

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

КАФЕДРА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Методические указания и журнал испытаний

к проведению лабораторных работ по дисциплине
«Металловедение и сварка»
для студентов заочной сокращенной формы обучения
по специальности
1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»

Выполнил студент

группы



Брест 2023

УДК 624.014 (07)

Журнал предназначен для проведения лабораторных занятий по курсу «Металловедение и сварка» для студентов заочной сокращенной формы обучения по специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство». Тематика лабораторных работ соответствует учебной программе дисциплины «Металловедение и сварка».

Составители: Шурин А.Б., к.т.н., доцент, зав. кафедрой строительных конструкций;
Маркечко Е.В., старший преподаватель кафедры строительных конструкций;
Мухин А.В. к.т.н., доцент, профессор кафедры строительных конструкций

Рецензент: В.А. Лебедь, заместитель директор РУП «Институт БелНИИС» – Научно-технический центр, к.т.н.
Н.В. Черноиван, доцент кафедры прикладной механики, к.т.н., доцент

ОГЛАВЛЕНИЕ

Лабораторная работа № 1	4
1.1 Стали	4
1.2 Чугуны.....	7
1.3 Алюминиевые сплавы	7
1.4 Исследование структуры металлов	8
Выводы по работе:	9
Лабораторная работа № 2.....	10
2.1 Теоретическая часть	10
2.2 Порядок выполнения работы.....	13
Список использованных источников	16

Лабораторная работа № 1

Металлы и сплавы, их классификация и структура

Цель работы: изучить классификацию металлов и сплавов, структуры металлов и сварных швов.

Теоретическая часть (заполнить пробелы)

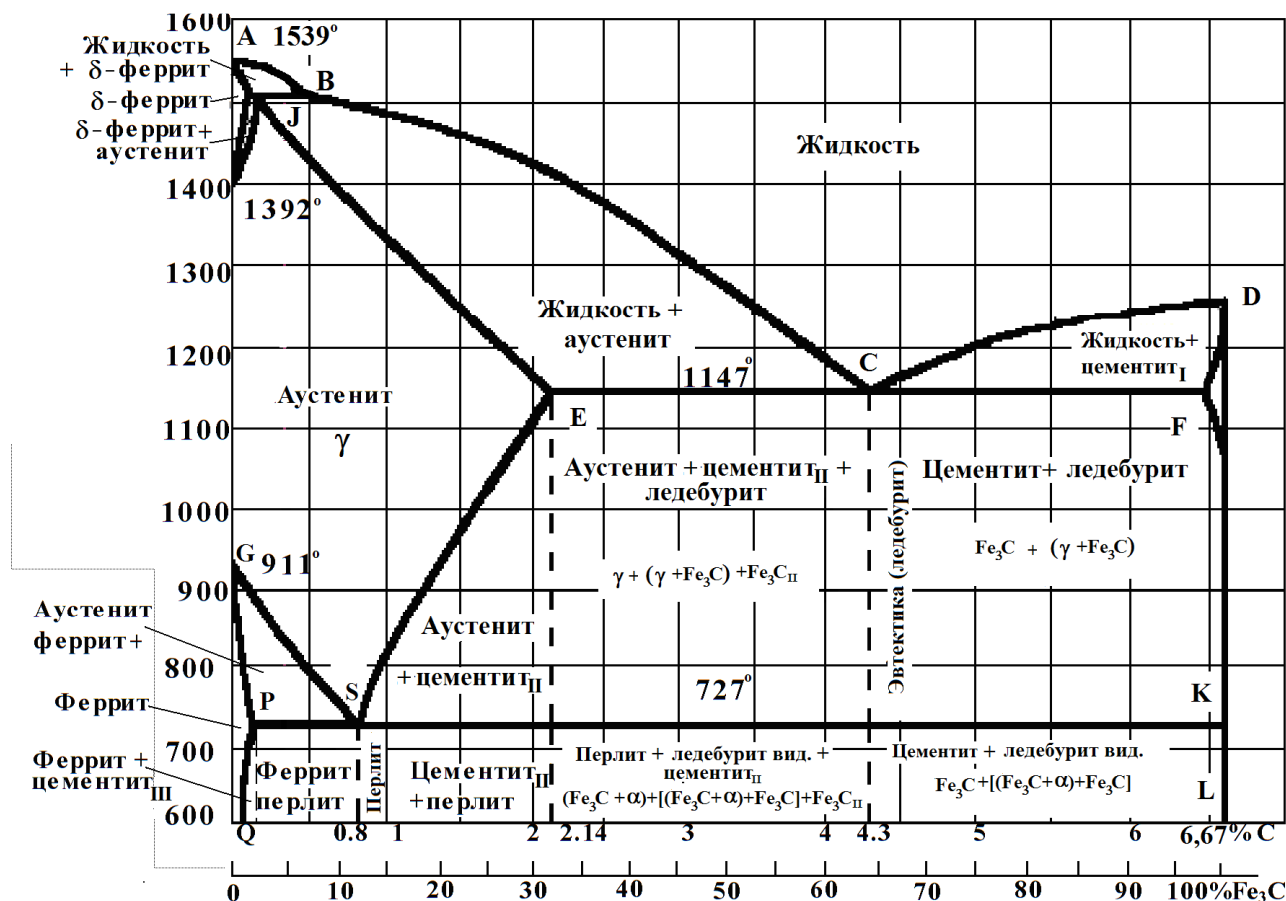


Рисунок 1.1 – Диаграмма состояния железо-углерод Fe – C (железо-цементит Fe – Fe₃C)

1.1 Стали

В зависимости от содержания углерода железоуглеродистые сплавы делят на техническое железо, стали и чугуны.

Сталь (EN 10020:2000 [1]) – материал (сплав железа с углеродом), в котором массовая доля железа больше, чем массовая доля какого-либо другого элемента, а массовая доля углерода составляет _____% и в состав которого входят _____.

Сталь для сварных строительных конструкций содержит эквивалентное содержание углерода до _____%.

Стали подразделяются:

а) по химическому составу: _____

б) по способу производства: _____

в) по назначению: _____

г) по качеству: _____

д) по виду выплавки или степени раскисления: _____

1.1.1 Углеродистые стали

Свойства углеродистых сталей определяются _____

На свойства стали существенно влияет степень раскисления. При одинаковом содержании углерода кипящие, полуспокойные и спокойные стали имеют близкие величины прочностных свойств и различаются значениями характеристик пластичности. Содержание кремния в спокойной стали составляет 0,15...0,35, в полуспокойной 0,05...0,15, в кипящей до 0,05 %. Для раскисления кипящей стали не применяют _____, ее раскисляют: _____.

Кипящая сталь имеет резко выраженную химическую неоднородность (ликвацию) в слитке. Ее основным преимуществом является высокий _____ выход годного металла. Из-за повышенной концентрации кислорода кипящие стали имеют сравнительно высокий порог хладноломкости и их не рекомендуют применять для конструкций, эксплуатирующийся при отрицательных температурах и вибрационных и динамических нагрузках.

Кипящая сталь (кп) в процессе разлива _____, что служит признаком процесса раскисления. Спокойная сталь (сп) при разливе _____, так как в нее введены _____.

Она однородна по химическому составу. Спокойная сталь раскисляется _____ . Выход годных слитков спокойной стали около _____ %, но металл значительно более плотен и имеет более однородный химический состав.

Полуспокойная сталь (пс) занимает промежуточное положение между спокойной и кипящей. У полуспокойной стали выход годного продукта составляет _____%. Она содержит такое количество раскислителей, при котором газов выделяется меньше, чем при затвердевании кипящей стали, и поэтому имеет меньшую химическую неоднородность. Степень раскисления стали отражается в ее маркировке, например _____.

До 2005 года заводы-изготовители РФ, Казахстана и РБ осуществляли поставки стали обыкновенного качества по ГОСТ 380-2005 [2] с гарантируемыми показателями по трем группам: группа А гарантирует: _____ и по нормируемым показателям делится на три категории, которые обозначаются цифрой в конце марки. Первая категория, а также буква А в написании группы не указываются. Пример маркировки: Ст3кп2, Ст4пс3 и т. д. Группа Б гарантирует _____ и имеет две категории. Группа В гарантирует _____ и имеет шесть категорий.

1.1.2 Качественные углеродистые стали

Качественные углеродистые стали выпускают по ГОСТ 1050-2013 [3]. Отличаются от сталей по ГОСТ 380-2005 [2] значительно меньшими отклонениями по процентному содержанию химических элементов. В марках этих сталей указывается слово «Сталь» и цифры от 05, 08, 10, 20 и т. д. до 85 (через 5): например, Сталь 20. Большинство качественных сталей как правило раскисляются. Цифры в марке качественных углеродистых и легированных сталей означают: _____

Низкоуглеродистые стали 0.8кп, 0.5кп используются для листовой штамповки, а стали 10, 15, ...20, 25 – для изготовления сварных конструкций. Среднеуглеродистые стали 30, 35, 40, 45 и 50 применяются для изготовления (с нормализацией и поверхностной закалкой) деталей, подверженных большим нагрузкам, так, например, стали 45, 50 – для коленчатых валов и других ответственных деталей автотракторных двигателей. Высокоуглеродистые

качественные стали 55, 60, 65 и 70 используются для изготовления деталей (пружины, рессоры, зубчатые колеса и т. д.) с последующей их термической обработкой.

1.1.3 Легированные стали

Для их получения при плавке или разливке вводятся специальные (легирующие) элементы, изменяющие её свойства (таблица 1.1), также в них могут иметься более одного процента Si или Mn. Легирующие элементы включаются в обозначения марок сталей.

Число в начале марки конструкционной стали указывает содержание углерода в сотых долях процента, а цифры после соответствующих букв – среднее содержание этого химического элемента в %. Если после буквенного обозначения нет цифры, то доля данного элемента в стали составляет до 1 %.

Таблица 1.1 – Влияние химических элементов на свойства сталей

Характеристики	Влияние химических элементов											
	C	Cr	Ni	Mn	Mg	Si	W	V	Cu	S	P	
Прочность на разрыв, f_u												
Предел текучести, f_y												
Относительное удлинение, δ												
Твердость												
Ударная вязкость, α_n												
Усталостная прочность												
Свариваемость												
Коррозионная стойкость												
заполнить таблицу по степени влияния: «+» повышает; «++» значительно повышает; «-» снижает; «0» не влияет												

1.1.4 Строительные стали

Горячекатаный прокат (листовой, швеллеры, двутавры, сталь угловую) из углеродистых и низколегированных сталей, предназначенный для изготовления сварных строительных конструкций, вне зависимости от его химического состава (марки стали), а принимая во внимание только механические свойства (предел текучести f_y), подразделяют на условные классы строительных сталей.

Таблица 1.2 – Соответствие классам сталей по ГОСТ 27772-2021 [20] и марок

Наименование стали	Марки по действующим стандартам		Наименование стали	Марки по действующим стандартам	
	Марка стали	Обозначение стандарта		Марка стали	Обозначение стандарта
C235	Ст3кп2	ГОСТ 380 ГОСТ 535	C345К	10ХНДП	ГОСТ 19281
C245	Ст3пс5, Ст3сп5	ГОСТ 380 ГОСТ535	C390	14Г2АФ	ГОСТ 19281
C255	Ст3Гпс, Ст3Гсп	ГОСТ 380	C440	16Г2АФ	ГОСТ 19281
C345	12Г2С 09Г2С	– ГОСТ 19281	C590	12Г2СМФ	–
* – буквенные обозначения в классах: С – сталь строительная; К – вариант химического состава					

Расшифруйте следующие обозначения сталей, выпускаемых по европейским стандартам:

1.2 Чугуны

Чугун – это сплав железа с углеродом и другими элементами, где углерода от ____ до ____%. Чугуны, в которых весь углерод либо его значительная часть находятся в свободном состоянии в виде графита, называются _____.

По структуре серые чугуны отличаются от стали только тем, что в них имеются _____, предопределяющие специфические свойства чугунов.

Графит в чугунах может быть в четырех основных формах:

- в виде лепестков, пластинок: _____
- в виде червеобразных прожилок: _____
- в виде округлых включений: _____
- в виде равноосных компактных, но не округлых форм: _____

Чугуны, в которых весь углерод находится в связанном состоянии, называют _____ . Эти чугуны, в зависимости от содержания углерода и структуры, классифицируют на _____ (массовая доля углерода в них может быть в интервале _____%), _____ (массовая доля углерода равна _____%) и _____ (массовая доля углерода _____%).

Они практически не поддаются обработке резанием и используются для последующей переплавки в сталь или ковкий чугун.

1.3 Алюминиевые сплавы

Сплавы алюминиевые – сплавы на основе алюминия с добавлением меди, магния, цинка, кремния, лития, кадмия, марганца и других химических элементов. Достоинства алюминиевых сплавов: _____

Недостатки: _____

По способу производства полуфабрикатов алюминиевые сплавы подразделяют на _____ и _____. В строительстве в основном применяют деформируемые сплавы, полуфабрикаты из которых получают способом деформации в горячем и холодном состоянии:

- прессованием (профили, прутки, трубы, панели);
- прокаткой (листы, ленты);
- волочением (тонкостенные трубы);
- ковкой и штамповкой (фасонные детали).

Литейные сплавы вследствие их низкой пластичности применяются чрезвычайно редко. Широкое применение в качестве конструкционных материалов имеют сплавы на основе алюминия. Полуфабрикаты из них для строительства делят на листовые (толщиной 0,3...4 мм) и профильные, которые выполняют любой формы в пределах соответствующих ГОСТов и ТУ прокаткой, экструзией. Основными легирующими элементами в алюминиевых сплавах являются: _____

По составу легирующих компонентов алюминиевые сплавы подразделяют на группы:

1-я группа. Технически чистым алюминием называют алюминий, общее содержание примесей в котором не превышает ____%. По коррозионной стойкости и высокой пластичности технически чистый алюминий близок к химически чистому. Установлены следующие марки технически чистого алюминия: АД0, АД1 и АД с содержанием примесей соответственно до 0,5, 0,7 и 1,2 %.

2-я группа. Сплавы системы Al-Mn. Характерным представителем этой группы является сплав АМц, содержащий 1-1,6 % марганца. Этот сплав обладает высокой

коррозионной стойкостью, хорошо сваривается, легко полируется, однако прочность его невелика.

3-я группа. Сплавы системы Al-Mg, называемые _____, обозначаются буквами АМг с добавлением цифры, указывающей примерное содержание магния в процентах (АМг2, АМг3 и т. д.). Эти сплавы содержат также небольшое количество марганца (0,2...0,8 %). Сплавы этой группы обладают высокой стойкостью против коррозии, хорошо свариваются. С увеличением содержания магния прочностные показатели повышаются; однако при содержании магния более 3,5 % пластичность и коррозионная стойкость сплавов заметно снижаются. Для улучшения свойств в качестве добавок используют титан (0,02...0,1 %), бериллий (0,002...0,005 %) и хром (0,05...0,35 %).

4-я группа. Сплавы системы Al-Mg-Si, легированные кремнием (0,3...1,2 %) и магнием (0,4...1,4 %), называются _____. Обозначаются они буквами АД с добавлением порядкового номера (АД31, АД33, АД35 и т. д.). Сплавы этой группы пластичны, хорошо свариваются, обладают высокой стойкостью против коррозии, хорошо полируются и легко анодируются. К этой же группе относится сплав, дополнительно содержащий до 0,5 % меди. Этот сплав, широко применявшийся ранее в авиастроении и названный поэтому авиалем, обозначается буквами АВ.

5-я группа. Сплавы системы Al-Cu-Mg называются _____. Они обозначаются буквой Д с добавлением порядкового номера (Д1, Д6, Д16, Д18 и т. д.). Наличие в сплавах этой группы меди в количестве 3,8—4,9 %, способствующей увеличению твердости и прочности его после термической обработки, отрицательно сказывается на его пластичности и коррозионной стойкости. Дуралюмин был первым из сплавов, обладающих высокой прочностью.

6-я группа. Сплавы системы Al-Mg-Zn стали применяться сравнительно недавно (с начала 50-х гг.). Отличительной особенностью сплавов, содержащих 3–7 % цинка и около 2 % магния, является их способность к самоупрочнению после прессования полуфабрикатов в горячем виде. Небольшими добавлениями циркония, меди и хрома можно получать более высокопрочные из всех известных алюминиевых сплавов. Поэтому в обозначении сплавов этой группы перед порядковым номером ставится буква В (В94, В95 и т. д.).

1.4 Исследование структуры металлов

К числу методов, используемых для исследования структуры металлов и сплавов, относятся:

макроскопический анализ (макроанализ) заключается в определении строения металла невооруженным глазом или через лупу при небольших увеличениях (до 30 раз). Макроструктуру можно изучать непосредственно на поверхности металла, в изломе заготовки, а также после предварительной подготовки исследуемой поверхности, заключающейся в ее шлифовании и травлении специальными реактивами. Поверхность образца (темплета), подготовленная для исследования макроструктуры, называется _____;

микроскопический анализ (микроанализ) применяют для изучения микроструктуры металлов. Микроструктурой называют внутреннее строение металла, наблюдаемое с помощью микроскопа: оптического (оптическая микроскопия для оценки размеров зёрен) или электронного (электронная микроскопия для оценки плотности дислокаций).

Для микроанализа металлов и сплавов применяются оптические микроскопы.

В структуре железоуглеродистых сплавов (рисунок 1.1) можно выделить следующие компоненты: _____.

Феррит (Ф) характеризуется низкой прочностью ($\sigma_b = 250$ МПа, $\sigma_{0,2} = 120$ МПа) и твердостью (80...100 НВ), высокой пластичностью ($\delta = 50$ %, $\psi = 80$ %).

Цементит (Ц) – химическое соединение железа с углеродом (карбид железа Fe₃C), содержит 6,67 % С. Цементит характеризуется высокой твердостью (>800НВ) и очень низкой пластичностью.

Перлит (П) – двухфазная (эвтектоидная) механическая смесь феррита и цементита. Перлит может быть пластинчатым (состоящим из чередующихся пластинок цементита и феррита) и зернистым, что определяет механические свойства перлита. При комнатной температуре зернистый перлит имеет прочность $\sigma_B = 800$ МПа, пластичность $\delta = 15$ %, твердость 160...200 НВ.

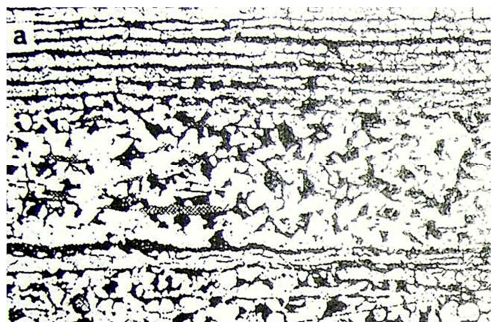


Рисунок 1.2 – Структура кипящей стали с ликвационной полосой (а×100)

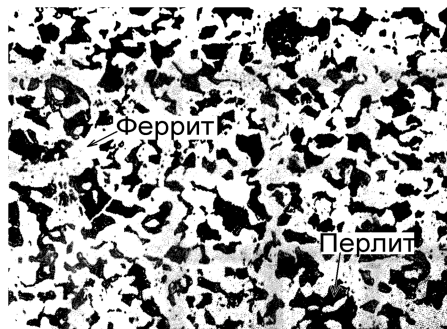


Рисунок 1.3 – Структура стали (0,3 %С) (×200)



Рисунок 1.4 – Серый чугун на ферритно-перлитной основе



Рисунок 1.5 – Доэвтектический (ледебурит, перлит, вторичный цементит) белый чугун

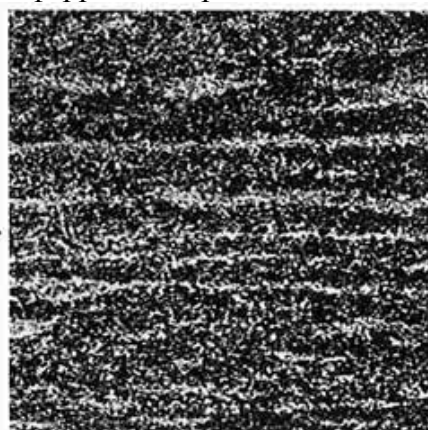


Рисунок 1.6 – Микроструктура стали в поперечном сечении дамасского клинка

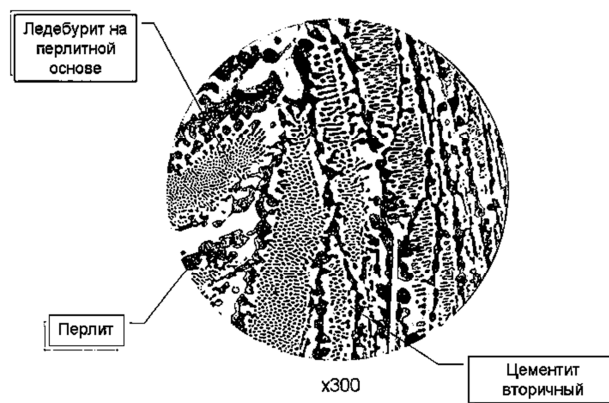


Рисунок 1.7 – Микроструктура эвтектоического белого чугуна (4,25С)

Выводы по работе:

Лабораторная работа № 2

Оценка уровня качества сварных соединений

Цель работы: Ознакомить студентов с оценкой уровней качества сварных соединений с угловыми швами по ГОСТ 23118-2019 [7], ТКП 45-5.04-121-2009 [8], СТБ 1133-98 [9], СТБ EN 1090-2-2013 [10] и выполнить оценку уровня качества сварного соединения.

Оборудование и материалы: сварные соединения с угловыми швами, линейка металлическая ГОСТ 427-75 [6], штангенциркуль ШЦ11 ГОСТ 166 [11].

2.1 Теоретическая часть

Критерии приемки по СТБ EN 1090-2-2013 [10] ВОЗВЕДЕНИЕ СТАЛЬНЫХ И АЛЮМИНИЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Технические требования к стальным конструкциям

Существует 4 класса возведения конструкций, к которым привязаны требования к размерам и профилю сварных швов. Сварные элементы конструкций должны удовлетворять требованиям, установленным в разделах 10 и 11 СТБ EN 1090-2-2013 [10].

Класс возведения ЕХС1 – уровень качества D.

Класс возведения ЕХС2 – уровень качества С, но при наличии дефектов 5011, 5012 (подрез), 506 (наплыв), 601 (случайная дуга) и 2025 (концевая раковина кратера шва) по EN ISO 5817 – уровень качества D.

Класс возведения ЕХС3 – уровень качества В.

Класс возведения ЕХС4 – уровень качества В+, который представляет собой уровень качества В с учетом дополнительных требований, приведенных в таблице 17 СТБ EN 1090-2-2013 [10].

Некоторые дефекты сварных швов, кодированные по ГОСТ Р ИСО 5817-2021 [12] и ГОСТ Р ИСО 6520-1-2012 [13], перечислены ниже.

Дефект 505 (некачественная поверхность шва) и 401 (недостаточное сплавление на микроскопическом уровне) не учитываются при оценке.

Дополнительные требования к уровню качества В+

Наименование и обозначение дефекта, предельно допустимые размеры дефекта:

а) подрез (5011, 5012): не допускается;

б) внутренние поры (2011–2014):

– стыковые швы $d \leq 0,1s$, но не более 2 мм;

– угловые швы $d \leq 0,1a$, но не более 2 мм;

в) включения твердых частиц (300):

– стыковые швы $h \leq 0,1s$, но не более 1 мм $l \leq s$, но не более 10 мм;

– угловые швы $h \leq 0,1a$, но не более 1 мм $l \leq a$, но не более 10 мм;

г) линейное смещение (507): $h < 0,05t$, но не более 2 мм;

д) вогнутость корня шва (515): не допускается.

Дополнительные требования для мостовых настилов:

а), б) пористость и газовые поры (2011, 2012 и 2014).

Допускаются только малые единичные поры. Максимальное количество дефекта «Скопление пор (2013)» – 2 %. Продолговатая полость, свищ – (2015 и 2016). Некачественная подгонка, угловые швы – (617). Поперечные швы контролируют по всей длине, допускается небольшой локальный зазор $h \leq 0,3 \text{ мм} + 0,1a$, но не более 1 мм СТБ EN 1090-2-2013 [10].

Предельно допустимые размеры дефекта: непрерывный подрез (5011):

– для стыковых швов допускается только локально $h \leq 0,5 \text{ мм}$;

– для угловых швов не допускается при расположении шва поперек усилия, подрез следует удалить шлифованием.

Многочисленные разрывы в поперечном сечении не допускаются.

Твердые включения (300) не допускаются.

Примерный перечень отдельных дефектов по ГОСТ Р ИСО 6520-1-2012 [13] в изделии:

- 2025 – открытая раковина в кратере;
- 301 – шлаковое включение;
- 503 – превышение выпуклости углового шва;
- 5213 – недостаточная толщина углового шва;
- 512 – чрезмерная асимметрия углового шва.

Оценка уровня качества сварных соединений по ГОСТ 23118-2019 [7], ТКП 45-5.04-121-2009 [8], СТБ 1133-98 [9]. При оценке категории и уровня качества следует руководствоваться материалами проектной документации: чертежами металлоконструкций стадии КМ или КМД, материалами расчётно-пояснительных записок, в которых они должны быть указаны. По действующим нормативным документам, за исключением EN, в зависимости от вида швов, конструкций в которых они использованы, конструктивного оформления, условий эксплуатации и групп конструкций, уровня напряжений в швах, швы сварных соединений разделяются на I, II, III категории, которые определяют высокий, средний и низкий уровни качества. Характеристики категорий и уровней качества приведены в таблице 4.1 или приложении Б ГОСТ 23118-2019 [7].

Расчёт и проектирование сварных швов по СП 5.04.01-2021 [14]. Расчет сварных стыковых соединений при действии расчетного осевого усилия N_{Ed} , проходящего через центр тяжести соединения, следует выполнять по формуле

$$N_{Ed} / (t_l f_{wy} \gamma_c) \leq 1, \quad (2.1)$$

где t – наименьшая из толщин соединяемых элементов;

l_w – расчетная длина сварного шва, равная полной его длине, уменьшенной на $2t$, или полной его длине, если концы шва выведены за пределы стыка.

Расчет сварного соединения с угловыми швами при действии расчетного осевого усилия N_{Ed} , проходящего через центр тяжести соединения, следует выполнять на срез (условный) по одному из двух сечений (рисунок 1.1) по формулам:

$$\text{при } \frac{\beta_f f_{wf}}{\beta_z f_{wz}} \leq 1 \text{ по металлу шва } \frac{N_{Ed}}{\beta_f k_f l_w f_{wf} \gamma_c} \leq 1; \quad (2.2)$$

$$\text{при } \frac{\beta_f f_{wf}}{\beta_z f_{wz}} > 1 \text{ по металлу границы сплавления } \frac{N_{Ed}}{\beta_f k_f l_w f_{wz} \gamma_c} \leq 1, \quad (2.3)$$

где l_w – расчетная длина швов в сварном соединении, равная суммарной длине всех его участков за вычетом по 1 см на каждом непрерывном участке шва;

β_f и β_z – коэффициенты, принимаемые по таблице 39 СП 5.04.01-2021 [14].

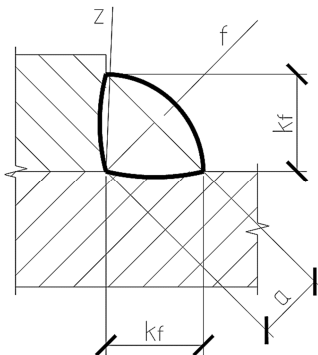


Рисунок 2.1 – Сечения углового шва по металлу шва (f) и границе сплавления (z)

Расчёт и проектирование сварных швов по ТКП EN 1993-1-8. Расчетное сопротивление углового сварного шва можно считать достаточным, если в каждой точке по

его длине равнодействующая всех сил, передаваемых сварным швом единичной длины, удовлетворяет следующему условию:

$$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd}, \quad (2.4)$$

где $F_{w,Ed}$ – расчетное значение внешних усилий, действующих на единицу длины сварного шва;

$F_{w,Rd}$ – расчетное значение сопротивления на единицу длины сварного шва (формула 1.5).

Независимо от ориентации продольного сечения сварного шва относительно направления приложения силы, расчетное сопротивление сварного шва единичной длины $F_{w,Rd}$ следует определять по формуле

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \cdot a, \quad (2.5)$$

где $f_{vw,d}$ – расчетное сопротивление сдвигу сварного шва рассчитывается по формуле 4.6;

a – эффективная толщина сварного шва, таблица 3.5 [1].

Расчетное сопротивление сдвигу сварного шва $f_{vw,d}$ следует определять по формуле

$$f_{vw,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}, \quad (2.6)$$

где f_u – номинальное значение предела прочности основного металла;

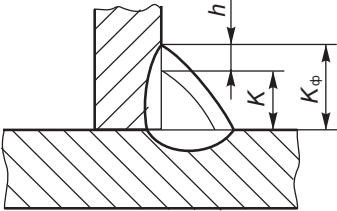
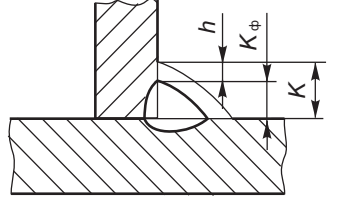
β_w – поправочный коэффициент для угловых сварных швов, таблица 3.6 [1].

Таблица 2.1 – Оценка категории и уровня качества сварных швов по ГОСТ 23118-2019 [7], ТКП 45-5.04-121-2009 [8], СТБ 1133-98 [9]

Категории и уровни качества швов сварных соединений	Типы швов соединений и характеристика условий их эксплуатации
I – высокий	<p>1 Поперечные стыковые швы, воспринимающие растягивающие напряжения $\sigma_p \geq 0,85f_y$ (в растянутых поясах и стенках балок, элементов ферм и т. п.).</p> <p>2 Швы тавровых, угловых, нахлесточных соединений, работающие на отрыв, при растягивающих напряжениях, действующих на прикрепляемый элемент, $\sigma_p \geq 0,85f_y$, и при напряжениях среза в швах $\tau_{vsh} \geq 0,85f_{wf}$.</p> <p>3 Швы в конструкциях или в их элементах, относящихся к 1-й группе по классификации нормативных документов, действующих на территории государства – участника Соглашения, принявшего настоящий стандарт, а также в конструкциях 2-й группы в климатических районах строительства с расчетной температурой ниже минус 45 °С (кроме швов, отнесенных к типам 7-12).</p>
II – средний	<p>4 Поперечные стыковые швы, воспринимающие растягивающие напряжения $0,4f_y \leq \sigma_p \leq 0,85f_y$, а также работающие на отрыв швы тавровых, угловых, нахлесточных соединений при растягивающих напряжениях, действующих на прикрепляемый элемент, $\sigma_p < 0,85f_y$, и при напряжениях среза в швах $\tau_{vsh} \geq 0,85f_{wf}$ (кроме случаев, отнесенных к типу 3).</p> <p>5 Расчетные угловые швы, воспринимающие напряжения среза $\tau_{vsh} \geq 0,75f_{wf}$, которые соединяют основные элементы конструкций 2-й и 3-й групп (кроме случаев, отнесенных к типам 2 и 3).</p> <p>6 Продольные стыковые швы, воспринимающие напряжения растяжения или сдвига $0,4f \leq \sigma < 0,85f$.</p>

	<p>7 Продольные (связующие) угловые швы в основных элементах конструкций 2-й и 3-й групп, воспринимающие растягивающие напряжения (поясные швы элементов составного сечения, швы в растянутых элементах ферм и т. д.).</p> <p>8 Стыковые и угловые швы, прикрепляющие к растянутым зонам основных элементов конструкций (узловые фасонки, фасонки связей, упоры и т. п.).</p>
III – низкий	<p>9 Поперечные стыковые швы, воспринимающие сжимающие напряжения.</p> <p>10 Продольные стыковые швы и связующие угловые швы в сжатых элементах конструкций.</p> <p>11 Стыковые и угловые швы, прикрепляющие фасонки к сжатым элементам конструкций.</p> <p>12 Стыковые и угловые швы во вспомогательных элементах конструкций (конструкции 4-й группы).</p>
<p>Условные обозначения:</p> <p>f – расчетное сопротивление металла шва;</p> <p>f_y – расчетное сопротивление стали растяжению, сжатию и изгибу по пределу текучести;</p> <p>f_{wf} – расчетное сопротивление угловых швов срезу (условному) по металлу шва;</p> <p>σ – напряжение металла шва;</p> <p>σ_p – растягивающее напряжение металла шва;</p> <p>$\tau_{\text{шш}}$ – касательное напряжение металла углового шва.</p>	

Таблица 2.2 – Оценка уровня качества углового шва по его геометрии по ГОСТ 23118-2019 [7], ТКП 45-5.04-121-2009 [8], СТБ 1133-98 [9]

Наименование дефектов	Характеристика дефектов по расположению, форме и размерам	Допустимые дефекты по уровням качества		
		Высокий	Средний	Низкий
1. Увеличение катета углового шва	$h = K_{\phi} - K$ 	$h \leq 1 \text{ мм} + 0,1K$ Макс. 2 мм	$h \leq 1 \text{ мм} + 0,15K$ Макс. 3 мм	$h \leq 1 \text{ мм} + 0,2K$ Макс. 5 мм
2. Уменьшение катета углового шва	 $h = K - K_{\phi}$	Не допускаются	Длинные дефекты не допускаются Короткие дефекты: $h \leq 0,3 \text{ мм} + 0,1K$ Макс. 1 мм Макс. 2 мм	

2.2 Порядок выполнения работы

Оценить уровень качества сварных соединений по ГОСТ 23118-2019 [7], ТКП 45-5.04-121-2009 [8], СТБ 1133-98 [9].

Общий вид сварного образца представлен на рисунке 2.2.

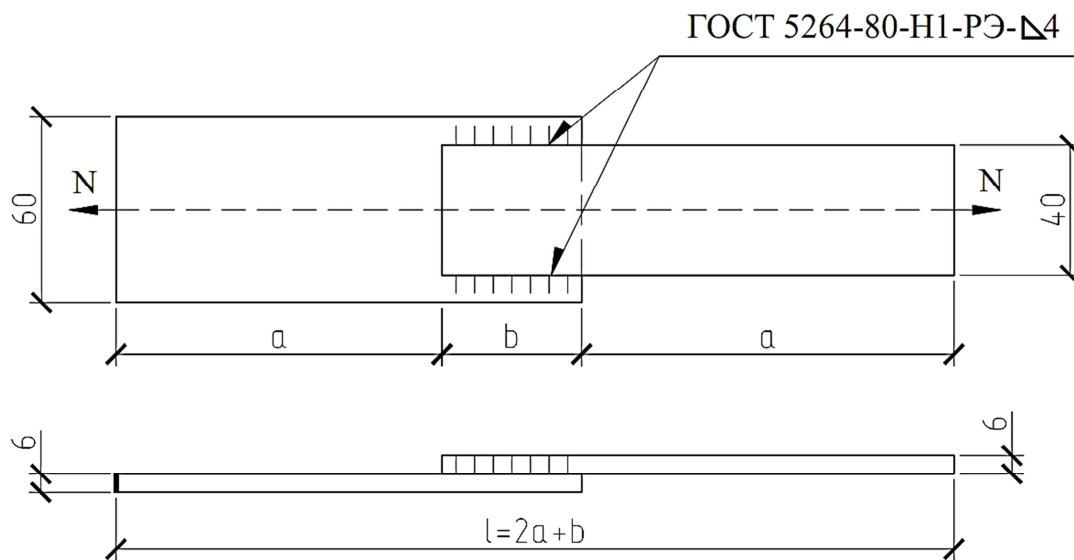


Рисунок 2.2 – Общий вид сварного образца

Рисунок 2.3 – Дефекты углового сварного шва со стороны 1
(№ – вид дефектов по ГОСТ Р ИСО 6520-1-2012 [13])

Рисунок 2.4 – Дефекты углового сварного шва со стороны 2
(№ – вид дефектов по ГОСТ Р ИСО 6520-1-2012 [13])

Определить типы швов по таблице 2.1. Изучить и классифицировать основные дефекты сварных швов, представленных на рисунках 2.2 – 2.4, и образцах, предложенных преподавателем. Занести полученные результаты в журнал ниже.

Выводы по работе:

1. Сварка изделия выполнена с недопустимыми дефектами по ГОСТ Р ИСО 6520-1-2012 [13] _____ и изделие к использованию не допускается.

2. Сварка изделия выполнена с допустимыми дефектами и изделие к использованию допускается.

Список использованных источников

1. Сталь. Определение и классификация по химическому составу и классам качества : ГОСТ Р 54384-2011 (ЕН 10020:2000). – Введ. 01.03.2012. – М : Стандартинформ, 2012. – 11 с.
2. Сталь углеродистая обыкновенного качества : ГОСТ 380-2005. – Введ. 01.07.2008. – М : Стандартинформ, 2009. – 13 с.
3. Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей : ГОСТ 1050-2013. – Введ. 01.01.2015. – М : Стандартинформ, 2014. – 36 с.
4. Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества. Общие технические условия : ГОСТ 535-2005. – Введ. 01.07.2008. – М : Стандартинформ, 2008. – 16 с.
5. Прокат повышенной прочности. Общие технические условия : ГОСТ 19281-2014. – Введ. 01.01.2015. – М : Стандартинформ, 2016. – 50 с.
6. Линейки измерительные металлические. Технические условия : ГОСТ 427-75. – Введ. 01.01.1977. – М : Стандартинформ, 2007. – 7 с.
7. Конструкции стальные строительные. Общие технические условия : ГОСТ 23118-2019. – Введ. 01.01.2021. – М : Стандартинформ, 2020. – 40 с.
8. Стальные строительные конструкции. Правила изготовления : ТКП 45-5.04-121-2009 (02250). – Введ. 01.01.2010. – Минск : М-во архит. и строит. Республики Беларусь, 2009. – 39 с.
9. Соединения сварные. Метод контроля внешним осмотром и измерениями. Общие требования : СТБ 1133-98. – Введ. 01.07.1999. – Минск : Госстандарт, 1998. – 15 с.
10. Возведение стальных и алюминиевых конструкций. Часть 2. Технические требования к стальным конструкциям : СТБ EN 1090-2-2013. – Введ. 01.03.2014. – Минск : Госстандарт, 2013. – 205 с.
11. Штангенциркули. Технические условия : ГОСТ 166-89. – Введ. 01.01.1991. – М : Издательство стандартов, 2003. – 11 с.
12. Сварка. Сварные соединения из стали, никеля, титана и их сплавов, полученные сваркой плавлением (исключая лучевые способы сварки). Уровни качества : ГОСТ Р ИСО 5817-2021. – Введ. 09.01.2021. – М : Стандартинформ, 2021. – 32 с.
13. Сварка и родственные процессы. Классификация дефектов геометрии и сплошности в металлических материалах. Часть 1. Сварка плавлением : ГОСТ Р ИСО 6520-1-2012. – Введ. 01.01.2014. – М : Стандартинформ, 2014. – 36 с.
14. Стальные конструкции : СП 5.04.01-2021. – Введ. 01.10.2021. – Минск : М-во архит. и строит. Республики Беларусь, 2021. – 153 с.
15. Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия : ГОСТ 27772-2021. – Введ. 08.01.2022. – М : Российский институт стандартизации, 2021. – 36 с.
16. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры : ГОСТ 5264-80. – Введ. 01.07.1981. – М : Стандартинформ, 2010. – 35 с.
17. Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры : ГОСТ 14771-76. – Введ. 07.01.1977. – М : Стандартинформ, 2007. – 43 с.
18. Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры : ГОСТ 8713-79. – Введ. 01.01.1981. – М : Стандартинформ, 2005. – 39 с.

Учебное издание

Составители:

Шурин Андрей Брониславович
Маркечко Екатерина Владимировна
Мухин Анатолий Викторович

Методические указания и журнал испытаний
к проведению лабораторных работ по дисциплине
«Металловедение и сварка»
для студентов заочной сокращенной формы обучения
по специальности
1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»

*Текст печатается в авторской редакции,
орфографии и пунктуации*

Ответственный за выпуск: Шурин А. Б.
Редактор: Митлошук М. А.
Компьютерная вёрстка: Шурин А. Б.

Подписано в печать 06.04.2023 г. Формат 60x84 ¹/₈. Бумага «Performer».
Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л. 2,33. Уч. изд. л. 2,5. Заказ № 331. Тираж 19 экз.
Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный
технический университет». 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/235 от 24.03.2014 г.