

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
МЕЖДУНАРОДНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ КОРПОРАЦИЯ
КАЗАХСКАЯ ГОЛОВНАЯ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ ПО КУРСУ
«МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ И СВАРКА» ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ
050729 - «Строительство»**

Алматы 2009

К 621.878 (075.8)

Составители: Кенжебаев А.У.

Бурцев В.В.

Мауленов Ж.К.

Методические указания к практическим занятиям по курсу «Металловедение и сварка» для специальности 050729 – «Строительство» Алматы: КазГАСА, 2009. – 37 с.

Методические указания к практическим занятиям разработаны в соответствии с программой курса «Металловедение и сварка» для студентов специальности «Строительство» и посвящены изучению студентами оборудования и методов расчета газовой и дуговой сварки, а также разновидности и области применения сталей и чугунов.

Библиограф.

Рекомендованы к изданию научно-методическим советом факультета «Общего строительства», протокол № 5 от 14.12. 2009.

Печатается по плану издания Казахской головной архитектурно-строительной академии на 2008-2009 уч.г.

Рецензент: Байтурсынов Д..М, доктор техн. наук, ассоц.. проф. КазГАСА.

© Казахская головная
Архитектурно-строительная
академия, 2009

Содержание

Общие указания	3
Работа 1. Определение твердости металлов	5
Работа 2. Изучение оборудования для электродуговой сварки ...	11
Работа 3. Изучение оборудования для газовой сварки	14
Работа 4. Определение режимов и технологических коэффициентов дуговой сварки	20
Работа 5. Классификация, маркировка и практическое применение сталей	24
Работа 6. Контроль качества сварного шва металлографическим методом	33
Список литературы	36

Общие указания

Металлические конструкции широко применяются при строительстве жилых домов, зданий промышленных предприятий, при изготовлении стальных конструкций на заводах. Все эти конструкции изготавливаются при помощи сварки.

Сварка является одним из основных технологических процессов, широко применяемых в строительстве. Сваркой получают неразъемные соединения деталей и заготовок из металлов и других конструкционных материалов разнообразной формы.

При изучении разделов металловедения и сварки студенту необходимо обратить особое внимание на структуру металлов и сплавов, определение твердости сплавов различными методами, классификацию сталей, определение (расчет) режимов сварки и способы определения дефектов при сварке.

В методических указаниях *рассматриваются* работы по курсу «Металловедение и сварка» и методика их выполнения. Выполнение этих работ позволит студенту углубить и закрепить теоретические знания по изучаемому курсу, получить практические навыки по методам расчета газовой и дуговой сварки, изучить разновидности и области применения сталей и чугунов.

Все работы соответствуют теоретическим разделам курса, имеют единую структуру и включают следующие разделы: цель работы, теоретические положения, приборы и оборудование, контрольные вопросы, глоссарий и краткое содержание отчета. В теоретической части излагается материал, который дополняет соответствующие разделы лекционного курса, приводятся некоторые справочные данные, необходимые для проведения работы. Математический аппарат представлен в виде конечных формул, которыми удобно пользоваться при выполнении расчетов. Оборудование и приборы описывается в объеме, достаточном для выяснения назначения и принципа работы установки.

Методические указания предназначены для студентов специальности «Строительство» и других специальностей, где изучается курс «Металловедение и сварка».

Работа 1. Определение твердости металлов

Задачи работы: ознакомиться с устройством приборов Бринелля и Роквелла и овладеть методикой определения твердости металлов: определить влияние содержания углерода на твердость отожженной углеродистой стали.

Теоретические сведения. Твердостью называют свойство металла оказывать сопротивление проникновению в него другого более твердого тела, не получающего при этом остаточной деформации. Для определения твердости металлов чаще применяют методы Бринелля (ГОСТ 9012-59) или Роквелла (ГОСТ 9013-59). Эти методы отличаются простотой, возможностью применять их на готовом изделии без его разрушения.

Метод Бринелля основан на том, что в металл под нагрузкой вдавливают закаленный стальной шарик определенного диаметра D мм (рис.1) и по величине диаметра шарового отпечатка d (глубине h) судят о его твердости. Твердость по Бринеллю (НВ) определяют из выражения:

$$\text{НВ} = P/F,$$

где P – нагрузка, кН (кгс);

F – площадь поверхности шарового отпечатка, мм².

Выразив площадь поверхности отпечатка, получим формулу:

$$\text{НВ} = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

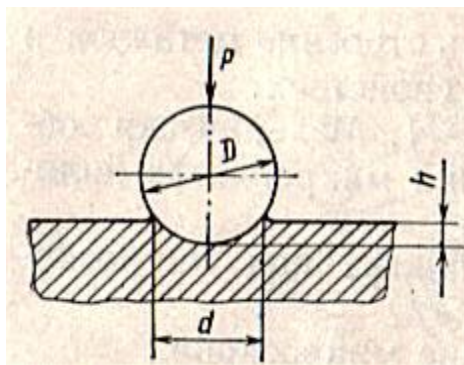


Рис.1. Схема изменения твердости по Бринеллю

Нагрузку P , диаметр шарика D и продолжительность выдержки шарика под нагрузкой выбирают по таблице 1.

Таблица 1. Зависимость диаметра шарика и нагрузки от твердости и толщины испытуемого образца

Материал	Твердость НВ, кгс/мм ²	Минимальная толщина образца, мм	Диаметр шарика D, мм	Нагрузка P, кгс	Выдержка, с
Черные металлы	140...450	6...3 4...2 менее 2	10 5 2,5	3000 750 187,5	10
	менее 140	более 6 6...3 менее 3	10 5 2,5	1000 250 62,5	
Цветные металлы	35...1	9...3 6...3 менее 3	10 5 2,5	1000 250 62,5	30
	8...35	более 6 6...3 менее 3	10 5 2,5	250 62,5 15,6	

На рисунке 2 приведена схема рычажного прибора Бринелля (тип ТШ).

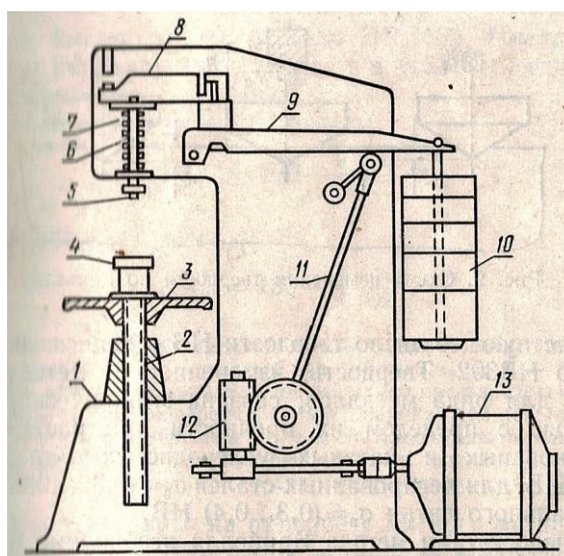


Рис. 2. Схема прибора Бринелля.

Прибор имеет станину 1. Испытуемый образец устанавливают на предметный столик 4. Вращая маховик 3, винтом 2 поднимают образец до соприкосновения его с шариком 5 и далее до полного сжатия пружины 7, надетой на шпindel 6. Пружина создает предварительную нагрузку на шарик, равную 1 кН (100 кгс), что обеспечивает устойчивое положение образца во время нагружения. После этого включают электродвигатель 13 и через червячную передачу редуктора 12, шатун 11 и систему рычагов 8, 9 с грузами 10 создают заданную полную нагрузку на шарик. На испытуемом образце

получается шаровой отпечаток. После разгрузки прибора образец снимают и определяют диаметр отпечатка специальной лупой. За расчетный диаметр отпечатка принимают среднее арифметическое значение измерений в двух взаимно перпендикулярных направлениях. По диаметру отпечатка в таблице 2 при шарике диаметром 10 мм и нагрузке 30 кН (3000 кгс) находят соответствующее число твердости НВ и записывают, например НВ302.

Твердость, измеренная по методу Бринелля, для ряда металлов связана эмпирической зависимостью с пределом их прочности при растяжении. Для кованных и катаных углеродистых сталей $\sigma_B = 0,36НВ$, для легированных сталей $\sigma_B = (0,33...0,35) НВ$, для стального литья $\sigma_B = (0,3...0,4) НВ$.

К недостаткам метода Бринелля необходимо отнести невозможность испытания металлов, имеющих твердость более НВ450 или толщину менее 2 мм. При испытании металлов с твердостью более НВ450 возможна деформация шарика и результаты будут неточными.

Метод Роквелла основан на том, что в испытуемый образец вдавливаются алмазный конус (рис.3) с углом при вершине 120° или реже закаленный стальной шарик диаметром 1,59 мм. Алмазный конус используют для твердых

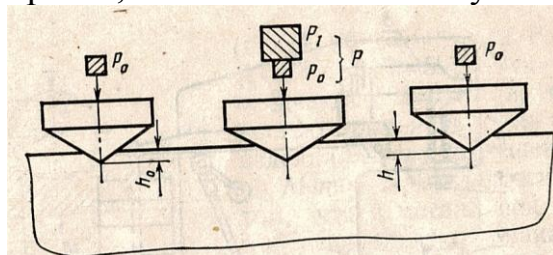


Рис.3. Схема измерения твердости по Роквеллу.

металлов, а шарик — для мягких. Алмазный конус или шарик вдавливают в испытуемый образец под действием двух последовательно прилагаемых нагрузок - предварительной P_0 , равной 0,1 кН (10 кгс), и основной P_1 . При вдавливании алмаза к нему прилагается общая нагрузка P , равная 0,6 кН (60 кгс) или 1,5 кН (150 кгс), а при вдавливании шарика - 1 кН (100 кгс). Соответственно этим нагрузкам на индикаторе прибора нанесены шкалы: черные A и C и красные B . Шкалой A пользуются при измерении твердости изделия с очень твердым поверхностным слоем, полученным посредством химико-термической обработки (цементация, азотирование и др.), а также твердых сплавов с твердостью до HRA85. Шкалу C используют при измерении твердости закаленных сталей, обладающих твердостью до HRC67. Шкалой B пользуются при измерении твердости незакаленных сталей, цветных металлов и сплавов, имеющих твердость до HRB100. Числа твердости по Роквеллу HR измеряют в условных единицах и определяют по формулам:

при вдавливании алмазного конуса:

$$HRC = 100 - \frac{h - h_0}{0.002},$$

при вдавливании шарика:

$$HRB = 130 - \frac{h - h_0}{0.002},$$

где 100 — число черных делений шкалы *C* циферблата индикатора прибора, а 130 — число красных делений шкалы *B*; h_0 — глубина внедрения алмаза (шарика), мм, под действием предварительной нагрузки; h — глубина внедрения алмаза (шарика) под действием общей нагрузки, мм, замеренная после ее снятия с предварительной нагрузкой; 0,002—глубина внедрения алмаза (шарика), мм, соответствующая перемещению стрелки индикатора на одно деление.

Чтобы установить на приборе у мягкого металла малую твердость, а у твердого металла — высокую твердость, полученное число делений $\left(\frac{h-h_0}{0.002}\right)$ вычитается из общего числа делений 100 для шкалы *C* или из 130 для шкалы *B*.

На рис. 4 дана схема рычажного прибора Роквелла (тип ТК). Хорошо зачищенный испытуемый образец устанавливают на предметный столик 2.

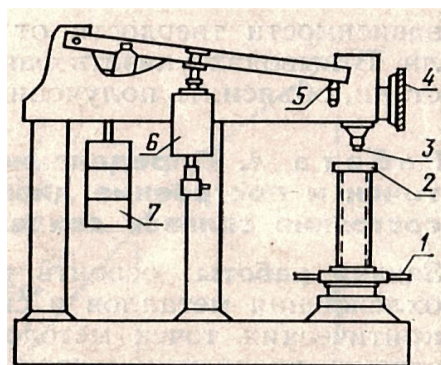


Рис. 4. Схема прибора Роквелла

Затем вращением штурвала 1 по часовой стрелке поднимают образец до соприкосновения с алмазом или шариком 3. При дальнейшем вращении штурвала начинают перемещаться малая и большая стрелки циферблата индикатора 4 и создается предварительная нагрузка, равная 0,1 кН (10 кгс), препятствующая смещению образца во время испытания. Когда малая стрелка совместится с красной точкой, нанесенной на циферблат, вращение штурвала следует прекратить. После этого циферблат индикатора поворачивают так, чтобы нулевое деление 1 черной шкалы *C* стало против конца большой стрелки и соответственно против 30 деления красной шкалы *B*. Красная шкала *B* смещена относительно нулевого деления черной шкалы *C* на 30 делений, так как при испытании шариком большая стрелка может поворачиваться более чем на 100 делений. Поворотом рукоятки 5, расположенной с правой стороны прибора, в направлении от себя или включением электрического привода посредством грузов 7 создают основную нагрузку P_1 на алмаз (шарик). Благодаря масляному демпферу 6 грузы плавно опускаются, алмаз (шарик) вдавливаются в металл, а большая стрелка циферблата поворачивается влево, в сторону уменьшения числовых значений твердости, т.е. происходит то вычитание, о котором было сказано выше. После

остановки большой стрелки через 1...3 с поворотом рукоятки 5 в направлении на себя (у электрического прибора автоматически) снимается основная нагрузка. При этом большая стрелка поворачивается в обратном направлении и останавливается против деления, показывающего значение твердости испытуемого металла.

За число твердости принимают среднее арифметическое значение, полученное при трех испытаниях. Число твердости по Роквеллу можно перевести на число твердости по Бринеллю (см. табл. 2).

Таблица 2 Соотношение чисел твердости по Бринеллю и Роквеллу

Твердость			Твердость				Твердость		
по Роквеллу	по Бринеллю		по Роквеллу		по Бринеллю		по Роквеллу	по Бринеллю	
шкала С	D=10 мм P=300 кН		шкалы		D=10 мм P=300 кН		шкала В	D=10 мм P=300 кН	
			С	В					
HRC	диаметр отпечатка, мм	В	HR С	HRB	диаметр отпечатка, мм	В	HRB	диаметр отпечатка, мм	В
72	2.20	780	33	-	3.40	321	86	4.60	170
70	2.25	745	32	-	3.45	311	85	4.65	167
68	2.30	712	31	-	3.50	302	84	4.70	163
66	2.35	682	30	-	3.55	293	83	4.75	159
64	2.40	653	29	-	3.60	285	82	4.80	156
62	2.45	627	28	-	3.65	277	81	4.85	152
60	2.50	601	27	-	3.70	269	80	4.90	149
58	2.55	578	26	-	3.75	262	78	4.95	146
56	2.60	555	25	-	3.80	255	77	5.00	143
55	2.65	534	24	-	3.85	248	76	5.05	140
52	2.70	514	23	102	3.90	241	75	5.10	137
50	2.75	495	21	101	3.95	235	73	5.15	134
49	2.80	477	20	100	4.00	229	72	5.20	131
48	2.85	461	19	99	4.05	223	71	5.25	128
46	2.90	444	17	98	4.10	217	70	5.30	126
45	2.95	429	15	97	4.15	212	69	5.35	123
43	3.00	415	14	95	4.20	207	68	5.40	121
42	3.05	401	13	94	4.25	201	67	5.45	118
41	3.10	388	12	93	4.30	197	65	5.50	116
40	3.15	375	11	92	4.35	192	64	5.55	114
39	3.20	363	9	91	4.40	187	63	5.60	111
38	3.25	352	8	90	4.45	183	61	5.65	109
36	3.30	341	7	88	4.50	179	59	5.70	107
35	3.35	331	6	87	4.55	174	58	5.75	105

Метод Роквелла отличается простой и высокой производительностью, обеспечивает сохранение качественной поверхности после испытаний,

позволяет испытывать металлы и сплавы, как низкой, так и высокой твердости, при толщине изделия (слоя) до 0,8 мм.

Этот метод не рекомендуется применять для сплавов с неоднородной структурой (чугуны серые, ковкие и высокопрочные).

Контрольные вопросы

А. Для письменного контроля:

1. По методу Бриннеля как определяется твердость металлов?
2. По таблице 1 как определить режим Бриннеля?
3. По шкале HRC твердость каких металлов определяется?
4. По шкале HRA твердость каких металлов определяется?

Б. Для компьютерного тестирования;

1. При определении твердости по методу Бриннеля, какой предмет вдавливают в испытуемый металлический образец
 - A. Закаленный стальной шарик
 - B. Алмазный конус
 - C. Незакаленный стальной шарик
 - D. Цементитом
2. По шкале HRC (метод Роквелла) твердость каких металлов определяют
 - A. Закаленных сталей
 - B. Цветных металлов
 - C. Легированных сталей
 - D. Металлов обработанных ХТО
3. По шкале HRA (метод Роквелла) твердость каких металлов определяют
 - A. Металлов обработанных ХТО
 - B. Цветных металлов
 - C. Закаленных сталей
 - D. Легированных сталей
4. По шкале HRB (метод Роквелла) твердость каких металлов определяют
 - A. Цветных металлов
 - B. Закаленных сталей
 - C. Металлов обработанных ХТО
 - D. Легированных сталей

Глоссарий по теме

№ п/п	Русский/Казахский/Английский	Содержание
1	Твердость	Свойство металла оказывать сопротивление проникновению в него другого более твердого тела, не получающего при этом остаточной деформации.
	Қаттылық	
	solidity	
2	Метод Бриннеля	Определение твердости металла по отпечатку

	Бринелдің әдісі Brinell's method	вдавливаемого в него закаленного стального шарика определенного диаметра.
№ п/п	Русский/Казахский/Английский	Содержание
3	Метод Роквелла Роквелдің әдісі Rockwell's method	Определение твердости металла по отпечатку вдавливаемого в него алмазного конуса с углом при вершине 120°.
4	Алмазный конус Алмаз конусы diamond cone	Специальный штамп, имеющий алмазный конусный наконечник с углом при вершине 120°, который вдавливают в металлический образец при определении его твердости.
5	Стальной шарик Болат шаригі Steel bead	Специальный штамп, в виде стального закаленного шарика определенного диаметра, который вдавливают в металлический образец при определении его твердости.

Работа 2. Изучение оборудования для электродуговой сварки

Задачи работы: изучить оборудование для дуговой сварки и приобрести навыки его настройки на оптимальный режим по качеству сварного шва.

Теоретические сведения. При дуговой электросварке применяют следующие источники питания дуги: сварочные генераторы постоянного тока, сварочные выпрямители и сварочные трансформаторы. Все источники сварочного тока должны обеспечивать возможность короткого замыкания, надежность зажигания и горения дуги, регулирование силы тока. При сварке на постоянном токе дуга отличается устойчивостью, возможна сварка высоколегированных сталей, цветных металлов и сплавов, сталей малых толщин. На рис.5 показана принципиальная электрическая схема распространенного сварочного преобразователя постоянного тока ПС-500.

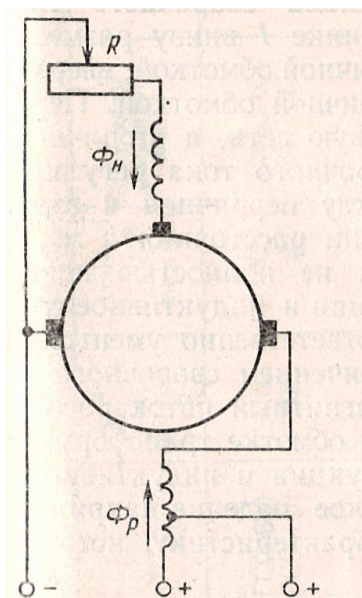


Рис. 5. Электрическая схема
сварочного преобразователя ПС-500

Такие преобразователи имеют две обмотки — намагничивающую (возбуждения) Φ_n и размагничивающую Φ_p , включенную в сварочную цепь.

Сварочные трансформаторы ТД-303 и ТД-504 (номинальные сварочные токи 300 и 500 А) имеют одинаковое устройство и отличаются размерами и мощностью. Они относятся к сварочным трансформаторам с увеличенным магнитным рассеиванием. На рисунке 6 приведена принципиальная схема сварочного трансформатора ТД-303. На сердечнике 1 внизу размещены неподвижные катушки 2 с первичной обмоткой, вверху - подвижные катушки 3 со вторичной обмоткой. Первичная обмотка включена в силовую сеть, а вторичная - в сварочную цепь. Силу сварочного тока регулируют изменением расстояния h между первичной и вторичной обмотками. При увеличении расстояния H магнитный поток рассеивается, т. е. не полностью идет по стержню 1, э. д. с. самоиндукции и индуктивное сопротивление увеличиваются, и соответственно уменьшается ток в сварочной цепи. С увеличением сварочного тока (например, при замыкании) магнитный поток рассеивания возрастает и во вторичной обмотке трансформатора увеличиваются э. д. с. самоиндукции и индуктивное сопротивление, что создает резкое падение, напряжения (крутопадающую внешнюю характеристику источника питания).

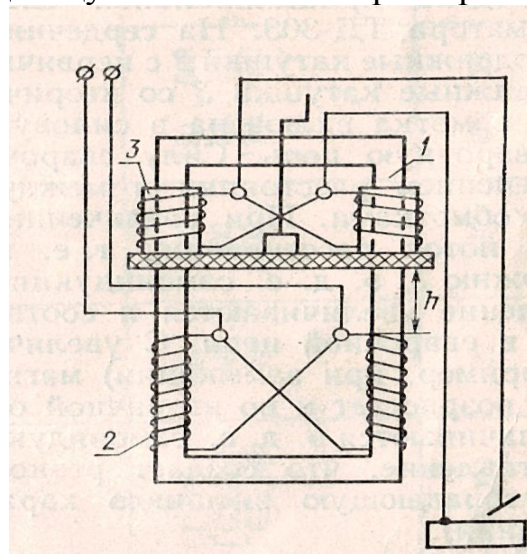


Рис. 6. Схема сварочного трансформатора
ТД-303 (ТД-504):

- 1 - стержень сердечника; 2 - первичная обмотка;
- 3 - вторичная обмотка

Для сварки конструкционных сталей применяют электроды, изготовленные из проволоки длиной от 225 до 450 мм и диаметром от 1,6 до 12 мм (ГОСТ 9466-60). Наиболее часто используют электроды длиной 350, 400 и 450 мм и диаметром 3, 4 и 5 мм.

В таблице 3 приведены технические данные электродов для сварки конструкционных сталей (ГОСТ 9467-60).

Таблица 3. Электроды для сварки конструкционных сталей

Тип электрода и обмазки	Марка	Род тока и полярность	Тип электрода и обмазки	Марка	Род тока и полярность
Э42-Р	СМ-5	Переменный и постоянный. Любая полярность	Э46-Т	ОЗС-4	Переменный и постоянный. Любая полярность
Э42-Р	ЦМ-7		Э46-Т	МР-3	
Э42-Т	АНО-6		Э46-Т	ОЗС-6	
Э42-0	ОМА-2		Э46-Т	ЗРС-1	
Э42-0	ВЦС-2		Э46-Т	АНО-4	
Э42А-Ф	СМ-11	Переменный и постоянный. Прямая полярность	Э50А-Ф	УОНИ	Постоянный. Обратная полярность
Э42А-Ф	УОНИ		Э50А-Ф	13/85	
Э42А-Ф	13/45 УП-1/45		Э50А-Ф	ДСК-50 УП-2/55	

Важным параметром электродуговой сварки является сила сварочного тока. При недостаточной силе сварочного тока шов получается тонким с непроварами, при избыточной силе сварочного тока возникают подрезы, прожоги, ухудшается структура металла. В данной работе сила сварочного тока $J_{св}$ для ручной электродуговой сварки стали (в нижнем положении вторичной обмотки) ориентировочно определяется по формуле академика К.К. Хренова $J_{св} = (20 + 6d_{э}) d_{э}$, где $d_{э}$ - диаметр металлического электрода, мм.

Контрольные вопросы

А. Для письменного контроля:

1. Объясните работу сварочного трансформатора?
2. Объясните отличие сварки постоянным током от сварки переменным током?
3. Какие требования предъявляются к источникам сварочного тока?
4. Объясните работу размагничивающей обмотки?

Б. Для компьютерного тестирования;

1. При дуговой сварки, какие источники питания дуги применяют
 - А. сварочные генераторы постоянного тока
 - В. преобразователи
 - С. намагничивающие
 - Д. размагничивающие
2. Какие требования предъявляются к источникам сварочного тока
 - А. надежность зажигания дуги
 - В. намагничивающие
 - С. размагничивающие
 - Д. уменьшение сопротивления электрической цепи
3. Как можно уменьшить силу тока сварочной цепи

- А. увеличить расстояние «Н» на рисунке 6
 В. уменьшить расстояние «Н» на рисунке 6
 С. максимально увеличить расстояние между первичной и вторичной обмотками
 Д. при коротком замыкании
4. В сварочных трансформаторах, в какие цепи включаются первичная и вторичная обмотки
- А. первичная в сварочную, вторичная в силовую цепь
 В. первичная в силовую, вторичная в сварочную
 С. обе обмотки в силовую цепь
 Д. обе обмотки в сварочную цепь

Глоссарий по теме

№ п/п	Русский/Казахский/Английский	Содержание
1	Сварка электродуговая	Неразъемное соединение металлических изделий с помощью сварного шва, за счет межуатомных связей, которые возникают при местном расплавлении и последующем остывании металла.
	Пісіру	
	arc welding	
2	Источники питания	Сварочные генераторы постоянного тока, сварочные выпрямители и сварочные трансформаторы переменного тока.
	Қуат алу кезі	
	Power supply	
3	Дуга	Высокотемпературный электрический разряд, между электродом и изделием, подключенными к источнику питания, приводящий к их местному расплавлению.
	Доға	
	arc	
4	Трансформатор	Устройство для преобразования напряжения переменного тока одной величины в напряжение переменного тока другой величины
	Трансформатор	
	transformer	
5	Электрод	Металлический стержень со специальной обмазкой, имеющий фиксированные размеры по диаметру и длине.
	Электрод	
	electrode	

Работа 3. Изучение оборудования для газовой сварки

Задачи работы: изучить оборудование и аппаратуру для газовой сварки; научиться выбирать соответствующий наконечник горелки, обеспечивающий оптимальный расход ацетилена.

Теоретические сведения. Газовую сварку наиболее часто выполняют кислородно-ацетиленовым пламенем. Ацетилен поставляют в специальных генераторах или в баллонах под давлением. Баллоны с ацетиленом окрашивают в белый цвет. Кислород также поставляется в баллонах. В случае

использования баллонов с кислородом или ацетиленом для снижения и поддержания постоянного давления применяют специальные редукторы. В настоящее время широко распространен генератор АНВ-1, 25-73 (рис. 7).

Этот генератор работает по принципу «вода на карбид» в сочетании с системой ее вытеснения.

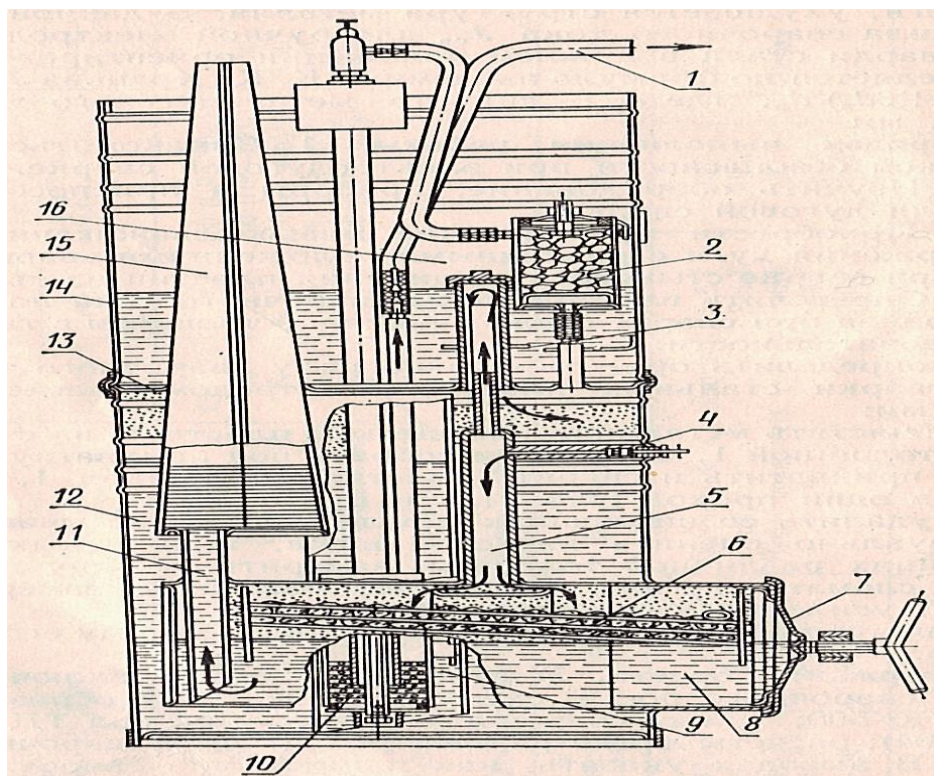


Рис.7. Схема ацетиленового генератора АНВ-1, 25-73.

Корпус 14 разделен перегородкой 13 на две части. В верхней части расположен водосборник 16, в нижней — газосборник 12. Обе части соединены циркуляционной трубой 9, через которую вода попадает в нижнюю часть или, наоборот, вытесняется в верхнюю при работе генератора. В нижней части газосборника вварена реторта 8. Перед работой генератор заливают водой до шайбы 3, устанавливают корзину 6 с карбидом кальция в реторту и закрывают ее крышкой 7. При открывании крана 4 вода через трубу 5 поступает в реторту 8, заполняет ее, смачивает карбид кальция, и в результате реакции образуется ацетилен. Ацетилен по трубе 5 поступает в газосборник 12, а затем через осушитель 2, водяной затвор 10 и шланг 1 — в горелку. Подача воды прекращается, как только ее уровень опускается ниже крана 4. Для замедления нарастания давления в генераторе часть воды из реторты 8 вытесняется ацетиленом через трубу 11 в вытеснитель 15. По мере расходования ацетилена давление снижается, и вода, поднимаясь до уровня крана 4, вновь поступает в реторту 8 и возобновляется образование ацетилена. Так, в зависимости от расхода ацетилена из генератора автоматически регулируется процесс образования ацетилена.

Для предохранения генератора от проникновения в него пламени (обратный удар) применяют водяные затворы. На рисунке 8 представлена схема

жидкостного водяного затвора низкого давления. Затвор состоит из корпуса 1, водоналивной трубы 7, газоподводящей трубы 4 и воронки 5. При нормальной работе затвора (рис. 8, *слева*) ацетилен через кран 7 поступает в газоподводящую трубу 4, через отверстие 11 — в корпус 1, заполненный водой по кран 9, и, пройдя через воду, сетку 2 и ниппель 8, проходит в шланг к горелке или резаку. Диаметр диска 10 больше диаметра водоналивной трубы, что предохраняет выход ацетилена через нее в атмосферу.

При обратном ударе (рис. 8, *справа*) газы пламени вытесняют воду из корпуса затвора в газоподводящую трубу и водоналивную воронку. При этом пламя отсекается от проникновения в генератор и его газы, пройдя воду, водоналивную трубу и воронку, охлаждаются и через сетку 6 выходят в атмосферу.

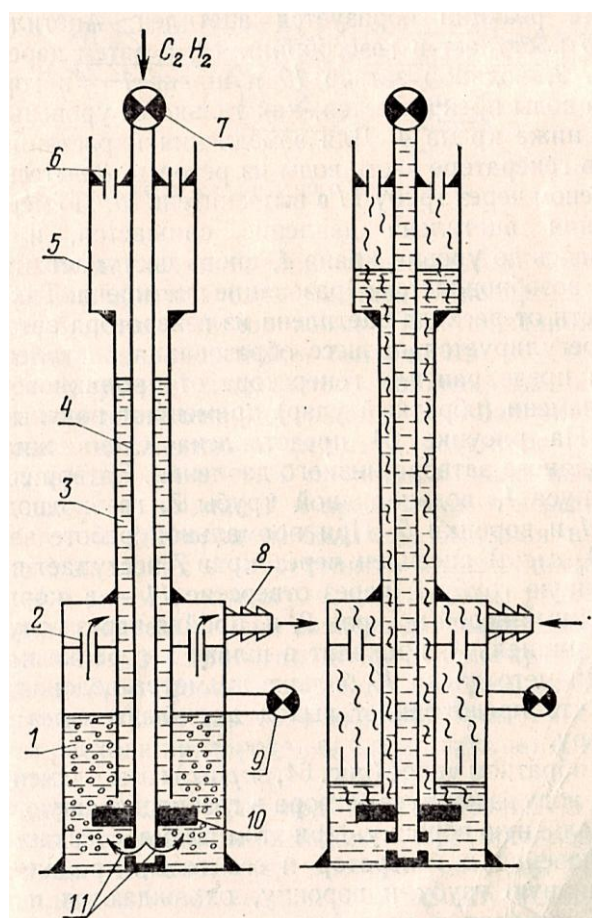


Рис. 8. Схема водяного затвора
слева – при нормальной работе; *справа* – при обратном ударе.

Кислород хранят в баллонах, окрашенных в голубой цвет, вместимостью 40 л под давлением 15 МПа (150 кгс/см²). При таком давлении баллон содержит 6 м³ кислорода. На баллоне должна быть надпись «Кислород». Кислородные баллоны маслоопасны. При попадании масла на вентили баллонов может быть взрыв.

Для получения постоянного рабочего давления кислорода или ацетилена содержащихся в баллонах, высокое давление снимают посредством редуктора (рис. 9). При заворачивании винта 7 пружина 6 давит на мембрану 5, штифт 8, клапан 3 и пружину 2, отверстие 9 открывается и кислород из баллона, поступая в камеру высокого давления 1, переходит в камеру низкого давления 4

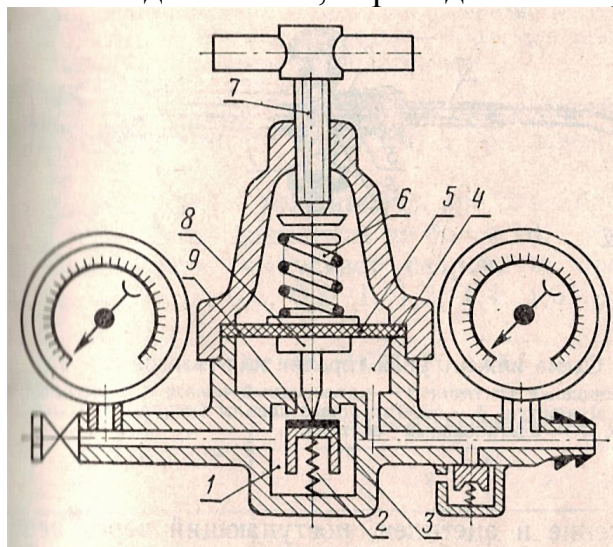


Рис. 9. Схема кислородного редуктора

и затем в горелку. С увеличением расхода кислорода давление в камере низкого давления снижается, и мембрана под действием пружины 6 приоткрывает больше клапан 3, кислород поступает в камеру в большем количестве и рабочее давление восстанавливается. С уменьшением расхода кислорода редуктор работает в обратном порядке.

Сжигание газа происходит в сварочных горелках. Наиболее распространены инжекторные горелки (рис.10), работающие на ацетилене низкого давления. Кислород под давлением через вентиль 1 по каналу 2 поступает в инжектор 6. При выходе кислорода из инжектора с большой скоростью в смесителе наконечника 3 создается разрежение и ацетилен, поступающий через вентиль от баллона или генератора, под меньшим давлением всасывается через каналы 5 в смесительную камеру, где с кислородом образует горючую смесь. Горючая смесь проходит через наконечник 3 в мундштук 4 и при выходе из него загорается. Во избежание горения смеси внутри наконечника (обратный удар) скорость истечения газовой смеси должна быть больше скорости ее горения (распространения пламени).

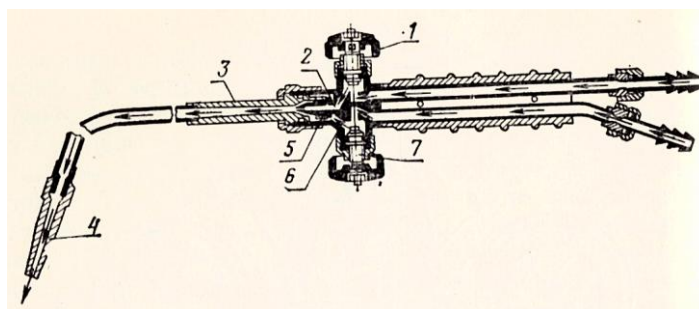


Рис. 10. Схема инжекторной горелки для газовой сварки:

1-кислородный вентиль; 2-кислородный канал; 3-сменный наконечник; 4-мундштук; 5-ацетиленовые каналы сменного наконечника; 6- инжектор; 7-ацетиленовый вентиль.

Горелка комплектуется сменными наконечниками 3 (разных номеров), каждый из которых обеспечивает определенный расход ацетилена и, следовательно, определенную тепловую мощность пламени.

Сварочные горелки подразделяются по мощности пламени на горелки микромощности (ГС-1), малой мощности (ГС-2, «Звездочка», ГС-2-02), средней мощности (ГС-3, «Звезда», ГС-3-02) и большой мощности (ГС-4).

Тепловая мощность пламени P , л/ч, — количество горючего газа, сжигаемого в единицу времени. От тепловой мощности пламени зависят производительность работы сварщика и качество свариваемого шва. Практикой установлено, что необходимая тепловая мощность пламени при сварке низкоуглеродистой стали, зависит от толщины свариваемых деталей и определяется по формуле:

$$P=AS,$$

где A — удельная мощность, л/ч мм (для углеродистых сталей равна 100, для чугуна — 80...100, для меди — 150 и для алюминия — 75);

S — толщина свариваемого металла, мм.

Диаметр присадочной проволоки при газовой сварке правым способом $d=(0,5 S+2)$ мм, а при левом способе $d=(0.5 S+1)$ мм.

При сварке изделий толщиной свыше 20 мм берут присадочную проволоку диаметром не более 10. . .12 мм.

Промышленность выпускает сварочную проволоку диаметром (мм) 0,3; 0,5; 0,8; 1; 1,2; 1,4; 1,6; 2; 2,5; 3;

Контрольные вопросы

А. Для письменного контроля:

1. Как работает ацетиленовый генератор?
2. Назначение водяного затвора?
3. Назначение кислородного редуктора?
4. Назначение инжекторной горелки?

Б. Для компьютерного тестирования;

1. В каком случае прекращается подача воды в реторту генератора
 - А. если уровень воды опускается ниже крана 4 (рисунок 7)
 - В. если воды в барабане не будет
 - С. если газ не будет давить на воду
 - Д. если газ все время будет расходоваться
2. Роль водяного затвора
 - А. для предотвращения взрыва
 - В. для очистки газа от примесей

- С. для регулирования подачи газа
 D. для нормальной подачи газа
3. Назначение кислородного редуктора
 А. для понижения давления кислорода до рабочего
 В. для очищения кислорода от примесей
 С. для увеличения давления кислорода
 D. для смешивания кислорода с ацетиленом
4. В какой цвет окрашивают баллоны с ацетиленом
 А. красный
 В. черный
 С. белый
 D. голубой
5. В какой цвет окрашивают баллоны с кислородом
 А. красный
 В. черный
 С. белый
 D. голубой

Глоссарий по теме

№ п/п	Русский/Казахский/Английский	Содержание
1	Газовая сварка	Неразъемное соединение металлических изделий с помощью сварного шва, за счет межуатомных связей, которые возникают при местном расплавлении металла в среде кислородно - ацетиленового пламени и последующем остывании металла.
	Газбен пісіру	
	gas welding	
2	Ацетилен	Горючий газ получаемый в ацетиленовых генераторах низкого давления при воздействии воды на карбид.
	Ацетилен	
	acetylene	
3	Обратный удар	Явление, которое имеет место при газовой сварке, когда пламя из газовой горелки по ацетиленовому шлангу прорывается обратно в генератор.
	Кері соғу	
	backflash	
4	Затвор водяной	Устройство для защиты газовой (ацетиленовой) емкости генератора от проникновения в нее пламени при обратном ударе.
	Су тығыны	
	water seal	
5	Редуктор кислородный	Устройство для получения постоянного рабочего давления кислорода или ацетилена, содержащихся в баллонах, под высоким давлением.
	Оттекті редуктор	
	oxygen pressure regulator	
6	Давление	Термодинамический параметр состояния газа, численно равный силе, действующей по нормали на единицу поверхности тела.
	Қысым	
	pressure	

Работа 4. Определение режимов и технологических коэффициентов дуговой сварки

Задачи работы: рассчитать оптимальный режим дуговой сварки; настроить оборудование на этот режим; экспериментально проверить правильность выбора режима определением технологических коэффициентов дуговой сварки.

Теоретические сведения. Выбор режима сварки. Качество сварного соединения зависит от правильности выбора режима сварки.

В понятие режима сварки входят диаметр электрода, сила сварочного тока, напряжение, скорость сварки.

Диаметр электрода выбирают в зависимости от толщины металла и типа сварного соединения. С одной стороны, диаметр электрода должен быть по возможности наибольшим, чтобы обеспечить максимальную производительность сварки, с другой - применение слишком большого диаметра электрода, особенно при малой толщине металла, может привести к пережогу металла. Диаметр электрода определяют по эмпирической формуле:

$$D = S/2 + 1,$$

где d — диаметр электрода, мм; S — толщина свариваемого металла, мм.

При толщине металла свыше 20 мм диаметр электрода будет не более 8...10 мм.

Сила сварочного тока I_{CB} , А, определяет качество и производительность работ. Она зависит от толщины свариваемого металла S , диаметра электрода d , коэффициента теплопроводности λ , от типа сварного соединения (стыковое, тавровое, угловое и т. д.), скорости сварки, положения сварного шва в пространстве (нижнее, верхнее, потолочное).

Практически силу сварочного тока определяют по формуле:

$$I_{CB} = K d,$$

где K — коэффициент плотности тока, А/мм.

Для обычной ручной электродуговой сварки коэффициент плотности тока K , А/мм равен:

для металлических электродов	40... 50
для угольных	» 5... 8
для графитовых	» 18...20

С увеличением теплопроводности металла, которая в основном зависит от химического состава, сила сварочного тока увеличивается. Например,

теплопроводность железа $\lambda_{Fe} = 40. . .50$ Вт/(м*К), а алюминия $\lambda_{Al} = 150. . .170$ Вт/(м* К), и поэтому при сварке алюминия сила сварочного тока:

$$I_{CB}^{Al} = (1.3-1.5)I_{CB}^{Fe},$$

При сварке легированных сталей, обладающих пониженной теплопроводностью из-за содержания в них легирующих элементов (Ni,Cr,W,Mn,V), возникает опасность образования высоких термических напряжений могущих привести к образованию в детали трещин. Поэтому при сварке легированных сталей применяется так называемый мягкий режим:

$$I_{CB}^{\Lambda} = (0.8-0.9)I_{CB}^y,$$

где I_{CB}^{Λ} — сила сварочного тока для легированных сталей, А;

I_{CB}^y — сила сварочного тока для углеродистых сталей, А.

При сварке на переменном токе из-за отсутствия достаточной ионизации и охлаждения межэлектродного пространства при перемене полярности требуется повышенный сварочный ток:

$$I_{CB}^{nep} = (1,1/1,2)I_{CB}^{noc},$$

где I_{CB}^{nep} — сила сварочного тока при сварке на переменном токе, А;

I_{CB}^{noc} — сила сварочного тока при сварке на постоянном токе, А.

Окончательно силу сварочного тока устанавливают с учетом соотношений толщины металла S и диаметра электрода d . При толщине металла $S > 3d$ силу сварочного тока увеличивают на 10. . .15%, а при $S < 1,5d$ уменьшают на 10. . .15%. Сварку вертикальных и потолочных швов ведут при силе тока на 10. . .15% меньшей, чем при сварке нижних швов. Повышение скорости сварки дает возможность без снижения качества сварных соединений повысить силу сварочного тока.

Силу сварочного тока J_{CB} при ручной электродуговой сварки стали можно определить по приближенной формуле академика К.К. Хренова $J_{CB} = (20+6 d_{э}) d_{э}$, где $d_{э}$ - диаметр металлического электрода, мм.

Напряжение сварки U_c, B , определяют в зависимости от длины дуги L_d по формуле:

$$U_c = U_{ак} + U_d L_d,$$

где $U_{ак}$ — падение напряжения на аноде или катоде, не зависящее от длины дуги, равное 10...12 В;

U_d — падение напряжения, отнесенное к 1мм длины дуги, равное 2...3 В на 1 мм.

Длина дуги зависит от диаметра электрода; ее определяют по формуле:

$$L_d = 0,5(d+2).$$

Скорость сварки V_{CB} , м/ч, определяют по формуле:

$$V_{CB} = \frac{I_{CB} K_H}{B},$$

где K_H — коэффициент наплавки, г/(А·ч) [для качественных электродов $K_H = 10 \dots 12$ г/(А·ч), для стабилизирующих $K_H = 8$ г/(А·ч)];

B — масса наплавленного металла на 1 м длины, г/м.

По коэффициенту наплавки K_H и времени горения дуги t , ч, количество наплавленного металла Q_H , г, рассчитывают по формуле:

$$Q_H = K_H I_{CB} t$$

Расход электрической энергии P , кВт·ч, определяют по формуле:

$$P = \frac{UI_{CB}t}{\eta 1000} + M_{xx}(T - t),$$

где η — коэффициент полезного действия источника питания (для трансформатора при $I_{CB} = 100 \dots 450$ А равен $0,8 \dots 0,85$, для генератора — $0,3 \dots 0,4$);

M_{xx} — мощность холостого хода источника питания дуги (для трансформатора равна $0,2 \dots 0,4$ кВА, для генератора — $2 \dots 3$ кВА);

T — общее время работы источника питания, ч (рабочее и холостое).

В среднем расход электрической энергии на 1 кг наплавленного металла при ручной электродуговой сварке на переменном токе составляет $3,5 \dots 4,4$ кВт·ч, на постоянном токе — $7 \dots 8$ кВт·ч.

Определение технологических коэффициентов при электродуговой сварке. Технологические коэффициенты при электродуговой сварке характеризуют экономическую эффективность сварки и правильность ее режима. К технологическим коэффициентам относятся: K_n — коэффициент наплавки; K_p — коэффициент расплавления; K_{II} — коэффициент потерь. Коэффициенты K_H , K_p , K_n рассчитывают по формулам и по данным опыта.

Коэффициент наплавки K_H , г/(А·ч), характеризует технологическое качество применяемых электродов; его определяют по формуле:

$$K_H = \frac{Q_H}{I_{CB} t},$$

где Q_H — масса наплавленного металла, которую определяют взвешиванием до и после наплавки, г; t — время горения дуги, ч; I_{CB} — рабочий сварочный ток, А.

Для широкого применения электродов $K_H = 5 \dots 13$ г/(А·ч).

Коэффициент расплавления K_p , г/(А·ч), учитывает разбрызгивание металла при электродуговой сварке и вычисляется по формуле:

$$K_p = \frac{Q_p}{I_{CB} t},$$

где Q_p — количество расплавленного металла, которое определяют взвешиванием электрода до, и после наплавки, г.

Коэффициент K_p не должен значительно превышать коэффициент K_H , так как это будет указывать на нерационально выбранный электрический режим сварки. Чем больше разница между K_p и K_H тем больше потери металла. Считается нормальным, если

$$K_p = (1,2 \dots 1,3)K_H$$

Коэффициент потерь K_{II} рассчитывают по формуле:

$$K_{II} = \frac{Q_p - Q_H}{Q_p} 100\% .$$

Контрольные вопросы

А. Для письменного контроля:

1. Как выбирают диаметр электрода?
2. Как определяют силу сварочного тока?
3. Как определяется коэффициент плотности тока?
4. Как определяется количество наплавленного металла?

Б. Для компьютерного тестирования;

1. При толщине металла свыше 20мм диаметр электрода берут какого размера
 - А. более 8...10 мм
 - В. более 6 мм
 - С. более 4 мм
 - Д. более 2 мм
2. При определении силы тока для металлических электродов значение коэффициента плотности тока «К» берут в пределах
 - А. 40 ... 50
 - В. 5 ... 8
 - С. 18 ... 20
 - Д. 20 ... 30
3. При сварке легированных сталей значение «ф» принимается в пределах
 - А. 0,8 ... 0,9
 - В. 1,3 ... 1,5
 - С. 2 ..2,5
 - Д. 2,5 ... 3
4. К технологическим коэффициентам при электродуговой сварке относятся
 - А. коэффициент наплавки - K_p
 - В. коэффициент расплавления - K_p
 - С. коэффициент потерь - K_{II}
 - Д. все вышеперечисленные
5. С увеличением теплопроводности металла сила сварочного тока

- A. увеличивается
- B. уменьшается
- C. остается неизменной
- D. вначале увеличивается затем уменьшается

Глоссарий по теме

№ п/п	Русский/Казахский/Английский	Содержание
1	Диаметр электрода	Один из показателей режима дуговой сварки. Диаметр электрода выбирают в зависимости от толщины металла и типа сварного соединения.
	Электродтың диаметрі	
	Electrode diameter	
2	Сила тока	Один из показателей режима дуговой сварки. Зависит от толщины и вида свариваемого металла, диаметра электрода, типа сварного соединения, скорости сварки. Определяет качество и производительность работ.
	Ток күші	
	current strength	
3	Напряжение сварки	Один из показателей режима дуговой сварки. Определяют в зависимости от длины дуги, которая в свою очередь зависит от диаметра электрода
	Пісірудің кернеуі	
	Welding effort	
4	Режим сварки	В понятие режима дуговой сварки входят диаметр электрода, сила сварочного тока, напряжение и скорость сварки.
	Пісіру режимі	
	welding conditions	
5	Качество сварки	Зависит от правильности выбора режима сварки. оценивается состоянием сварочного шва - его сплошностью, отсутствием подрезов, раковин, пережога, непровара, размерами катетов и др.
	Пісіру сапасы	
	Weld quality	

Работа 5. Классификация, маркировка и практическое применение сталей

Цель работы: Овладение студентами практическими навыками определения марки стали на основе их классификации, а также ее класса, химического состава и рекомендаций для изготовления различных деталей, инструментов.

5.1. Задание

5.1.1. Изучение обозначения и классификации сталей по химическому составу, качеству, степени раскисления и структуре.

5.1.2. Изучение маркировки сталей.

5.1.3. Овладение практическими навыками по выбору марки стали с использованием ПЭВМ для изготовления различных деталей, инструментов.

5.1.4. Составление отчета.

5.2. Приборы материалы и инструмент

Набор различных деталей и инструментов, изготовленных из сталей.

5.3. Классификация и маркировка сталей

Сталь - основной материал, широко применяемый в машиностроении, а также при изготовлении приборов и инструментов.

Для того, чтобы выбрать сталь, для одной или другой детали, достаточно знать их классификацию и маркировку.

Стали классифицируются по химическому составу, назначению, качеству, степени раскисления и структуре:

1. По химическому составу - углеродистые и легированные.

2. По назначению - инструментальные, конструкционные, специального назначения.

3. По качеству - обыкновенного качества, качественные, высококачественные, особо высококачественные.

4. По степени раскисления - спокойные, полу спокойные, кипящие.

В производстве стали около 80% всего объема составляют углеродистые. Большой объем производства связан с тем, что углеродистые стали намного дешевле и имеют удовлетворительные механические свойства с высокой технологичностью.

Углеродистые конструкционные стали выпускаются обыкновенного качества и качественные.

5.3.1. Стали обыкновенного качества

Стали обыкновенного качества делятся на три группы А, Б, В. Сталь группы А поставляется заводом изготовителем без указания химического состава. Указываются только механические свойства, из этой стали должны изготавливаться детали, не требующие термической обработки.

Маркируются следующим образом:

Ст. 0, Ст. 1... Ст. 6, цифры показывают номер стали, с увеличением номера возрастает количество углерода. Максимальное количество углерода 0,67%.

Степень раскисления обозначается добавлением индексов: в спокойных сталях - "сп", полуспокойных - "пс", кипящих - "кп".

Стали Ст. 1 - Ст. 6 - производят спокойными и полуспокойными, Ст. 1 - Ст. 4 - кипящими. Ст. 0 - не разделяется по степени раскисления.

Основным видом обработки является холодная, горячая обработка не рекомендуется.

Группа Б стала Ст. 0 - Ст. 6 поставляется с указанием химического состава и предназначается для изготовления деталей, требующих в некоторых случаях термической обработки или для изделий, изготавливаемых о

применением горячей обработки (ковки, сварки и т.д.). Химический состав необходим для определения режимов горячей обработки. Маркируются - Б Ст. 0 - Б Ст. 6, буква "Б" говорит о принадлежности к группе.

Группа В стали Ст. 1 - Ст. 5 - предназначается для производства сварных конструкций, поставляется заводы изготовителем с указанием химического состава и механических свойств.

Химический состав указывается для правильного выбора электродов, а механические свойства для расчета изделия или конструкции на прочность.

Маркируются - В Ст.1 - В Ст. 5, буква "В" указывает принадлежность к группе В - это стали повышенного качества.

5.3.2. Стали качественные

К ним предъявляют более высокие требования по химическому составу: содержание серы должно быть 0,04%, фосфора 0,035-0,04%, а также меньшее количество неметаллических включений.

Качественные углеродистые стали маркируют двумя цифрами, которые указывают среднее содержание углерода в сотых долях

процента, слово "Сталь" пишется полностью перед цифрами, маркируются следующим образом: 08, 10, 15, 20, 25 и т.д. 85., например: сталь 08, сталь 45 и т.д.

5.3.3. Низкоуглеродистые стали

Низкоуглеродистые стали 05 кп; 08; 08 кп; 10; 10 кп. Данные стали обладают невысокой прочностью и высокой пластичностью. Сталь 08. Сталь 10 кп и т.д.

Тонколистовую холоднокатаную низкоуглеродистую сталь используют для холодной штамповки изделий, штампуемость стали тем хуже, чем больше в ней углерода.

Стали 15,20,25 применяют без термической обработки или в нормализованном виде. Они поступают в виде проката, поковок, труб, листов, проволоки и ленты. Свариваемость и обрабатываемость резанием хорошая, ее используют для цементируемых деталей, работающих на износ и не испытывающих высоких нагрузок - пальцы рессор, толкатели клапанов, кулачковых валов и т.д.

Стали 30, 35 относятся к среднеуглеродистым и слабо закаливающимися, их используют в нормализованном состоянии для слабонагруженных деталей.

Среднеуглеродистые стали 40, 45, 50, 55, 60 в нормализованном состоянии отличаются повышенной прочностью, но меньшей вязкостью и пластичностью. Их применяют после улучшения, нормализации и поверхностной закалки.

В улучшенном состоянии их применяют для изготовления небольших валов, шатунов и других деталей, испытывающих циклические нагрузки.

После нормализации и закалки Т.В.Ч. используют для изготовления тех мест в деталях, которые должны иметь высокую поверхностную твердость и сопротивление износу - шейки валов, зубья шестерни и т.п.

5.3.4. Углеродистые инструментальные стали

Углеродистые инструментальные стали поставляются с гарантией на химический состав и твердость, их производят качественными и высококачественными.

Маркируются как: У 7, У 8, У 7А, У 8А и т.д.

Буква "У" означает, что сталь углеродистая, а цифра, содержание углерода в десятых долях процента.

Повышенное качество достигается дальнейшим снижением вредных примесей и обозначается буквой "А". Например, У 7А -сталь углеродистая, содержание углерода 0,7%, повышенного качества.

В состоянии поставки твердость у НИХ невысокая (НВ 187-217), благодаря чему стали хорошо обрабатываются резанием и деформируются, что позволяет применить накатку, насечку и другие методы изготовления инструментов.

Углеродистые стали имеют низкую прокаливаемость (10-12 мм) и поэтому пригодны для изготовления мелкого инструмента сечением до 25 мм с незакаленной сердцевиной, в которой режущая часть приходится на поверхностный слой - метчики, развертки, напильники и т.д. Несквозная закалка уменьшает деформацию инструмента и повышает за счет вязкой сердцевины его устойчивость к деформациям и вибрациям. В сечениях более 25 мм закаленный слой получается тонким и продавливается во время работы.

Стали У 7, У 9 подвергают полной, а У 10 - У 13 - неполной закалке. Инструмент сечением более 15 мм охлаждают в воде или водных растворах солей и щелочей. Инструменты меньшего сечения для уменьшения деформации и во избежание опасности растрескивания закаливают в масле или расплаве солей при 180-200 °С.

Стали У 7, У 8, У 9, обеспечивающие более высокую вязкость, применяют для инструментов, подвергающихся ударам: деревообделочных, слесарных, кузнечных, матриц а т.д. После закалки их отпускают при 275-350 °С.

Заэвтектоидные стали У 10, У 11, У 12 используют после низкого отпуска 150-180°С, их применяют для инструментов с высокой твердостью на рабочих гранях (HRC 62-64), режущих и измерительных инструментов - напильников, пил, сверло, различных калибров.

Сталь У 13 предназначена для инструментов, требующих наиболее высокую твердость: шаберов, гравировальных инструментов.

Сталь высокого качества имеет те же назначения, но из-за несколько лучшей вязкости ее используют для инструментов с более точной режущей кромкой.

Чувствительность к перегреву и отсутствие теплостойкости – существенные недостатки углеродистых инструментальных сталей. Наиболее склонные к перегреву У 8, У 9. Инструменты из углеродистых сталей отпускаются и теряют твердость при нагреве свыше 200°С.

5.3.5. Маркировка легированных конструкционных сталей

Легированные конструкционные стали обозначают цифрами и буквами 15 Х, 12 ХНЗА, 18 ХГТ и т.д. Цифры, приводимые в начале марки, указывают на среднее содержание углерода в сотых долях процента; буквы справа от цифры обозначают легирующий элемент.

Легирующие элементы обозначают русскими буквами - А - азот, Б - ниобий, В - вольфрам, Г - марганец, Д - медь, Е - селен, К - кобальт, Н - никель, М - молибден, П - фосфор, Р - бор, С - кремний, Т - титан, Ф - ванадий, Х - Хром, Ц - цирконий, Ч - редкоземельный, Ю - алюминий.

Цифра после букв указывает примерное содержание соответствующего легирующего элемента в целых процентах. Отсутствие цифры указывает что оно составляет 0,1 - 1.5% и менее, кроме молибдена и ванадия, содержание которых в сталях до 0.2- 0.3%. Например: 15 Х - 0,15% С, 1-1.5% С_r, 20 ХНЗА - 0,20% С, 1% С_ч а 3% никеля, сталь высококачественная. Легирующие элементы вводятся для повышения конструктивной прочности стали. Улучшение механических свойств обусловлено влиянием легирующих элементов на свойства феррита, дисперсность карбидной фазы, устойчивостью мартенсита при отпуске, прокаливаемость, размер зерна.

Ниже рассмотрим свойства некоторых легирующих элементов, и количество их добавки в стали:

1. Хром - оказывает благоприятное влияние на механические свойства стали, является недефицитным легирующим элементом.

Хром получал широкое применение в конструкционных сталях, его вводят до двух процентов.

2. Никель - наиболее ценный дефицитный элемент. Его вводят до 5%.

3. Марганец - дешевый легирующий элемент, нередко используется как заменитель никеля. Марганец повышает предел текучести стали, но сталь становится чувствительной к перегреву, поэтому для измельчения зерна вместе с ним вводят карбидообразующие элементы. В сталь вводят до 1,5%.

4. Кремний - некарбидообразующий элемент (дешевый), он сильно повышает предел текучести, несколько затрудняет разупрочнение стали при отпуске, его вводят до 2%.

5. Молибден и вольфрам - дорогие и дефицитные карбидообразующие элементы, повышают стойкость к отпуску, увеличивают прокаливаемость. Вводят 0,2-0,4% Мо и 0,8-1,2% W.

6. Ванадий и титан - сильные карбидообразователи, их добавляют в небольшом количестве в стали до 0,3% V и 0,1% Ti, содержащие хром, марганец, никель для измельчения зерна.

7. Бор - вводят в микродозах (0,002-0,005%) для увеличения прокаливаемости. Микролегирование бором эквивалентно 1% никеля; 0,5% хрома; 0,2% Мо.

5.3.6. Маркировка других сталей

Шарикоподшипниковые стали, при маркировке обозначают в начале марки буквами "ШХ", затем стоит содержание хрома в десятых долях процента. Например: ШХ 15 - сталь шарикоподшипниковая, содержит 1,5% хрома.

Быстрорежущие сложнолегированные стали обозначают буквой "Р" следующая за ней цифра указывает на процентное содержание в ней вольфрама. Например: Р 18 - сталь быстрорежущая, содержит 1,8% вольфрама.

Стали, особовысококачественные имеют в конце марки букву "Ш". Например: 30 ХГС - Ш - 0,3% С, 1% хром, 1% марганец, 1% кремний. Сталь особовысококачественная.

Автоматные стали имеют в своем составе повышенное содержание серы и фосфора и предназначены для массового производства на станках-автоматах. Стали маркируют буквой "А" и цифрами, показывающими среднее содержание углерода в сотых долях процента. Например: А 12 - сталь автоматная, содержит 0,12% С.

Автоматную сталь, содержащую свинец, маркируют буквами "АС" и цифрами, показывающими содержание углерода в сотых долях процента, буква "С" указывает на присутствие свинца. Свинец добавляют от 0,15% - 0,30%. Например: АС-II - сталь автоматная, содержащая свинец, присутствие углерода 0,11%.

Более подробные сведения по назначению сталей в зависимости от их марки для изготовления различных деталей и изделий приведены в таблице 4.

Таблица 4. Назначение сталей в зависимости от их марки

Марка стали	Назначение
1	2
Ст. 0	Неответственные конструкции, прокладки, шайбы,
Ст. 1	Малонагруженные детали металлоконструкции - заклепки, шайбы, шпильки, прокладки, кожухи. Свариваемость хорошая.
Ст. 2	Детали металлоконструкции - рамы, оси, ключи, валики. Свариваемость хорошая.
Ст. 3	Рамы тележек, крюки кранов, кольца, цилиндры, шатуны, крышки.
Ст. 4	Валы, оси, тяги, пальцы, крюки, болты, гайки.

Ст. 5	Валы, оси, звездочки, крепежные детали, зубчатые колеса, шатуны
Ст. 6	Валы, оси, бойки молотков, шпиндели, муфты кулачковые, фрикционные; цепи.

Продолжение таблицы 4

Марка стали	Назначение
1	2
Сталь 0,8 кп10	Трубки, прокладки, крепеж, колпачки - изготавливаемые холодной штамповкой и высадкой. Цементируемые и плакируемые детали, не требующие высокой прочности, сердцевины, втулки, упоры, валики, копиры, зубчатые колеса и т.д.
Сталь 15 20	Малонагруженные детали - шестерни, оси, пальцы, валики. Тонкие детали, работающие на истирание, рычаги, крюки, вкладыши, болты и т.д.
Сталь 30 35	Детали, испытывающие небольшие напряжения - шпиндели, тяги, траверсы, диски, валы.
Сталь 40 45	Детали, от которых требуется повышенная - прочность: коленчатые валы, шатуны, зубч венцы распределительные валы, маховики, храповики, муфты, зубчатые рейки, прокатные валки.
Сталь 50 55	Зубчатые колеса, штоки, малонагруженные пружины, рессоры и т.д. Применяют после закалки с высоким отпуском и в нормализованном виде.
Сталь 60	Детали с высокими прочностными и упругими свойствами - прокатные валки, эксцентрика, пружинные кольца, пружины и диски сцепления, пружины амортизаторов. Применяют после закалки или после нормализации (крупные детали).
Сталь 0,8 0,8 кп 10, 20 кп	Без термической обработки для малонагруженных деталей, капоты тракторов, змеевики, шайбы прокладки элементов сварочных конструкций.
Сталь 60С2ХА 60С2Н2А	Для крупных тяжело нагруженных и особоответственных пружин и рессор.
Сталь 50ХФА	Для рессор легковых автомобилей, клапанных и других пружин ответственного назначения, которые работают при 300°С.
Сталь 60СГА	Применяют для рессор толщиной до 14 мм.
Сталь 38ХМЮА	Для износостойких деталей машин - шестерни, гильзы, цилиндры.
А 12, А 20	Для изготовления болтов, винтов, гаек и различных

	мелких деталей сложных конструкций.
А 30, А 40Г	Для труднообрабатываемых деталей, работающих при высоких нагрузках.
АС 12ХН, АС 14ХГН	Предназначены для изготовления оси саттелитов дифференциала, флянца масляного насоса, тяги, муфт.

Продолжение таблицы 4

Марка стали	Назначение
1	2
50 ХГА	Для изготовления автомобильных рессор
50 ХФА	Для клапанных пружин
Р 9	Для инструментов простой формы при обработке конструктивных материалов
Р 6 М 5	Для резьбонарезного инструмента, работающего с ударными нагрузками
У 7, У 8	Для изготовления деревообрабатывающего инструмента; зубила, кернеры, топоры.
У 10, У 11	Для фрезы, зенкера, сверла.
7 12, У 13 9 ХС, ХВСН	Ручные сверла, развертки, плашки, гребенки.
ШХ 6	Шарики, ролики, кольца диаметром до 10 мм
ШХ 15	Шарики, ролики диаметром более 18 мм

Контрольные вопросы

А. Для письменного контроля:

1. Характеристика стали группы А.
2. Характеристика стали группы А.
3. Характеристика стали группы А.
4. Качественные стали, краткая характеристика и маркировка.
5. Легированные стали, краткая характеристика и маркировка

Б. Для компьютерного тестирования;

1. Как поставляется с завода сталь группы А
 - А. без указания химического состава
 - В. с указанием химического состава
 - С. без указания механических свойств
 - Д. с указанием химического состава и механических свойств
2. Как поставляется с завода сталь группы Б
 - А. с указанием химического состава
 - В. с указанием химического состава и механических свойств
 - С. без указания химического состава
 - Д. без указания механических свойств
3. Как поставляется с завода сталь группы В

- A. с указанием химического состава и механических свойств
 - B. с указанием химического состава
 - C. без указания химического состава
 - D. с указанием только механических свойств
4. Что изготавливается из инструментальных сталей
- A. различные инструменты
 - B. труднообрабатываемые детали
 - C. рессоры автомобилей
 - D. Болты, гайки, шайбы и др.
5. Расшифруйте марку стали ШХ 15
- A. сталь атоматная
 - B. сталь шарикоподшипниковая, содержит 1,5% хрома.
 - C. сталь быстрорежущая, содержит 0,15 % хрома
 - D. сталь инструментальная углеродистая

Глоссарий по теме

№ п/п	Русский/Казахский/Английский	Содержание
1	Сталь	Сплав железа с углеродом, с содержанием углерода до 1,7 %. Основной материал, применяемый в машиностроении, а также при изготовлении приборов и инструментов
	Болат	
	steel	
2	Углеродистая сталь	Классификационный признак стали по химическому составу, содержащая железо и углерод, а также примеси – кремний, марганец, фосфор, серу и кислород.
	carbon steel	
3	Легированная сталь	Классификационный признак стали по химическому составу, содержащая железо и углерод, а также легирующие элементы- хром, никель, ванадий и др.
	Легіренген (басқа да қоспасы бар) болат	
	alloyed steel	
4	Автоматная сталь	Сталь, предназначенная для массового производства на станках-автоматах. с повышенным содержанием серы и фосфора. Маркируют буквой "А" и цифрами, показывающие содержание углерода в сотых долях процента.
	Автоматты болат	
	automatic steel	
5	Химический состав	Характеризует процентное содержание в стали химических элементов
	Химиялық құрамы	
	chemical composition	

Работа 6. Контроль качества сварного шва металлографическим методом

Задачи работы: изучить наружные и внутренние дефекты сварных швов и ознакомиться с методами их выявления.

Теоретические сведения. По расположению в шве дефекты подразделяют на наружные и внутренние.

К наружным дефектам относят продольные и поперечные трещины, подрезы, кратеры, остатки шлака, неровную поверхность шва, наплывы и др.

Трещины (рис.11, а, б) чаще всего образуются из-за внутренних напряжений, возникающих вследствие неравномерного нагрева и охлаждения металла, изменения его структуры при сварке и наличия в нем повышенного содержания серы, фосфора, водорода, кислорода и др.

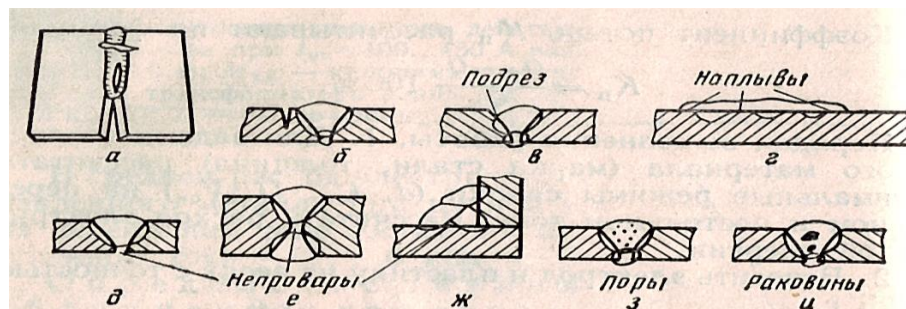


Рис.11. Дефекты сварочных швов.

Подрез (рис.11, в) характеризуется наличием канавки у края шва. Подрезы получаются при сварке током большой силы или горелкой большой мощности.

Кратеры (незаплавленные углубления), остатки шлака и неровная поверхность шва появляются при низкой квалификации или небрежности сварщика.

Наплывы (рис.11, г) образуются при слишком быстром плавлении электрода или присадочной проволоки и при недостаточной прогремости свариваемого металла.

К внутренним дефектам относят внутренние трещины, непровар корня шва или его кромки, поры, шлаковые включения, раковины, пережог металла шва и др. Внутренние трещины обычно возникают по тем же причинам, что и наружные.

Непровар корня шва или его кромки (рис.11, д, е, ж) характеризуется плохим сплавлением или даже отсутствием сцепления наплавленного металла с основным металлом. Этот дефект возникает из-за плохого прогрева свариваемого металла, некачественной разделки кромок (малый угол среза), недостаточного зазора между свариваемыми деталями, малого тока или малой мощности горелки, из-за слишком большой скорости сварки.

Поры (рис.11, з) чаще заполнены газом (водородом, окисью углерода и др.) и образуются преимущественно из-за влажности электродного покрытия или неправильной регулировки газовой горелки, плохой очистки свариваемой поверхности от грязи, масла, ржавчины и окалины.

Шлаковые включения – раковины (рис.11, и) наблюдаются при сварке длинной дугой или окислительным пламенем. При такой сварке из-за

недостаточного прогрева жидкого металла он недостаточно интенсивно перемешивается, быстро затвердевает и из него плохо удаляется шлак.

Пережог представляет собой окисленный крупнозернистый металл шва, который возникает вследствие применения тока большой силы и горелки большой мощности, сильноокислительной среды медленного перемещения электрода или горелки.

Наружные дефекты швов обычно контролируют визуально или через лупу при небольшом увеличении (в 10...20 раз). Иногда, например, для выявления трещин прибегают к травлению шва 10%-ным раствором азотной кислоты.

Для обнаружения внутренних дефектов сварных швов применяют просвечивание шва рентгеновскими или гамма-лучами (трещины, непровары, поры, шлаковые включения), ультразвуковой метод (трещины, поры), магнитный метод (трещины, непровары), металлографический метод и др.

Плотность швов, т.е. их непроницаемость, проверяют гидравлическим или пневматическим нагружением сварных изделий (баков) или керосиновой пробой. При первых двух методах контроля дефектные места устанавливают по течи воды или выделению пузырьков воздуха через сварной шов. При последнем методе сварной шов покрывают меловой обмазкой, а противоположную сторону сварного соединения смачивают керосином. Если шов неплотный, на меловой обмазке выступит керосин.

Контроль качества сварного шва чаще всего осуществляют металлографическим методом, при котором изделие разрезают вдоль и поперек шва или вырезают из него образцы. Затем это изделие или образцы шлифуют, полируют, травят и выполняют макро и микроанализ.

Макроанализ внутренних дефектов шва по разрезу детали или вырезанным образцам проводят визуально или через линзу при небольшом увеличении, что позволяет обнаружить трещины, поры, раковины, шлаковые включения, непровары, границу раздела шва и основного металла, дендритность шва – направленность и величину столбчатых кристаллов. Вдоль самих столбчатых кристаллов и в местах окончания их кристаллизации нередко получают трещины.

При микроанализе, который выполняют на микроскопе при увеличении в 100...1000 раз, в структуре шва можно обнаружить микротрещины, перегрев или пережог металла, границу раздела шва и основного металла.

Контрольные вопросы

А. Для письменного контроля:

1. После сварки какие наружные дефекты обнаруживаются?
2. Какие внутренние дефекты можно обнаружить после сварки?
3. По какой причине бывают шлаковые включения в сварном шве?
4. От чего получают пережоги?

5. Какие существуют методы обнаружения дефектов сварки и способы их устранения?

Б. Для компьютерного тестирования;

1. От чего получаются трещины после сварки
 - A. из-за внутренних напряжений
 - B. большой силы тока
 - C. при быстром плавлении электрода
 - D. из-за плохого прогрева металла
2. От чего получается подрез
 - A. из-за большой силы тока
 - B. из-за внутренних напряжений
 - C. быстром плавлении электрода
 - D. из-за плохого прогрева металла
3. От чего получаются поры в сварочном шве
 - A. из-за влажности электродного покрытия
 - B. из-за плохого прогрева металла
 - C. из-за недостаточной очистки металла
 - D. из-за большой силы тока
4. От чего получаются раковины
 - A. из-за недостаточного прогрева металла
 - B. из-за большой силы тока
 - C. из-за влажности электродного покрытия
 - D. из-за внутренних напряжений

Глоссарий по теме

№ п/п	Русский/Казахский/Английский	Содержание
1	Качество сварки	Комплексный показатель. Оценивается по состоянию сварочного шва -. его сплошности, размеру катетов, отсутствия подрезов, раковин, пережога, непровара, и др. Зависит от правильности выбора режима сварки.
	Пісіру сапасы	
	Weld quality	
2	Шов сварочный	Элемент сварного соединения, получаемый путем местного нагрева до расплавленного состояния поверхности изделий и электрода с последующим охлаждением и обеспечивающий неразъемное соединение деталей.
	Пісіру жапсары	
	Welding edge	
3	Поры	Один из дефектов сварочного шва, указывающий наличие в нем газовых включений.
	Қуыс	
	voids	
4	Пережог	Один из дефектов сварочного шва, представляющий собой окисленный крупнозернистый металл
	Күйдіріп жіберген	

	burning	шва, который возникает вследствие применения тока большой силы или горелки большой мощности.
5	Трещины	Один из дефектов сварочного шва, чаще всего образуются из-за внутренних напряжений, возникающих вследствие неравномерного нагрева и охлаждения металла.
	Сызыкша (жарыкша)	
	soldering break	

Список литературы

Основная

1. Комаров А.С. Технология конструкционных материалов. – Минск: «Новое знание», 2005.
2. Теминарина Н.М. Технология конструкционных материалов.- А.: ТЭТА. «Принт», 2005.
3. Кульман М.К. Материаловедение. – Алматы: ТЭТА «Принт», 2005.

Дополнительная литература

4. Кенжебаев А.У. Металлтану жане металдарды термелеп жондеу. Алматы: КазБСКА, 2003.
5. Малышев Б.Д. Сварка и резка в строительстве. Справочник монтажника. - М.: Стр-изд, 1998.
6. Ткачев В.Н. Материаловедение. – М.: «Высшая школа». 2004.
7. Некрасов С.С. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению. – М.: «Агроиздат». 1998.

**Абдрахман Усипбайулы Кенжебаев
Виктор Васильевич Бурцев
Жумадил Карбышевич Мауленов**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ
ПО КУРСУ «МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ И СВАРКА»**

Специальность 050730 – «Строительство»

Редактор Таубалдиева Д.С.

Сводный план 2008-2009 уч. года, поз. № 2

Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Ризограф.
Усл. печ. л. 2,3. Уч. изд. л. 2,5. Тираж 50 экз.
Заказ №
Цена договорная

Издание Казахской головной архитектурно-строительной
академии
Издательский дом «Строительство и архитектура»
050043, г. Алматы, ул. К. Рыскулбекова, 28