Второй охлаждающей средой является воздух; при этом аустенит переходит в мартенсит.

Достоинством такого способа закалки является уменьшение термических напряжений, а следовательно/невозможности появления трещин, поводки и коробления, а также хорошее сочетание высокой вязкости с прочностью. Ступенчатую закалку применяют для мелких деталей из углеродистой стали с сечением $8\text{—}10\text{ мм}$ и для деталей из легированной стали с сечением до 30 мм .

Изотермическая закалка, так же как и ступенчатая закалка, производится в двух охлаждающих средах. Температура горячей среды (соляные, селитровые или щелочные ванны) зависит от химического состава стали. Время выдержки должно быть достаточным для полного превращения аустенита в игольчатый троостит. Окончательное охлаждение до комнатной температуры производится на воздухе.

Изотермическую закалку широко применяют для деталей из высоколегированных сталей. После изотермической закалки сталь приобретает высокие прочностные свойства.

Поверхностная закалка применяется для придания многим ответственным деталям (валам, зубчатым колесам и др.), работающим на трение и одновременно подвергающимся действию ударных нагрузок, твердости поверхностного слоя, высокого сопротивления изнашиванию и вязкости сердцевины, обеспечивающей сопротивление удару. В зависимости от способа нагрева деталей поверхностная закалка разделяется на индукционную (токами высокой частоты), контактную, газопламенную, закалку в электролите. Индукционная закалка основана на том, что электрический ток высокой частоты, проходя по проводнику — индуктору, создает вокруг него электромагнитное поле. На поверхности детали, помещенной в это поле, индуцируются вихревые токи, вызывая нагрев детали до высоких температур. Это обеспечивает возможность протекания фазовых превращений, т. е. превращение феррито-цементитной смеси в аустенит. После охлаждения поверхность детали имеет структуру мартенсита.

Достоинства индукционной закалки: высокая производительность; простота автоматизации процесса и возможность включения операций закалки в поточные линии обработки деталей; экономичность процесса; получение хороших механических свойств детали; отсутствие обезуглероженного и окисленного слоя детали;

отсутствие обезуглероженного и окисленного слоя в закаленной поверхности; минимальная деформация закаливаемых деталей.

Недостатки индукционной закалки: необходимость индивидуальных индукторов и сравнительно высокая первоначальная стоимость индукционных установок.

Газопламенная закалка достигается быстрым нагревом поверхности детали пламенем — ацетилено-кислородным, газо-кислородным или кислородно-керосиновым и последующим охлаждением водой или эмульсией. Газопламенной закалке подвергают крупные детали простой формы, изготовленные из углеродистой стали.

Достоинства газопламенной закалки: простота устройства и малая стоимость установки; возможность автоматизации процесса и включения операции термической обработки в общий поток изготовления детали; отсутствие обезуглероженного и окисленного слоя в закаленной поверхности.

Недостатком газопламенной закалки является трудность регулирования температуры нагрева и глубины закаленного слоя.

Отпуск — это завершающая операция термической обработки, формирующая структуру, а следовательно, и свойства стали. Назначение отпуска — снять внутренние напряжения, возникшие в процессе закалки, и получить необходимую структуру. Процесс отпуска заключается в нагревании стали до температуры ниже A_{c1} , выдержке при этой температуре и охлаждении. В зависимости от температуры нагрева закаленной детали различают три вида отпуска: низкий, средний и высокий.

Низкий отпуск производится при температурах 150-250°C с целью уменьшения закалочных напряжений при сохранении мартенситной структуры. Твердость детали после низкого отпуска почти не изменяется. Низкий отпуск применяется для углеродистых и легированных сталей, для которых необходимы высокая твердость и износостойчивость.

Средний отпуск, производится при температурах нагрева 350÷500°C и применяется для пружинных и рессорных сталей, а также для сталей, идущих на изготовление штампов.

Высокий отпуск производится при температурах нагрева 500÷650°C и применяется для конструкционных сталей..

Варианты и задания к работе.

Шестерки главных передач и коробок передач изготавливают из сталей 5,35X, 40XH, 18XГР, 2СХГР, 20ХН2М, 15ХГН2ТА, 18ХГТА, 25ХГМ, 25ХГС, 30ХГС и др. Качество зубчатых колес, их долговечность зависит не только от твердости и износостойкости поверхностного слоя, но и от прочности сердцевины зуба. Сталь, из которой их изготавливают, должна быть мелкозернистой, иметь достаточную прокаливаемость, обеспечивающую отсутствие в сердцевине структурно свободного феррита и минимальную скорость к деформации.

Таблица 5 - Подобрать вид и режим ХТО и ТО

Вариант	Материал, из которого изготовлена шестерня	Требования, предъявляемые к деталям.
1, 8, 15	Сталь 40X	Шестерня с $m=3$, 45- 50HRCэ.
2, 9, 16	Сталь 20ХГМ	Высоконагруженная шестерня, твердость зубьев шестерни 52-56 HRCэ, сердцевины 32-36 HRCэ
3, 10, 17	Сталь 20ХГР	Малонагруженная шестерня, твердость зубьев 50-54HRC, сердцевина 30-32HRCэ
4, 11, 18	Сталь 18ХГТА	Высоконагруженные шестерни, твердость зубьев 56-62HRCэ, сердцевины 30-34HRCэ.

5, 12, 19	Сталь 12ХНЗА	Средненагруженная шестерня, твердость зубьев 60-64HRCэ, сердцевина 30-40 HRCэ.
6, 13, 20	Сталь 45	Шестерня с m=10, твердость зубьев 40-45HRCэ, сердцевина 230-240HB.
7, 14, 21	Сталь 25ХГТ	Высоконагруженные шестерни, твердость зубьев 60-65HRCэ, сердцевина 36-40HRCэ

В зависимости от предъявляемых требований коленчатые валы изготавливают из стали 40, 45, 18Х2Н4ВА, из высокопрочного чугуна, карданные валы из стали 15,20, крестовины карданной передачи из стали 20Х, 18ХГТ, 20ХГНТР.

Таблица 6 - Выбрать вид и режим ХТО и ТО

Вариант	Наименование детали	Материал	Требования к детали
22	Вал карданный	Сталь 20	Твердость рабочих поверхностей 48-52HRC
23	Вал коленчатый	Сталь 40ХНВА	Твердость вала 280-300HB, шеек вала 52-56HRCэ.
24	Вал коленчатый	Сталь 18Х2Н4ВА	Твердость вала 260-280HB, шеек вала 56-52HRCэ
25	Крестовина	Сталь 20Х	Твердость поверхностного слоя 48-54HRCэ, сердцевина 28-32HRCэ.
26	Крестовина	Сталь 18ГТ	Твердость поверхностного слоя 50-56HRCэ, сердцевина 30- 34HRCэ.
27	Вал коленчатый	Сталь 45	По всему объёму твердость 220-240HB, шейки 40-45HRCэ.

Содержание отчета

1. Аргументированный ответ на поставленное задание.
2. Нижнюю часть диаграммы Fe - С с изображением видов отжига, отпуска, закали, нормализации.
4. Таблицу материалов, подвергаемых цементации, азотированию, цианированию, нитроцементации.
5. Вывод.

Контрольные вопросы:

1. Сущность термической обработки и ее виды.
2. Назначение каждого вида термической обработки.
3. Отжиг, нормализация, закалка, отпуск, старение, их виды, режимы, цель и назначение.
4. Сущность химико-термической обработки, виды, назначение.
5. Термическая обработка конструкционных углеродистых и легированных сталей.
6. Термическая обработка деталей машин: зубчатых колес, коленчатых валов, пружин и рессор, карданных валов и др.

Практическая работа №9

Определение свойств меди

Цель: изучить свойства меди

Обеспечение: Методические рекомендации по выполнению практических работ по сварке и резке материалов.

Порядок выполнения работы

1. Подробно изучить теоретические сведения.
2. Оформить отчет.

Теоретические сведения

Медь и ее сплавы

Медь имеет гранцентрированную кубическую решетку. Плотность меди $8,94 \text{ г/см}^3$, температура плавления 1083°C .

Характерным свойством меди является ее высокая электропроводность, поэтому она находит широкое применение в электротехнике. Технически чистая медь маркируется: М00 (99,99 % Cu), М0 (99,95 % Cu), М2, М3 и М4 (99 % Cu).

Механические свойства меди относительно низкие: предел прочности составляет $150\ldots 200 \text{ МПа}$, относительное удлинение – $15\ldots 25 \%$. Поэтому в качестве конструкционного материала медь применяется редко. Повышение механических свойств достигается созданием различных сплавов на основе меди.

Различают две группы медных сплавов: *латуни* – сплавы меди с цинком, *бронзы* – сплавы меди с другими (кроме цинка) элементами.

Латуни

Латуни могут иметь в своем составе до 45 % цинка. Повышение содержания цинка до 45 % приводит к увеличению предела прочности до 450 МПа . Максимальная пластичность имеет место при содержании цинка около 37 %.

По способу изготовления изделий различают латуни деформируемые и литейные.

Деформируемые латуни маркируются буквой Л, за которой следует число, показывающее содержание меди в процентах, например в латуни Л62 содержится 62 % меди и 38 % цинка. Если кроме меди и цинка, имеются другие элементы, то ставятся их начальные буквы (О – олово, С – свинец, Ж – железо, Ф – фосфор, Мц – марганец, А – алюминий, Ц – цинк). Количество этих элементов обозначается соответствующими цифрами после числа, показывающего содержание меди, например, сплав ЛАЖ60-1-1 содержит 60 % меди, 1 % алюминия, 1 % железа и 38 % цинка.

Однофазные α – латуни используются для изготовления деталей деформированием в холодном состоянии. Изготавливают ленты, гильзы патронов, радиаторные трубки, проволоку.

Для изготовления деталей деформированием при температуре выше 500°C используют латуни. Из двухфазных латуней изготавливают листы, прутки и другие заготовки, из которых последующей механической обработкой изготавливают детали. Обрабатываемость резанием

улучшается присадкой в состав латуни свинца, например, латунь марки ЛС59-1, которую называют «автоматной латунью».

Латуни имеют хорошую коррозионную стойкость, которую можно повысить дополнительно присадкой олова. Латунь ЛО70-1 стойка против коррозии в морской воде и называется «морской латунью».

Добавка никеля и железа повышает механическую прочность до 550 МПа.

Литейные латуни также маркируются буквой Л. После буквенного обозначения основного легирующего элемента (цинк) и каждого последующего ставится цифра, указывающая его усредненное содержание в сплаве. Например, латунь ЛЦ23А6Ж3Мц2 содержит 23 % цинка, 6 % алюминия, 3 % железа, 2 % марганца. Наилучшей жидкотекучестью обладает латунь марки ЛЦ16К4. К литейным латуням относятся латуни типа ЛС, ЛК, ЛА, ЛАЖ, ЛАЖМц. Литейные латуни не склонны к ликвации, имеют сосредоточенную усадку, отливки получают с высокой плотностью.

Латуни являются хорошим материалом для конструкций, работающих при отрицательных температурах.

Бронзы

Сплавы меди с другими элементами кроме цинка называются *бронзами*.

Бронзы подразделяются на деформируемые и литейные.

При маркировке **деформируемых** бронз на первом месте ставятся буквы Бр, затем буквы, указывающие, какие элементы, кроме меди, входят в состав сплава. После букв идут цифры, показывающие содержание компонентов в сплаве. Например, марка БрОФ10-1 означает, что в бронзу входит 10 % олова, 1 % фосфора, остальное – медь.

Маркировка **литейных** бронз также начинается с букв Бр, затем указываются буквенные обозначения легирующих элементов и ставится цифра, указывающая его усредненное содержание в сплаве. Например, бронза БрО3Ц12С5 содержит 3 % олова, 12 % цинка, 5 % свинца, остальное – медь.

Оловянные бронзы При сплавлении меди с оловом образуются твердые растворы. Эти сплавы очень склонны к ликвации из-за большого температурного интервала кристаллизации. Благодаря ликвации сплавы с содержанием олова выше 5 % имеют в структуре эвтектидную составляющую $\alpha + \delta$, состоящую из мягкой и твердой фаз. Такое строение является благоприятным для деталей типа подшипников скольжения: мягкая фаза обеспечивает хорошую прирабатываемость, твердые частицы создают износостойкость. Поэтому оловянные бронзы являются хорошими антифрикционными материалами.

Оловянные бронзы имеют низкую объемную усадку (около 0,8 %), поэтому используются в художественном литье.

Наличие фосфора обеспечивает хорошую жидкотекучесть.

Оловянные бронзы подразделяются на деформируемые и литейные.

В *деформируемых бронзах* содержание олова не должно превышать 6 %, для обеспечения необходимой пластичности, БрОФ6,5-0,15.

В зависимости от состава деформируемые бронзы отличаются высокими механическими, антикоррозионными, антифрикционными и упругими свойствами, и используются в различных отраслях промышленности. Из этих сплавов изготавливают прутки, трубы, ленту, проволоку.

Литейные оловянные бронзы, БрО3Ц7С5Н1, БрО4Ц4С17, применяются для изготовления пароводяной арматуры и для отливок антифрикционных деталей типа втулок, венцов червячных колес, вкладышей подшипников.

Алюминиевые бронзы, БрАЖ9-4, БрАЖ9-4Л, БрАЖН10-4-4.

Бронзы с содержанием алюминия до 9,4 % имеют однофазное строение α – твердого раствора. При содержании алюминия 9,4...15,6 % сплавы системы медь – алюминий двухфазные и состоят из α – и γ – фаз.

Оптимальными свойствами обладают алюминиевые бронзы, содержащие 5...8 % алюминия. Увеличение содержания алюминия до 10...11 % вследствие появления λ – фазы

ведет к резкому повышению прочности и сильному снижению пластичности. Дополнительное повышение прочности для сплавов с содержанием алюминия 8...9,5 % можно достичь закалкой.

Положительные особенности алюминиевых бронз по сравнению с оловянными:

- меньшая склонность к внутрикристаллической ликвации;
- большая плотность отливок;
- более высокая прочность и жаропрочность;
- меньшая склонность к хладоломкости.

Основные недостатки алюминиевых бронз:

- значительная усадка;
- склонность к образованию столбчатых кристаллов при кристаллизации и росту зерна при нагреве, что охрупчивает сплав;
- сильное газопоглощение жидкого расплава;
- самоотпуск при медленном охлаждении;
- недостаточная коррозионная стойкость в перегретом паре.

Для устранения этих недостатков сплавы дополнительно легируют марганцем, железом, никелем, свинцом.

Из алюминиевых бронз изготавливают относительно мелкие, но высокоответственные детали типа шестерен, втулок, фланцев литьем и обработкой давлением. Из бронзы БрА5 штамповкой изготавливают медали и мелкую разменную монету.

Кремнистые бронзы, БрКМц3-1, БрК4, применяют как заменители оловянных бронз. Они немагнитны и морозостойки, превосходят оловянные бронзы по коррозионной стойкости и механическим свойствам, имеют высокие упругие свойства. Сплавы хорошо свариваются и подвергаются пайке. Благодаря высокой устойчивости к щелочным средам и сухим газам, их используют для производства сточных труб, газо- и дымопроводов.

Свинцовые бронзы, БрС30, используют как высококачественный антифрикционный материал. По сравнению с оловянными бронзами имеют более низкие механические и технологические свойства.

Бериллиевые бронзы, БрБ2, являются высококачественным пружинным материалом. Растворимость бериллия в меди с понижением температуры значительно уменьшается. Это явление используют для получения высоких упругих и прочностных свойств изделий методом дисперсионного твердения. Готовые изделия из бериллиевых бронз подвергают закалке от 800°C, благодаря чему фиксируется при комнатной температуре пересыщенный твердый раствор бериллия в меди. Затем проводят искусственное старение при температуре 300...350°C. При этом происходит выделение дисперсных частиц, возрастают прочность и упругость. После старения предел прочности достигает 1100...1200 МПа.

1. Содержание отчета

1. Тема и цель работы, оборудование и материалы.
2. Схематически зарисовать и описать один из способов производства стали.
4. Заполнить в тетради таблицу по форме

Марка	Виды	Свойства механические	Магнетизм	морозостойкость	Применение
Медь					
Латунь					
Бронза					

Контрольные вопросы:

- 1) Дайте характеристику меди (плотность, температура плавления и др.)
 - 2) Как маркируется технически чистая медь и где она применяется?
 - 3) На какие группы делятся медные сплавы?
 - 4) Дайте характеристику латуни.
 - 5) На какие виды делятся латуни, приведите пример обозначения?
 - 6) Дайте характеристику бронзы.
- На какие виды делятся бронзы, приведите пример обозначения?

Практическая работа №10

Определение свойств алюминия

Цель: Изучить свойства алюминия

Обеспечение: Методические рекомендации по выполнению практических работ.

Теоретические сведения

Алюминий и его сплавы

Алюминий – легкий металл с плотностью $2,7 \text{ г/см}^3$ и температурой плавления 660°C . Имеет гранецентрированную кубическую решетку. Обладает высокой тепло- и электропроводностью. Химически активен, но образующаяся плотная пленка оксида алюминия Al_2O_3 , предохраняет его от коррозии.

Механические свойства: предел прочности 150 МПа, относительное удлинение 50 %, модуль упругости 7000 МПа.

Алюминий высокой чистоты маркируется *A99 (99,999 % Al), A8, A7, A6, A5, A0* (содержание алюминия от 99,85 % до 99 %).

Технический алюминий хорошо сваривается, имеет высокую пластичность. Из него изготавливают строительные конструкции, малонагруженные детали машин, используют в качестве электротехнического материала для кабелей, проводов.

Алюминиевые сплавы

Принцип маркировки алюминиевых сплавов. В начале указывается тип сплава: Д – сплавы типа дюралюминов; А – технический алюминий; АК – ковкие алюминиевые сплавы; В – высокопрочные сплавы; АЛ – литейные сплавы.

Далее указывается условный номер сплава. За условным номером следует обозначение, характеризующее состояние сплава: М – мягкий (отожженный); Т – термически обработанный (закалка плюс старение); Н – нагартованный; П – полунагартованный

По технологическим свойствам сплавы подразделяются на три группы:

- деформируемые сплавы, не упрочняемые термической обработкой;
- деформируемые сплавы, упрочняемые термической обработкой;
- литейные сплавы.

Методами порошковой металлургии изготавливают спеченные алюминиевые сплавы (САС) и спеченные алюминиевые порошковые сплавы (САП).

Деформируемые сплавы, не упрочняемые термической обработкой.

Прочность алюминия можно повысить легированием. В сплавы, не упрочняемые термической обработкой, вводят марганец или магний. Атомы этих элементов существенно повышают его прочность, снижая пластичность. Обозначаются сплавы: с марганцем – АМц, с магнием – АМг; после обозначения элемента указывается его содержание (АМг3).

Магний действует только как упрочнитель, марганец упрочняет и повышает коррозионную стойкость.

Прочность сплавов повышается только в результате деформации в холодном состоянии. Чем больше степень деформации, тем значительно растет прочность и снижается

пластичность. В зависимости от степени упрочнения различают сплавы нагартованные и полунагартованные (АМгЗП).

Эти сплавы применяют для изготовления различных сварных емкостей для горючего, азотной и других кислот, мало- и средненагруженных конструкций.

Деформируемые сплавы, упрочняемые термической обработкой.

К таким сплавам относятся дюралюмины (сложные сплавы систем алюминий – медь – магний или алюминий – медь – магний – цинк). Они имеют пониженную коррозионную стойкость, для повышения которой вводится марганец.

Дюралюмины обычно подвергаются закалке с температуры 500°C и естественному старению, которому предшествует двух-, трехчасовой инкубационный период. Максимальная прочность достигается через 4...5 суток.

Широкое применение дюралюмины находят в авиастроении, автомобилестроении, строительстве.

Высокопрочными стареющими сплавами являются сплавы, которые кроме меди и магния содержат цинк. Сплавы В95, В96 имеют предел прочности около 650 МПа. Основной потребитель – авиастроение (обшивка, стрингеры, лонжероны).

Ковочные алюминиевые сплавы АК-, АК8 применяются для изготовления поковок. Поковки изготавливаются при температуре 380...450°C, подвергаются закалке от температуры 500...560°C и старению при 150...165°C в течение 6...15 часов.

В состав алюминиевых сплавов дополнительно вводят никель, железо, титан, которые повышают температуру рекристаллизации и жаропрочность до 300°C.

Изготавливают поршни, лопасти и диски осевых компрессоров, турбореактивных двигателей.

Литейные алюминиевые сплавы.

К литейным сплавам относятся сплавы системы алюминий – кремний (силумины), содержащие 10...13 % кремния.

Присадка к силуминам магния, меди содействует эффекту упрочнения литейных сплавов при старении. Титан и цирконий измельчают зерно. Марганец повышает антикоррозионные свойства. Никель и железо повышают жаропрочность.

Литейные сплавы маркируются от АЛ2 до АЛ20. Силумины широко применяют для изготовления литых деталей приборов и других средне- и малонагруженных деталей, в том числе тонкостенных отливок сложной формы.

Маркировка алюминия и алюминиевых сплавов

Алюминий отличают низкая плотность, высокие тепло- и электропроводность, хорошая коррозионная стойкость во многих средах за счет образования на поверхности металла плотной оксидной пленки Al_2O_3 . Алюминий высокопластичен и легко обрабатывается давлением, однако при обработке резанием возникают осложнения, одной из причин которых является налипание металла на инструмент.

Основные легирующие элементы в алюминиевых сплавах. Cu, Zn, Mg, Ni, Fe, Mn – элементы, формирующие упрочняющие зоны и фазы. Марганец одновременно повышает коррозионную стойкость. Кремний является основным легирующим элементом в ряде литейных алюминиевых сплавов (силуминов), поскольку он участвует в образовании эвтектики.

Ni, Ti, Cr, Fe повышают жаропрочность сплавов, затормаживая процессы диффузии и образуя стабильные сложнолегированные упрочняющие фазы. Литий в сплавах способствует возрастанию их модуля упругости. Вместе с тем магний и марганец снижают тепло- и электропроводность алюминия, а железо – его коррозионную стойкость.

Маркировка алюминиевых сплавов.

Принцип классификации	Сплав	
	Название	Обозначение

По химическому составу По названию сплава По технологическому назначению По свойствам По методу получения полуфабрикатов и изделий По виду полуфабрикатов	– Дуралюмин Ковочный Высокопрочный Спеченный Литейный Проволочный	АМг, АМц Д1, Д6 АК6, АК8 В95, В96 САП, САС, АЛ2 Амг5П
--	---	---

Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретическую часть.
2. Заполнить в тетради таблицу по форме:

Марка	Виды	Свойства механические	Магнетизм	Морозостойкость	Применение

Практическая работа № 11

Определение видов пластических масс по образцам

Цель работы: Изучить основные виды неметаллических материалов конструкционного назначения и уметь различать их.

Оборудование и материалы: набор неметаллических материалов, увеличительное стекло, таблица с описанием материалов.

Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретическое обоснование
2. Ответить на контрольные вопросы.
3. Ознакомиться с неметаллическими материалами, представленными в наборе.
4. Заполнить таблицу данных о неметаллических материалах (не менее 5 материалов)
5. Составить отчет.

Теоретические сведения

Понятие неметаллические материалы включает большой ассортимент материалов таких, как пластические массы, композиционные материалы, резиновые материалы, клеи, лакокрасочные покрытия, древесина, а также силикатные стекла, керамика и др.

Неметаллические материалы являются не только заменителями металлов, но и применяются как самостоятельные, иногда даже незаменимые материалы. Отдельные материалы обладают высокой механической прочностью, легкостью, термической и химической стойкостью, высокими электроизоляционными характеристиками, оптической прозрачностью и т. п. Особо следует отметить технологичность неметаллических материалов. Применение неметаллических материалов обеспечивает значительную экономическую эффективность.

Основой неметаллических материалов являются полимеры, главным образом синтетические.

Полимерные материалы

Полимерами называют вещества, макромолекулы которых состоят из многочисленных элементарных звеньев (мономеров) одинаковой структуры. Молекулярная

масса их составляет от 5000 до 1000 000. При таких больших размерах макромолекул свойства веществ определяются не только химическими составами этих молекул, но и их взаимным расположением и строением.

Классификация полимеров

Макромолекулы полимера представляют собой цепочки, состоящие из отдельных звеньев. Поперечное сечение цепи несколько ангстрем, а длина несколько тысяч ангстрем, поэтому макромолекулам полимера свойственна гибкость (которая ограничена размером сегментов — жестких участков, состоящих из нескольких звеньев).

Гибкость макромолекул является одной из отличительных особенностей полимеров. Молекулы полимеров характеризуются прочными связями в самих макромолекулах и относительно слабыми между ними. Полимеры в большом количестве встречаются в природе — натуральный каучук, целлюлоза, слюда, асбест, природный графит. Органическими полимерами являются смолы и каучуки. Элементоорганические соединения содержат в составе, основной цепи неорганические атомы кремния, титана, алюминия и других элементов, которые сочетаются с органическими радикалами (металльный, фенильный, этильный).

К неорганическим полимерам относятся силикатные стекла, керамика, слюда, асбест. В конкретных технических материалах используются как отдельные виды полимеров, так и сочетание различных групп полимеров; такие материалы называют композиционными (например, стеклопластики, углепластики).

Все полимеры по отношению к нагреву подразделяют на термопластичные и термореактивные. Термопластичные полимеры при нагревании размягчаются, даже плавятся, при охлаждении затвердевают; этот процесс обратим, т. е. никаких дальнейших химических превращений материал не претерпевает. Структура макромолекул таких полимеров линейная или разветвленная.

Представителями термопластов являются полиэтилен, полистирол, полиамиды и др. Термореактивные полимеры на первой стадии образования имеют линейную структуру и при нагревании размягчаются, затем вследствие протекания химических реакций затвердевают (образуется пространственная структура) и в дальнейшем остаются твердыми. Примером термореактивных смол могут служить эпоксидная, фенолоформальдегидная, глифталевая и другие смолы.

Пластические массы

Пластмассами (пластиками) называют искусственные материалы, получаемые на основе органических полимерных связующих веществ. Эти материалы способны при нагревании размягчаться, становиться пластичными, и тогда под давлением им можно придать заданную форму, которая затем сохраняется.

В зависимости от природы связующего переход отформованной массы в твердое состояние совершается или при дальнейшем ее нагревании, или при последующем охлаждении.

Обязательным компонентом пластмассы является связующее вещество. В качестве связующих для большинства пластмасс используются синтетические смолы, реже применяются эфиры целлюлозы. Многие пластмассы, главным образом термопластичные, состоят из одного связующего вещества, например полиэтилен, органические стекла и др. Другим важным компонентом пластмасс является наполнитель (порошкообразные, волокнистые и другие вещества как органического, так и неорганического происхождения). После пропитки наполнителя связующим получают полуфабрикат, который спрессовывается в монолитную массу. Наполнители повышают механическую прочность, снижают усадку при прессовании и. придают материалу те или иные специфические свойства (фрикционные, антифрикционные и т. д.).

Для повышения пластичности в полуфабрикат добавляют пластификаторы (органические вещества с высокой температурой кипения и низкой температурой замерзания, например олеиновую кислоту, стеарин, дибутилфталат и др.). Пластификатор сообщает пластмассе эластичность, облегчает ее обработку.

Наконец, исходная композиция может содержать отвердители (различные амины) или катализаторы (перекисные соединения) процесса отверждения термореактивных связующих, ингибиторы, предохраняющие полуфабрикаты от их самопроизвольного отверждения, а также красители (минеральные пигменты и спиртовые растворы органических красок, служащие для декоративных целей).

Свойства пластмасс зависят от состава отдельных компонентов, их сочетания и количественного соотношения, что позволяет изменять характеристики пластиков в достаточно широких пределах.

По характеру связующего вещества пластмассы подразделяют на термопластичные (термопласты), получаемые на основе термопластичных полимеров, и термореактивные (реактопласты) — на основе термореактивных смол. По виду наполнителя пластмассы делят на порошковые (пресс-порошки) с наполнителями в виде древесной муки, сульфитной целлюлозы, графита, талька, измельченного стекла, мрамора, асбеста, слюды, пропитанных связующими (часто их называют карболитами); волокнистые с наполнителями в виде очесов хлопка и льна (волокниты), стеклянного волокна (стекловолокниты), асбеста (асбоволокниты); слоистые, содержащие листовые наполнители (листы бумаги в гетинаксе, хлопчатобумажные, стеклянные, асбестовые ткани в текстолите, стеклотекстолите и асботекстолите, древесный шпон в древеснослоистых пластиках); крошкообразные (наполнитель в виде кусочков ткани или древесного шпона, пропитанных связующим); газонаполненные (наполнитель - воздух или нейтральные газы). В зависимости от структуры последние подразделяют на пенопласты и поропласты. Современные композиционные материалы содержат в качестве наполнителей угольные и графитовые волокна (карбоволокниты); волокна бора (бороволокниты).

По применению пластмассы можно подразделить на силовые (конструкционные, фрикционные и антифрикционные, электроизоляционные) и несиловые (оптически прозрачные, химически стойкие, электроизоляционные, теплоизоляционные, декоративные, уплотнительные, вспомогательные).

Таблица 8 - Данных о неметаллических материалах

Название неметаллического материала	
Качественные характеристики	
Область применения	

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Заполнить таблицу данных о неметаллических материалах (не менее 5 материалов)
3. Вывод

Контрольные вопросы:

1. Что в себя включает понятие «неметаллические материалы»?
2. Что является основой неметаллических материалов?
3. Что такое полимеры?
4. Перечислите природные полимеры?
5. Назовите органические и неорганические полимеры?
6. Что такое пластмассы?
7. Что является связующим у пластмасс?
8. Роль наполнителей в пластмассах?
9. От чего зависят свойства пластмасс?
10. Какие пластмассы относят к несиловым?

Практическая работа №12

Определение теплоизоляционных материалов по внешнему виду

Цель работы – получить основные понятия о номенклатуре теплоизоляционных материалов, их внешнем виде и строении, основных свойствах, областях и особенностях применения в строительстве. Рассматривая виды теплоизоляционных материалов следует понять техническую и экономическую целесообразность их использования в виде изделий. Изучение теплоизоляционных материалов рекомендуется проводить, сгруппировав их по виду исходного сырья (органические и неорганические материалы и изделия) и по характеру применения: строительные теплоизоляционные материалы, используемые для изоляции конструкций, находящихся в обычных температурных условиях; монтажные теплоизоляционные материалы – для изоляции горячих поверхностей.

Оборудование и материалы: справочная, техническая и учебная литература.

Порядок выполнения работы

1. Подробно изучить теоретические сведения:
2. Оформить отчет.

Теоретические сведения

Теплоизоляцию можно разделить по следующим типам, соответствующим разным способам теплопередачи:

- отражающая, которая предотвращает потери за счёт отражения инфракрасного «теплого» излучения (жидкая теплоизоляция).
- предотвращающая потери за счёт теплопроводности, водопоглощения, паропроницаемости, то есть за счёт кондуктивного и конвективного теплообмена (сочетания передачи тепла через сам материал и воздух или газ, находящийся в нём).

На практике теплоизоляционные материалы принято делить на три вида (по виду основного исходного сырья):

- **Органические:** Получаемые с использованием органических веществ. Это, прежде всего, разнообразные пенопласты (например пенополистирол). Такие теплоизоляционные материалы изготавливают с объёмной массой от 10 до 100 кг/м³. Главный их недостаток - низкая огнестойкость, поэтому их применяют обычно при температурах не выше 90°C, а также при дополнительной конструктивной защите негорючими материалами (штукатурные фасады, трехслойные панели, стены с облицовкой, облицовки с ГКЛ и т.п.). Так же в качестве органических изолирующих материалов используют переработанную неделовую древесину и отходы деревообработки (древесно-волоконистые плиты и древесностружечные плиты), сельскохозяйственные отходы (соломит, камышит и др.), торф (торфоплиты) и т.д. Эти теплоизоляционные материалы, как правило, отличаются низкой водо-, биостойкостью, а также подвержены разложению и используются в строительстве реже. Выделяется среди них пенополиуретан, который в последние 10-20 лет по характеристикам превзошёл все имеющиеся на рынке теплоизоляционные материалы. Он применяется во всех сферах строительства в виде напыляемой массы непосредственно на месте строительства, сэндвич панелей или скорлуп для труб. Горючесть у него от Г4 до Г1 (не поддерживает горение, замозатухает), плотность от 9 кг.м³ до 250 кг.м³. Экологически абсолютно безопасен. Долговочен - срок службы 50 лет.

- **Неорганические:** Минеральная вата и изделия из неё (например, минераловатные плиты), лёгкий ячеистый бетон (газобетон, газосиликат), пеностекло, стеклянное волокно, изделия из вспученного перлита, вермикулита, ситопласты и др. Изделия из минеральной ваты получают переработкой расплава горных пород или металлургических шлаков в стекловидное волокно. Объёмная масса изделий из минеральной ваты 35—350 кг/м³. Характерная особенность - низкие прочностные характеристики и повышенное водопоглощение, поэтому применение данных материалов ограничено и требует специальных

методик установки. При производстве современных теплоизоляционных минераловатных изделий производится гидрофобизация волокна, что позволяет снизить водопоглощение в процессе транспортировки и монтажа ТИМ.

- **Смешанные** — используемые в качестве монтажных, изготавливают на основе асбеста (асбестовый картон, асбестовая бумага, асбестовый войлок), смесей асбеста и минеральных вяжущих веществ (асбестодиатомовые, асбестотрепельные, асбестоизвестковокремнезёмистые, асбестоцементные изделия) и на основе вспученных горных пород (вермикулита, перлита).

Основные виды применяемой теплоизоляции:

Несущие стены и теплоизоляция

- **Глиняный кирпич сплошной:** Древнейший материал. Но в наше время, как и любой другой материал, совмещающий в себе несущие и теплоизолирующие функции, плохо справляется и с теми, и с другими. По прочности и долговечности не выдерживает сравнения с бетоном, а по теплоизоляции вообще ни с чем.

- **Глиняный кирпич пустотелый:** Имеет внутри пустоты, благодаря чему у него в полтора раза лучше теплоизоляция.

- **Керамзитобетон:** Гениальное изобретение для своего времени. Долговечный, тёплый, прочный и недорогой. Стандартная стена панельного дома толщиной 35 см эквивалентна 90 см кирпичной кладки. Но современные требования по теплоизоляции он уже не удовлетворяет.

- **Пенобетон:** Это вспененное цементное тесто с добавлением песка. Материал очень спорный. Имеет достаточно много недостатков и высокую цену. У него очень низкая морозостойкость и прочность. Он даёт сильную усадку, при которой может отваливаться штукатурка или плитка. Имеет повышенную водопроницаемость (тонет в воде). В нем скапливается конденсат, который замерзая, каждый раз частично разрушает структуру материала. Он подвержен разрушению грызунами и грибковым образованиям.

- **Пенополистирол бетон:** Неплохой материал. Фактически это современная замена керамзитобетону. Только вместо керамзита используются пенополистирольные шарики. Но они, в отличие от пенопласта, надёжно защищены от внешних воздействий бетоном. При одинаковой плотности с пенобетоном, он более прочный, тёплый, долговечный и дешёвый.

- **Древесина:** Наверное самый древний материал используемый в строительстве. Дерево материал прочный, достаточно тёплый, но очень дорогой. Главным его минусом является пожароопасность. Даже обработанная противопожарными составами древесина выдерживает воздействие открытого пламени не более 15 секунд. Под воздействием влаги и кислорода воздуха природные органические вещества разрушаются. Также дерево подвержено гниению, воздействию насекомых, усыханию и пр. Поэтому реальная долговечность деревянных домов не более 50 лет.

Теплоизоляционные материалы

- **Керамзит:** Это вспененная, обожжённая глина. Долговечен, прочен, доступен. По характеристикам он гораздо лучше, чем пенобетон и в разы его дешевле. Но сравнения с современными теплоизоляционными материалами не выдерживает, ни по теплоизоляционным свойствам, ни по цене. И так как керамзит материал сыпучий сфера его применения ограничена. Применяют его в качестве заполнителя для легких бетонов, и в качестве теплоизоляционного материала в виде засыпок.

- **Стекловата:** У неё очень не долгий срок эксплуатации. Через 10-15 лет она начинает рассыпаться. Работать с ней очень неприятно, так как коснувшись её открытой частью тела, человек получает массу мелких заноз, и они долго потом болят.

- **Базальтовое волокно:** Представляет собой распушенный по специальной технологии камень базальт. Он обладает полной негорючестью, долговечностью, паропроницаемостью и большим температурным диапазоном применения от -300°C до +900°C. Его цена, прочность и долговечность, как и у других материалов, зависит от плотности. Он является одним из лучших и наиболее популярных теплоизоляторов.

- **Вспененный полиэтилен:** Эффективный, долговечный, но дорогой материал. Поэтому у него очень узкая сфера применения. Чаще всего его используют как основу для наклеивания фольги при производстве отражающей изоляции. Сырьем для полиэтилена служит газ этилен. Его синтезируют путем полимеризации этилена при высоком и низком давлении.

- **Пенопласт:** Это самый дешёвый, но при этом очень эффективный теплоизолятор. Пенопласт марки Ф15 имеет реальную долговечность 10-15 лет, и использовать его рекомендовано лишь при теплоизоляции построек рассчитанных на небольшой срок эксплуатации. Пенопласт марки Ф35 более плотный, долговечный и дорогой материал. Срок его службы порядка 30-50 лет. Формально, современные пенопласты экологически безопасны. Но гарантировать то, что конкретный производитель не экономит на сырье, и изготавливает его из сертифицированного и более дорогого полистирола, а не из более дешевого и опасного для здоровья, нельзя. Поэтому применять их стоит только снаружи здания.

- **Экструдированный пенополистирол:** Один из лучших существующих теплоизоляционных материалов. Делается он из того же сырья что и пенопласт, но по другой технологии, методом экструзии. У него сплошная замкнутая структура, а не склеенные шарики как у пенопласта. Его достоинствами являются водо и паронепроницаемость, высокая прочность и долговечность. К недостаткам можно отнести более высокую цену.

- **Пенополиуретан:** Это неплавкая термореактивная теплоизоляционная пластмасса с ячеистой структурой. При смешивании двух жидких компонентов немедленно начинается реакция с образованием пены. Её либо напыляют на объект утепления, либо заливают в формы для дальнейшего использования в твёрдом виде. В баллонах монтажной пены, используемой при установке окон и дверей, применяется именно пенополиуретан. Это самый долговечный и самый дорогой теплоизоляционный материал из перечисленных здесь.

Содержание отчета

1. Тема и цель работы.
2. Описать один из видов теплоизоляционных материалов.
3. Заполнить таблицу «Сравнительная характеристика теплоизоляционных материалов».
4. Вывод.

Таблица 7 - Сравнительная характеристика теплоизоляционных материалов

Наименование материала	Преимущества	Недостатки	Область применения
Керамзит			
Стекловата			
Базальтовое волокно			
Вспененный полиэтилен			
Пенопласт			
Экструдированный пенополистирол			
Пенополиуретан			

Контрольные вопросы

1. Какую роль играют ТИМ в современном строительстве?
2. Какие недостатки ТИМ на основе органического сырья, как их можно устранить?
3. Как условия хранения ТИМ влияют на их свойства?
4. Перечислите известные теплоизоляционные изделия на основе растительного сырья.
5. Перечислите основные виды теплоизоляционных материалов?
6. Основные виды теплоизоляции?

Практическая работа №13

Определение гидроизоляционных материалов по внешнему виду

Цель работы – получить основные понятия о номенклатуре гидроизоляционных материалов, их внешнем виде и строении, основных свойствах, областях и особенностях применения в строительстве.

Оборудование и материалы: справочная, техническая и учебная литература.

Порядок выполнения работы

1. Подробно изучить теоретические сведения:
2. Оформить отчет.

Теоретические сведения

Разрушительное воздействие влаги ощущают на себе почти все элементы здания. Чтобы **минимизировать** это влияние и **увеличить срок службы** элементов конструкции, на всех этапах строительства – от фундамента до кровельных работ и внутренней отделки, необходимо **применять качественные гидроизоляционные материалы**.

В зависимости от области применения, все гидроизоляционные материалы **подразделяются** на гидроизоляцию для внутренних и внешних работ.

Основным компонентом гидроизоляционного материала являются битум, полимер и минеральные компоненты.

Основная классификация гидроизоляционных материалов проводится по типу материала:

- рулонные
- обмазочные
- пленочные
- мембранные
- проникающие

Также используют порошковые, штукатурные, окрасочные и оклеенные.

Рулонные гидроизоляционные материалы представляют собой стеклоткань или картон, пропитанные битумом с базальтовой крошкой. Разновидностью их являются толь, рубероид, стеклорубероид, которые применяют на всех этапах строительства – при возведении фундамента, для полов и крыши.

Более современные виды рулонной гидроизоляции представляют собой многослойные мембраны, которые обладают хорошими теплоизоляционными свойствами.

Обмазочная гидроизоляция – пластичные составы, мастики на основе битума, полимеров или в сочетании битума и полимеров. Современная технология позволяет делать битумные мастики с добавлением резины, что повышает их изоляционные и механические свойства.

Если классические битумные мастики требуют подогрев, то новый материал – холодную мастику не нужно подогревать, что облегчает работу с ней.

Пленочная гидроизоляция изготавливается из полимеров: ПВХ, полипропилена, полиэтилена. Полиэтиленовая пленка используется как для изоляции кровли, так и для создания стяжки. ПВХ мембрана – это сложная конструкция с разными видами полимеров, имеющими определенные свойства.

Понятие жидкая гидроизоляция включает в себя краски, мастики, грунтовки, клеи, инъекционные материалы, пропитки и другие текучие вещества.

Принцип действия жидких гидроизоляционных материалов основан на проникновении во внутреннюю структуру покрываемой поверхности. После высыхания на поверхности образуются кристаллы, которые отталкивают воду и защищают поверхность.

Под порошковой гидроизоляцией подразумеваются сухие смеси, состоящие из цемента с добавлением вяжущих, клеящих компонентов и пластификаторов. Порошковая гидроизоляция готовится непосредственно перед нанесением с добавлением воды.

Выбор вида гидроизоляционных материалов зависит от множества факторов:

- степень требуемой сухости в помещении;
- показатель гидростатического напора;
- степень воздействия агрессивной среды (химической, механической, температурной);
- условия сейсмичности региона;
- ценовая доступность.

Требования к гидроизоляционным материалам:

1. Атмосфероустойчивость. Влагозащита должна обладать способностью сохранения первоначальных свойств и характеристик на протяжении максимально длительного периода времени.
2. Водонепроницаемость и водостойкость. Наиболее важный показатель для такого типа материалов — это способность не пропускать и не впитывать воду, а также не поддаваться воздействию влаги.
3. Химическая устойчивость. Такой параметр важен для того, чтобы избежать в процессе эксплуатации здания химического воздействия и, в результате, разрушения целостности структуры.
4. Стойкость к температурным перепадам. Такие свойства помогают сохранить свои первоначальные показатели при определенной температуре и ее перепадах.
5. Биологическая устойчивость. Характеристика, позволяющая предотвратить проникновение и воздействие бактерий или грибковых микроорганизмов на целостность структуры материала.

Содержание отчета

1. Тема и цель работы.
2. Описать один из видов гидроизоляционных материалов.
3. Заполнить таблицу «Сравнительная характеристика гидроизоляционных материалов».
4. Вывод.

Таблица - Сравнительная характеристика гидроизоляционных материалов

Наименование материала	Преимущества	Недостатки	Область применения

Контрольные вопросы

1. Виды гидроизоляционных материалов?
2. Основные требования предъявляемые к гидроизоляционным материалам?
3. Применение окрасочной гидроизоляции?
4. Применение оклеечной гидроизоляции?
5. Применение обмазочной гидроизоляции?
6. Применение штукатурной гидроизоляции?
7. Применение рулонной гидроизоляции?
8. Применение пленочной гидроизоляции?

Практическая работа №14

Определение различных уплотнительных материалов по внешнему виду

Цель работы: ознакомиться с различными видами уплотнительных материалов.

Оборудование и материалы: справочная, техническая и учебная литература.

Порядок выполнения работы

1. Подробно изучить теоретические сведения:
2. Оформить отчет.

Теоретические сведения

Для придания плотности и герметичности соединениям деталей машин (трубы, различные соединения и др.) и устранения возможного просачивания жидкости и прорыва газов используют прокладочные и уплотнительные материалы. Изоляционные материалы - это органические и неорганические вещества, обладающие огнестойкостью и малой тепло- и электропроводностью. Они применяются для изоляции находящихся под током деталей машин и электропроводов. Наибольшее распространение получили следующие прокладочные и изоляционные материалы.

Бумага - листовой материал, изготовленный из растительных волокон и целлюлозы. Целлюлоза - растительные волокна, очищенные от смол и других компонентов. Картон - специально обработанная толстая бумага толщиной 0,25-3 мм. В зависимости от способа обработки он приобретает масло- и бензостойкость, электро- и термоизоляционность. Бумагу и картон применяют как прокладочный и изоляционный материал.

Фибра - разновидность бумажного материала, изготавливают ее из бумаги, пропитанной раствором хлористого цинка. Отличается высокой прочностью и хорошо поддается механической обработке, масло- и бензостойка. Недостаток фибры - значительная гигроскопичность (влагопоглощаемость), поэтому при увлажнении она деформируется. Фибры применяются для изготовления шайб, прокладок и втулок.

Асбест - естественный волокнистый белый минерал, состоящий из кремнезема и небольших количеств окиси железа и окиси кальция. Для него характерны высокая огнестойкость, а также малая тепло- и электропроводность, выдерживает температуру до 500°C. Из асбеста делают волокно, нити, шнуры, ткани с примесью хлопка и чисто асбестовые ткани, листовые и прокладочные асбестовые материалы, асбестовую бумагу, картон.

Паронит - листовой материал из асбеста, каучука и наполнителей. Применяют для уплотнения водяных и паровых магистралей (при давлении до 5,0 МПа и при температуре до 450°C), а также для уплотнения трубопроводов и арматуры для нефтепродуктов: бензина, керосина, масла.

Войлок - листовой пористый материал, изготовленный из волокон шерсти. Воздушные поры в нем составляют не менее 75% объема. Он обладает высокими тепло- и звукоизолирующими, а также амортизирующими свойствами. Войлок используют для набивки сальниковых уплотнений и изготовления прокладок.

Важной задачей современного машиностроения является надежная герметизация и уплотнение соединений деталей и сборочных единиц, работающих в жестких условиях. Материал обычно используемых уплотнительных прокладок (паронит, картон и др.) не всегда обеспечивает надежную длительную герметичность соединений. Под действием температуры и вибрации прокладки со временем претерпевают ряд изменений, теряют свои уплотняющие свойства, в них возникают разрывы и трещины. В процессе эксплуатации это приводит к утечке масла, топлива и др. Для этих целей применяют различные *герметики*. Уплотняющая жидкая прокладка ГИПК-244 предназначена для герметизации неподвижных соединений деталей и сборочных единиц, работающих в водяной, паро-водяной, кислотно-щелочной и масло-бензиновых средах.

Уплотнительная замазка У-20А предназначена для герметизации соединений в воздушной и водяной средах. Герметик Эластосил 137-83 герметизирует неподвижные соединения в водяной, паро-водяной, кислотно-щелочной и масляной средах. Анаэробный клей ДН-1

обеспечивает герметизацию соединений с зазорами до 0,15 мм.

Минеральная вата - продукт переработки металлургических или топливных шлаков. Служит для изоляции поверхностей с низкими и высокими температурами нагрева. Применяются в качестве изоляционного материала также плиты на основе минеральной ваты, проклеенной фенольной смолой или битумной эмульсией.

Изоляционная прорезиненная лента представляет собой суровую тонкую хлопчатобумажную ткань (миткаль), пропитанную с одной или двух сторон липкой сырой резиновой смесью.

Липкая изоляционная лента – это пленочный пластик, покрытый слоем перхлорвинилового клея. Толщина ленты 0,20-0,45 мм, ширина 15-50 мм. Изоляционные ленты выпускаются различных цветов.

Содержание отчета

1. Тема и цель работы.
2. Описать один из видов гидроизоляционных материалов.
3. Заполнить таблицу «Сравнительная характеристика уплотнительных материалов».
4. Вывод.

Таблица 9 - Сравнительная характеристика уплотнительных материалов

Наименование материала	Преимущества	Недостатки	Область применения

Контрольные вопросы

1. Что такое уплотнительные материалы?
2. Виды уплотнительных материалов?
3. Основные требования предъявляемые к уплотнительным материалам?
4. Области применения уплотнительных материалов?

Практическая работа №15

Определение абразивных материалов по внешнему виду

Цель работы – получить основные понятия об абразивных материалах, их внешнем виде, основных свойствах, областях и особенностях использования.

Оборудование и материалы: справочная, техническая и учебная литература.

Порядок выполнения работы

1. Подробно изучить теоретические сведения:
2. Оформить отчет.

Теоретическая часть

К естественным абразивным материалам относятся наждак, корунд и природные алмазы. Однако их применяют сравнительно редко — первые в связи с неоднородностью и недостаточной стабильностью своих свойств, а алмазы — из-за дефицитности и высокой стоимости.

Среди искусственных материалов наибольшее использование нашел электрокорунд, получаемый электродуговой плавкой глинозема. Нормальный электрокорунд, который может быть трех видов и обозначается марками 13А, 14А и 15А, содержит 91—96 % кристаллической окиси алюминия Al_2O_3 . Инструменты из него обычно имеют светло-

коричневый цвет. В электрокорунде белом (23А—25А) всего 1—3 % примесей, благодаря чему выше режущие свойства. Его применяют для чистовой обработки материалов с высокой прочностью на разрыв (сталь, ковкий чугун, мягкая бронза).

Разновидность электрокорунда — монокорунд (43А—45А), получаемый в виде отдельных кристаллов или их осколков. Его используют для окончательного шлифования труднообрабатываемых сталей и сплавов. Для повышения производительности обработки применяют электрокорунды, легированные хромом, титаном, цирконием.

Карбид кремния SiC (карборунд) получают сплавлением в электропечах кремнезема, содержащегося в кварцевом песке, с углеродом (коксовым порошком). Он бывает двух видов: менее качественный черный (53С—55С) и зеленый (63С, 64С), для изготовления которого используют более чистые исходные материалы.

Карбид кремния обладает весьма высокими режущими свойствами благодаря высокой твердости и остроте кромок, получаемых при дроблении. Однако он хрупок и применяется поэтому при обработке материалов с малым пределом прочности на разрыв (чугун, бронзовые и алюминиевые отливки и др.). Зеленый карбид кремния целесообразно использовать для заточки твердосплавных инструментов.

Карбид бора В4С по твердости приближается к алмазу, но обладает еще большей хрупкостью, чем карбид кремния. Поэтому его обычно применяют в свободном состоянии для доводки различных твердых материалов и сплавов. В качестве абразивных материалов в последнее время широко используют также эльбор и синтетические алмазы.

Чистота обработанной поверхности при абразивной обработке в значительной степени зависит от размеров зерен, которые принято делить на четыре основные группы: шлифзерно, шлиф-порошки, микрошлифпорошки и тонкие микрошлифпорошки. Зернистость, характеризующая размеры зерен, обозначается для первых двух групп в сотых долях миллиметра и определяется по размеру стороны квадратной ячейки сита в «просвете», через которые не проходят зерна при просеивании. Например, при зернистости 80 зерна задерживаются на сите с ячейками 0,8 x 0,8 мм.

Зернистость микрошлифпорошков обозначают буквой «М» и наибольшим размером зерна в микрометрах, например М63, М28, М10. Самые мелкозернистые порошки М5 имеют зерна размерами не более 5 мкм. Для алмазных и эльборовых зерен дробью показывают наибольшие и наименьшие предельные размеры.

Для закрепления зерен в инструментах применяют связки. Наибольшее распространение получила керамическая связка, обозначаемая буквой «К» и номером, например К1 или К10. В ее состав входят кремнезем (SiC) и глинозем (Al₂O₃), а также добавки из жидкого стекла, окислов некоторых металлов и других элементов.

Инструменты на керамической связке обладают достаточно высокой прочностью, жесткостью и термостойкостью, но сравнительно хрупки. Их применяют для всех видов шлифования, кроме обдирки, прорезания узких пазов и отрезания.

Бакелитовую связку, обозначаемую буквой «Б», изготавливают на основе самотвердеющих органических смол. Она обладает по сравнению с керамической более высокой прочностью, особенно при работе на сжатие, и большей упругостью. Ее применяют при изготовлении инструментов всех форм и размеров, прежде всего тонких (до 1 мм) прорезных и отрезных кругов. Недостаток бакелитовой связки — невысокая термостойкость, так как при температуре 200 °С она становится хрупкой, а при длительном нагревании до 250—300 °С выгорает.

Вулканитовая связка (В) является провулканизированной смесью синтетического каучука и серы. Изготовленные на ее основе абразивные инструменты имеют высокую прочность, эластичность и влагостойкость. Применяют их при полировании и других отделочных видах обработки, а также для глубинного шлифования, резки и т. п. Основным недостатком этой связки — быстрое засаливание инструмента (заполнение его пор отходами).

Для изготовления алмазных и эльборовых кругов используют также металлические связки, включающие в качестве наполнителей порошки металлов и их сплавов, чаще всего — бронзы.

Важная характеристика абразивных инструментов — твердость, под которой понимают способность связки удерживать абразивные зерна от выкрашивания под действием внешних сил. Чем мягче инструмент, тем легче из него выкрашиваются зерна, прежде всего затупившиеся. В результате происходит постоянное обновление режущей способности инструмента, т. е. процесс самозатачивания. Однако это ведет к быстрому изменению размеров и формы инструмента и большому расходу инструментального материала.

С другой стороны, при слишком высокой твердости снижение выкрашиваемости затупившихся зерен способствует увеличению трения, тепловыделения и затрат мощности, на обработанной поверхности появляются прижоги. Все это требует частой правки (заточки) инструмента и снижает производительность обработки.

Твердость абразивного инструмента выбирают в зависимости от свойств обрабатываемого материала и требуемого качества обработки: чем тверже материал заготовки, тем мягче должен быть инструмент, а чем выше заданная точность обработанной поверхности, тем большую твердость он должен иметь.

По твердости абразивные инструменты подразделяются на восемь групп: ВМ — весьма мягкие, М — мягкие, СМ — средне-мягкие, С — средние, СТ — среднетвердые, Т — твердые, ВТ — весьма твердые и ЧТ — чрезвычайно твердые. В пределах каждой группы может быть два-три номера твердости в порядке ее повышения, например инструмент МЗ тверже М2, но мягче, чем СМ1.

В зависимости от выполняемой обработки используются круги различной формы (рис.26).

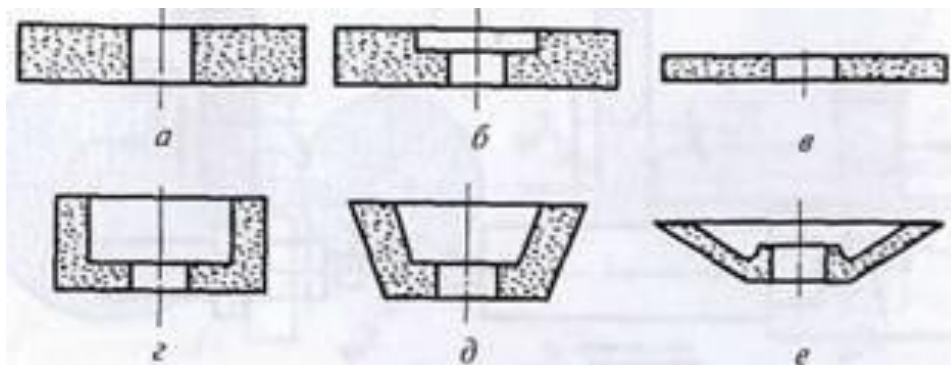


Рисунок 26. Формы шлифовальных кругов:

а — прямого профиля (ПП); б — прямого профиля с выточкой (ПВ); в — дисковый (Д); г — чашечный цилиндрический (ЧЦ); д — чашечный конический (ЧК); е — тарельчатый (Т)

Содержание отчета

1. Тема и цель работы.
2. Письменно ответьте на контрольные вопросы
3. Нарисовать рисунок 26.
4. Вывод

Контрольные вопросы

1. Что такое абразивный материал?
2. Перечислите основные абразивные материалы.
3. Расскажите о зернистости абразивных материалов.
4. Связка абразивного материала и её виды.
5. Какие бывают абразивные материалы по твёрдости?
6. Какие бывают абразивные инструменты по форме?

7. Формы шлифовальных кругов?

Практическая работа №16

Овладение навыками работы с изделиями и деталями, применяемыми при выполнении вентиляционных работ

Цель работы – овладение навыками работы с изделиями и деталями, применяемыми при выполнении вентиляционных работ.

Оборудование и материалы: справочная, техническая и учебная литература.

Порядок выполнения работы

1. Подробно изучить теоретические сведения:
2. Оформить отчет.

Теоретические сведения

Одним из условий комфортной и безопасной эксплуатации зданий является наличие вентиляционной системы.

Назначение вентиляции

Вентиляционная система – одна из важнейших инженерных коммуникаций любого здания, без которой невозможно длительное пребывание человека внутри без вреда для здоровья. В процессе жизнедеятельности, выполнения производственных работ в помещении скапливаются твердые, жидкие и газообразные компоненты, концентрирующиеся и в воздухе. Дыша такой смесью вредных микрочастиц, человек рискует нанести непоправимый вред респираторным органам, кровеносной системы, и всему здоровью в целом.

Вместе с тем спертый воздух, образованный вследствие отсутствия качественно смонтированной вентиляционной системы, доставляет массу неудобств. А некоторые запахи могут вызывать аллергические расстройства.

Во время приготовления пищи масляные компоненты, молекулы испарений и конденсат концентрируются не только в воздухе, но проникают в структуру тканей, мебели, отделочных материалов, надолго сохраняясь там. Это приводит к образованию в комнатах неприятного запаха, с которым часто не в силах справиться даже качественные дезодоранты и освежители воздуха.

Показатели влажности, зависимые от интенсивности испарений и качества удаления загрязненной воздушной массы, могут влиять на самочувствие. Вместе с тем отсутствие или недостаточная функциональность вентиляционной системы могут спровоцировать преждевременную порчу интерьерных элементов, материалов отделки, одежды, мебели вследствие образования плесени и грибов.

Разновидности вентиляции и систем кондиционирования

С целью обеспечения максимально результативной процедуры удаления и освежения воздуха, была установлена классификация вентиляционных систем. Она распределена в четырех категориях:

- по типу конструктивного исполнения;
- по методу формирования воздушного потока и способу его циркуляции;
- по функциональным признакам;
- по предполагаемым функциональным зонам.

К первой категории относятся системы канального и бесканального типа. Циркуляция воздушных масс обеспечивается за счет искусственного (принудительного) воздействия или за счет естественного движения воздуха.

По типу назначения различается также две категории вентиляционных систем – вытяжные и приточные. Кроме того, существует универсальная категория приточно-вытяжных систем, совмещающих достоинства двух предыдущих.

В зависимости от того, в какой зоне будет располагаться и эксплуатироваться вентиляционная коммуникация, различают системы местного и общеобменного действия.

Эффективность работы каждого типа вентиляции обусловлена техническими нормативами, площадью помещения, степенью загрязненности воздуха, наличием в нем взвешенных частиц и микрокомпонентов с высоким удельным весом. Также при выборе модели и типа системы вентиляции учитывается интенсивность загрязнения воздуха и технические возможности оборудования для полноценного его удаления и замены.

Виды монтажных работ

При обустройстве систем вентиляции учитываются проектные особенности самого здания, и от этого же зависит выбор монтажных работ. Они предполагают:

- проведение демонтажа устаревшего вентиляционного оборудования;
- выполнение проектных расчетов;
- составление планировки расположения конструктивных элементов вентиляции;
- определение типа оснащения и его функциональных возможностей;
- обследование условий помещения и характеристик микроклимата в нем;
- составление сметы;
- выполнение монтажных работ;
- выполнение пуско-наладочных работ.

По завершению всей процедуры монтажа наши специалисты на завершающей стадии обеспечивают эстетичность выполненной работы, соблюдая порядок и чистоту в помещении.

В процессе монтажа вентиляционных сетей учитываются особенности материалов несущих конструкций, полов и потолка, эксплуатационные особенности оконных проемов. Также принимаются во внимание технологические свойства конструктивных элементов самой вентиляции, материал изготовления и эксплуатационные рекомендации производителя. При этом учитывается уровень шума при работе узлов вентиляции, ее показатели мощности, соответствие нормативам СНиП, коэффициент производительности.

Все монтажные работы проходят в несколько этапов:

- подготовительная фаза;
- установка воздуховодов;
- монтаж вентиляторов, фильтров, калориферов;
- установка распределительных устройств;
- подключение электросети;
- объединение всех узлов в единую систему;
- тестирование и регулировка показателей функциональности.

Монтаж воздуховодов вентиляции

Воздуховоды – одна из самых важных конструктивных частей. Посредством этих конструкций производится отвод загрязненного воздуха и подача свежих воздушных масс в помещение.

Наиболее распространенными являются воздуховоды следующих конструкций:

- гофрированные;
- металлические;
- полимерные;
- тканевые.

Их выбор зависит от объемов очищаемого воздуха, интенсивности нагрузки, что позволяет рационально эксплуатировать воздуховод с учетом свойств его конструктивного материала. Кроме того, учитывается тип загрязнений воздуха и функциональность помещения – в жилых и промышленных зданиях тип воздуховода выбирается с учетом конкретных технических требований.

К таким требованиям относится целый комплекс нормативов и стандартов, в том числе и такие:

- монтаж воздуховодов вентиляции должен сопровождаться абсолютной герметичностью в местах стыков;
- циркуляция воздуха в этих конструктивных элементах должна быть свободной и беспрепятственной;
- материал воздуховодов обязан соответствовать принципам пожарной безопасности, быть негорючим и не продуцировать токсических компонентов при удалении горячего воздуха;
- термостойкость конструкции должна обеспечивать бесперебойный отвод дыма и горячих воздушных масс, бесперебойную подачу свежего воздуха при критично низких температурах;
- диэлектрические свойства воздуховодов должны предотвращать удары электротоком, обеспечивать низкую теплопроводность и частично – звукоизоляцию при работе систем вентиляции.

Вместе с тем выбранная модель воздуховода должна гармонировать с общей концепцией интерьерного стиля при обустройстве открытых зон расположения конструкции, обладать эстетичностью.

Монтаж приточно-вытяжной вентиляции

Универсальная схема удаления воздуха и поступления свежих воздушных масс наиболее рациональна в промышленных и жилых объектах. Для ее функциональности производителями созданы высокопроизводительные конструкции.

С этой целью необходимо провести мониторинг условий эксплуатации помещения и изучать характеристики микроклимата, на основании чего будет составлена проектная документация. Практическая часть монтажа приточной вентиляции включает:

- установку и сборку воздуховодных каналов;
- монтаж элементов оборудования – фильтров, кондиционеров, увлажнителей, калориферов, вентиляторов;
- запуск и предварительная наладка, тестирование работы вентиляционной системы.

С этими задачами могут справиться только опытные и компетентные мастера, инженеры и проектировщики. От их слаженной работы зависит эффективность дальнейшей эксплуатации всей коммуникации, а также рентабельность ее установки и величина сметы.

Наиболее распространенным типом вентиляционной системы, и одновременно самым сложным по составу вентиляционного оборудования, является механическая приточная вентиляция. Она включает в себя 9 основных компонентов:

1. **Вентиляционные решетки** обеспечивают приток свежего воздуха с улицы. Они также служат защитой от попадания дождя и пыли в систему вентиляции. Часто вместо вентиляционных решеток используют приточные устройства – клапаны вентиляции, монтируемые на окнах или в стене, в зависимости от разновидности системы.

2. **Обратные клапаны** предотвращают попадание в помещение наружного воздуха, если вентиляция выключена. Эти меры особенно важны зимой, когда важно сохранить тепло и препятствовать попаданию в помещение снега. Обратные клапаны для приточной вентиляции подключаются к электроприводу. При включении вентилятора они открываются, при выключении – закрываются.

3. **Фильтр** защищает помещение и вентиляционное оборудование от пыли, пуха и насекомых. Установки фильтра грубой очистки частиц до 10мкм, как правило, достаточно. Однако при повышенных требованиях к вентиляции помещения возможно использование более качественных фильтров с очисткой от частиц до 1-0,1 мкм.

4. **Канальные нагреватели** подогревают приточный воздух в зимний период. Они работают как на воде, так и на электричестве. Для небольших приточных систем вентиляции целесообразнее использовать электрические калориферы – затраты на их монтаж невелики.

Водонагреватели монтируются преимущественно в офисах. Альтернативным способом подогрева воздуха является использование рекуператоров. Они подогревают приточный воздух за счет тепла удаляемого воздуха. При этом качество и состав приточного воздуха остается неизменным. Однако, рекуператоры это дорогостоящий элемент в приточно-вытяжных установках вентиляции.

5. **Вентилятор** – основа любой механической вентиляционной системы. При выборе вытяжного вентилятора учитывают 2 важных фактора: давление и производительность.

Вентиляторы делятся на 2 типа: *осевые* и *радиальные*. Осевые вытяжные вентиляторы обладают высокой производительностью, но создают низкое давление – скорость потока воздуха снижается при возникновении на его пути препятствия (например, вытяжной решетки).

Радиальные вентиляторы, напротив, создают высокое давление - их используют для систем вентиляции с разветвленной сетью каналов.

6. **Шумоглушители** нейтрализуют производимый вентиляторами шум. Снижение аэродинамических шумов происходит за счет использования звукопоглощающих материалов на стенках устройств. Шумоглушители также препятствуют распространению шума по вентиляционным каналам.

7. **Воздуховоды** формируют вентиляционную сеть каналов, по которой обработанный воздух распределяется по помещениям. Воздуховоды имеют разное сечение и форму, а также различаются по жесткости и входящих в комплект аксессуарам (тройники, повороты, переходники).

8. **Распределители воздуха** служат для равномерного рассеивания воздушного потока по помещению и его индивидуального регулирования. В качестве воздухораспределителей могут быть использованы решетки и диффузоры. Помимо технической функции они также являются декоративным элементом.

9. **Системы автоматики и регулирования.** В данном контексте имеется в виду электрический щит со встроенным управлением системой вентиляции. Наиболее простой случай – система состоит из выключателя вентилятора с индикатором состояния. Также часто используются системы, контролирующие работу калорифера при изменениях в температуре приточного воздуха, или следящие за уровнем загрязнения фильтров, управляющие работой обратных клапанов, измеряющие различные показатели с помощью датчиков и т.д.

Содержание отчета

1. Цели и название работы.
2. Записать виды монтажных работ, разновидности вентиляции и ее компоненты.
3. Вывод.

Контрольные вопросы

1. Назначении вентиляции?
2. Виды монтажных работ?
3. Разновидности вентиляции?
4. Компоненты вентиляционной системы и их назначение?

Практическая работа №17

Овладение видами работ с изделиями и деталями, применяемыми при выполнении санитарно-технических и вентиляционных работ. Определение фасонных частей

Цель работы – изучить виды и назначение фасонных частей воздуховодов

Оборудование и материалы: справочная, техническая и учебная литература.

Порядок выполнения работы

1. Подробно изучить теоретические сведения:
2. Оформить отчет.

Теоретические сведения

Воздуховоды – это по сути металлические трубы, они составляют вентиляционную систему. Из этих металлических труб, прокладываются пути прохождения воздуха. Поток воздуха в нем может создаваться естественным образом, или с помощью вентилятора.

Воздуховоды используют для системы проветривания помещений. Эта система прокладывается по всему зданию, в каждом кабинете, и проводят всё к вентиляционному стояку.

За счёт такой системы и разных уровней давления температуры, появляется возможность создать хорошую систему проветривания помещений. Благодаря этому можно будет поддерживать микроклимат в соответствующем состоянии.

ВИДЫ ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ (ДЕТАЛЕЙ)

Детали делятся на:

- **Прямые отрезки** — это основная часть канала. (Это просто прямая труба)
- **Ниппель** — это элемент, который позволяет соединять трубы одного диаметра.
- **Заглушка** — это элемент который закрывает трубу, он нужен для того что бы защитить его от попадания, не желательных вещей, таких как: грязь, пыль, вода или осадки.
- **Отводы** это по сути угол (поворот). Он нужен для того чтобы повернуть трубопровод в нужную сторону.
- **Врезка** нужна для соединения двух воздуховодов.
- **Переходники** используются в том случае, когда нужно сменить один диаметр трубы на другой.
- **Заслонки и клапана** – они нужны при создании закрытых веток или регуляции воздушного потока.
- **Утки** используются при смещении уровня прокладки труб, без использования отводов. Они необходимы что бы обойти некоторые конструкции. К примеру стены, или колонны.
- **Крестовины** используются для разводки воздуховода по нужным направлениям, также создают ответвления.
- **Зонты** используются для защиты труб от попадания в них осадков.

Виды сечения:

1. Круглые;
2. Квадратные.
3. Круглые и прямоугольные

Круглые – славятся высоким уровнем герметичности. Потеря воздушных масс в круглых моделях сведенная к минимуму. Монтаж систем с использованием круглых воздуховодов гораздо проще чем к примеру, у квадратных. По весу круглые модели очень лёгкие. Благодаря чему монтаж осуществляется гораздо легче. Ещё одним преимуществом является то что падение давления в системах круглого сечения на много меньше что делает их более экономичными.

Преимущества:

- Компактность;
- Невысокая стоимость;
- Более низкий уровень шума.



Рисунок 27. Виды соединений деталей воздуховодов

Прямоугольные воздуховоды делают из прочного металла. Модели с прямоугольным сечением считаются самыми удобными при монтаже. Они бывают гибкие и жёсткие. Стандартные размеры прямоугольных воздуховодов: 110х55, 120х60, 204х60мм.

Преимущества прямоугольных воздуховодов:

1. Простота установки;
2. Пропускная способность;
3. Использование фланцевых соединений даёт большую плотность всех швов.

ПЛАСТИК

Пластиковый материал – этот материал довольно дешёвый, из пластика могут делать как круглые, так и прямоугольные трубы. Одним из видов пластика является ПВХ. ПВХ это наиболее распространённый материал. Он довольно дешёвый легко поддаётся монтажу, и не портится под воздействием солнечного излучения. Его рабочая температура от 0 до 70 градусов Цельсия. (самый минимум -20 С).

Преимущества:

- Отсутствие коррозии;
- Низкая цена;
- Монтаж прост;
- Безопасность.

Недостаток: незащищённость от огня.

ВОЗДУХОВОДЫ ИЗ СТАЛИ

Бывают двух видов из нержавеющей стали и оцинкованной.

Воздуховоды из оцинкованной стали знамениты своей универсальностью, они могут применяться почти в любом помещении. Их толщина из оцинкованной стали как правило не превышает 1-1,5мм.

У изделий из оцинкованной стали высокий уровень огнестойкости, а значит они способны использоваться рядом с источниками высокой температуры. Воздуховоды из оцинкованной стали могут применяться на различных заводах, фабриках...

Преимущества:

1. Низкая стоимость;
2. Способность выдерживать высокие температуры;
3. Простота обслуживания;
4. Довольно лёгкий монтаж.

Недостатки:

1. Подвержены механическому воздействию;
2. При взаимодействии с воздухом, возникает неприятный звук.

Производство фасонных частей:

Нержавеющая сталь сама по себе является сложным сплавом, он характеризуется высоким сопротивлением коррозии, атмосферным влияниям и агрессивной среде. Воздуховоды из нержавеющей стали имеют стойкие эксплуатационные характеристики.

Преимущества:

1. Высокий уровень жёсткости и стойкости к высоким температурам;
2. Стойкость к износу и воздействию влаги;
3. Удобство в монтаже.

Основным недостатком является высокая цена на данный материал.

Гофрированные системы труб, сделанные из стали, имеют высокую прочность и долговечность. Конструкции подобных труб не замысловатые их довольно просто собрать и использовать. Гофрированные трубы имеют свойства:

- Выдерживать высокие температуры;
- Простоту в монтаже;
- Для ремонта не требует особых навыков.

Гофротрубы обладают следующими преимуществами:

- Лёгкие детали;
- Не требуется заземление, так как они не накапливают статическое электричество;
- Выдержка высоких температур;
- Высокий уровень герметичности;
- Не поддаются воздействию прямых солнечных лучей;
- Обладают неплохой эластичностью.

Из-за этих преимуществ, гофрированные трубы из металла очень востребованы на рынке уже не мало лет.

Содержание отчета

1. Цели и название работы.
2. Зарисовать виды соединительных деталей.
3. Указать основные виды сечений воздуховодов и их достоинства.
3. Заполнить таблицу.
3. Вывод.

Таблица 10 – Сравнительная характеристика материалов

Используемые материалы для изготовления воздуховодов и соединительных деталей	Достоинства	Недостатки
Пластик		
Сталь		
Цветные металлы и сплавы		

Контрольные вопросы

1. Что такое воздуховод?
2. Назначение воздуховода?
3. Виды соединительных деталей и сечений?
4. Материалы используемые для изготовления воздуховодов и соединительных деталей?

Практическая работа №18

Разработка технологического процесса газовой сварки

Цель работы – изучить технологический процесс газовой сварки.

Порядок выполнения работы

1. Подробно изучить теоретические сведения:
2. Оформить отчет.

Оборудование и материалы: справочная, техническая и учебная литература, сварочные швы, электроды, газовая горелка.

Теоретические сведения

Технологический процесс газовой сварки

1. Подготовка кромок с целью удаления ржавчины, окалины и др. загрязнений, если требуется производится разделка кромок:
 - при S до 2 мм - отбортовка
 - при S от 2 до 5 мм - без разделки
 - при S более 5 мм – V-образная или X-образная разделка кромок.
2. Определение мощности сварочной горелки (по тепловой мощности сварочного пламени)

$$A = K \cdot S,$$
 Где K – коэффициент, учитывающий теплофизические свойства металла.
 K=100-150 для сталей

Таблица 11 - Зависимость номера наконечника от мощности сварочного пламени.

Номер наконечника	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Мощность сварочного пламени	50	75	150	300	500	750	1200	1700	1700 и более

3. Регулирование сварочного пламени:
 - Нормальное – (восстановительное), соотношение $O_2: C_2H_2 = 1,1-1,2$ для сварки углеродистых сталей.
 - Науглераживающее – соотношение $O_2: C_2H_2 < 1$, пламя с избытком ацетилена, красного цвета, для сварки чугунов.
 - Окислительное – соотношение $O_2: C_2H_2 = 1 > 1,2$, пламя с избытком кислорода, синего цвета, применяется для сварки латуни.
4. Выбор присадочного материала и определение диаметра электрода

$$d = \frac{S}{2} + 1 \text{ мм}$$
 Материал электрода должен иметь в своем составе марганец и кремний, для раскисления металла шва.
5. Определение положения горелки при сварке 10° -1,1 мм, 20° – 1,3 мм, 30° – 3-5 мм, 40° -5-7 мм, 50° – 7-10 мм, 60° – 10-12 мм, 70° 12-15 мм, 80° – более 15 мм
6. Способы сварки:
 - а) правый способ:
 - процесс выделения слева на право, пламя перемещается впереди присадочного прутка и направленного на формирующийся шов, и этим обеспечивается хорошая защита сварочные ванны от воздействия атмосферы и замедляется охлаждение шва. Шов высокого качества, применяется при сварке кромок толщиной более 5 мм.
 - б) левый способ
 - процесс ведется справа налево. Горелка перемещается за прутком, пламя направленно на несваренные кромки и подогревает их, подготавливая к сварке. Пламя свободно растекается по поверхности металла, что снижает опасность пережога. Применяется при сварке листов толщиной до 5 мм

Задача 2. Определите мощность сварочного пламени необходимого для сварки стали толщиной...мм. Подберите наконечник для газовой горелки. Определите положение горелки в момент сваривания. Зарисуйте разделку кромок. Укажите способ сварки (левый, правый). Задача выполняется согласно варианту, соответствующему порядковому номеру в журнале.

Таблица 12 – Исходные данные для выполнения задачи 2.

№ варианта	1	3	5	7	9	11	13	15	17
Толщина металла	1	2	3	2,5	1	4	8	10	15
№ варианта	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Толщина металла	1	2	3	2,5	1	4	8	10	15

Задача 3. Два стальных листа сваривали горелкой с номером наконечника Определите, какой толщины был свариваемый металл и с какой разделкой кромок. Определите положение горелки в момент сваривания. Укажите способ сварки (левый, правый). Задача выполняется согласно варианту, соответствующему порядковому номеру в журнале.

Таблица 13 – Исходные данные для выполнения задачи 3.

№ варианта	2	4	6	8	10	12	14	16	18
№ конечника	1	2	3	9	8	4	5	7	6

Содержание отчета

1. Цели и название работы.
2. Законспектировать теоретические сведения.
3. Выполнить индивидуальное задание (две задачи).
4. Составить вывод.

Контрольные вопросы

1. Что такое сварка?
2. Перечислите разделку кромок при определенной толщине металла при сварке электродуговой сваркой?
3. Перечислите разделку кромок при определенной толщине металла при сварке газовой сваркой?
4. От чего зависит выбор электрода при электродуговой сварке металлов?
5. Классификация швов по положению в пространстве?
6. Какой газ применяется в газовой сварке?
7. Какое нормальное газовое соотношение при сварке цветных металлов и сплавов?

Практическая работа № 19

Структура условных обозначений сварных швов. Вспомогательные знаки для условного обозначения сварных швов. Примеры обозначения сварных швов

Цель работы – изучить формы подготовки кромок под сварку, конструктивные элементы разделки кромок под сварку и обозначение их на чертежах.

Оборудование и материалы: справочная, техническая и учебная литература.

Порядок выполнения работы

1. Подробно изучить теоретические сведения:
2. Оформить отчет.

Теоретические сведения

Очистку кромок можно производить различными растворителями, газокислородным пламенем, кислотами, механическим путем - металлическими щетками, напильниками, абразивными кругами и т.д.

В тех случаях, когда нельзя обеспечить глубину проплавления по всему сечению шва (большая толщина свариваемых изделий, малая мощность источника тепла, затруднения формирования шва из-за большого объема сварочной ванны, необходимость уменьшения доли основного металла в шве и т.п.), производят специальную разделку кромок. Разделка заключается в скосе кромок для того, чтобы "опустить" сварочную ванну вниз для обеспечения провара корня шва. При этом на кромках оставляют притупление для предотвращения прожогов. При сборке свариваемых изделий между кромками обязательно оставляют зазор, необходимый для приближения источника тепла к притуплению, а также для уменьшения деформаций и напряжений при сварке. Исключение составляет нахлесточные соединения, где наличие зазора нежелательно, так как ухудшаются условия работы всей конструкции.

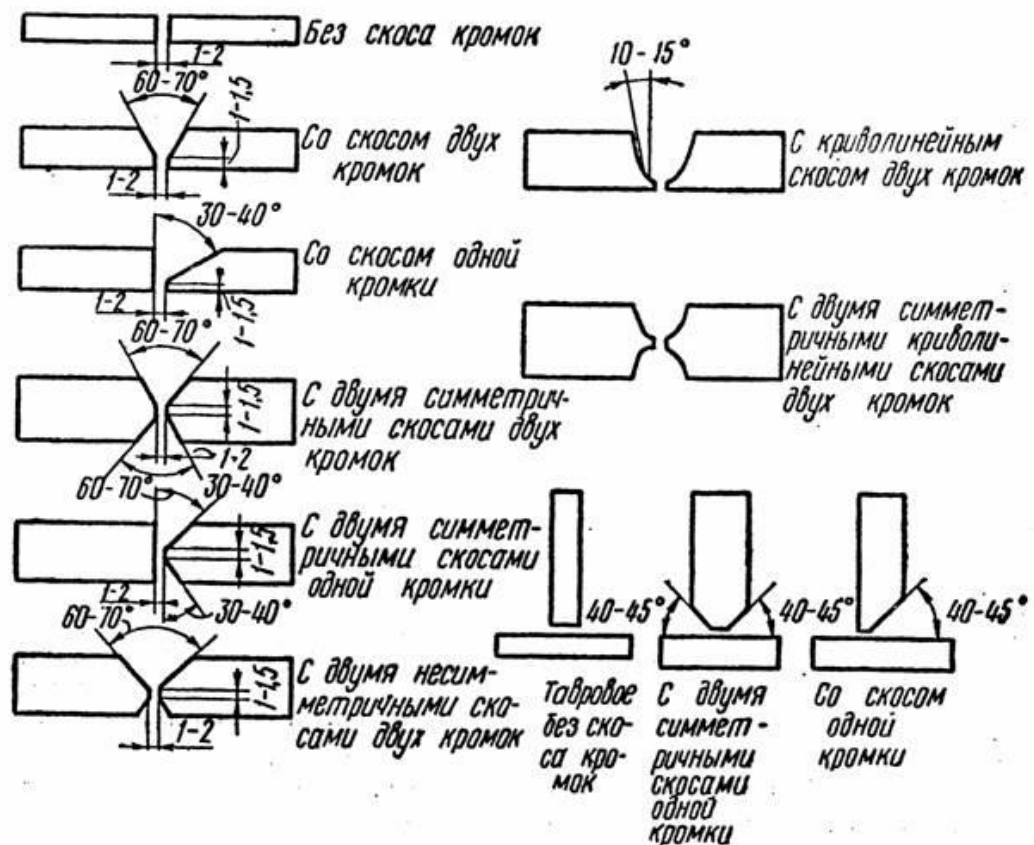


Рисунок 28. Виды подготовки кромок под сварку.

Выбор формы подготовки кромок зависит от способа сварки, имеющегося сварочного оборудования и конкретных условий, при которых будет обеспечено необходимое качество шва при минимальном сечении разделки (ГОСТ 5264-80).

Содержание отчета.

Задание 1. На рисунке предоставлены формы подготовки кромок под сварку при ручной дуговой и автоматической сварке под флюсом. Сделайте сравнительный анализ размеров подготавливаемых кромок.

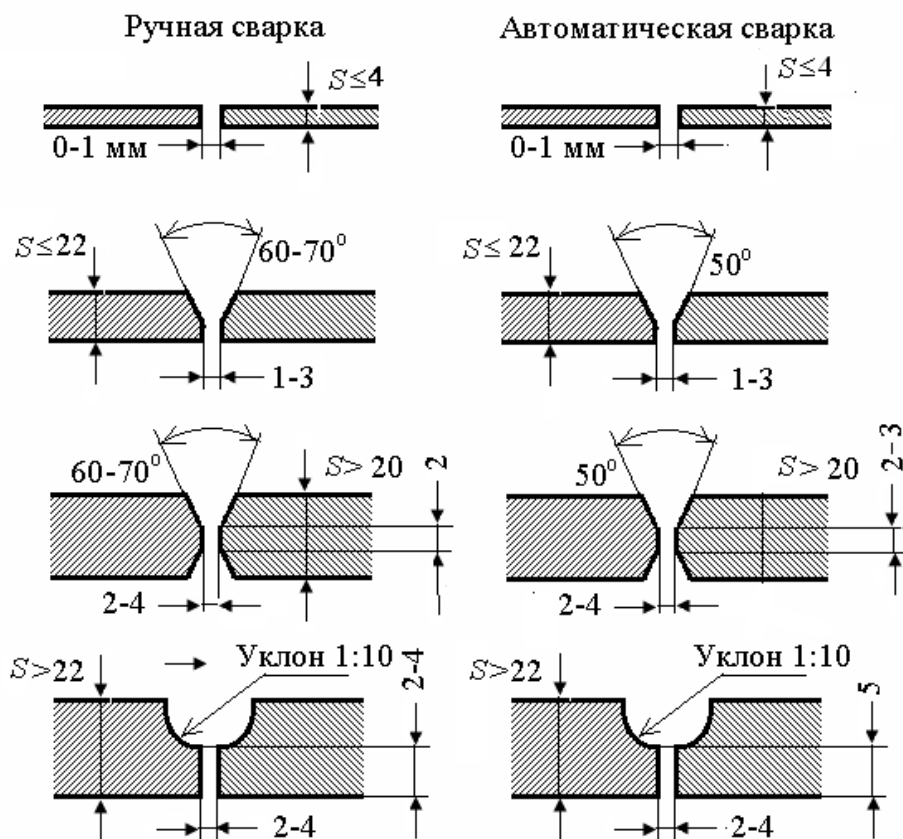


Рисунок 29. формы подготовки кромок под сварку при ручной дуговой и автоматической сварке под флюсом

К элементам геометрической формы подготовки кромок под сварку относятся угол разделки кромок α , притупление кромок S , длина скоса листа L при наличии разности толщин металла, смещение кромок относительно друг друга b , зазор между стыкуемыми кромками a .

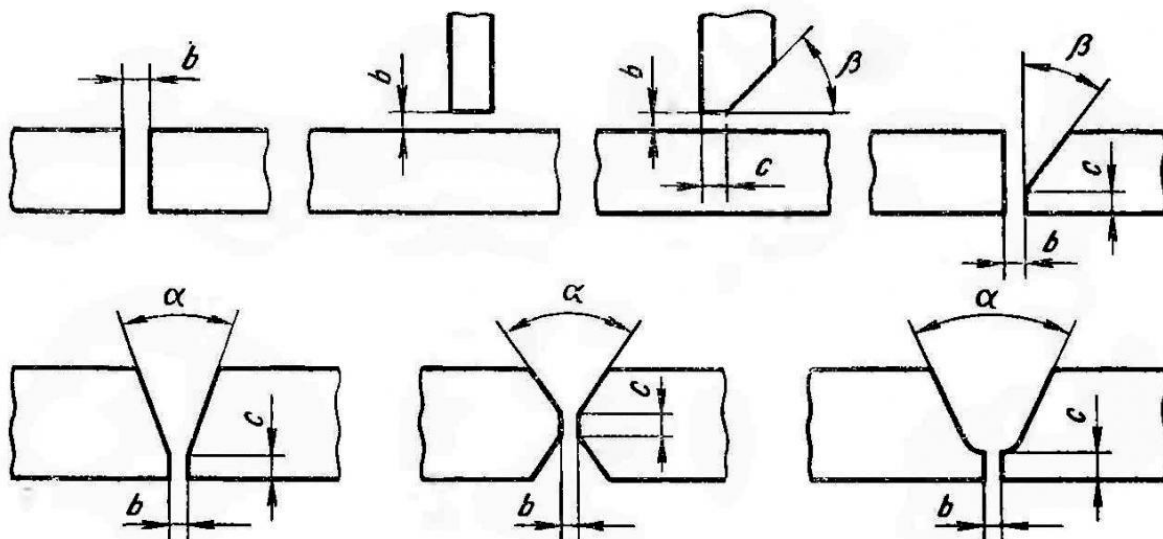


Рисунок 30. формы подготовки кромок под сварку при ручной дуговой и автоматической сварке под флюсом

Задание 2. Заполните таблицу 14.

Таблица 14 – Обозначение сварных швов на чертежах

Тип сварного соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Форма поперечного сечения	Толщина свариваемых деталей
Стыковое				
Угловое				
Тавровое				
Нахлесточное				

Таблица 14 - Образец заполнения таблицы


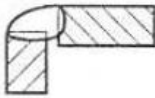
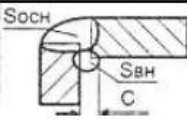
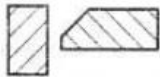
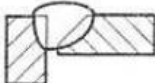
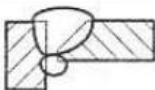






















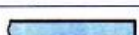
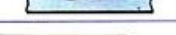
Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Форма поперечного сечения		Толщина свариваемых деталей, мм	Условное обозначение соединения
		подготовленных кромок	сварного соединения		
Без скоса кромок	Одно-сторонний			1...30	У4
	Двух-сторонний			2...30	У5
Со скосом одной кромки	Одно-сторонний			3...60	У6
	Двух-сторонний				У7

Таблица 14 – Образец заполнения

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Форма поперечного сечения		Толщина свариваемых деталей, мм
			подготовленных кромок	сварного шва	
СТЫКОВОЕ	С отбортовкой	Односторонний			1 - 4
	Без скоса				1 - 6
	Без скоса	Двусторонний			3 - 8
	С V-образным скосом	Односторонний			3 - 60
	С X-образным скосом	Двусторонний			8 - 120
	С K-образным скосом				8 - 100
	С криволинейным скосом				15 - 100
УГЛОВОЕ	Без скоса	Двусторонний			2 - 30
	Со скосом одной кромки				3 - 60
ТАВРОВОЕ	Без скоса	Двусторонний			2 - 40
	С двумя скосами одной кромки				8 - 100
НАХЛЕСТОВОЕ	Без скоса	Двусторонний			2 - 60

3. Вывод

Практическая работа №20

Исследование устройства сварочного трансформатора

Цель работы – изучить устройство сварочного трансформатора

Оборудование и материалы: справочная, техническая и учебная литература.

Порядок выполнения работы

1. Подробно изучить теоретические сведения:
2. Оформить отчет.

Теоретические сведения

Для сварки на постоянном токе применяются сварочные преобразователи:

а) Преобразующие механическую энергию двигателя в электрическую, напряжением и диапазоном тока, необходимым для сварки.

Конструктивно состоит из трехфазного электродвигателя переменного тока и сварочного генератора постоянного тока с независимым возбуждением.

б) Преобразующие механическую энергию «ДВС» в электрическую, напряжением и диапазоном токов, необходимым для сварки. Конструктивно состоит из «ДВС» и сварочного генератора постоянного тока.

Особенность – возможность выполнения сварки в полевых условиях.

К источникам питания для сварки на постоянном токе относятся сварочные выпрямители, преобразующие переменный ток промышленной частоты в постоянный напряжением и величинами, необходимыми для сварки. Конструктивно состоит из трансформатора и выпрямительного блока.

К источникам питания для сварки на постоянном токе относятся также:

а) инверторные источники питания, преобразующие переменное напряжение сети в напряжение и ток для сварки.

б) балластные реостаты, позволяющие изменить силу тока при питании от источника постоянного тока в цехах заводов с массовым производством.

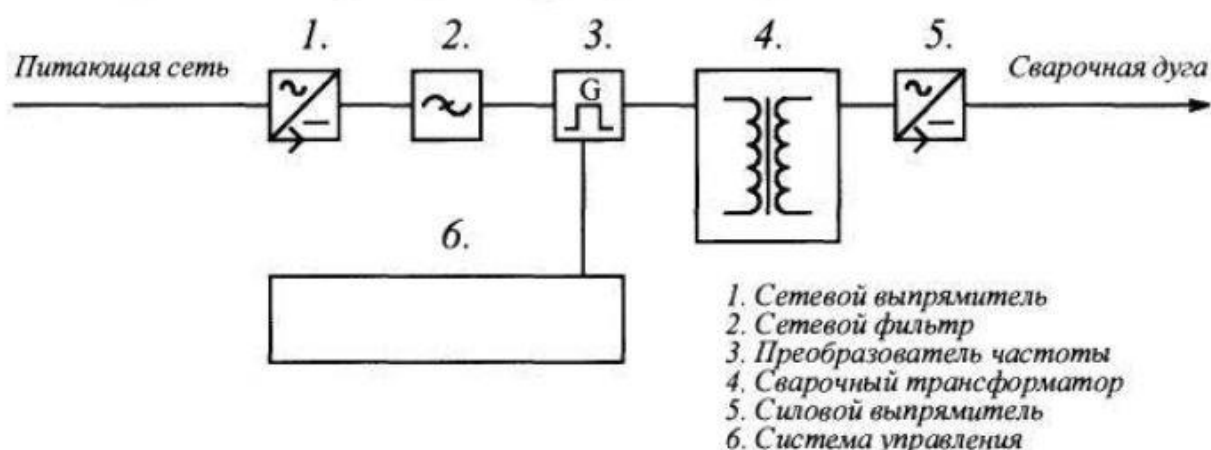


Рисунок 31. Схема преобразователя

Содержание отчета

1. Цели и название работы.
2. Законспектировать теоретические сведения.
3. Зарисовать схему преобразователя.
4. Вывод.

Контрольные вопросы

1. Оборудование для сварки на постоянном токе?
2. Что такое преобразователи, выпрямители?
3. Что относят к источникам питания для сварки на постоянном токе?
4. Какой ток называется постоянным?

Практическая работа №21

Исследование устройства сварочного выпрямителя

Цель: Ознакомиться с конструкцией сварочного выпрямителя, изучить принцип его действия.

Оборудование и материалы: Сварочный выпрямитель ВД-306, методические рекомендации

Порядок выполнения работы.

1. Назначение сварочного выпрямителя.
2. Изучить конструкцию сварочного выпрямителя ВД-306.

3. Изобразить принципиальную схему сварочного выпрямителя.
4. Охарактеризовать режимы работы сварочного выпрямителя.
5. Записать технические данные выпрямителя (номинальный сварочный ток, номинальное рабочее напряжение, диапазон регулирования тока, к.п.д., первичная мощность, габариты, масса).

Теоретические сведения

Сварочный выпрямитель это статический преобразователь энергии трехфазной сети переменного тока в энергию выпрямленного тока, которая используется для дуговой сварки. Выбор схемы выпрямителя зависит от области его применения.

Для ручной дуговой сварки штучными электродами обычно применяют сварочные выпрямители типа ВД (рис. 1).

Основные узлы этих выпрямителей - это трехфазный сварочный трансформатор Т1 и блок выпрямителей $V_1 \dots V_6$.

На магнитопроводе сварочного трансформатора расположены первичная W_1 и вторичная W_2 обмотки на расстоянии друг от друга, что обеспечивает поток рассеяния Φ_3 , необходимый для создания падающей ВАХ.

Выпрямительный блок $V_1 \dots V_6$ собран по трехфазной мостовой схеме, которая обеспечивает незначительную пульсацию амплитуды выпрямленного тока и высокую стабильность значения тепловой энергии, вводимой в свариваемый металл.

В режиме холостого хода сварочная цепь разомкнута, $U_{ХХ} - 65 \dots 70$ В. В режиме нагрузки, когда горит дуга и идет формирование шва, сила тока при необходимости плавно регулируется за счет перемещения вторичных обмоток вдоль стержней магнитопровода трансформатора, для чего имеется механизм, рукоятка которого выведена на крышку кожуха выпрямителя.

В режиме короткого замыкания ток $I_{КЗ} = (1,1 \dots 1,3) I_D$, что достаточно для возбуждения дуги. Выпрямители ВД обладают хорошими техническими данными.

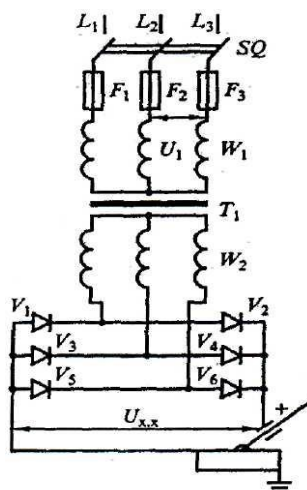


Рисунок 32 . Принципиальная схема сварочного выпрямителя типа ВД.



Рисунок 33 . Устройство сварочного выпрямителя.

Содержание отчета:

1. Номер работы, тему, цель работы, исходные материалы и данные.
2. Описание конструкции сварочного выпрямителя.
3. Принципиальную схему сварочного выпрямителя.
4. Режимы работы сварочного выпрямителя.
5. Технические данные сварочного выпрямителя.

Контрольные вопросы:

1. Какая должна быть вольтамперная характеристика у выпрямителей типа ВД?
2. Что должна обеспечивать трехфазная мостовая схема выпрямительного блока?
3. За счет чего регулируется сварочный ток в режиме нагрузки?

Практическая работа №22

Выбор режима сварки для производства работ в нижнем, вертикальном и горизонтальном положениях шва

Цель: научиться самостоятельно определять режимы ручной дуговой.

Оборудование и материалы: справочная, техническая и учебная литература.

Порядок выполнения работы

1. Подробно изучить теоретические сведения:
2. Оформить отчет.

Теоретические сведения

Стыковое соединение (шов встык)

Шов встык в сварке используется при соединении листового металла или торцов труб. Детали укладывают так, чтобы между ними был зазор в 1-2 мм, по возможности жестко фиксируют струбцинами. В процессе сварки зазор заполняется расплавленным металлом.

Тонкий листовый металл — до 4 мм толщиной — сваривается без предварительной подготовки (зачистка ржавчины не в счет, она обязательна). В этом случае варят только с одной

стороны. При толщине деталей от 4 мм, шов может быть одинарным или двойным, но требуется заделка кромок одним из представленных на фото способом.



Рисунок 34. Способы разделки кромок при стыковом соединении.

Типы подготовки деталей при сваривании встык

- При толщине детали от 4 мм до 12 мм, шов может быть одинарным. Тогда края зачищают любым из способов. Удобнее при толщине до 10 мм делать одностороннюю подготовку, а более толстые детали зачищают чаще в виде буквы V. U-образная зачистка сложнее в выполнении, потому используется реже. Если требования к качеству сварки повышенные, при толщине более 6 мм необходима зачистка с двух сторон и двойной шов — с одной и с другой стороны.

- При сварке металла толщиной от 12 мм встык, точно необходим двойной шов, прогреть такой слой с одной стороны невозможно. Обрезка кромок двусторонняя, в виде буквы X. Использовать при такой толщине V или U образные зачистки кромок невыгодно: для их заполнения требуется в несколько раз больше металла. Из-за чего увеличивается расход электродов и значительно снижается скорость сварки.

Разделка кромок при стыковом соединении

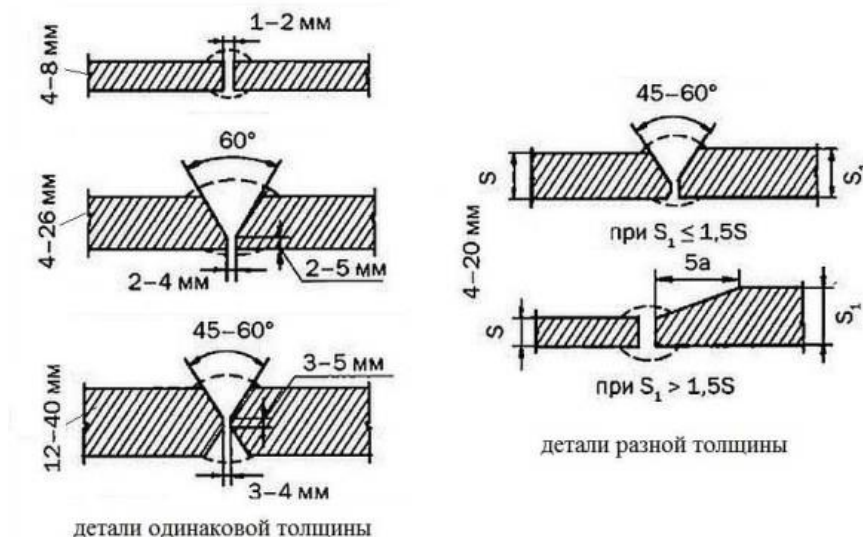


Рисунок 35. Разделка кромок металла при соединении деталей встык

Если все-таки решено металл большой толщины варить с односторонней разделкой, заполнять шов нужно будет в несколько проходов. Такие швы называют многослойными. Как в этом случае варить шов показано на рисунке ниже (цифрами обозначен порядок укладки слоев металла при сварке).

Как варить стыковые швы

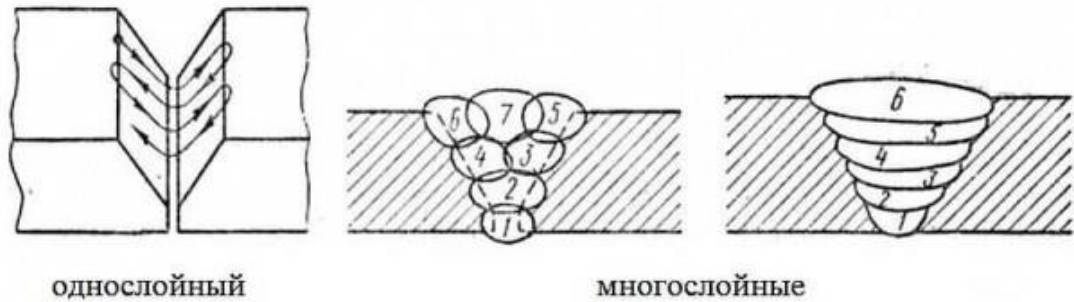


Рисунок 36. Как варить стыковой шов: однослойный и многослойные

Соединение внахлест

Этот тип соединения используется при сварке листового металла толщиной до 8 мм. Проваривают его с двух сторон, чтобы между листами не попала влага и не было коррозии.

При выполнении шва внахлест, необходимо правильно выбрать угол наклона электрода. Он должен быть порядка $15-45^\circ$. Тогда получается надежное соединение. При отклонении в ту или другую сторону основная масса расплавленного металла находится не на стыке, а в стороне, прочность соединения значительно снижается или детали остаются вовсе не соединенными.

Сварное соединение внахлест

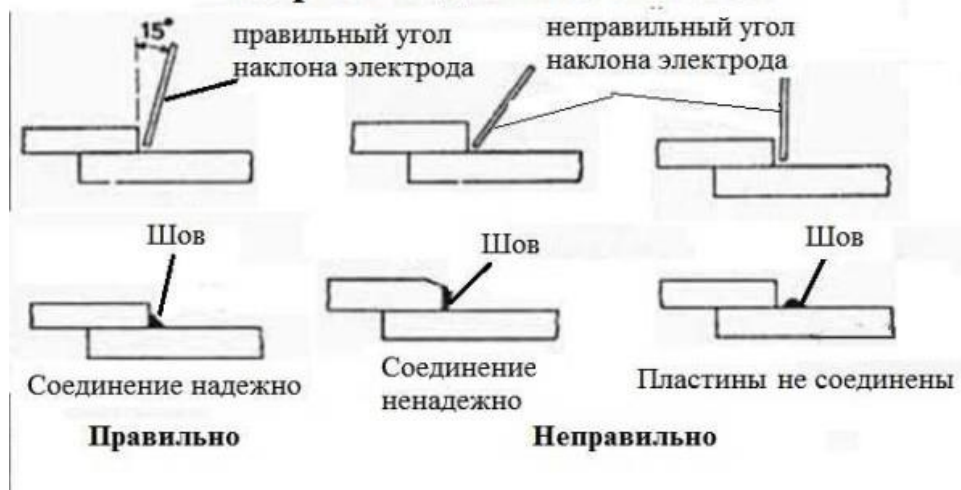


Рисунок 37. Как правильно держать электрод при сварке внахлест

Тавровое и угловое соединение

Тавровое соединение в сварке представляет собой букву «Т», угловое — букву «Г». Тавровое соединение может быть с одним швом или двумя. Кромки также могут разделять или нет. Необходимость разделки кромки зависит от толщины свариваемых деталей и количества швов:

- толщина металла до 4 мм, шов одинарный — без обработки кромок;
- толщина от 4 мм до 8 мм — без обработки кромок шов двойной;
- от 4 мм до 12 мм — одинарный шов с разделкой с одной стороны;
- от 12 мм кромку спиливают с двух сторон, и шва делают тоже два.
-

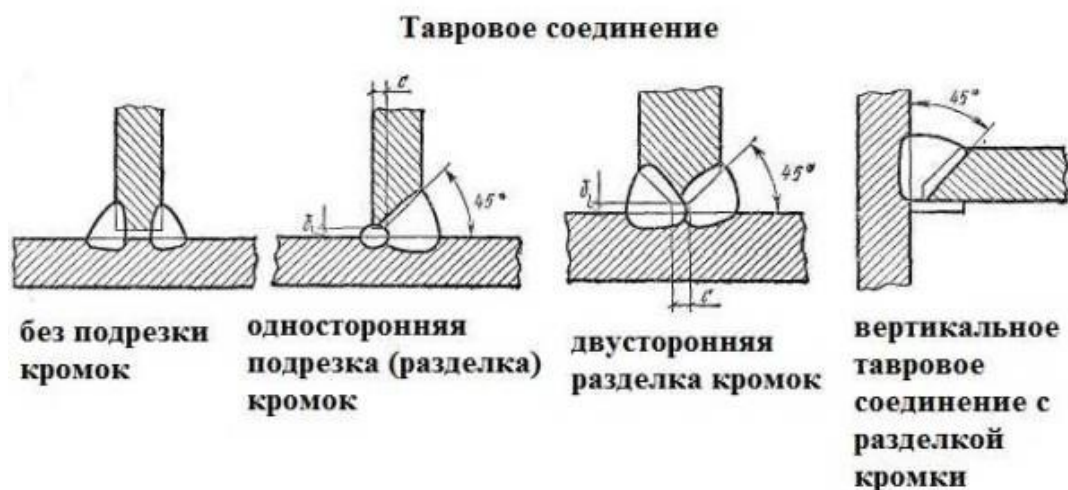


Рисунок 38. Типы сварных швов: тавровое соединение с разделкой (обрезкой) кромок и без

Угловой шов можно рассматривать как часть таврового. Рекомендации тут точно такие же: тонкий металл можно сваривать без разделки кромок, для большей толщины приходится снимать часть с одной или двух сторон.

Способы разделки швов угловых сварных соединений

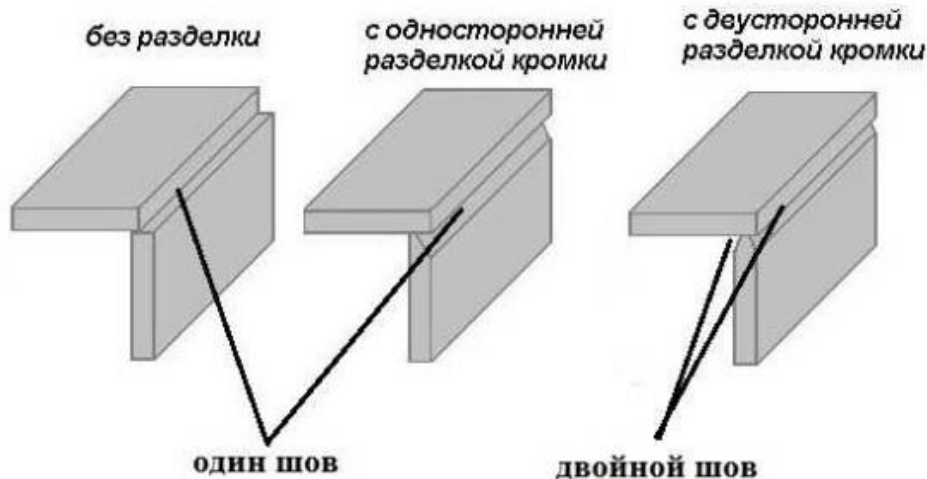


Рисунок 39. Как подготавливать металл для углового соединения (с одним или двумя швами)

Угловые и тавровые стыки иногда приходится варить с обеих сторон (два шва). Чтобы правильно варить такой шов, детали поворачивают так, чтобы металлические плоскости находились под одинаковым углом. На фото этот способ подписан «в лодочку». Так проще рассчитывать движения электрода, особенно новичку в сварке.

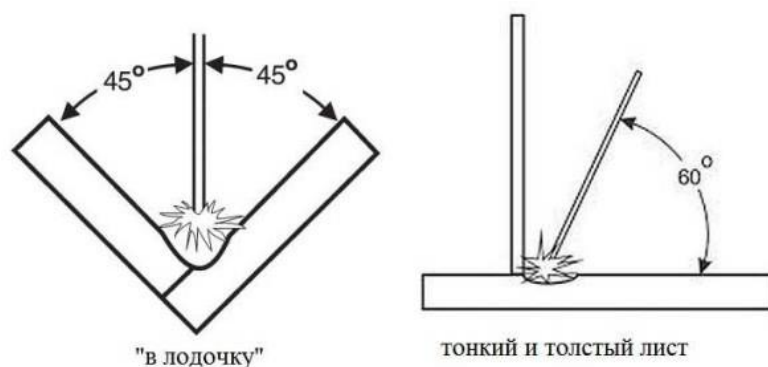


Рисунок 40. Как варить шов: «в лодочку» и при соединении металлов разной толщины

При соединении тонкого и толстого металла угол наклона электрода должен быть другим — порядка 60° к более толстой детали. При таком положении большая часть прогрева придется на него, тонкий металл не прогорает, что может случиться, если угол наклона будет 45° .

Сварка угловых швов

При сварке угловых швов необходимо следить за положением и движением электрода.

Движение кончика электрода должно быть равномерным. Дугу разжигают на горизонтальной поверхности (в точке «А»), двигая электрод к вертикальной поверхности, затем круговым движением возвращают его на место. Когда электрод находится над стыком, он имеет наклон 45° , по мере его продвижения вверх угол чуть уменьшается (рисунок на картинке слева), при переходе на горизонтальную поверхность, угол увеличивается. При такой технике шов будет заполненным равномерно.



Рисунок 41. Сварка углового шва — положение и движение электрода

При сварке угловых соединений следите еще и за тем, чтобы время нахождения электрода во всех трех точках (по сторонам и в центре) было одинаковым.

Положение в пространстве

Кроме разных типов соединений швы могут по-разному располагаться в пространстве. Бывают они в нижнем положении. Для сварщика это самый комфортный. Так проще всего контролировать сварную ванну. Все остальные положения — горизонтальный, вертикальный и потолочный шов — требуют определенных знаний техники сварки (о том, как варить такие швы читайте ниже).

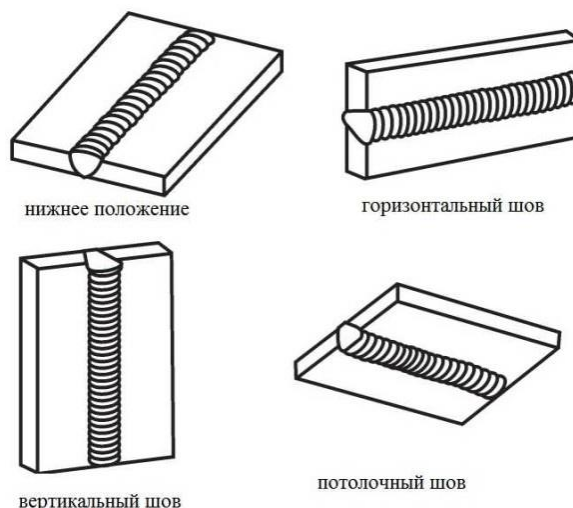


Рисунок 42. Виды сварных швов по положению в пространстве: вертикальный горизонтальный, потолочный

Сварка вертикальных швов

Во время сваривания деталей, находящихся в вертикальном положении, расплавленный металл под действием силы тяжести сползает вниз. Чтобы капли не отрывались, используют более короткую дугу (кончик электрода находится ближе к сварной ванне).

Подготовка металла (разделка кромок) проводится в соответствии с типом соединения и толщиной свариваемых деталей. Затем их фиксируют в заданном положении, соединяют с шагом в несколько сантиметров короткими поперечными швами — «прихватками». Эти швы не дают деталям смещаться.

Вертикальный шов можно варить сверху-вниз или снизу-вверх. Удобнее работать снизу-вверх: так дуга толкает сварную ванну вверх, препятствуя ее опусканию вниз. Так проще сделать качественный шов.

Вертикальный шов снизу-вверх без отрыва

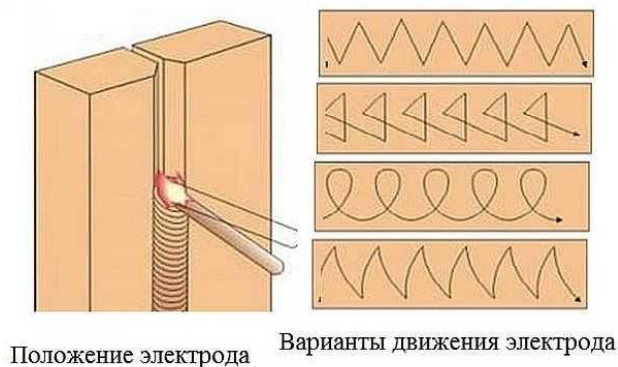
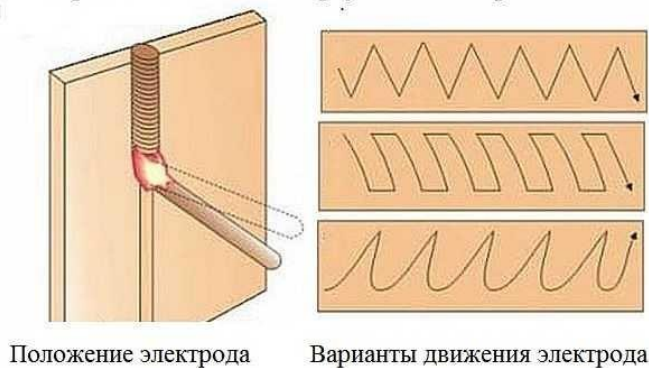


Рисунок 43. Как варить вертикальный шов снизу-вверх: положение электрода и возможные движения

Выполнять соединение деталей в вертикальном положении можно с отрывом дуги. Для начинающих сварщиков это может быть более удобным: за время отрыва металл успевает остыть. При таком способе можно даже опирать электрод на полочку сварного кратера. Схема движений практически такая же, как без отрыва: из стороны в сторону, петельками или «коротким валиком» — вверх-вниз.

Иногда варят вертикальный шов сверху-вниз. В этом случае при розжиге дуги держите электрод перпендикулярно к свариваемым поверхностям. После розжига в таком положении прогрейте металл, потом опустите электрод и варите уже в таком положении. Сварка вертикального шва сверху-вниз не очень удобна, требует хорошего контроля сварной ванны, но и таким способом можно добиться неплохих результатов.

Вертикальный шов сверху-вниз без отрыва



Положение электрода

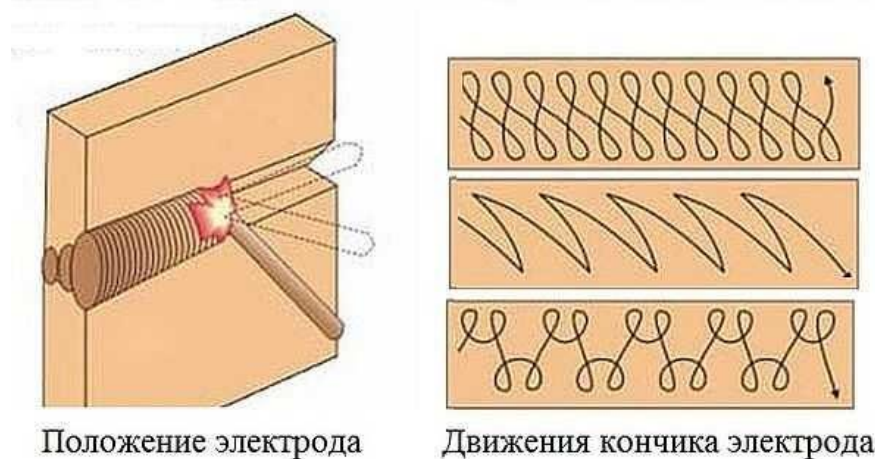
Варианты движения электрода

Рисунок 44. Как варить вертикальный шов электросваркой сверху-вниз: положение электрода и движения его кончика

Горизонтальный шов

Горизонтальный шов на вертикальной плоскости можно вести как справа-налево, так и слева-направо. Разницы нет никакой, кому как удобнее, тот так варит. Как при сваривании вертикального шва, ванна будет стремиться вниз. Потому угол наклона электрода достаточно большой. Его подбирают в зависимости от скорости движения и параметров тока. Главное, чтобы ванна оставалась на месте.

Горизонтальный шов на вертикальной плоскости



Положение электрода

Движения кончика электрода

Рисунок 45. Сварка горизонтальных швов: положение электрода и движения

Если металл стекает вниз, увеличивайте скорость движения, меньше прогревая металл. Еще один способ — делать отрывы дуги. За эти короткие промежутки металл немного остывает и не стекает. Также можно немного снизить силу тока. Только все эти меры применяйте поэтапно, а не все сразу.

Потолочный шов

Этот вид сварного соединения — самый сложный. Требуется высокого мастерства и хорошего контроля сварной ванны. Для выполнения этого шва электрод держат под прямым

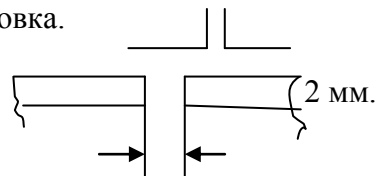
углом к потолку. Дуга короткая, скорость движения — постоянная. Выполняют в основном круговые движения, расширяющие шов.

1. Технологический процесс электродуговой сварки.

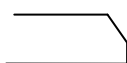
1. Подготовка кромок (удаление ржавчины, окалины, старой краски и др. загрязнений), если требуется, производится разделка кромок:

-при толщине металла до 3 мм – отбортовка.

- при S от 3 до 8 мм



- при S от 8 до 15 мм



V-образная разделка кромок.

- при S от 15 до 20 мм X-образная разделка кромок

- при S более 20 мм чашеобразная

2. По задней толщине кромок выбирается диаметр электрода

Таблица 18 - Зависимость диаметра электрода от толщины свариваемого изделия.

Толщина металла, мм	1-2	3	4-5	6-8	9-12	13-15	16 и более
Диаметр электрода, мм	1,5-2	3	3-4	4	4-5	5	6

3. По выбранному диаметру электрода определяется сварочный ток.

Диаметр электрода $d=3-6$ мм.

$$I=(20+6d)dk$$

Диаметр электрода $d<3$ мм.

$$I=30 dk$$

Таблица 15 - Значение коэффициента k

нижний шов	вертикальный шов	потолочный шов
1,0	0,9	0,8

Содержание отчета

1. Цели и название работы.
2. Законспектировать теоретические сведения.
3. Выполнить индивидуальное задание.
4. Вывод.

Задача 1. Определите какой сварочный ток необходим для сваривания изделия толщиной ...мм. Подберите подходящий диаметр электрода. Зарисуйте разделку кромок. Задача выполняется согласно варианту, соответствующему порядковому номеру в журнале.

Таблица 16 – исходные данные для выполнения задачи 1.

№ варианта	1	3	5	7	9	11	13	15	17
Положение шва в пространстве	Нижний шов			Вертикальный шов			Потолочный шов		
Толщина металла, мм	1	2	3,5	25	19	4	9	10	16

Таблица 16 – исходные данные для выполнения задачи 1.

№ варианта	2	4	6	8	10	12	14	16	18
Положение шва в пространстве	Нижний шов			Вертикальный шов			Потолочный шов		
Толщина металла, мм	0,5	21	16	7,5	30	9	21,5	19,5	11

Таблица 16 – исходные данные для выполнения задачи 1.

№ варианта	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Положение шва в пространстве	Нижний шов			Вертикальный шов			Потолочный шов		
Толщина металла, мм	23	1,5	7,5	5,5	14	22	6	18	42

Практическая работа №23

Определение геометрических размеров шва в зависимости от параметров режима сварки

Цель: научиться самостоятельно определять геометрические размеры сварочного шва.

Оборудование и материалы: справочная, техническая и учебная литература.

Порядок выполнения работы

1. Подробно изучить теоретические сведения;
2. Оформить отчет.

Теоретические сведения

К основным параметрам режима дуговой сварки относятся:

- величина, плотность, полярность и род сварочного тока;
- напряжение дуги;
- скорость сварки;
- площадь сечения (диаметр) проволоки (электрода).

Дополнительные параметры:

- толщина и состав электродного покрытия;
- вылет сварочной проволоки;
- положение электрода и изделия при сварке;
- размер зерен сварочного флюса и его состав.

От этих параметров зависят геометрические параметры сварного шва (рис.45а), его форма и размеры, химический состав. На форму и размеры шва также влияет и техника сварки.

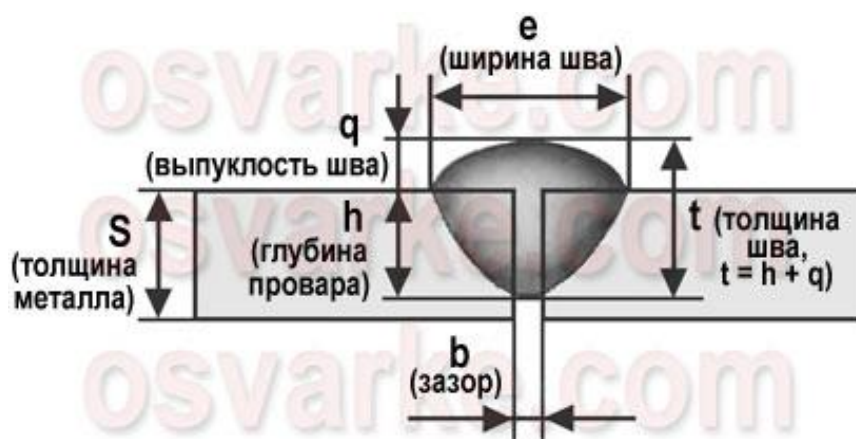


Рисунок 45а. Геометрические параметры сварного шва.

а)

S – толщина свариваемого металла;

e – ширина сварного шва;

q – выпуклость стыкового шва (высота усиления) – наибольшая высота (глубина) между поверхностью сварного шва и уровнем расположения поверхности сваренных деталей;

h – глубина провара (глубина проплавления) – наибольшая глубина расплавления основного металла;

t – толщина шва, $t = q + h$;

b – зазор.

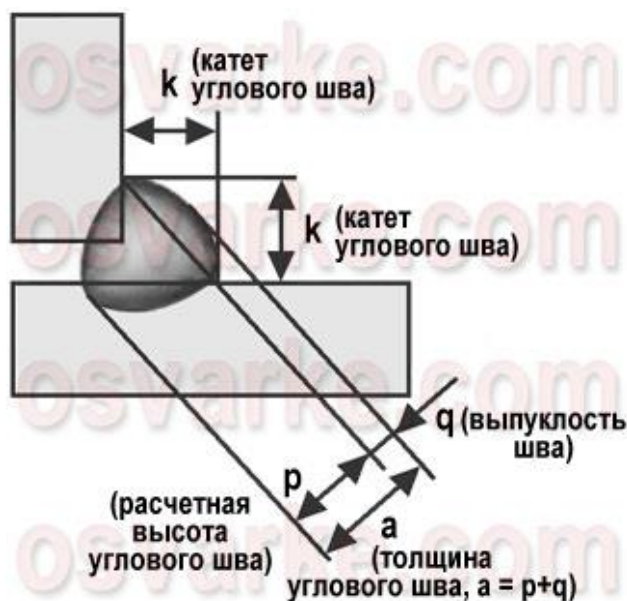


Рисунок 45б. Геометрические параметры сварного шва.

б)

k – катет углового шва – кратчайшее расстояние от поверхности одной из свариваемых деталей до границы углового шва на поверхности второй свариваемой детали;

q – выпуклость шва;

p – расчетная высота углового шва – длина перпендикулярной линии, проведенной из точки наибольшего проплавления в месте сопряжения свариваемых частей к гипотенузе наибольшего прямоугольного треугольника, вписанного во внешнюю часть углового шва;

a – толщина углового шва, $a = q + p$.

а) геометрические параметры стыкового шва

б) геометрические параметры углового шва

С повышением сварочного тока возрастает глубина провара, а ширина шва практически не изменяется (рис. 45б).

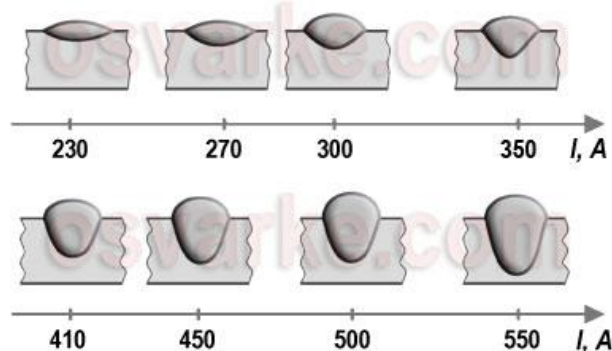


Рисунок 46. Влияние тока на форму и размеры сварного шва

С увеличением напряжения дуги ширина шва резко возрастает, глубина провара уменьшается (рис. 46). Также снижается и выпуклость (высота усиления) шва. При сварке на постоянном токе (в особенности обратной полярности) ширина шва будет гораздо больше, чем при сварке на переменном токе с таким же значением напряжения.

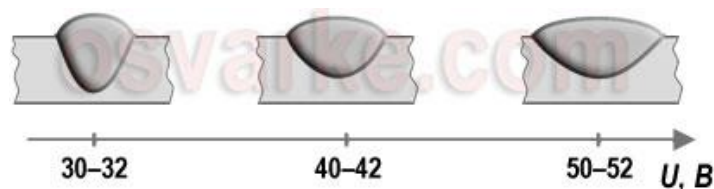


Рисунок 47. Влияние напряжения дуги на форму и размеры сварного шва

С возрастанием скорости сварки ширина шва уменьшается, а глубина провара сначала увеличивается (до скорости 40–50 м/ч), а затем понижается (рис.48). При скорости сварки свыше 70–80 м/ч возможны подрезы по обеим сторона шва из-за недостаточного прогрева основного металла.

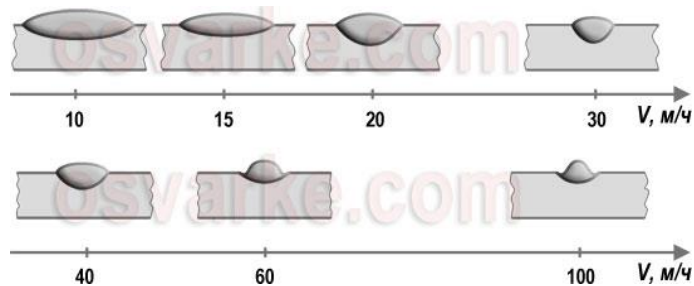


Рисунок 48. Влияние скорости сварки на форму и размеры шва

С уменьшением диаметра проволоки (при прочих равных условиях) возрастает плотность тока в электроде, что приводит к росту глубины провара и выпуклости шва, но при этом снижается ширина шва. Таким образом, при уменьшении диаметра проволоки можно получить более глубокий провар при неизменной силе тока или такой же провар при меньшей силе тока.

При возрастании вылета проволоки диаметром не более 3 мм из токоподводящего мундштука снижается глубина провара, что может привести к возникновению краевых наплывов в шве. Повышение вылета проволоки диаметром 5 мм с 60 до 150 мм не оказывает влияние на форму сварного шва.

Содержание отчета

1. Цели и название работы.
2. Законспектировать теоретические сведения. Зарисовать рисунки.
3. Вывод.

Контрольные вопросы:

1. Основные параметры режима дуговой сварки?
2. Дополнительные параметры режима дуговой сварки?
3. Геометрические параметры сварного шва?
4. Как влияет ток на форму и размеры сварного шва?
5. Как влияет напряжение дуги на форму и размеры сварного шва?
6. Как влияет скорость сварки на форму и размеры шва?

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица 12. Машиностроительные (конструкционные) стали: углеродистые по ГОСТ 1050—74 и легированные по ГОСТ 4543—71

Марка стали	Химический состав, %						Назначение
	C	Mn	Si	Cr	Ni	другие легирующие элементы	
1	2	3	4	5	6	7	8

1. Стали, используемые без термической обработки

08кп	0,05—0,11	0,25—0,50	≤0,03	≤0,1	≤0,2	—	Листы, штампуемые в холодном состоянии с глубокой вытяжкой То же, прочность выше Для сложной гибки; хорошая свариваемость То же, но ответственного назначения
10кп	0,07—0,14	0,25—0,50	≤0,07	≤0,15	≤0,2	—	
15кп	0,12—0,19	0,25—0,50	≤0,07	≤0,25	≤0,2	—	
0,8	0,05—0,12	0,35—0,65	0,17—0,37	≤0,1	≤0,2	—	
Ст3	0,14—0,22	0,40—0,65	0,12—0,30	Не определяются		—	

2. Стали, упрочняемые в поверхностном слое

Цементируемые стали

15	0,12—0,19	0,35—0,65	0,17—0,37	≤0,25	≤0,25	—	Цементируемые и цинкируемые детали, не требующие высокой прочности сердцевин То же, с несколько большей прочностью сердцевин То же, для деталей сложной формы То же, не чувствительны к перегреву при цементации
20	0,17—0,24	0,35—0,65	0,17—0,37	≤0,25	≤0,25	—	
15X	0,12—0,18	0,40—0,70	0,17—0,37	0,7—1,0	≤0,30	—	
15XA	0,12—0,17	0,40—0,70	0,17—0,37	0,7—1,0	≤0,30	—	
15XΦ	0,12—0,18	0,40—0,70	0,17—0,37	0,8—1,1	≤0,30	0,06—0,12 V	
12XH3A	0,09—0,16	0,3—0,6	0,17—0,37	0,6—0,9	2,75—3,15	—	Цементируемые детали с высокой прочностью и вязкостью сердцевин и более крупные То же, в меньших сечениях То же, но при меньшей вязкости сердцевин
12X2H4A	0,09—0,15	0,3—0,6	0,17—0,37	1,25—1,65	3,25—3,65	—	
20XHHP	0,16—0,23	0,7—1,0	0,17—0,37	0,7—1,1	0,8—1,1	0,001—0,005 B	
18XHT	0,17—0,23	0,8—1,1	0,17—0,37	1,0—1,3	—	0,03—0,09 Ti	

Продолжение табл. 12

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

Стали, упрочняемые поверхностной закалкой при индукционном нагреве

43	0,42—0,50	0,5—0,8	0,17—0,37	≤0,25	≤0,25	—	Валы, оси, шестерни и т. п. То же, при большей прочности сердцевин То же, для крупных деталей сложной формы
55	0,52—0,60	0,5—0,8	0,17—0,37	≤0,2	≤0,25	—	
60	0,57—0,65	0,5—0,8	0,17—0,37	≤0,2	≤0,25	—	
45X	0,41—0,49	0,5—0,8	0,17—0,37	0,8—1,1	≤0,30	—	
50X	0,46—0,54	0,5—0,8	0,17—0,37	0,8—1,1	≤0,30	—	

Стали пониженной прокаливаемости, упрочняемые поверхностной закалкой при глубинном индукционном нагреве (по техническим условиям)

55ПП	0,55—0,63	0,1—0,3	≤0,2	≤0,15	≤0,25	≤0,2 Al	То же, для работы при повышенных напряжениях
58ПП	0,54—0,62	≤0,3	≤0,2	≤0,15	≤0,15	≤0,2	

Стали регламентированной прокаливаемости

47ГТ	0,44—0,51	≤0,17	1,0—1,2	≤0,25	≤0,25	≤0,2 Al 0,06—0,12 Ti	То же, но для более крупных деталей и при еще более высоких напряжениях
------	-----------	-------	---------	-------	-------	-------------------------	---

Азотируемые стали

38ХМЮА	0,35—0,42	0,3—0,6	0,2—0,45	1,35—1,65	0,7—1,1 Al	0,15—0,25 Mo	Шпиндели быстроходных станков, стаканы цилиндров То же, но азотируется быстрее Шестерни, болты ответственного назначения
30ХТ2М	0,28—0,36	0,3—0,6	0,8—0,45	1,3—1,6	≤0,2	1,8—2,0 Ti	
40ХНМА	0,37—0,44	0,5—0,8	0,17—0,37	0,6—0,9	1,25—1,65 Ni	0,15—0,25 Mo	

1	2	3	4	5	6	7	8
3. Улучшаемые стали							
Стали, прокаливаемые в деталях диаметром до 12—15 мм							
35	0,32—0,40	0,5—0,8	0,17—0,37	≤0,25	≤0,25	—	Оси, валы, роторы, не испытывающие больших напряжений
40	0,37—0,45	0,5—0,8	0,17—0,37	≤0,25	≤0,25	—	Оси, валы, штоки, шестерни
45	0,42—0,50	0,5—0,8	0,17—0,37	≤0,25	≤0,25	—	То же, а также шпиндели, зубчатые колеса, болты ответственного назначения
50	0,47—0,55	0,5—0,8	0,17—0,37	≤0,25	≤0,25	—	Оси, валы; применяется чаще в нормализованном состоянии
55	0,52—0,60	0,5—0,8	0,17—0,37	≤0,25	≤0,25	—	
Стали, прокаливающиеся в деталях диаметром до 25—35 мм							
Марганцовистые стали							
35Г2	0,31—0,39	1,4—1,8	0,17—0,37	≤0,30	≤0,30	—	Коленчатые валы, оси, цапфы
45Г2	0,41—0,49	1,4—1,8	0,17—0,37	≤0,30	≤0,30	—	Карданные валы, шатуны, вальные оси
Хромистые стали							
35Х	0,31—0,39	0,5—0,8	0,17—0,37	0,8—1,1	≤0,30	—	Оси, валы, шестерни
40Х	0,36—0,44	0,5—0,8	0,17—0,37	0,8—1,1	≤0,30	—	То же, но большей прочности
45Х	0,41—0,49	0,5—0,8	0,17—0,37	0,8—1,1	≤0,30	—	То же, но более сильно нагруженные детали
Хромокремнистые стали							
33ХС	0,29—0,37	0,3—0,6	1,0—1,4	1,3—1,6	≤0,30	—	Тонкостенные трубы, валы, оси
40ХС	0,37—0,45	0,3—0,6	1,2—1,6	1,3—1,6	≤0,30	—	Шестерни, валы высокой прочности

1	2	3	4	5	6	7	8
Хромованадиевая сталь							
40ХФА	0,37—0,44	0,5—0,8	0,17—0,37	0,8—1,1	≤0,30	0,10—0,18 V	То же, коленчатые валы, малочувствительна к перегреву
Стали, прокаливающиеся в деталях диаметром до 50—70 мм							
40ХН	0,36—0,44	0,5—0,8	0,17—0,37	0,45—0,75	1,0—1,4	—	Валы, шестерни, болты, шпильки ответственного назначения
Хромомарганцевокремнистые стали (хромансил)							
25ХГСА	0,22—0,28	0,8—1,1	0,9—1,2	0,8—1,1	≤0,30	—	Узлы, рамы ответственного назначения, штоки, тонкостенные трубы
30ХГС	0,28—0,35	0,8—1,1	0,9—1,2	0,8—1,1	≤0,30	—	То же, но большей прочности
35ХГСА	0,32—0,39	0,8—1,1	1,1—1,4	1,1—1,4	≤0,30	—	Оси, шестерни высокой прочности, больших размеров при отсутствии требований и повышенной вязкости
Хромомолибденовые стали							
35ХМ	0,32—0,40	0,4—0,7	0,17—0,37	0,8—1,1	≤0,30	0,15—0,25 Мо	Роторы, валы, шестерни, цилиндры моторов
Стали, прокаливающиеся в деталях диаметром 75—120 мм							
Хромоникелевые стали							
30ХН3А	0,27—0,33	0,3—0,6	0,17—0,37	0,6—0,9	2,75—3,15	—	Валы, штоки, кривошипы высокой прочности
Хромоникельмолибденовая сталь							
40ХНМА	0,37—0,44	0,5—0,8	0,17—0,37	0,6—0,9	1,25—1,65	0,15—0,25 Мо	Тяжело нагруженные валы, шестерни, оси

Таблица 13. Жаропрочные стали и сплавы (по ГОСТ 5632—72)

Марка	Химический состав (средний), %						Назначение
	C	Si	Cr	Ni	Mo	другие элементы	
1. Стали для работы при 400—550° С (феррито-перлитные)							
15ХМ	0,11—0,18	0,17—0,37	0,8—1,1	≤0,2	0,4—0,55	—	Трубы пароперегревателей, ар- матура паровых котлов Роторы, диски, крепежные де- тали
121М1Ф	0,08—0,15	0,17—0,37	0,9—1,2	≤0,25	0,25—0,35	0,15—0,35 V	
25Х2МФ	0,22—0,29	0,17—0,37	2,1—2,6	≤0,25	0,9—1,1	0,3—0,5 V	
20Х3МВФ	0,16—0,24	0,17—0,37	2,8—3,3	≤0,25	0,35—0,55	0,6—0,85 V	Трубы гидрогенизационных и нефтяных установок, стойкие про- тив водородной коррозии
2. Стали для работы при 500—600° С (высокохромистые феррито-карбидные)							
Х5М	0,15	0,5	4,5—6	≤0,2	0,45—0,60	—	Аппаратура переработки нефти, детали насосов Клапаны моторов, крепежные детали То же Лопатки паровых турбин, трубы (при 500—520° С) Роторы, диски, лопатки (при 550—580° С)
Х6СМ	0,15	1,5—2	5,0—6,5	≤0,2	0,45—0,60	—	
4Х10С2М	0,35—0,45	1,9—2,6	9—10,5	≤0,2	0,7—0,9	—	
2Х13	0,16—0,24	0,6	12—14	≤0,2	—	—	
2Х12ВМБФ	0,15—0,22	0,5	11—13	≤0,2	0,4—0,6	0,4—0,7 W 0,15—0,30 V 0,2—0,4 N	
3. Стали для работы при 600—650° С (аустенитные)							
Х18Н9Т	≤0,12	≤0,8	17—19	8,0—9,5	—	2,0 Мп Ti = (%C— —0,02) × 5 ≤ ≤0,7%	

Продолжение табл. 12

Продолжение табл. 12

1	2	3	4	5	6	7	8
3. Улучшаемые стали							
Стали, прокаливаемые в деталях диаметром до 12—15 мм							
35	0,32—0,40	0,5—0,8	0,17—0,37	≤0,25	≤0,25	—	Оси, валы, роторы, не испытывающие больших напряжений Оси, валы, штоки, шестерни То же, а также шпиндели, зубчатые колеса, болты ответственного назначения Оси, валы; применяется чаще в нормализованном состоянии
40	0,37—0,45	0,5—0,8	0,17—0,37	≤0,25	≤0,25	—	
45	0,42—0,50	0,5—0,8	0,17—0,37	≤0,25	≤0,25	—	
50	0,47—0,55	0,5—0,8	0,17—0,37	≤0,25	≤0,25	—	
55	0,52—0,60	0,5—0,8	0,17—0,37	≤0,25	≤0,25	—	
Стали, прокаливающиеся в деталях диаметром до 25—35 мм							
Марганцовистые стали							
35Г2	0,31—0,39	1,4—1,8	0,17—0,37	≤0,30	≤0,30	—	Коленчатые валы, оси, цапфы Карданные валы, шатуны, вагонные оси
45Г2	0,41—0,49	1,4—1,8	0,17—0,37	≤0,30	≤0,30	—	
Хромистые стали							
35X	0,31—0,39	0,5—0,8	0,17—0,37	0,8—1,1	≤0,30	—	Оси, валы, шестерни То же, но большей прочности То же, но более сильно нагруженные детали
40X	0,36—0,44	0,5—0,8	0,17—0,37	0,8—1,1	≤0,30	—	
45X	0,41—0,49	0,5—0,8	0,17—0,37	0,8—1,1	≤0,30	—	
Хромокремнистые стали							
33XC	0,29—0,37	0,3—0,6	1,0—1,4	1,3—1,6	≤0,30	—	Тонкостенные трубы, валы, оси Шестерни, валы высокой прочности
40XC	0,37—0,45	0,3—0,6	1,2—1,6	1,3—1,6	≤0,30	—	

Таблица 14. Пружинные стали с высокими механическими свойствами
по ГОСТ 14959—79

Сталь	Химический состав, %						Назначение
	C	Mn	Si	Cr	Ni	другие легирующие элементы	
1. Углеродистые стали (см. также по ГОСТ 9389—75)							
55Г	0,62—0,70	0,90—1,20	0,17—0,37	≤0,25	≤0,25	—	Пружины механизмов и машин. С повышением содержания углерода выше прочность, но ниже пластичность
70	0,67—0,75	0,50—0,80	0,17—0,37	≤0,25	≤0,25	—	
75 *	0,72—0,80	0,50—0,80	0,17—0,37	≤0,25	≤0,25	—	
2. Легированные стали							
50Х1 **	0,46—0,54	0,70—1,00	0,17—0,37	0,90—1,2	≤0,25	—	Рессоры автомашин. Пружины подвижного состава железнодорожного транспорта, крупных прессов, станков. Стали повышенной легированности для более крупных пружин
55ХГР	0,52—0,60	0,9—1,2	0,17—0,37	0,90—1,2	≤0,25	0,002—0,005	
55С2 **	0,52—0,60	0,60—0,90	1,50—2,00	≤0,30	≤0,25	—	
50С2 **	0,58—0,63	0,60—0,90	1,50—2,00	≤0,30	≤0,25	—	Пружины особо ответственного назначения; рессоры легковых автомобилей
50ХФА	0,46—0,54	0,50—0,80	0,17—0,37	0,8—1,1	≤0,25	0,10—0,2 V	Пружины станков и прессов
55ХГСФ (ЭП464)	0,56—0,64	0,55—0,85	0,6—0,9	0,8—1,2	≤0,25	0,1—0,2 V	То же, при нагреве до 200—250°С
50С2ХФА	0,56—0,64	0,40—0,70	1,40—1,80	0,90—1,2	≤0,25	0,1—0,2 V	
55С2ВА	0,61—0,69	0,70—1,00	1,50—2,00	0,30	≤0,25	0,80—1,20 W	
15ХНМФА	0,42—0,50	0,50—0,80	0,17—0,37	0,80—1,10	1,30—1,80	0,20—0,30 V	Крупные клапанные пружины, торсионные валы
70С2ХА	0,65—0,75	0,40—0,60	1,40—1,70	0,20—0,4	≤0,2	0,10—0,20 Mo	
						—	Пружины часовых механизмов

* Для пружин, главным образом в приборах, используют, кроме того, инструментальные углеродистые стали У9А—У12А.

** Поставляются и как высококачественные.

Таблица 15. Стали инструментальные *

Марка стали	Химический состав (средний), %								Примерное назначение
	C	Mn	Si	Cr	W	Mo	V	Co	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Нетеплостойкие стали									
Высокой твердости									
У10А, У10	1,0	0,2	≤ 0,3	≤ 0,2	—	—	—	—	Штампы высадочные, вытяжные, напильники, метчики для резания мягких металлов
У11А, У11	1,1	0,2	≤ 0,3	≤ 0,2	—	—	—	—	
У12А, У12	1,2	0,2	≤ 0,3	≤ 0,2	—	—	—	—	То же
У13А, У13	1,3	0,2	≤ 0,3	≤ 0,2	—	—	—	—	»
13Х	1,3	0,2	≤ 0,3	0,6	—	—	—	—	Напильники, бритвы
Х (ШХ15)	1,0	0,3	≤ 0,35	1,5	—	—	—	—	Напильники, штампы
ХВСГ	0,95	0,7	≤ 0,8	0,8	0,8	—	—	—	вытяжные
9ХФ	0,9	0,35	≤ 0,2	0,6	—	—	—	—	Круглые плашки
7ХГ2ВМ	0,7	2	≤ 0,3	1,6	0,6	0,6	0,2	—	Пилы по дереву
									Штампы вырубные сложной формы и крупные
Повышенной вязкости									
У7, У7А	0,7	0,2	0,35	0,2	—	—	—	—	Инструменты для обрезки дерева
7ХФ	0,7	0,5	0,35	0,55	—	—	0,2	—	То же
6ХС	0,65	0,4	0,8	1,1	—	—	—	—	Ножи для обработки дерева
6Х3ФС	0,58	0,3	0,5	3,0	—	—	0,3	—	Чеканные штампы
2. Полутеплостойкие стали									
Высокой твердости									
Х12М	1,6	0,3	0,3	12	—	0,5	0,2	—	Штампы вырубные, вытяжные, матрицы прессования
Х6Ф4М	1,7	0,3	0,3	6	—	0,8	3,8	—	
Х18МФ	1,2	0,3	0,3	18	—	0,7	0,1	—	То же, повышенной износостойкости
Х6В3МФС	0,55	0,5	0,8	6	3	0,8	0,8	—	Инструменты, стойкие против коррозии
									Накатные ролики
Повышенной вязкости									
5ХНМ	0,55	0,6	0,3	0,7	—	0,3	—	Ni 1,6	Крупные молотовые штампы
27Х2НМВФ	0,27	0,65	0,25	2,2	0,5	0,5	0,3	1,6	То же, для работы при более высоком нагреве

* Углеродистые инструментальные стали по ГОСТ 1435—74, легированные по ГОСТ 5950—73, быстрорежущие по ГОСТ 19265—73.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3. Теплостойкие стали. Стали высокой твердости (быстрорежущие) и умеренной теплостойкости									
P12	0,85	0,3	0,3	3,6	12,5	<1	1,7	—	Протяжки, зенкеры, фрезы, сверла Метчики, протяжки, фрезы, сверла Метчики, резьбовые фрезы шлифуемые не-большого диаметра
P6M5	0,8	0,3	0,3	4,0	6,5	5	1,8	—	
P18	0,75	0,3	0,3	4,0	18	<1	1,2	—	
Повышенной теплостойкости									
P12Ф3 (ЭП597)	1,0	0,3	0,3	3,8	12,5	1	2,7	—	Развертки, протяжки, зенкеры повышенной стойкости для обработки конструкционных сталей Со Для резания жаро-прочных нержавеющей сталей То же и для резания конструкционных сталей с твердостью HRC 35—45
P12Ф4K5 (ЭП600)	1,3	0,3	0,3	3,8	12,5	1	3,5	5,5	
P8M3K6C	1,1	0,9	0,3	3,8	8	3,6	1,7	6	
Высокой теплостойкости									
B11M7K23	0,1	<0,1	<0,1	<0,2	11	7	0,1	23	Для резания титановых и жаропрочных сплавов
Повышенной вязкости (штамповые). Умеренной теплостойкости									
4X5MΦC	0,35	0,3	1,0	5	—	1,5	0,8	—	Штапы, формы литья под давлением То же »
4X5B2ΦC	0,4	0,3	1,0	5	2	—	0,5	—	
4X4M2BΦC	0,4	0,4	0,8	3,5	1	1,5	0,8	—	
Повышенной теплостойкости									
5X3B3MΦC	0,48	0,3	0,7	2,8	3,3	0,9	1,6	—	Пуансоны прошивные и выдавливания
Высокой теплостойкости									
2X8B8M2K8	0,2	0,3	0,3	8	8	2	0,1	8	Пуансоны выдавливания, кольца, накатники для деформирования при 650—750°С

Таблица 16. Сплавы для работы при низких температурах

Марки	Химический состав, %					Назначение
	C	Cr	Ni	Mn	другие элементы	
1	2	3	4	5	6	7
1. Стали ферритного (мартенситного) класса						
06H1A	≤ 0,06	—	6,0—7,0	0,45—0,60	—	Для емкостей сжиженных низкотемпературного обо рудования; холодильных машин, вок для получения сжижен зов и т. п. Температура службы —1
09H1A	≤ 0,06	—	8,5—9,5	0,45—0,60	—	
2. Стали аустенитного класса						
Хромоникелевые стали (по ГОСТ 5632—72)						
0X18H10	≤ 0,08	17,5—19,5	9,0—11	1,0—2	—	То же, но, кроме того, фи трубы-клапаны и другое к ное оборудование, а такж лочка ракет, емкости для ния ракетного топлива и т Температура службы —1 То же, но прочность и в выше Температура службы до—
0X18H10T	≤ 0,08	17,0—19,0	9,0—11	1,0—2	%Ti=5° C— —0,6	
X17H13M2T	≤ 0,1	16,0—18,0	12,0—14,0	1,0—2	0,3—0,6 Ti	Температура службы до—
0X23H18	≤ 0,10	22,0—25,0	17,0—20,0	≤ 2,0	1,8—2,5 Mo	
Хромоникельмарганцевые стали (по ГОСТ 5632—72)						
X14Г14НЗТ	≤ 0,10	13,0—15,0	2,5—3,5	13,0—15,0	%Ti=(%C— —0,02%)× ×5≤0,06	Для ненагруженных ко сий; не требуют после термической обработки. Температура службы до—
X14Г14Н (ЭП212)	≤ 0,10	13,0—15,0	1,0—1,5	13,0—15,0	—	

Продолжение табл. 16

1	2	3	4	5	6	7
X21H7AH5 (ЭП222)	≤ 0,07	19,5—21,5	5,0—6,0	6,0—7,5	0,15—0,25	То же, но прочность выше. После сварки — термическая обработка. Температура службы до —269° C.
Аустенитные с интерметаллидным упрочнением						
0X14H28B3T3ЮР	0,08	0,6	13	26—29	2,8—3,5 W ≤ 0,02 B 0,5—1,2 Al 2,4—3,2 Ti	Лопатки и диски турбин (при 670—720° C)
3. Сплавы на никелевой основе (аустенитные)						
XH60Ю	≤ 0,1	≤ 0,8	15—18	—	2,6—3,5 Al ≤ 0,003 Ce ≤ 0,1 Bd	Листовые детали турбин (при 750—800° C)
XH70Ю	≤ 0,1	≤ 0,8	26—29	—	2,8—3,5 Al ≤ 0,03 Ce ≤ 0,1 Bd	То же и газопроводы
XH77TIOP	≤ 0,06	≤ 0,6	19—22	—	0,6—1,0 Al 2,3—2,7 Ti ≤ 0,01 B ≤ 0,01 Ce	Диски, лопатки турбин (720—750° C)
4. Сплавы на никелевой основе с кобальтом (аустенитные)						
XH56BMKЮ	≤ 0,1 *	0,6	8,5—10,5	6,5—8,0	6,0—7,5 W 5,4—6,2 Al 11—13 Co	Лопатки турбокомпрессоров (800—850° C)
XH62MBKЮ	≤ 0,1 **	0,6	8,5—10,5	9,0—11,5	4,3—6,0 W 4,0—6,0 Co 4,2—4,9 Al	

* Кроме того, B ≤ 0,02 и Ce ≤ 0,02%.

** Сплавы на основе тугоплавких металлов (см. в тексте).

Таблица 17. Латунь (по ГОСТ 15527—70)

Марка	Химический состав, %					Назначение
	Cu *	Al	Pb	Sn	другие элементы	

1. Простые латуни

Пластичные (однофазные), деформируемые в холодном и горячем состоянии

Л96 (томпак)	95,0—97,0	—	—	—	—	Трубки, радиаторные, листы
Л80 (полутомпак)	79,0—81,0	—	—	—	—	Трубы, лента, проволока
Л68	67,0—70,0	—	—	—	—	Листы, ленты для глубокой тяжки

Меньшей пластичности (двухфазные), деформируемые в горячем состоянии и литейные

ЛС 59-1	57,0—60,0	—	0,8—1,9	—	—	Листы, трубы, литье; хорошая рабатываемость резанием
---------	-----------	---	---------	---	---	---

2. Сложные латуни повышенной стойкости против коррозии

Обрабатываемые давлением (однофазные)

ЛА 77-2	76,0—79,0	1,7—2,5	—	—	—	Трубы в морском и общем строении
ЛО 70-1	69,0—71,0	—	—	1—1,5	—	Трубы подогревателей

Литейные (двухфазные) (по ГОСТ 17711—72)

ЛА 67-2,5	66—68	2—3	≤1,0	—	—	Отливки в морском и общем строении
-----------	-------	-----	------	---	---	---------------------------------------

Таблица 18. Медные сплавы, оловянные бронзы

Марка	Химический состав, %					Назначение
	Sn	P	Zn	Ni	Pv	
1. Обрабатываемые давлением (однофазные) (по ГОСТ 5017—74)						
Бр. 0Ф6,5-0,15	6—7	0,1—0,25	—	—	—	Ленты, сетки в аппарато- строении, бумажной промышленности. Мем- браны. Пружины, детали, работающие на трение
Бр. 0Ц4-3	3,5—4	—	2,7—3,3	—	—	Пружины, мембраны, контакты
2. Литейные (двухфазные)						
Бр. 0Ц10-2	9—11	—	2—4	—	—	Шестерни, втулки, под- шипники
Бр. 0Ф10-1	9—11	0,8—1,2	—	—	—	То же, пластичность выше
Бр. 0НС11-4-3	—	—	—	4	3	То же, при нагреве; втулки клапанов

Таблица 19. Алюминиевые бронзы (по ГОСТ 18175—78)

Марка	Химический состав, %			Назначение
	Al	Fe	Ni	
1. Высокой пластичности (однофазные)				
Бр. А5	4—6	—	—	Ленты, полосы для пружин
2. Высокой прочности (двухфазные)				
Бр. АЖ 9—4	8—10	2—4	—	Шестерни, втулки, арматура, в том числе для работы в морской воде (прокат и литье) То же, при больших давлениях и трении
Бр. АЖН10-4-4	9,5—11	3,5—5,5	3,5—5,5	

Таблица 20. Кремнистые бронзы (по ГОСТ 18175—78)

Марка	Химический состав, %			Назначение
	Si	Mn	Ni	
Бр. Кмн 3-1	2,75—3,5	1—1,5	—	Пружины, трубы, втул- ки в судостроении, авиа- ции, химической про- мышленности
Бр. КН 1-3	0,6—1,1	0,1—0,4	2,4—3,4	Втулки, клапаны, бол- ты и другие детали для работы в морской и сточных водах

Таблица 21. Бериллиевые бронзы (по ГОСТ 18175—78)

Марка	Химический состав, %				Назначение
	Be*	Ni	Ti	Mg	
Бр. Б2	1,8—2,1	0,2—0,5	—	—	Высокопрочные и токоведущие пружины, мембраны, сильфоны
Бр. БНТ 1,7	1,6—1,85	0,2—0,4	0,1—0,25	—	
Бр. БНТ 1,9	1,85—2,1	0,2—0,4	0,1—0,25	—	
Бр. БНТ 1,9Mg**	1,85—2,1	0,2—0,4	0,1—0,25	0,07—0,13	

* С увеличением содержания бериллия и введением магния возрастают упругие свойства.

** По ТУ.

Таблица 22. Алюминиевые сплавы

Марка	Химический состав, %				Примерное назначение
	Cu	Mg	Si	другие элементы	
1	2	3	4	5	6

1. Деформируемые сплавы (по ГОСТ 4784—74)

Сплавы высокой прочности (дюралюмины)

Д1	3,8—4,8	0,4—0,8	0,7	0,4—0,8 Мп	Трубы, прутки, заклепки для конструкций средней прочности
Д16	3,8—4,9	1,2—1,8	0,5	0,3—0,9 Мп	То же, большей прочности
В95	1,4—2,0	1,8—2,8	0,5	0,2—0,6 Мп 5—7 Zn	Лонжероны самолетов, лопасти, шпангоуты, сплав высокой прочности

Жаропрочные сплавы

АК2	3,5—4,5	0,4—0,8	0,5—1,0	1,8—2,3 Ni	Поршни двигателей
АК4	1,9—2,5	1,4—1,8	0,5—1,2	0,8—1,3 Ni	Диски и кольца турбореактивных двигателей, лопатки компрессоров, поршни

Сплавы повышенной пластичности

АВ* (авиаль)	0,1—0,5	0,45—0,9	0,5—1,2	0,2—0,4 Мп	Трубопроводы и детали, изготавливаемые глубокой вытяжкой
АМг2	—	1,8—2,8	0,4	0,2—0,6 Мп	Сварные баки, трубопроводы, оконные рамы. Хорошая свариваемость

Сплавы повышенной пластичности, стойкости против коррозии и свариваемости

АМц	—	—	0,6	1,0—1,6 Мп	Бензино- и маслопроводы, баки сварные, заклепки
АМг6	—	5,6—6,8	0,4	0,02—0,1 Ti	

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

2. Литейные сплавы (по ГОСТ 2685—75)

Сплавы с повышенными литейными свойствами и коррозионной стойкостью во влажной атмосфере (алюминиевокремнистые силумины)*

АЛ2	—	—	10—13	—	Детали колес, агрегатов и приборов малой нагруженности
АЛ4	—	0,17—0,3	8—10,5	—	Крупные нагруженные детали моторов (блоки головок, картеры)
АЛ9	—	0,2—0,4	6—8	—	Детали тонкостенные и сложной формы небольшой и средней нагруженности. Свариваемые детали
АЛ3	1,5—3,0	0,35—0,6	4,5—5,5	0,6—0,9 Мп	Корпуса и детали приборов

3. Сплавы с повышенными механическими свойствами

Алюминиевомагниево-магналии

АЛ8 **	—	9,5—11,5	—	—	Ответственные узлы несложной формы, работающие при ударных нагрузках и во влажной атмосфере
--------	---	----------	---	---	---

Алюминиевомедные сплавы

АЛ7	4,0—5,0	—	—	—	Детали средней нагруженности; педали, рычаги, арматура; литейные свойства ниже, чем у магналия
-----	---------	---	---	---	--

Жаропрочные сплавы

АЛ1	3,75—4,5	1,25—1,75	—	1,7—2,2 Ni	Головки и поршни цилиндров и другие детали двигателей внутреннего сгорания, нагревающиеся до 275°С
АЛ20	3,5—4,5	0,7—1,2	1,5—2	1,2—1,7 Fe 0,15—0,3 Мп 0,15—0,25 Cr 0,05—0,1 Ti	То же, литейные свойства хуже

4. Спекаемые сплавы

САП	Алюминий и 20—22% Al ₂ O ₃				Детали из листа, профильного проката, нагревающиеся до 300—325°С
-----	--	--	--	--	--

* Применяются без термической обработки.

** Применяются в закаленном состоянии.

