

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Оборудование и технология сварочного производства»

ПРОИЗВОДСТВО СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов специальности*

*1-36 01 06 «Оборудование и технология сварочного производства»
дневной и заочной форм обучения*



Могилев 2023

УДК 621.791
ББК 30.61
П80

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Оборудование и технология сварочного производства» «3» февраля 2023 г., протокол № 9

Составитель ст. преподаватель И. И. Цыганков

Рецензент канд. техн. наук, доц. Д. М. Свирепа

Методические рекомендации к практическим занятиям предназначены для студентов специальности 1-36 01 06 «Оборудование и технология сварочного производства» дневной и заочной форм обучения.

Учебное издание

ПРОИЗВОДСТВО СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Ответственный за выпуск	А. О. Коротеев
Корректор	И. В. Голубцова
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 26 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2023

Содержание

1 Практическое занятие № 1. Расчет элементов сварных соединений, выполненных встык и внахлестку по предельному состоянию и допускаемым напряжениям.....	4
2 Практическое занятие № 2. Расчет обратного выгиба балки и усилия прижатия к приспособлению.....	12
3 Практическое занятие № 3. Определение необходимого количества сварочных и вспомогательных материалов.....	15
4 Практическое занятие № 4. Изучение расчета технических норм времени на сборку и сварку вагона.....	19
5 Практическое занятие № 5. Определение требуемой численности работающих в сборочно-сварочном цехе.....	24
6 Практическое занятие № 6. Изучение основных ТНПА и их применение в сварочном производстве.....	28
Список литературы.....	35

1 Практическое занятие № 1. Расчет элементов сварных соединений, выполненных встык и внахлестку по предельному состоянию и допускаемым напряжениям

Цель занятия: получение практических навыков расчета элементов сварных соединений на прочность по предельному состоянию.

1.1 Общие теоретические сведения

Методы расчета сварных соединений на прочность подразделяются на две основные группы (рисунок 1.1).

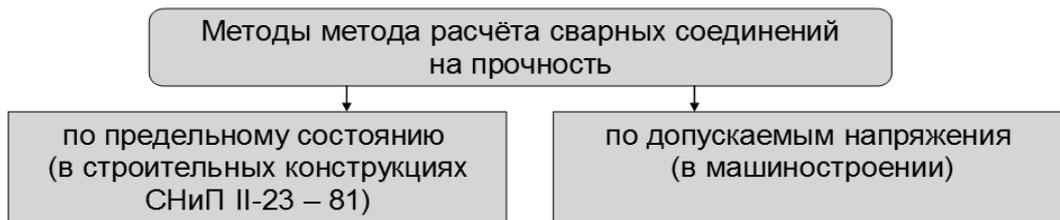


Рисунок 1.1 – Методы расчета сварных соединений на прочность

Расчеты по предельному состоянию (по несущей способности) приняты в строительных организациях. Существует несколько предельных состояний, ограничивающих возможность нормальной эксплуатации конструкций. Первое расчетное предельное состояние определяется несущей способностью конструкции: ее прочностью, устойчивостью, выносливостью при динамических и переменных нагрузках. Второе расчетное предельное состояние обусловлено наибольшей деформацией конструкции: прогибами при статических нагрузках, колебаниями при динамических. Третье расчетное предельное состояние характеризуется максимально допустимыми местными повреждениями, например, величиной раскрытия трещин, коррозией и т. п.

В большинстве случаев расчет металлических конструкций производится по первому предельному состоянию – по условию прочности, однако в отдельных случаях размеры частей конструкции устанавливают в зависимости от предельно допустимых деформаций. При этом расчет производится по условию жесткости.

В основу расчета по первому предельному состоянию положены так называемые **нормативные сопротивления $R^{норм}$** . В качестве нормативного сопротивления принят минимальный предел текучести стали σ_T (или предел прочности σ_B).

С учетом неоднородности свойств стали нормативные сопротивления заменяются **расчетными сопротивлениями R** . Расчетное сопротивление устанавливают равным пределу текучести σ_T , деленному на коэффициент надежности по материалу K_H , который для проката и труб равен $1,025 \dots 1,1$.

Расчетные сопротивления сварных соединений для различных видов

соединений и напряженных состояний приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Расчетные сопротивления сварных соединений

Тип сварного соединения	Напряженное состояние	Обозначение	Расчетное сопротивление сварного соединения по пределу текучести, МПа				
			Тип сварочного материала				
			Э42, Э42А Св-08, Св-08А	Э46, Э46А Св-08ГА	Э50 Э50А Св-10ГА, Св-08Г2С	Э60 Э60А Св-10НМА, Св-10Г2	Э85 Св-10ХГ2 СМА
Стыковое	Сжатие	$R_{СЖ}^{CB}$	210	260	280	380	530
	Растяжение, изгиб: автоматическая, механизированная и РДС с физическим контролем качества швов механизированная и РДС (визуальный контроль)	R_P^{CB}	210	260	280	380	530
			180	220	250	–	–
	Срез	R_{CP}^{CB}	130	150	170	230	310
Угловое	Срез	$R_{УГ}^{CB}$	150	180	200	240	340

При расчете по первому предельному состоянию находят величины допускаемых усилий в элементах. Допускаемые усилия определяют с учетом коэффициента возможной *перегрузки конструкции* n и *коэффициента условий работы* m , учитывающего специфический характер работы конкретных объектов рассматриваемой области техники. Коэффициенты перегрузки и условий работы определяют для стропильных ферм зданий, резервуаров, трубопроводов и т. п. на основе всестороннего изучения работы конструкции.

Коэффициент перегрузки обычно принимают равным от 1 до 1,2; коэффициент условий работы для балок, колонн, резервуаров – от 0,8 до 0,9.

Допускаемые усилия в элементе при продольной силе определяют по формуле

$$N_{доп} \leq R \frac{m}{n} A_w, \quad (1.1)$$

где A_w – площадь сечения элемента.

Аналогичным путем находят допускаемый момент при изгибе:

$$M_{доп} \leq R \frac{m}{n} \cdot W, \quad (1.2)$$

где W – момент сопротивления расчетного сечения

Таким образом, основными расчетными формулами для проверки прочности являются выражения (1.1) и (1.2).

Задание 1

Требуется провести расчет сварного соединения с угловыми швами на действие усилия отрыва N (рисунок 1.2) по первому предельному состоянию.

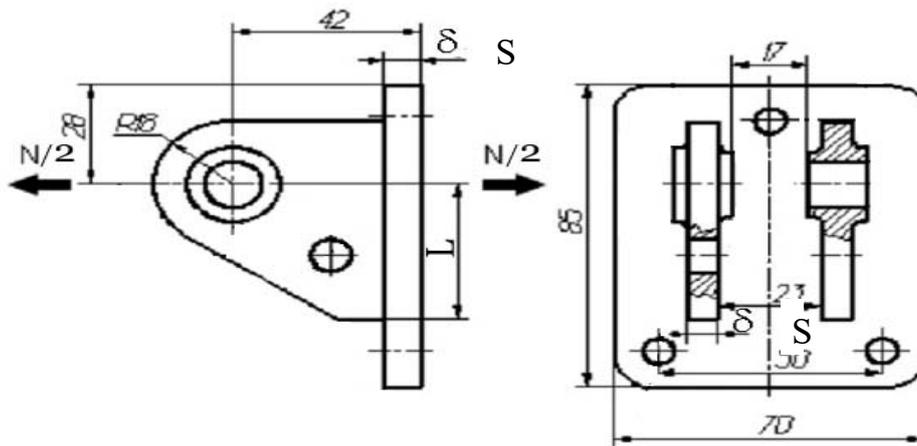


Рисунок 1.2 – Расчетная схема

Сила N и размеры, необходимые для проведения расчета, выбираются из таблицы 1.2 согласно варианту, выданному преподавателем.

Таблица 1.2 – Исходные данные для расчета

Номер варианта	Способ сварки, положение сварки	Материал конструкции	Минимальный предел прочности стали σ_B^{\min} , МПа	Сварочные материалы	Сила N , кН	Толщина S , мм	Длина изделия L , мм	Коэффициент условий работы γ_c
1	РДС, нижнее	09Г2С	450	Э50А Ø 3	40	3	30	1
2	Механизир. в CO ₂ , нижнее	09Г2С	450	Св-08Г2С Ø 1,2	50	4	30	
3	Автомат. под флюсом, в лодочку	ВСт3сп	370	Св-08А Ø 1,6	85	5	40	
4	РДС, в лодочку	Сталь 20	390	Э42 Ø 4	80	6	40	

Решение

Сварные соединения с угловыми швами при действии продольной и поперечной сил согласно СНиП II-23-81 следует рассчитывать на срез (условный) по двум сечениям (рисунок 1.3):

– по металлу шва (сечение 1)

$$N/(\beta_f K l_{шва}) \leq R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c; \quad (1.3)$$

– по металлу границы сплавления (сечение 2)

$$N/(\beta_z K l_{шва}) \leq R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c, \quad (1.4)$$

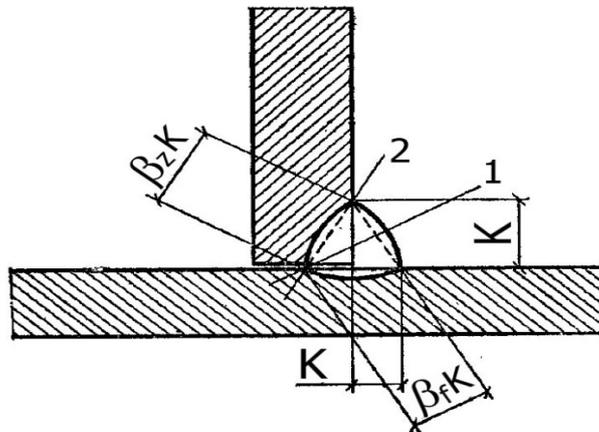
где $l_{шва}$ – эффективная длина шва, принимаемая меньше его полной длины на 10 мм при отсутствии выводных планок;

β_f β_z – коэффициенты, принимаемые при сварке элементов из стали: с пределом текучести до 530 МПа – см. рисунок 1.4; с пределом текучести свыше 530 МПа независимо от вида сварки, положения шва и диаметра сварочной проволоки $\beta_f = 0,7$ и $\beta_z = 1$;

γ_{wf} , γ_{wz} – коэффициенты условий работы шва, равные 1 во всех случаях, кроме конструкций, возводимых в климатических районах I₁, I₂, II₂ и III₃, для которых $\gamma_{wf} = 0,85$ для всех сталей;

R_{wf} – расчетное сопротивление угловых швов срезу (условному) по металлу шва, МПа;

R_{wz} – расчетное сопротивление угловых швов срезу (условному) по металлу границы сплавления, $R_{wz} = 0,45 \sigma_B^{\min}$, МПа.



1 – сечение по металлу шва; 2 – сечение по металлу границы сплавления

Рисунок 1.3 – Схема расчетных сечений сварного соединения с угловым швом

Из формул (1.3) и (1.4) находим значения катета шва K для двух вариантов расчетных сечений и принимаем значение катета, обеспечивающее прочность сварного соединения:

$$R_{wf} = 0,55 \frac{R_{wun}}{\gamma_{wm}}, \quad (1.5)$$

где R_{wun} – нормативное сопротивление металла шва по временному сопротивлению, МПа. Значения коэффициента надежности по материалу шва γ_{wm} следует принимать равными: 1,25 – при значениях R_{wun} не более 490 МПа; 1,35 – при значениях $R_{wun} = 590$ МПа и более.

Вид сварки при диаметре сварочной проволоки d , мм	Положение шва	Коэффициент	Значения коэффициентов β_f и β_z при катетах швов, мм			
			3—8	9—12	14—16	18 и более
Автоматическая при $d=3—5$	В лодочку	β_f	1,1			0,7
		β_z	1,15			1
	Нижнее	β_f	1,1	0,9	0,7	
		β_z	1,15	1,05		1
Автоматическая и полуавтоматическая при $d=1,4—2$	В лодочку	β_f	0,9	0,8	0,7	
		β_z	1,05		1	
	Нижнее, горизонтальное, вертикальное	β_f	0,9	0,8	0,7	
		β_z	1,05	1		
Ручная; полуавтоматическая проволокой сплошного сечения при $d < 1,4$ или порошковой проволокой	В лодочку нижнее, горизонтальное, вертикальное, потолочное	β_f	0,7			
		β_z	1			

Рисунок 1.4 – Значение, принимаемое коэффициентом β от вида сварки

Для швов, выполняемых ручной сваркой, значения R_{wun} следует принимать равными значениям временного сопротивления разрыву металла шва σ_B^{\min} . Для швов, выполняемых автоматической или механизированной сваркой, значение R_{wun} следует принимать по таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Значения нормативного сопротивления металла шва

Марка проволоки (по ГОСТ 2246–70*) для автоматической или механизированной сварки		Марка порошковой проволоки (по ГОСТ 26271–84)	Значение нормативного сопротивления металла шва R_{wun} , МПа
под флюсом (ГОСТ 9087–81*)	в углекислом газе (по ГОСТ 8050–85) или в его смеси с аргоном (по ГОСТ 10157–79*)		
Св-08, Св-08А	–	–	410
Св-08ГА	–	–	450
Св-10ГА	Св-08Г2С	ПП-АН8, ПП-АН3	490
Св-10НМА, Св-10Г2	Св-08Г2С*	–	590
Св-09ХН2ГМЮ Св-08Х1ДЮ	Св-10ХГ2СМА Св-08ХГ2ДЮ	–	685

Примечание –*– при сварке проволокой Св-08Г2С значение R_{wun} следует принимать равным 590 МПа (6000 кгс/см²) только для угловых швов с катетом $k \leq 8$ мм в конструкциях из стали с пределом текучести 440 МПа (4500 кгс/см²) и более

Минимальный катет шва в машиностроении принимают равным 3 мм, исключения составляют конструкции, в которых толщина самого металла менее 3 мм. Верхний предел толщины швов не ограничен, но катеты свыше 20 мм встречаются крайне редко.

Задание 2

Требуется провести расчет стыкового сварного соединения (с толщиной деталей S) по допускаемым напряжениям. На шов действует усилие отрыва N (рисунок 1.5). В результате расчета необходимо найти длину шва L , при которой шов сможет воспринимать заданное усилие.

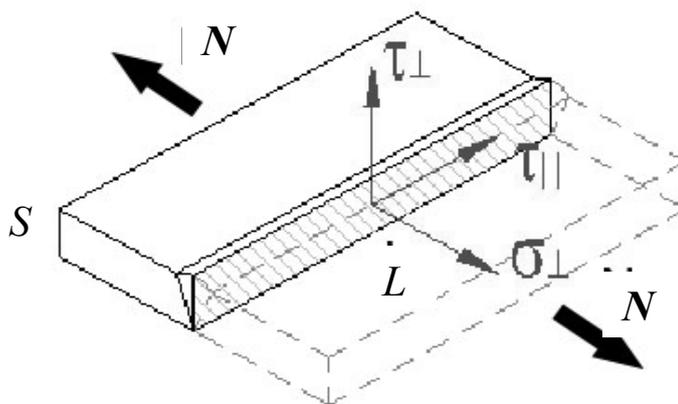


Рисунок 1.5 – Расчетная схема стыкового шва

Сила N и размеры, необходимые для проведения расчета, выбираются из таблицы 1.4 согласно варианту, выданному преподавателем.

Таблица 1.4 – Исходные данные для расчета

Номер варианта	Способ сварки, материал	Допускаемое напряжение на растяжение металла $[\sigma]_p$, МПа	Сварочные материалы	Толщина S , мм	Сила N , кН
1	РДС, Ст3	160	Э42А, Ø 3	3	20
2	РДС, Ст3	144	Э42, Ø 4	4	30
3	Под флюсом, Ст3	160	Св-08А, Ø 1,2	7	100
4	Механизированная в CO_2 , Ст3	160	Св-08Г2С, Ø 1,2	3	50

Решение

В основу расчета машиностроительных конструкций и соединений положены допускаемые напряжения, которые устанавливаются в зависимости от следующих факторов: свойств материалов, степени точности расчета прочности, рода усилий (растяжение, сжатие, изгиб и срез); качества технологического процесса; характера нагрузок (переменные или статические).

Допускаемые напряжения при растяжении $[\sigma]_p$ называют основными. Допускаемые напряжения при других видах усилий определяются как производные от $[\sigma]_p$ (таблица 1.5). Допускаемые напряжения в швах машиностроительных конструкций устанавливаются в зависимости от допускаемых напряжений основного металла.

Таблица 1.5 – Допускаемые напряжения для швов соединений низкоуглеродистых сталей обыкновенного качества

Род усилия	Тип шва	Процесс сварки	Допускаемое напряжение
Растяжение, сжатие	Стыковой	Дуговая, автоматическая и механизированная под флюсом, в CO ₂	$[\sigma]_p$
		Дуговая электродами Э42А, Э46А, Э50А	$[\sigma]_p$
		Контактная, диффузионная	$[\sigma]_p$
		Электронно-лучевая	$[\sigma]_p$
Срез	Угловой	Дуговая, автоматическая и механизированная под флюсом, в CO ₂	$0,8[\sigma]_p$
	Стыковой	Дуговая, автоматическая и механизированная под флюсом, в CO ₂	$0,65[\sigma]_p$

Например, при сварке низкоуглеродистой стали марки Ст3, для которой допускаемое напряжение $[\sigma]_p = 160$ МПа, допускаемые напряжения в швах, выполненных автоматической сваркой и электродами Э42А, будут следующие: $[\sigma']_p = 160$ МПа; $[\sigma']_{сж} = 160$ МПа; $[\tau'] = 100$ МПа. При сварке электродами Э42 $[\sigma]_p = 144$ МПа; $[\sigma']_{сж} = 160$ МПа; $[\tau'] = 96$ МПа, где $[\tau']$ – допускаемое напряжение в шве при срезе.

Сварные соединения сталей, выполненные дуговой сваркой, по определению допускаемых напряжений делят на две группы.

К первой группе относятся швы низкоуглеродистых сталей обыкновенного качества и низколегированных, у которых механические свойства швов и околошовной зоны соответствуют свойствам основного металла. Для швов второй группы сталей допускаемые напряжения назначаются на основе специально проведенных экспериментов в условиях, соответствующих работе проектируемой сварной конструкции, видам соединений и т. д.

Аналогичным образом допускаемые напряжения назначаются на основе специальных экспериментов для соединения сталей первой группы при холодной сварке, сварке трением, ультразвуком и другими специальными методами.

Для сварных швов, нагруженных комбинированной нагрузкой, результирующие эквивалентные напряжения в шве определяются следующим соотношением: $S_w = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)}$. Зависимости для определения отдельных компонент напряжений изображены на рисунке 1.6.

Исходя из условия равнопрочности шва и основного металла, расчетные усилия определяют следующим образом:

– при растяжении

$$N \leq [\sigma]_p A_w ; \quad (1.6)$$

– при сжатии

$$N \leq [\sigma]_{сж} F ; \quad (1.7)$$

– при изгибе

$$N \leq [\sigma]_p W . \quad (1.8)$$

Таким образом, основными расчетными формулами для проверки прочности являются выражения (1.6)–(1.8).

Схема нагружения		Компонента напряжений, МПа
Растяжение/ Сжатие		$\sigma_{\perp} = \frac{N}{A_w} = \frac{N}{L \cdot a}$
Сдвиг (срез)		$\tau_{\parallel} = \frac{N}{A_w} = \frac{N}{L \cdot a}$
Изгиб		$\sigma_{\perp} = \frac{M}{W Z_w} = \frac{6 \cdot M}{a \cdot L^2}$
Изгиб		$\sigma_{\perp} = \frac{M}{Z_w} = \frac{6 \cdot M}{L \cdot a^2}$
Кручение		$\tau_{\perp} = \frac{T}{Z_w} = \frac{T}{\delta \cdot L \cdot a^2} \quad \delta \approx \frac{L}{3L + 1.8a}$
Растяжение косой шов		$\sigma_{\perp} = \frac{N \cdot \cos(\delta)}{A_w} = \frac{N \cdot [\cos(\delta)]^2}{L \cdot a}$ $\tau_{\parallel} = \frac{N \cdot \sin(\delta)}{A_w} = \frac{N \cdot \sin(2\delta)}{2 \cdot L \cdot a}$
Растяжение Сжатие		$\sigma_{\perp} = \frac{N}{A_w} = \frac{4 \cdot N}{\pi \cdot (D^2 - d^2)} \quad d = D - 2 \cdot a$
Эффективная длина сварного шва L		$L' = \sum L_i$

Рисунок 1.6 – Формулы для расчета компонент напряжений в стыковых швах

1.2 Содержание отчета

- 1 Название работы.
- 2 Цель работы.
- 3 Необходимые расчеты согласно варианту.

2 Практическое занятие № 2. Расчет обратного выгиба балки и усилия прижатия к приспособлению

Цель занятия: изучение метода расчета прогиба балки перед сваркой для получения готового изделия с деформацией изгиба в пределах допуска. Определение усилий прижатия балки к приспособлению.

2.1 Общие теоретические сведения

При расчете необходимого обратного выгиба или усилия прижатия балки принимают нагрузку q на кромку балки как равномерно распределенную согласно рисунку 2.1.

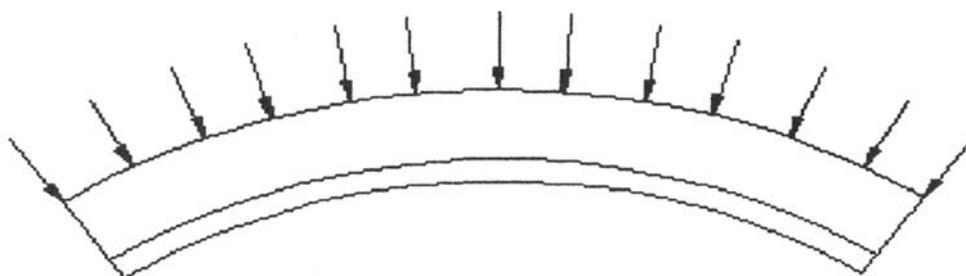


Рисунок 2.1 – Схема нагружения балки

При этом прогиб балки под действием такой нагрузки

$$f_1 = \frac{q \cdot L^4}{E \cdot J} \cdot \frac{5}{384},$$

где L – длина балки, мм

E – модуль упругости материала балки, МПа;

J – момент инерции сечения балки, мм⁴.

Прогиб балки от усадочной силы P_{yc} определяется как

$$f_2 = \frac{P_{yc} \cdot e_0 \cdot L^2}{8E \cdot J}.$$

Для предотвращения деформации изгиба прогибы балки от действия усадочной силы и внешней нагрузки должны быть равны:

$$f_1 = f_2.$$

Тогда

$$q = 9,6 \frac{P_{yc} \cdot e}{L^2}.$$

Полная нагрузка на балку

$$Q = q \cdot L = \frac{9,6 P_{yc} \cdot e}{L}.$$

Для случая создания обратного выгиба необходимое усилие (для схемы на рисунке 2.2)

$$Q_1 = \frac{48 f \cdot E \cdot J}{L}.$$

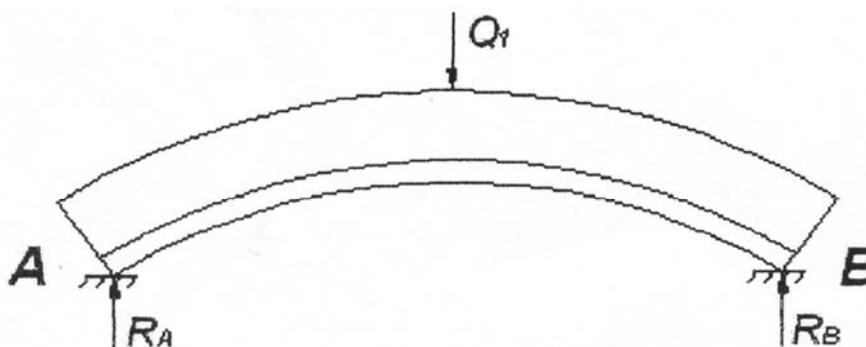


Рисунок 2.2 – Расчетная схема балки

Если в месте приложения силы Q_1 (см. рисунок 2.2) в пределах балки установить упор, то по концам балки для создания требуемого выгиба балки следует приложить усилие

$$R_A = R_B = \frac{Q_1}{2}.$$

Для схемы на рисунке 2.3

$$Q_2 = Q_3 = \frac{3 \cdot P_{yc} \cdot e \cdot L^2}{c \cdot (3L^2 - 4c^2)}.$$

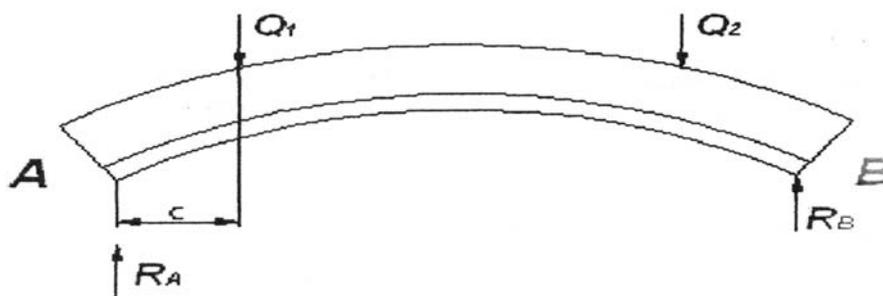


Рисунок 2.3 – Расчетная схема балки

Если в месте приложения Q_2 и Q_3 установить упор, то можно определить необходимые значения R_A и R_B .

Полученные значения сил R_A , R_B , Q_2 , Q_3 могут быть основой для расчета прижимов сборочно-сварочных приспособлений.

Для определения эксцентриситета e требуется знать место положения центра тяжести сечения. Для тавровой балки, при расположении осей координат, как указано на рисунке 2.4, координата центра тяжести определяется по формуле

$$y_c = \frac{S_x}{F},$$

где F – площадь всего сечения тавра, см^2 ;

S_x – статический момент сечения, см^3 ;

$$S_x = b \cdot \delta_1 \cdot \left(\frac{b}{2} + \delta_2 \right) + a \cdot \delta_2 \cdot \frac{\delta_2}{2}.$$

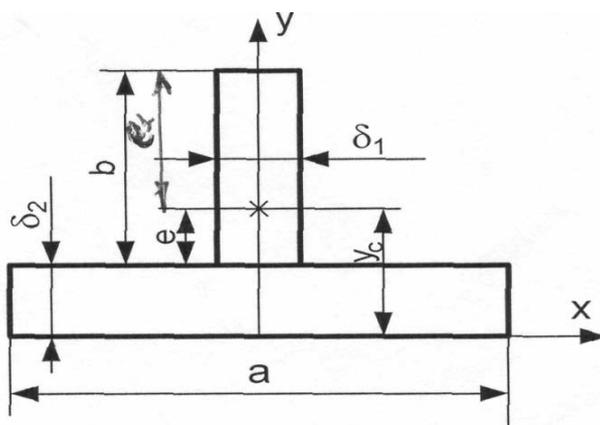


Рисунок 2.4 – Геометрические характеристики тавровой балки

Расстояние от центра тяжести сечения до центра тяжести шва в грубых расчетах может быть принято

$$e = y_c - \delta_2 - \frac{K}{2},$$

где K – катет сварного шва, мм.

Задание

Провести расчеты согласно п. 1 для случая схемы на рисунках 2.1–2.3 (значения величин K , L , e , P_{yc} принять по указанию преподавателя, а величину c принять равной 100 мм).

Проведенные расчеты занести в отчет по форме таблицы 2.1.

Таблица 2.1– Результаты расчетов

Номер	Длина L , мм	Прогиб f , мм	Q_1 , кН	Q_2, Q_3 , кН	R_A , кН	R_B , кН

Контрольные вопросы

- 1 Какими способами можно обеспечить создание обратного выгиба балки?
- 2 С какой целью определяют усилие прижатия к приспособлению?
- 3 Какие меры можно применять для уменьшения деформации при изготовлении балок?

2.2 Содержание отчета

- 1 Название занятия.
- 2 Цель занятия.
- 3 Необходимые расчеты согласно варианту.
- 4 Выводы.

3 Практическое занятие № 3. Определение необходимого количества сварочных и вспомогательных материалов

Цель занятия: приобретение практических навыков в расчетах количества наплавленного металла, сварочной проволоки, электродов, защитных газов, флюсов, электроэнергии и вспомогательных материалов на основе разработанного технологического процесса сборки и сварки данной сварной конструкции.

Методическое обеспечение

- 1 Методические указания при проведении практической работы.
- 2 Чертежи сварных конструкций.
- 3 Технологический процесс сварной конструкции.

Последовательность выполнения практического занятия

- 1 Изучить конструкцию сварного узла.
- 2 Вычислить общую длину сварных швов.
- 3 Выбрать, исходя из катета и технологического процесса, площадь поперечного сечения шва.
- 4 Рассчитать вес наплавленного металла.
- 5 Рассчитать расход электродов для ручной дуговой сварки, расход сварочной проволоки для полуавтоматической или автоматической сварки.
- 6 При необходимости рассчитать расход флюса для сварки под слоем флюса.
- 7 Рассчитать расход защитных газов.
- 8 Рассчитать расход электроэнергии.
- 9 Составить отчет.
- 10 Ответить на контрольные вопросы.

3.1 Общие теоретические сведения

Масса наплавленного металла $M_{\Sigma HM}$, кг, определяется по формуле

$$M_{\Sigma HM} = \Sigma F_H \cdot \Sigma L_{ш} \cdot \gamma,$$

где ΣF_H – сумма площадей наплавленного металла всех швов, см²;

γ – плотность металла, г/см³;

$\Sigma L_{ш}$ – сумма длин всех швов, см.

В отчете необходимо расчетным путём определить расход электродов, сварочной проволоки, флюса, защитного газа для изготовления одного изделия и годовой программы. При определении расхода электродов учитываются вес наплавленного металла, все неизбежные потери металла в процессе сварки на угар и разбрызгивание в виде электродного покрытия.

Расход электродов при ручной дуговой сварке $G_{эл}$, кг, определяется по формуле

$$G_{эл} = \psi_э \cdot M_{\Sigma HM},$$

где $\psi_э$ – коэффициент расхода, учитывающий потери электродов на огарки, угар и разбрызгивание металла;

$M_{\Sigma HM}$ – масса наплавленного металла.

Значения ψ для различных типов и марок электродов указаны в таблице 3.1.

Расход проволоки при автоматической сварке под флюсом или в CO₂ $m_{пр}$, кг, определяется по формуле

$$G_{пр} = M_{\Sigma HM} \cdot (1 + \psi_n),$$

где ψ_n – коэффициент потерь проволоки.

Таблица 3.1 – Коэффициент расхода ψ при различных способах сварки

Способ сварки	ψ
Ручная дуговая сварка электродами марок: ВСЦ-3, ОЗЛ-4, КУ-2 АН-1, ОМА-11, АНО-1 УОНИ-13/45, ВСП-1, МР-1, АМО-5, ОЗС-3, АНО-3, ОЗС-6, УП-1/5 МР-3, НИАТ-6, ЗИО-7, АНО-4, ОЗС-4, К-5А, УОНИ-13/55 ОММ-5, СМ-5, ВСЦ-2, ЦЛ-11 УТ-15, ЦТ-17 ОЗА-1, ОЗА-2	1,4 1,5 1,6 1,7 1,8 1,9 2,3
Автоматическая сварка под флюсом и электрошлаковая	1,02
Полуавтоматическая сварка под флюсом	1,03
Сварка неплавящимся электродом в инертных газах с присадкой: ручная автоматическая	1,1 1,02
Автоматическая и полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в инертных газах и в смеси инертных и активных газов	1,05
Автоматическая и полуавтоматическая сварка в углекислом газе и автоматическая сварка в смесях газов 50 % (Ar + CO ₂)	1,15

Для определения расхода флюса учитываются его расход на образование шлаковой корки и неизбежные потери на просыпание при сборке изделия и на распыление.

Расход флюса на изделие G_ϕ , кг, определяется по формуле

$$G_\phi = \psi_\phi \cdot G_{np},$$

где G_ϕ – масса израсходованного флюса, кг;

ψ_ϕ – коэффициент, выражающий отношение массы израсходованного флюса к массе сварочной проволоки и зависящий от типа сварного соединения и способа сварки (таблица 3.2);

G_{np} – масса расходуемой проволоки, кг.

Таблица 3.2 – Коэффициент расхода ψ_ϕ при сварке под флюсом

Способ сварки	Швы стыковых и угловых соединений		Швы тавровых соединений без скоса и со скосом кромок
	без скоса кромок	со скосом кромок	
Автоматическая	1,3	1,2	1,1
Полуавтоматическая	1,4	1,3	1,2

Массу расходуемого флюса G_ϕ , кг, можно определить и от веса наплавленного металла.

При автоматической сварке расход флюса на изделие G_ϕ , кг, определяется

3.2 Содержание отчета

- 1 Название занятия.
- 2 Цель занятия.
- 3 Расчеты по определению количества наплавленного металла, сварочной проволоки, электродов, защитных газов, флюсов, электроэнергии.

Контрольные вопросы

- 1 Как определяется масса наплавленного металла?
- 2 Как определяется расход электродов?
- 3 Как определяется расход сварочной проволоки?
- 4 Как определяется расход электроэнергии?

4 Практическое занятие № 4. Изучение расчета технических норм времени на сборку и сварку вагона

Цель занятия: ознакомление с методикой расчета технических норм времени на сборку и сварку вагона.

4.1 Общие теоретические сведения

Норма времени на сборку металлоконструкций $T_{шт.сб}$, мин, для ручной, автоматической и механизированной сварки в CO_2 и в смесях определяется как сумма затрат времени на установку, крепление и прихватку отдельных деталей, времени на поворот конструкций в процессе сборки, а также времени на съём сварной конструкций с приспособления (стенда, УСП и др.) и ее укладку на место складирования по формуле

$$T_{шт.сб} = [\sum T_y + \sum T_{кр} + \sum T_{пр} + T_{пов} + T_{сн}] K,$$

где $\sum T_y$ – затраты времени на установку деталей, мин;

$\sum T_{кр}$ – затраты времени на крепление собираемых деталей, мин;

$\sum T_{пр}$ – затраты времени на прихватку собранных деталей, мин;

$T_{пов}$ – затраты времени на поворот собранной металлоконструкций, мин;

$T_{сн}$ – затраты времени на съём металлоконструкции с приспособления (стенда, УСП, и др) и ее укладку на место складирования, мин;

K – коэффициент, учитывающий подготовительно-заключительное время, организацию рабочего места, отдых и естественные надобности; для крупносерийного производства $K = 1,12$; для серийного производства $K = 1,15$.

Время на установку деталей (сборочных единиц) при сборке металлоконструкции под сварку определяется по таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Время на установку деталей (сборочных единиц) при сборке металлоконструкций под сварку, мин

Вид сборки	Длина сопрягаемых кромок, м	Вес детали (сборочной единицы), кг					
		2	5	10	20	30	50
По упору	До 0,5	0,35	0,5	0,70	0,90	1,0	3,5
По фиксатору	0,6...1	0,40	0,6	0,80	1,00	1,2	3,8
Без подгонки	1,5...2,5		0,7	1,00	1,30	1,5	4,4
Без выверки	Св. 2,5 на каждый последующий метр		0,1	0,13	0,17	0,2	0,3

Содержание занятия

Расчет технических норм времени на сборку и сварку вагона.

Время на крепление и открепление деталей при сборке металлоконструкций по таблице 4.2:

- накинуть зажимы;
- зажать детали;
- отжать, откинуть зажим.

Таблица 4.2 – Время на крепление и открепление деталей при сборке металлоконструкций

Способ крепления	Шаг резьбы, мм	Длина заворачивания, мм		
		5	10	20
		Время на закрепление и открепление, мин		
Винтовым зажимом	3	0,26	0,34	0,45
	6	0,21	0,27	0,35
Пневматическим зажимом			0,13	
Эксцентриковым зажимом			0,03	

Время на прихватку деталей, сборочных единиц сваркой в среде CO₂ по таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Время на прихватку деталей, сборочных единиц сваркой в среде CO₂

Толщина металла или катет, мм	Длина прихваток, мм	Время на одну прихватку, мин
2	10; 20	0,030; 0,06
3	10; 20	0,035; 0,07
4	10; 20	0,040; 0,08
5	10; 20	0,045; 0,09
6	10; 20	0,045; 0,09

Время на поворот при сборке вручную по таблице 4.4:

- взять деталь, сборочную единицу;
- повернуть в горизонтальной или вертикальной плоскости.

Таблица 4.4 – Время на поворот при сборке вручную

Конфигурация детали	Угол поворота	Масса детали, сборочной единицы, кг					
		1	3	5	8	12	20
		Время, мин					
Плоская	90°	0,056	0,063	0,07	0,08	0,09	0,115
Объемная		0,050	0,055	0,06	0,07	0,08	0,105
Плоская	180°	0,075	0,082	0,09	0,10	0,12	0,150
Объемная		0,068	0,073	0,08	0,09	0,11	0,135

Примечание – При кантовке сборочной единицы в сборочном приспособлении применять коэффициент 1.1

Время на поворот сборочных единиц краном по таблице 4.5:

- закрепить сборочную единицу;
- повернуть в горизонтальной или вертикальной плоскости;
- отстропить сборочную единицу.

Таблица 4.5 – Время на поворот сборочных единиц краном

Конфигурация детали	Угол поворота	Масса детали, кг		
		50	100	250
		Время, мин		
Плоская	90°	0,96	1,02	1,17
Объемная		0,87	0,93	1,00
Плоская	180°	1,28	1,37	1,47
Объемная		1,15	1,23	1,32

Время на снятие сборочных единиц с приспособления и их укладка на место складирования по таблице 4.6:

- снять сборочную единицу с приспособления, стола сварщика;
- отнести и уложить на место складирования на расстояние до 5 м.

Время на установку сборочной единицы на стол сварщика, кантователь и другое по таблице 4.7:

- взять сборочную единицу с места складирования;
- отнести на расстояние до 5 м;
- уложить на стол сварщика, стенд, кантователь.

Норма времени на сборку и автоматическую и механизированную сварку в углекислом газе в условиях крупносерийного производства определяется по формуле

$$T_{шт.сб.св} = [(T_o + T_{в.ш}) \cdot L_{ш} + T_{в.и}] \cdot K_2,$$

где T_o – основное время сварки на 1 м шва, мин;

$T_{в.ш}$ – вспомогательное время, связанное со сварным швом, на 1 м шва, мин;

$L_{ш}$ – длина сварного шва, м;

$T_{в.и}$ – вспомогательное время, связанное со свариваемым изделием, мин;

K_2 – коэффициент, учитывающий подготовительно-заключительное время, а также время на отдых и естественные надобности; для крупносерийного производства $K_2 = 1,15$.

Таблица 4.6 – Время на снятие сборочных единиц с приспособления и их укладка на место складирования

Элемент работы	Вес изделия, кг						
	5	10	15	25	до 40	до 50	до 100
	Время, мин						
	вручную				краном		
Снять сборочную единицу и отнести на место складирования	0,10	0,15	0,20	0,30	2,2	2,6	3,4

Таблица 4.7 – Время на установку сборочной единицы на стол сварщика, кантователь

Элемент работы	Вес изделия, кг						
	5	10	15	25	40	до 50	до 100
	Время, мин						
	вручную				краном		
Взять сборочную единицу, отнести, уложить	0,10	0,22	0,30	0,45	1,90	2,40	3,00

Коэффициент наплавки определяется по формуле

$$T_o = \frac{60 \cdot F_{ш} \cdot \gamma}{I_{св} \cdot \alpha_n},$$

где $F_{ш}$ – площадь поперечного сечения сварного шва, мм²;

γ – удельная плотность наплавленного металла, г/см³; для углеродистой и низколегированной сталей $\gamma = 7,85$ г/см³;

$I_{св}$ – сварочный ток, А;

α_n – коэффициент наплавки, г/А·ч.

Выбор параметров для определения коэффициента наплавки определяется исходя из катета шва по таблице 4.8.

Вспомогательное время, связанное со свариваемым изделием и работой оборудования при полуавтоматической сварке в среде CO₂, $T_{в.и}$, мин, включает следующие элементы

$$T_{ви} = T_y + T_{кр} + T_{пр} + T_{пов} + T_{псв} + T_{кл} + T_{сн},$$

где T_y – время на установку деталей, сборочных единиц в приспособление по упорам-фиксаторам, мин;

$T_{кр}$ – время на крепление деталей, мин;

$T_{пр}$ – время на прихватку деталей, мин;

$T_{пов}$ – время на поворот сборочной единицы в процессе сварки, мин;

$T_{псв}$ – время на перемещение сварщика в процессе сварки, мин (таблица 4.10);

$T_{кл}$ – время на постановку клейма, $T_{кл} = 0,1$ мин;

$T_{сн}$ – время на съём сборочной единицы с приспособления с укладкой ее на место складирования, стол сварщика, кантователь, мин.

Таблица 4.8 – Коэффициент наплавки

Катет, мм	Сварочный ток, А	Поперечное сечение шва, мм ²	Коэффициент наплавки, г/(А·ч)
2	110	3,2	11,5
3	140	7,3	12,2
4	240	13	14,5
5	300	20	15,8
6	340	29	17,1

Таблица 4.9 – Вспомогательное время, связанное со сварным швом при полуавтоматической сварке в CO₂

Наименование элементов работы	Норма времени на 1 м шва, мин	Примечание
Очистка и осмотр свариваемых кромок: без разделки	0,30	Зачистка кромок вручную, металлической щеткой
с разделкой и угловых швов	0,50	
Очистка, промер, осмотр шва наружных поверхностей стыковых и угловых швов	0,40	
Переход сварщика к началу шва с газозлектрической горелкой	0,15	Время дано на один переход

Таблица 4.10 – Время перемещения сварщика

Характер перемещения	Расстояние перемещения, м				
	2	4	6	8	10
	Время на одно перемещение, мин				
Свободное	0,2	0,31	0,5	0,7	0,9
Затрудненное	0,6	0,90	1,5	2,0	3,0

Норма времени для автоматической и механизированной сварки в углекислом газе в условиях крупносерийного производства определяется по формуле

$$T_{св} = [(T_o + T_{в.ш}) \cdot L_{ш} + T_{в.и}] \cdot K_2,$$

где T_o – основное время сварки на 1 м шва, мин;

$T_{в.ш}$ – в соответствии с таблицей 4.10;

$L_{ш}$ – длина сварного шва, м;

$T_{в.и}$ – вспомогательное время, связанное со свариваемым изделием и работой оборудования, мин.

$$T_{в.и} = T_y + T_{кр} + T_{пов} + T_{псв} + T_{кл} + T_{сн},$$

где T_y – время на установку деталей, сборочной единицы на стол сварщика, стенд, кантователь и т. д., мин;

$T_{кр}$ – время на крепление деталей, сборочных единиц на стенде, кантователе, мин;

$T_{пов}$ – время на поворот сборочной единицы при сварке, мин;

$T_{псв}$ – время на перемещение сварщика, мин;

$T_{кл}$ – время на постановку клейма, $T_{кл} = 0,1$ мин;

$T_{сн}$ – время на съем сборочной единицы со стола сварщика, стенда, кантователя и укладка ее на место складирования, мин;

K_2 – коэффициент, учитывающий подготовительно-заключительное время, а также норму времени на отдых и естественные надобности; для серийного производства $K_2 = 1,15$.

4.2 Содержание отчета

1 Название занятия.

2 Цель занятия.

3 Необходимые расчеты.

4 Выводы.

5 Практическое занятие № 5. Определение требуемой численности работающих в сборочно-сварочном цехе

Цель занятия: ознакомление с методикой расчета численности работающих в сборочно-сварочном цехе.

5.1 Общие теоретические сведения

Состав работающих в сборочно-сварочном цехе подразделяется на следующие группы:

– производственные рабочие, т. е. непосредственно выполняющие технологические операции по изготовлению продукции (разметчики металла, резчики металла, станочники, сборщики, сварщики, грунтошники и другие

рабочие, производящие окончательную отделку готовой продукции цеха);

– вспомогательные рабочие, выполняющие операции по обслуживанию технологического процесса. К этой группе относят контролеров качества продукции; наладчиков оборудования и рабочих по ремонту оборудования, приспособлений и инструмента; электромонтеров; подносчиков и других транспортных рабочих; рабочих цеховых складов и кладовых; уборщиков производственных помещений; разнорабочих и других подсобных рабочих;

– инженерно-технические работники (ИТР), т. е. выполняющие техническое руководство производственными процессами либо занимающие должности инженера или техника;

– служащие, т. е. счетно-конторский персонал (СКП), выполняющий различные работы в цеховой конторе и в бухгалтерии, в конструкторском и технологическом бюро и т. п.;

– младший обслуживающий персонал (МОП), в состав которого входят рассыльные, вахтеры, гардеробщики, уборщики и т. п.

Поскольку при составлении проекта цеха в большинстве случаев наиболее детально разрабатывается технологическая его часть, то точнее может быть определен качественный и количественный состав производственных рабочих. Состав остальных групп работающих обычно определяется приближенно.

Определяем численность производственных рабочих (сборщиков, сварщиков). Численность основных рабочих P_{op} определяется для каждой операции по формуле

$$P_{op} = \frac{T_{год}}{\Phi_{ДР} \cdot K_е},$$

где $T_{год}$ – годовая трудоёмкость программы по операциям, нормочас;

$\Phi_{ДР}$ – действительный годовой фонд рабочего времени одного рабочего, ч;

$K_е$ – коэффициент выполнения норм выработки, $K_е = 1,1 \dots 1,3$.

$$T_{год} = T_{шт} \cdot B,$$

где $T_{шт}$ – норма штучного времени изготовления сварной конструкции по операциям техпроцесса, мин;

B – годовая программа, шт.

$$\Phi_{ДР} = \frac{\Phi_{Д}}{K_с},$$

где $\Phi_{Д}$ – действительный фонд времени работы оборудования;

$K_с$ – число смен.

Число рабочих округляется до целого числа с учетом количества оборудования.

При поточной организации производства число основных рабочих определяется по числу единиц оборудования с учетом его загрузки, возможного

совмещения профессий и планируемых невыходов по уважительным причинам. Исходя из этого, определяем суммарное количество основных рабочих P_{op} .

Определяем численность вспомогательных рабочих $P_{вр}$ по формуле

$$P_{вр} = P_{op} \cdot 0,15.$$

Определяем численность служащих $P_{сл}$ по формуле

$$P_{сл} = (0,1 \dots 0,15) \cdot (P_{op} + P_{вр}).$$

В том числе численность руководителей (мастеров) $P_{рук}$ можно найти по формуле

$$P_{рук} = 0,3 \cdot P_{сл}.$$

Определяем численность специалистов (технологов) $P_{спец}$ по формуле

$$P_{спец} = 0,5 \cdot P_{сл}.$$

Определяем численность технических исполнителей (табельщиков) $P_{техн.исп}$ по формуле

$$P_{техн.исп} = 0,2 \cdot P_{сл}.$$

Результаты расчётов занести в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Численность работающих

Категория работающих	Количество	Разряд
Основные: сборщик сварщик сборщик-сварщик слесарь		
Итого		
Вспомогательные рабочие: наладчик слесарь-ремонтник		
Итого		
Служащие: мастер технолог табельщик контролер		
Итого		

Порядок проведения занятия

- 1 Ознакомиться с общими положениями занятия.
- 2 Рассчитать требуемое количество работающих на участке (цехе).

5.2 Содержание отчета

- 1 Название занятия.
- 2 Цель занятия.
- 3 Необходимые расчеты согласно варианту (таблица 5.2).
- 4 Выводы.

Таблица 5.2 – Варианты заданий

Номер варианта	Норма штучного времени						Программа
	Балка			Рама			
	сборочная	сварочная	слесарная	сборочная	сварочная	слесарная	
1	3,2	2,36	1,23	6,59	10,6	3,51	10000
2	5,45	5,23	2,31	6,48	19,4	1,45	10000
3	4,1	8,65	3,51	5,94	12,8	0,98	25000
4	7,2	4,56	1,45	2,94	5,12,	1,24	41000
5	10,1	2,65	0,98	6,84	9,64	2,36	15000
6	4,4	4,23	1,24	8,16	8,26	2,48	16500
7	3,0	8,56	2,36	10,25	8,34	3,64	12000
8	14,1	4,23	1,95	6,15	5,16	1,63	30000
9	4,23	8,67	2,48	5,19	9,16	1,94	25000
10	5,61	9,98	3,64	7,48	18,6	1,68	17000
11	2,56	6,48	1,63	5,37	12,8	1,23	24000
12	2,89	9,51	1,94	5,64	10,9	2,31	26000
13	5,2	5,78	1,68	9,67	4,95	2,48	31000
14	4,2	9,46	2,85	11,5	7,61	3,64	14000
15	8,61	5,62	2,76	10,9	4,26	1,63	15000

6 Практическое занятие № 6. Изучение основных ТНПА и их применение в сварочном производстве (в форме презентации)

Цель занятия: ознакомление с основными ТНПА и их применением в сварочном производстве, указанными на рисунках 6.1–6.7.

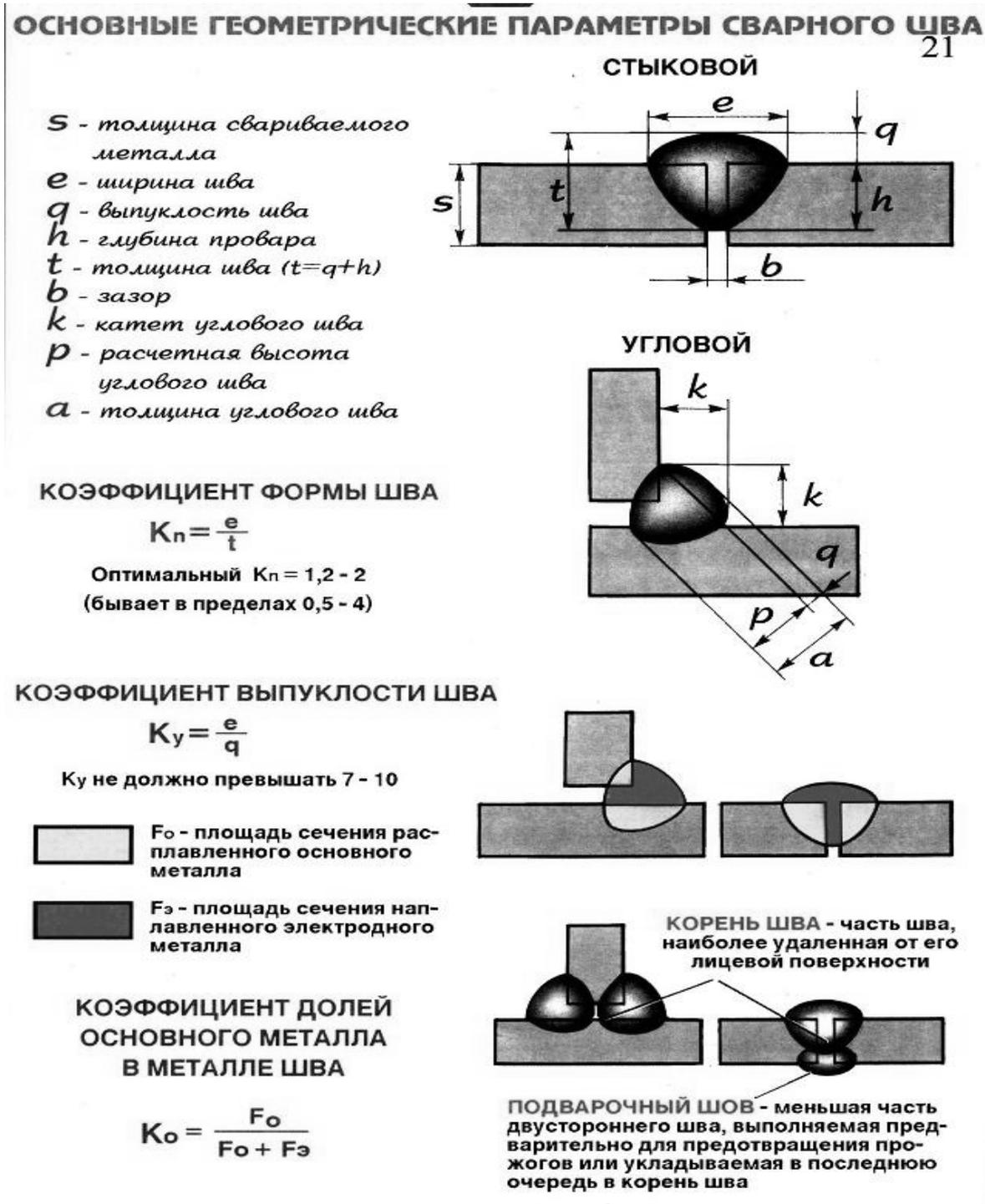
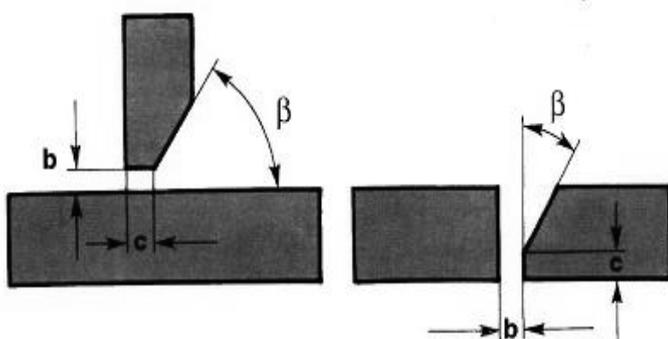


Рисунок 6.1 – Типы сварных швов

КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РАЗДЕЛКИ КРОМКИ 23

РАЗДЕЛКА ОДНОЙ КРОМКИ

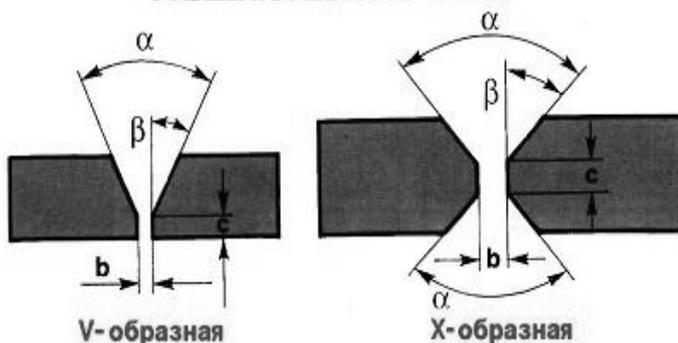


α - угол разделки кромок (60-90°)

β - угол скоса кромки (30-50°)

b - зазор (1-4 мм) в зависимости от толщины свариваемого металла

РАЗДЕЛКА ДВУХ КРОМК

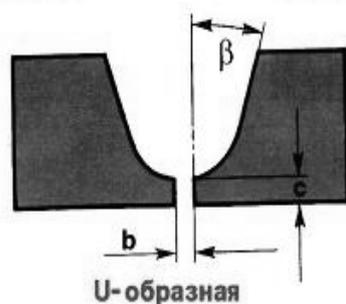


V-образная

X-образная

При сварке плавящимся электродом зазор b обычно составляет 0-5 мм. Чем больше зазор, тем глубже проплавление металла

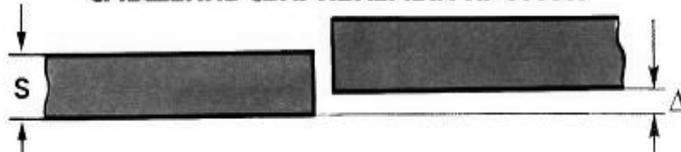
c - притупление кромок (1-3 мм) в зависимости от толщины свариваемого металла



U-образная

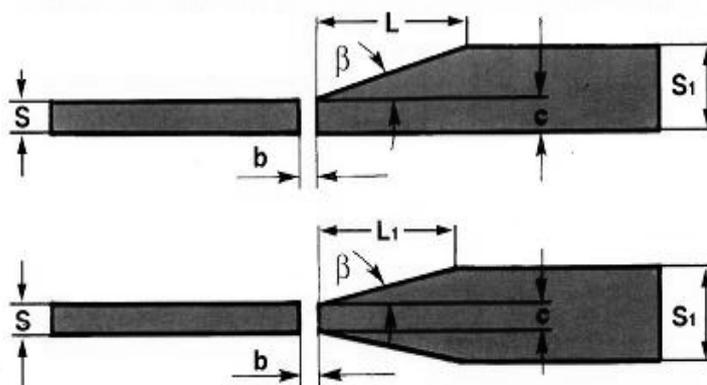
X-образная разделка кромок по сравнению с V-образной позволяет уменьшить объем наплавленного металла в 1,6 - 1,7 раза

СМЕЩЕНИЕ СВАРИВАЕМЫХ КРОМК



Δ - смещение свариваемых кромок одна относительно другой.

РАЗДЕЛКА КРОМК ЛИСТОВ РАЗНОЙ ТОЛЩИНЫ



Толщина металла, мм	Наибольшее допустимое Δ , мм
До 4	0,5
4 - 10	1,0
10 - 100	0,1S, но не более 3 мм
Свыше 100	0,01S + 2, но не более 4 мм

$$L = 5(S_1 - S)$$

$$L_1 = 2,5(S_1 - S)$$

Рисунок 6.2 – Форма подготовки кромок для выполнения стыковых швов

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ, КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И РАЗМЕРЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ 24

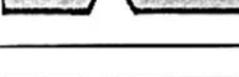
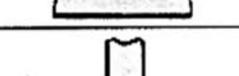
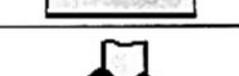
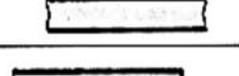
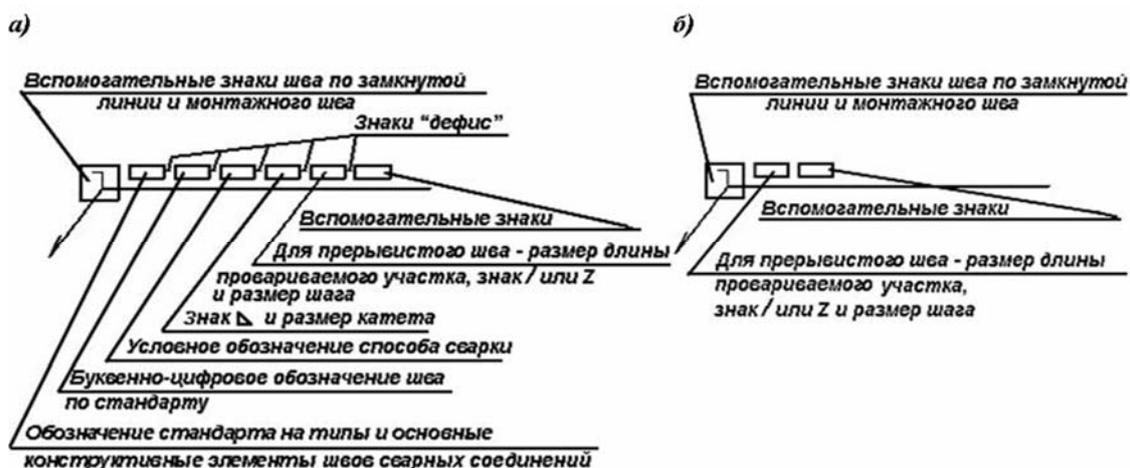
Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Форма поперечного сечения		Толщина свариваемых деталей, мм
			подготовленных кромок	сварного шва	
СТЫКОВОЕ	С отбортовкой	Односторонний			1 - 4
	Без скоса				1 - 6
	Без скоса	Двусторонний			3 - 8
	С V-образным скосом	Односторонний			3 -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

Рисунок 6.3 – Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений



а – стандартный шов; б – нестандартный шов

Рисунок 6.4 – Структура условного обозначения шва

Тип сварного соединения	Подготовка кромок и расположение шва	Стандарт	Условные обозначения на чертеже	Толщина металла, мм
Стыковое		5264-80 14771-76 8713-79	C1 C1 C1	1-4 0,5-4 1,5-3
		5264-80 14771-76 8713-79	C2 C2 C4	1-4 0,8-6 2-10
		5264-80 14771-76 8713-79	C7 C7 C7	2-5 3-12 2-20
		5264-80 14771-76 8713-79	C17 C17 C18	3-60 3-60 8-24
		5264-80 14771-76 8713-79	C25 C25 C25	8-120 6-120 18-60
		5264-80 14771-76 8713-79	C23 C23 C23	15-100 24-100 24-160
Угловые		5264-80 14771-76 8713-79	У4 У4 У5	1-30 0,8-30 4-14
		5264-80 14771-76 8713-79	У6 У6 У7	3-60 3-60 8-20
		5264-80 14771-76 8713-79	Т1 Т1 Т1	2-40 0,8-40 3-40
Тавровое		5264-80 14771-76 8713-79	Т3 Т3 Т3	2-40 0,8-40 3-20
		5264-80 14771-76 8713-79	Т6 Т6 Т7	3-60 3-60 8-30
		5264-80 14771-76 8713-79	Н1 Н1 Н1	2-60 0,8-60 1-20
Нахлесточное		5264-80 14771-76 8713-79	Н2 Н2 Н2	2-60 0,8-60 1-20
		5264-80 14771-76 8713-79		

Рисунок 6.5 – Условные обозначения типов сварных соединений

Вспомогательный знак	Значение вспомогательного знака	Расположение знака относительно полки линии-выноски	
		с лицевой стороны	с оборотной стороны
	Выпуклость шва снять		
	Наплывы и неровности обработать с плавным переходом к основному металлу		
	Шов выполнить при монтаже изделия, т.е. при установке его на месте применения		
	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением		
	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением		
	Шов по замкнутой линии		
	Шов по незамкнутой линии		

Примечание: За лицевую сторону одностороннего шва сварного соединения принимают сторону, с которой производят сварку. За лицевую сторону двустороннего шва сварного соединения с несимметрично подготовленными кромками принимают сторону, с которой производят сварку основного шва. За лицевую сторону двустороннего шва сварного соединения с симметрично подготовленными кромками может быть принята любая сторона.

Рисунок 6.6 – Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов

Характеристика шва	Эскиз шва	Условное обозначение шва	
		с лицевой стороны	с оборотной стороны
Шов стыкового соединения с криволинейным скосом одной кромки, двусторонний. Выполняется ручной дуговой сваркой при монтаже изделия. Усиление снято с обеих сторон. Параметр шероховатости шва: - с лицевой стороны Rz = 20 мкм; - с оборотной Rz = 80 мкм			
Шов углового соединения без скоса кромок, двусторонний, выполняемый механизированной сваркой под флюсом			
Тавровое соединение, сваренное на монтаже односторонним прерывистым швом катетом 5 мм, длина провариваемого участка шва 100 мм, шаг 200 мм механизированной сваркой в CO ₂			

Рисунок 6.7 – Примеры условных обозначений швов сварных соединений

6.1 Общие теоретические сведения

Характер сварного соединения, его размеры, подготовка кромок регламентируется соответствующими стандартами. В сварочном производстве наиболее распространенными являются следующие стандарты.

СТБ 1016–96 Соединения сварные. Общие технические требования.

ГОСТ 5264–80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 8713–79 *Сварка под флюсом. Соединения сварные. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.*

ГОСТ 14771–76 *Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.*

ГОСТ 11534–75 *Ручная дуговая сварка. Соединения сварные под острым и тупым углом.*

ГОСТ 11533–75 *Сварка под флюсом. Соединения сварные под острым и тупым углом.*

ГОСТ 23518–79 *Дуговая сварка в защитных газах. Соединения сварные под острым и тупым углом.*

ГОСТ 15164–78 *Электрошлаковая сварка. Соединения сварные.*

ГОСТ 16037–80 *Соединения сварные стальных трубопроводов.*

ГОСТ 16098–80 *Соединения сварные из двухслойных коррозионностойких сталей.*

ГОСТ 14098–97 *Сварка арматуры и закладных деталей.*

Тип сварного соединения обозначается буквами:

С – стыковое; *Н* – нахлесточное; *У* – угловое; *Т* – тавровое.

Цифра после этой буквы уточняет тип подготовки кромок.

Для ГОСТ 14771–76 и ГОСТ 23518–79 необходимы пояснения, касающиеся рода защитного газа, вида электрода, а также степени механизации процесса (*А* – автоматическая сварка, *П* – механизированная сварка).

УП – сварка в углекислом газе и его смеси с кислородом плавящимся электродом.

ИП – сварка в инертных газах и их смесях с CO_2 плавящимся электродом.

ИН – сварка в инертных газах неплавящимся электродом без присадочного металла.

ИН_П – сварка в инертных газах неплавящимся электродом с присадочным металлом.

Для сварки под флюсом (ГОСТ 8713–79) даются пояснения, каким способом обеспечивается удержание сварочной ванны.

АФ – автоматическая навесу.

АФф – автоматическая на флюсовой подушке.

АФо – автоматическая на остающейся подкладке.

МФ – механизированная навесу.

МФо – механизированная на остающейся подкладке и т. д.

Для ГОСТ 16037–80 приняты следующие обозначения способа сварки.

ЗП – дуговая сварка в защитном газе плавящимся электродом.

ЗН – дуговая сварка в защитном газе неплавящимся электродом.

Р – ручная дуговая сварка.

Ф – дуговая сварка под флюсом.

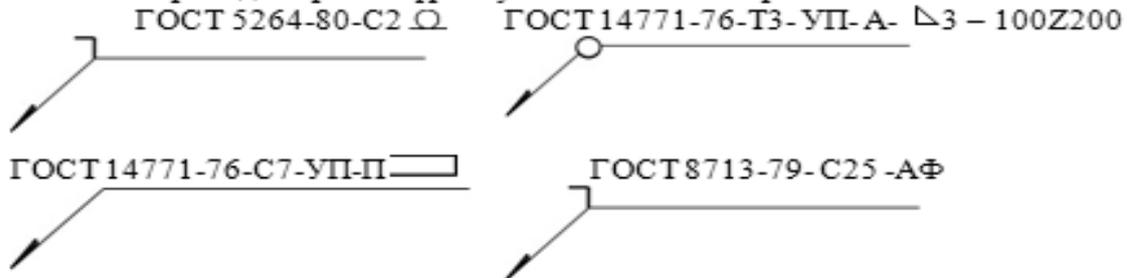
Г – газовая сварка.

Индивидуальное задание

Варианты выполнения и оформления индивидуального задания приведены на рисунке 6.8.

Вариант 1

1. Изобразите эскиз сварного соединения с обозначением всех конструктивных элементов шва. Приведите расшифровку обозначения сварного шва.

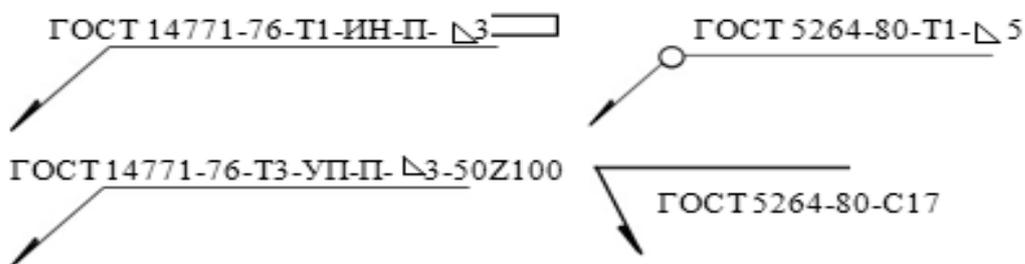


2. Найдите ошибки в обозначении сварных швов:

ГОСТ 5264-80-C6- Δ 5
 ГОСТ 14771-76-T1-УП-П- Δ 5- 50Z100
 ГОСТ 8713-79-C4-ПФф
 ГОСТ 11534-75-T1-Δ 8
 ГОСТ 14771-76-Н1-УН-П- Δ 5

Вариант 2

1. Изобразите эскиз сварного соединения с обозначением всех конструктивных элементов шва. Приведите расшифровку обозначения сварного шва.



2. Найдите ошибки в обозначении сварных швов:

ГОСТ 23518-79-T1-ИП-П-50Z100
 ГОСТ 16037-80-C17Δ 3
 ГОСТ 14771-76-Н2-УН-А-Δ 5
 ГОСТ 11534-75-C2-МФф
 ГОСТ 11534-75-T1-Δ 8

Рисунок 6.8 – Варианты выполнения и оформления индивидуального задания

Список литературы

- 1 **Николаев, Г. А.** Сварные конструкции. Расчет и проектирование / Г. А. Николаев, В. А. Винокуров. – Москва: Высшая школа, 1990. – 446 с.
- 2 **Куркин, С. А.** Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций: атлас / С. А. Куркин, В. М. Ховов, А. М. Рыбачук. – Москва: Машиностроение, 1989. – 328 с.
- 3 **Белоконь, В. М.** Производство сварных конструкций: учебное пособие / В. М. Белоконь. – Могилев: МММ, 1998. – 139 с.
- 4 **Красовский, А. И.** Основы проектирования сварочных цехов / А. И. Красовский. – Москва: Машиностроение, 1965. – 392 с.
- 5 **Куликов, В. П.** Технология сварки плавлением и термической резки: учебник / В. П. Куликов. – Вологда: Инфра-инженерия, 2021. – 388 с.