

А. А. БАКАНОВ

С. Н. КОВАЛЬЧУК

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
СВАРОЧНЫХ УЧАСТКОВ И ЦЕХОВ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Кемерово 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

А. А. БАКАНОВ
С. Н. КОВАЛЬЧУК

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СВАРОЧНЫХ УЧАСТКОВ И ЦЕХОВ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Кемерово 2016

УДК 621.791.001.2(075.8)

Рецензенты:

Директор Кузбасского регионального инженерного консультационного центра (Кузбасс РИКЦ) доктор технических наук, профессор А. Н. Смирнов
Кафедра технологии машиностроения Юргинского технологического института Национального исследовательского Томского политехнического университета (доктор технических наук, профессор С. И. Петрушин)

А. А. Баканов, С. Н. Ковальчук

Проектирование сварочных участков и цехов : учеб. пособие / А. А. Баканов, С. Н. Ковальчук ; КузГТУ. – Кемерово, 2016. – 126 с.

ISBN 978-5-906805-87-4

Дано определение трудоемкости сварочных работ, площадей, энергоносителей, приведены расчеты производственной программы цеха, расчет количества оборудования и рабочих мест основного производства и вспомогательных служб, грузооборота цеха и правила установки оборудования.

Пособие содержит рекомендации по проектированию сварочных участков и цехов.

Подготовлено для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение».

Печатается по решению редакционно-издательского совета КузГТУ.

УДК 621.791.001.2(075.8)

© КузГТУ, 2016

© Баканов А. А.,
Ковальчук С. Н., 2016

ISBN 978-5-906805-87-4

ПРЕДИСЛОВИЕ

Сварка является основным способом получения неразъемных соединений при изготовлении металлургического, кузнечно-прессового, химического, энергетического и другого оборудования во всех областях машиностроения, строительства.

Объем сварочных работ определяет организацию сварочного производства, поэтому в составе машиностроительного завода могут быть сборочно-сварочные цехи, сборочно-сварочные отделения или сборочно-сварочные участки в других цехах завода.

Характеристикой цехов, изготавливающих сварные узлы и изделия, служит их состав по числу основных производственных участков. К таким участкам относятся заготовительные и сборочно-сварочные, которые в дальнейшем будем называть сварочными. На заготовительных участках обрабатывают исходный металл и изготавливают из него заготовки для дальнейшей обработки и сварки. На сварочных участках собирают изделия и сваривают их.

Проектирование отдельных цехов и участков необходимо вести с учетом следующих основных вопросов:

1. Определение режима и фондов времени работы оборудования и рабочих.

2. Изучение особенностей конструкции изделий и условий производства в соответствии с заданной производственной программой.

3. Подбор исходных данных, определение основных направлений, например внедрение новой техники и методов производства, технического контроля и испытаний изделий.

4. Определение типа производства и выбор формы организации производства.

5. Проектирование технологических процессов, определение норм времени.

6. Выбор типов и расчет количества оборудования и рабочих мест.

7. Расчет состава работающих.

8. Расчет грузооборота цеха, выбор типов и расчет необходимого количества транспортных средств, грузоподъемных устройств и производственной тары.

9. Расчет потребностей во всех видах энергии.

10. Разработка плана расположения оборудования и расчет производственных площадей.

11. Определение состава вспомогательных служб, числа их работающих и площадей.

11. Разработка мероприятий по технике безопасности и охране труда.

12. Выбор строительных параметров необходимого здания, разработка компоновочного плана.

Для решения этих и других задач в сварочном производстве используют отраслевые нормы технологического проектирования ОНТП, разработанные проектными институтами на основе анализа ранее выполненных проектов и практики работы отечественных и зарубежных предприятий. Нормы технологического проектирования устанавливают рациональные величины удельных площадей (на единицу оборудования) и проездов; правила расстановки оборудования; основные требования к сетке колонн и высоте пролетов зданий; правила расчета потребности вспомогательных площадей; нормы расхода материалов и энергоносителей; мероприятия по охране труда и технике безопасности.

Пособие включает сводный материал, необходимый при проектировании сварочных участков, заимствованный из справочников по сварке и существующих норм технологического проектирования сборочно-сварочных цехов предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки.

Содержит таблицы режимов работы и фондов времени оборудования и рабочих, а также нормы, по которым можно вести проектирование по укрупненным данным.

На основе технологического процесса составляется планировка участка, т. е. план расположения производственного, подъемно-транспортного и другого оборудования, инженерных сетей, рабочих мест, проходов, контрольных и складских площадок. В пособии приведены примеры типовых планировок с соблюдением расстояний между оборудованием и рабочими местами, расстояний между ними и ближайшими частями зданий.

Условные обозначения строительных элементов зданий, технологического и подъемно-транспортного оборудования, подвода промышленных жидкостей и газов, применяемые на технологических планировках, приведены в приложении учебного пособия.

В пособии использованы материалы следующих нормативных документов:

- Отраслевые нормы технологического проектирования предприятий автомобильной промышленности. Сборочно-сварочные цехи. ОНТП 09-96;

- Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Сборочно-сварочные цехи. ОНТП 09-88;

- Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Фонды времени работы оборудования и рабочих. ОНТП 15-86;

- Нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Механообрабатывающие сборочные цехи. ОНТП 14-93.

Учебное пособие предназначено для самостоятельного изучения методики проектирования участков и цехов сварочного производства. Является руководством при разработке заключительного этапа выпускной квалификационной работы по направлению 15.03.01 «Машиностроение», рекомендуется студентам и другим машиностроительных направлений.

Глава 1

РЕЖИМЫ РАБОТЫ И ФОНДЫ ВРЕМЕНИ ОБОРУДОВАНИЯ И РАБОЧИХ

Понятие режим работы включает количество рабочих дней в году и рабочих смен в сутки, а также продолжительность каждой смены в часах.

Количество рабочих смен в сутки зависит от характера производства, программы и загрузки оборудования. Заготовительное и сборочное производство проектируют для работы в две смены. Отдельные участки, в случае их недостаточной загрузки, иногда рассчитывают на работу в одну смену.

Различают календарный, номинальный и действительный (расчетный) фонды времени работы оборудования и рабочих. Исходные данные для определения указанных фондов времени приведены в табл. 1.

Таблица 1

Данные для определения фондов времени рабочих
и оборудования

Исходные данные	Производство с нормальными условиями работы			Производство с вредными условиями работы		
	Рабочие недели					
	5 дней		6 дней	5 дней		6 дней
Продолжительность смены, ч	8,2	8,0	7,0	7,2	7,0	6,0
Число смен	2; 1	2; 1	2; 3; 1	2; 1	2; 1	2; 1; 3
Продолжительность рабочей недели, ч	41			36		
Количество календарных дней в году	365					
Количество рабочих дней в году	253	260	305	253	260	305
Количество праздничных дней в году	8					
Количество выходных дней в году	104	97	52	104	97	52

Полный календарный годовой фонд времени равен произведению числа часов в сутки на число календарных дней в году, т. е. $24 \cdot 365 = 8760$ ч.

Номинальный годовой фонд времени работы рабочих и оборудования F – количество часов в году в соответствии с режимом работы, без учета потерь. При количестве рабочих дней в году 253 применяют при односменной работе 2070 ч, при двухсменной – 4140 ч. В других случаях рассчитывают по формуле

$$F = D_c T_{cm} D, \quad (1)$$

где D_c – число рабочих смен; T_{cm} – продолжительность смены, ч; D – число рабочих дней в году.

Действительный (расчетный) годовой фонд времени работы рабочего выражает время, которое полностью используется для производства, с учетом потерь на отпуск и болезни (табл. 2).

При расчете действительного фонда времени работы оборудования (табл. 3) учитываются потери, связанные с его простоем при ремонте. Время ремонта определяется нормами планово-предупредительного ремонта, устанавливаемыми в зависимости от режима работы и сложности оборудования.

Таблица 2

Действительный годовой фонд времени работы рабочего

Продолжительность рабочей недели, ч	Продолжительность основного отпуска, дн.	Номинальный годовой фонд времени, ч	Потери номинального фонда времени, %	Действительный годовой фонд времени работы рабочего, ч
41	15	2070	10	1860
41	18	2070	11	1840
41	24	2070	12	1820
36	24	1830	12	1610

Таблица 3

Действительный годовой фонд времени работы оборудования при 41-часовой рабочей недели

Оборудование	При одной смене			При двух сменах		
	Номиналь- ный годо- вой фонд времени, ч	Потери номи- нального фонда времени, %	Действи- тельный годовой фонд времени, ч	Номиналь- ный годо- вой фонд времени, ч	Потери номи- нального фонда времени, %	Действи- тельный годовой фонд времени, ч
1. Металлорежущее оборудование						
Станки массой, т:						
до 10	2070	1,5	2040	4140	2	4055
более 10		3,5	2000		4	3975
Станки с ПУ и станки типа «обрабатывающий центр», т						
до 10			-		5	3935
более 10			-		7	3850
Агрегатные станки			-		3	4015
2. Кузнечно-прессовое оборудование						
Прессы механические, Кн						
до 1000	2070	1	2050	4140	1,5	4080
до 3150			-		3	4015
Прессы гидравлические, Кн						
до 8000			-		10	3725

Продолжение табл. 3

Оборудование	При одной смене			При двух сменах		
	Номиналь- ный годо- вой фонд времени, ч	Потери номи- нального фонда времени, %	Действи- тельный годовой фонд времени, ч	Номиналь- ный годо- вой фонд времени, ч	Потери номи- нального фонда времени, %	Действи- тельный годовой фонд времени, ч
Ножницы, машины гибочные и правильные		2,5	2020		3	4015
Молоты			–		1	4100
3. Сборочно-сварочное оборудование						
Оборудование для сварки: манипуляторы, кантователи, позиционеры	2070	3	2010	4140	4,5	3955
Источники питания для электро- дуговой сварки: трансформаторы сварочные выпрямители		1,5	2040		2	4055
		4	1985		4,5	3955
Полуавтоматы и автоматы для дуго- вой сварки под флюсом и в среде защитных газов		5	1965		5,5	3910
Машины контактные для точечной и стыковой сварки		4,5	1975		5	3935

Продолжение табл. 3

Оборудование	При одной смене			При двух сменах		
	Номиналь- ный годо- вой фонд времени, ч	Потери номи- нального фонда времени, %	Действи- тельный годовой фонд времени, ч	Номиналь- ный годо- вой фонд времени, ч	Потери номи- нального фонда времени, %	Действи- тельный годовой фонд времени, ч
Машины для сварки трением		3	2010		4	3975
Установки для кислородной сварки и резки		5	1965		6,5	3870
Рабочие места ручных операций		–	2070		–	4140
Рабочие места с механизированны- ми приспособлениями		1	2050		1,5	4080
Сборочное полуавтоматическое оборудование		3,5	2000		4	3970
Испытательные стенды		2,5	2020		3	4015
4. Оборудование для цехов металлопокрытий и окраски						
Автоматические и меха- низированные линии	2070	6	1945	4140	8	3810
Оборудование немеханизованное		2	2030		3	4015
Печи сушильные		3	2010		4	3975

Глава 2

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОГРАММА ЦЕХА

Проектирование цеха (участка) начинается с выявления объема работ, т. е. составления производственной программы цеха (участка), которая зависит от производственной программы завода.

Производственная программа – это перечень выпускаемой продукции с указанием ее количества, материала и массы.

Производственная программа, в зависимости от типа производства и характера выпускаемой продукции, может быть:

- точная;
- условная;
- приведенная.

Точная программа – номенклатура всех выпускаемых изделий обеспечена рабочими чертежами, техническими требованиями к ним и технологическими процессами. Обязательна при проектировании цехов массового и крупносерийного производства.

Условная программа – для деталей, конструкция которых еще не разработана и точная номенклатура не установлена. Используют в опытном производстве.

Приведенная программа – все выпускаемые изделия приводятся к типовым. Часть изделий не обеспечена рабочими чертежами и другими исходными данными. Допускается при проектировании цехов единичного и серийного производства.

Для определения приведенной программы всю номенклатуру изделий разбивают на группы по технологическим и конструктивным признакам. В каждой группе намечают типовое изделие-представитель, по которому ведутся все дальнейшие расчеты. В качестве представителя выбирают изделие с наибольшей трудоемкостью или объемом выпуска.

Все другие изделия приводятся к изделию-представителю при помощи коэффициента приведения:

$$K = K_1 K_2 K_3, \quad (2)$$

где K_1 – коэффициент приведения по массе; K_2 – коэффициент приведения по серийности; K_3 – коэффициент приведения по сложности.

$$K_1 = \sqrt[3]{\left(\frac{Q_x}{Q}\right)^2}, \quad (3)$$

где Q_x – масса комплекта сварных конструкций приводимого изделия; Q – масса комплекта сварных конструкций изделия-представителя.

$$K_2 = \left(\frac{N}{N_x}\right)^\alpha, \quad (4)$$

где N – программа изделия-представителя; N_x – программа приводимого изделия; $\alpha = 0,14$ – показатель для легкого и среднего машиностроения, $\alpha = 0,2$ – показатель для тяжелого.

$$K_3 = \frac{n_x}{n}, \quad (5)$$

где n_x – количество деталей в сварных узлах приводимого изделия; n – количество деталей в сварных узлах изделия-представителя.

Приведенная программа для каждого изделия:

$$N_{\text{пр}} = N_x K \quad (6)$$

В результате взамен заданного количества изделий с обширной номенклатурой получается сокращенная, с условным количеством изделий, по которой ведут дальнейшие расчеты. Пример расчета приведенной программы представлен в табл. 4.

Таблица 4

Ведомость расчета приведенной годовой программы
(образец заполнения)

Заданная программа				Приведенная программа					
Наименование изделия	Число изделий	Масса, т		Наименование изделия-представителя	K_1	K_2	K_3	K	Приведенное число изделий
		Одно изделие	Годовая программа						
Корпус А	4000	0,8	3200	Корпус А	1,0	1,0	1,0	1,0	4000
Корпус Б	2000	0,6	1200		0,82	1,1	1,0	0,9	1800
Корпус В	1000	0,4	400		0,63	1,21	1,0	0,76	760
Итого:	7000	–	4800						6560

Глава 3 НОРМИРОВАНИЕ СВАРОЧНЫХ РАБОТ

3.1. Структура нормы времени

Норма времени (трудоемкость) операции – это количество времени, выраженное в человеко-часах, затрачиваемое производственными рабочими на выработку продукции.

Расчет трудоемкости единицы изделия выражается через штучное время $T_{шт}$:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{обс} + T_{п}, \quad (7)$$

где T_o – основное (машинное) время сварки, включающее время горения дуги или время плавления электрода; T_v – вспомогательное время, включающее образование сварного шва, сборку деталей и их фиксацию, зачистку швов, съем готового узла и укладку его в тару; $T_{обс}$ – время на организационно-техническое обслуживание рабочего места; $T_{п}$ – время перерывов на отдых и личные надобности.

При определении основного времени исходным объектом является участок шва, выполненный в нижнем положении. Поэтому T_o должно уточняться в зависимости от вида, протяженности и положения швов сварной конструкции. Для уточнения основного времени вводят поправочный коэффициент $K_{п}$ (табл. 5).

Сумма основного и вспомогательного времени называется операционным временем:

$$T_{оп} = T_o + T_v \quad (8)$$

При определении трудоемкости подробно рассматриваются только основное и вспомогательное время, которые принимаются по отраслевым нормативам времени на сварочные и слесарно-сборочные работы или рассчитываются на основании принятых режимов сварки. Прочие элементы штучного времени определяют упрощенно и берут 10–25 % от операционного времени в зависимости от грузооборота деталей в смену.

При серийном производстве определяется штучно-калькуляционное время:

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{N}, \quad (9)$$

где $T_{пв}$ – подготовительно-заключительное время. Затрачивается один раз на всю партию при переналадке аппаратуры. В его состав входит ознакомление с технической документацией, получение инструктажа, подготовка рабочего места, наладка оборудования. Обычно составляет 4–8 % от оперативного времени; N – число изделий в запускаемой партии.

Таблица 5

Значения поправочных коэффициентов для основного времени

Характер отклонений	$K_{п}$	Характер отклонений	$K_{п}$
Положение сварных швов:		Сварка труб диаметром до 2 м:	
нижнее	1,0	неповоротные стыки:	
вертикальное	1,25	вертикальные	1,0
горизонтальное	1,3	горизонтальные	1,1
потолочное	1,6	поворотные стыки	0,85
Сварные швы с поворотом конструкции:		Сварка и резка:	
продольные	1,0	в стационарных	
кольцевые	1,1	условиях на сварочной площадке	1
кольцевые без поворота конструкции	1,35	непосредственно на монтаже (строительном участке)	1,1
Длина сварных швов, мм:		на подвесных устройствах (люльках)	1,5
200–300	1,1	с подмостей и лестниц	1,2
менее 200	1,2		

3.2. Расчет норм времени для различных методов сварки

Ручная электродуговая сварка

Основное время при этом методе сварки – это время на образование сварного шва путем наплавления электродного металла.

Для определения основного времени сварки необходимо знать массу наплавленного металла, силу сварочного тока и коэффициент наплавки электродов.

Основное время (ч) определяют:

$$T_0 = \frac{Q_H}{ia_H}, \quad (10)$$

где Q_H – масса наплавленного металла, г; i – сила сварочного тока, А; a_H – коэффициент наплавки, г/(А·ч).

$$Q_H = Fl\gamma, \quad (11)$$

где F – площадь поперечного сечения шва, см²; l – длина шва, см; γ – плотность металла, г/см³ (для стали 7,85 г/см³).

Сила сварочного тока определяется условиями сварки, диаметром электрода, положением шва и другими данными технологического процесса.

Коэффициент наплавки – это количество металла, наплавленного в течение 1 часа горения дуги, отнесенное к единице силы тока. Зависит от присадочного материала, материала электрода и его покрытия, рода и полярности тока, а также от потерь при сварке. Определяется по справочным данным для электродов или приблизительно по табл. 6.

Таблица 6

Коэффициент наплавки a_H для дуговой сварки

Электрод	Положение шва при сварке	Ток	a_H , г/(А·ч)
Без покрытия	Вертикальное, кольцевое, нижнее	Постоянный	10
		Переменный	8,2
С меловым покрытием	Горизонтальное, потолочное	Постоянный	5,6
		Переменный	6,2

Вспомогательное время при ручной электродуговой сварке включает время на установку детали на рабочее место, ее поворот или перемещение при сварке, включение рубильника сварочной машины, смену электродов, зачистку кромок перед сваркой, зачистку швов от шлака, переходы от одного участка шва к другому при сварке прерывистых швов и другие операции.

Затраты вспомогательного, подготовительно-заключительного времени, на обслуживание рабочего места и перерывы составляют 30–50 % от основного времени и определяются хронометражным методом.

Механизированная и автоматическая сварка под флюсом

Норму времени на автоматическую и полуавтоматическую сварку определяют по тому же методу, что и при ручной дуговой сварке.

Основное время сварки находят по площади поперечного сечения шва, вычисленной по заданным размерам шва по формуле (10).

При автоматической сварке основное время при одной и той же толщине металла меньше, чем при ручной сварке.

Коэффициент наплавки зависит от состава проволоки и флюса, от полярности и плотности тока. В среднем составляет 11–18 г/(А·ч) (возрастает с увеличением силы тока и уменьшением диаметра проволоки).

Основное время (мин) при сварке с заданной скоростью можно определить:

$$T_o = \frac{l}{V_{св}}, \quad (12)$$

где l – длина шва, м; $V_{св}$ – скорость сварки этого шва, м/мин.

Вспомогательное время включает в себя затраты времени на зачистку свариваемых кромок, напыление в бункер флюса, сбор флюса, установку и снятие детали. На обслуживание рабочего места при автоматической сварке затрачивают значительно меньше времени, чем при ручной дуговой сварке.

Подготовительно-заключительное, вспомогательное время и время на обслуживание рабочего места составляет 10–30 % основного времени сварки.

Контактная сварка

Основное время при контактной сварке зависит от продолжительности прямого и обратного хода электрода. Оно состоит из времени на опускание и сближение электродов, их сжатие, протекание тока, выдержку электрода при повышенном давлении и возвращении электрода в исходное положение.

Основное время при контактной сварке определяется по таблицам нормативов для отдельных видов контактной сварки или расчетным путем.

Основное время шовной $T_{ош}$ и роликовой $T_{ор}$ сварки определяется по формуле (12).

Вспомогательное время при шовной сварке принимают:

Масса детали, кг	до 3	3–5	5–10	10–15
Вспомогательное время, мин	0,3	0,4	0,5	0,6

Основное время стыковой сварки $T_{ос}$, мин:

$$T_{ос} = \frac{1}{n} + T_{вк}, \quad (13)$$

где n – число рабочих ходов электрода в минуту; $T_{\text{вк}}$ – время включения рабочего хода, мин.

Основное время точечной сварки $T_{\text{от}}$, мин:

$$T_{\text{от}} = nT_1, \quad (14)$$

где n – число точек в детали; T_1 – основное время на сварку одной точки (табл. 9).

При нормировании контактной сварки основное и вспомогательное время можно определить по таблицам. Подготовительно-заключительное время, время на обслуживание и перерывы составляет 10–20 % от операционного времени.

Основное и вспомогательное время при стыковой сварке оплавлением отображено в табл. 7 и 8. Вспомогательное время при точечной сварке на универсальных односточечных машинах определяют по табл. 10.

Таблица 7

Основное время (мин) при стыковой сварке оплавлением

Диаметр заготовки, мм	6	10	16	28	35	50	70	100
Время непрерывного оплавления и осадки при сварке на машинах с автоматическим управлением	0,07	0,12	0,17	0,27	0,42	0,59	0,75	1,0
Время подогрева, оплавления и осадки при сварке на машинах с неавтоматическим управлением	0,07	0,13	0,35	0,70	0,70	-	-	-

Таблица 8

Вспомогательное время (мин) при стыковой сварке на машинах с рычажными зажимами

Оснастка зажимов	Масса сваренной детали, кг			
	до 1	св. 1 до 3	св. 3 до 5	св. 5 до 8
С упорами и фиксаторами	0,2	0,3	0,4	0,5
Без упоров, но с фиксаторами	0,3	0,4	0,5	0,6

Таблица 9

Основное время (мин) при точечной сварке

Число ходов в минуту	Время на 1 точку или ход	Число ходов в минуту	Время на 1 точку или ход
10	0,1	50	0,02
12	0,08	60	0,017
14	0,07	72	0,014
17	0,06	86	0,011
20	0,05	100	0,01
24	0,04	120	0,008
29	0,035	140	0,007
35	0,03	170	0,006
42	0,025	200	0,005

Таблица 10

Вспомогательное время (мин) при точечной сварке

Характеристика детали	Масса детали, кг		
	до 1	св. 1 до 3	св. 3 до 6
Деталь, собираемая из двух заготовок без приспособления	0,22	0,30	0,35
Деталь, собираемая из двух заготовок по шаблону	0,27	0,32	0,37
Деталь, собираемая из двух заготовок по шаблону с креплением зажимом	0,34	0,40	0,46

Газовая сварка

Основное время при газовой сварке затрачивается на разогрев свариваемых кромок в начале сварки и наплавление шва.

Основное время $T_{\text{ош}}$ (мин), затрачиваемое на сварку 1 м шва:

$$T_{\text{ош}} = SKK_{\text{п}}, \quad (15)$$

где S – толщина свариваемого металла, мм; K – коэффициент, зависящий от типа сварного соединения, вида шва и свариваемого металла (табл. 11); $K_{\text{п}}$ – поправочный коэффициент, зависящий от способа сварки (табл. 5).

Основное время на разогрев свариваемых кромок в начале сварки $T_{\text{ор}}$:

Толщина металла, мм	до 1	2	3	4	5	6	7	8
Время на разогрев, мин	0,10	0,18	0,25	0,30	0,40	0,47	0,55	0,60

Зависимость коэффициента K от вида шва и рода металла

Свариваемый металл	Тип соединения и вид шва			
	Стыковые и угловые с присадочным материалом	Отбортовка и угловой без присадочного материала	Тавровые	Внахлестку
Малоуглеродистая сталь	4,5	4,0	6,0	–
Высокоуглеродистая сталь, чугун и медные сплавы	4,0	3,5	6,0	–
Медь, никель	4,0	3,5	6,0	–
Алюминий и его сплавы	4,0	3,0	5,0	4,5
Магниеые сплавы	3,0	2,0	4,0	–
Свинец	3,5	3,0	4,0	2,5
Цинк	3,5	3,0	4,0	3,0

Следовательно, основное время сварки шва определенной длины может быть рассчитано по формуле

$$T_o = T_{\text{ош}} l + T_{\text{ор}} (n - 1), \quad (16)$$

где l – длина свариваемого шва, м; n – число свариваемых швов на конструкции.

Вспомогательное, подготовительно-заключительное время, на обслуживание и перерывы составляет 30–50 % от основного времени.

Примерный расход материалов в зависимости от толщины свариваемого металла S для малоуглеродистой стали:

Газы, л/1 м шва:

ацетилен 8S

кислород 9,5S

Проволока, г/1 м шва 10S

Наплавка

При дуговой наплавке время наплавки (час) одной детали T_H определяют:

$$T_H = \frac{Q_H}{i a_H} K_B, \quad (17)$$

где K_B – коэффициент, учитывающий вспомогательное время на организационно-техническое обслуживание и перерывы на отдых ($K_B = 1,5$).

При наплавке порошкообразных смесей нормой времени служит часовая производительность, т. е. при определении времени используют количество наплавленного металла тем или иным способом в час. При наплавке поверхности площадью 60–100 см² с толщиной слоя 1,5–2 мм масса наплавленного металла составляет 0,15–0,18 кг.

При ручной газоплазменной наплавке время на наплавку 1 см³ присадочного прутка зависит от толщины наплаваемой детали и номера наконечника сварочной горелки (табл. 12).

Таблица 12

Время наплавки 1 см³ присадочного прутка
при кислородной сварке и наплавке

Толщина наплаваемой детали, мм	1–1,5	2–4	5–7	8–9	10–12	13–18
Номер наконечника	1	2	3	4	5	6
Время наплавки, мин	1,30	1,10	0,73	0,62	0,52	0,42

Глава 4

ОБОРУДОВАНИЕ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ

4.1. Определение количества оборудования и рабочих мест

Оборудование заготовительных и сборочно-сварочных участков разделяют на основное и вспомогательное.

Основное оборудование заготовительных участков: для очистки и правки материала, разметки, вырезки и гибки заготовок, обработку кромок под сварку и прессовое оборудование.

Сварочные участки включают основное оборудование для сборки под сварку, автосварочные станды, термическое оборудование, оборудование для испытаний и нанесения покрытий.

Сборочное оборудование под сварку: для дуговой сварки, для контактной сварки, для пайки и склейки, для специальных видов сварки (лазером, электронным лучом и др.), механическое сварочное (для поворота сварных узлов, для подъема сварщиков), контрольное.

К вспомогательному относят оборудование для ремонта и все виды транспортного оборудования.

Производственное оборудование рассчитывают в соответствии с принятым технологическим процессом.

Для поточного производства расчетное число единиц оборудования определяют по каждой операции, исходя из такта потока:

$$C_p = \frac{T_{шт}}{\tau_d}, \quad (18)$$

где τ_d – действительный такт сборки, или время между выходом со сборки двух смежных изделий, мин/шт.

Для непоточного производства:

$$C_p = \frac{T_{шт}N}{60F_d}, \quad (19)$$

где N – годовая программа выпуска изделий, шт.; F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч (табл. 3).

Полученные значения C_p округляют до большего целого числа, получая при этом принятое число оборудования $C_{п}$ для данной операции.

Расчетное число рабочих мест или сборочных стандов определяют по формуле

$$M_p = \frac{T_{шт} N}{60 F_{д.раб.м} \Pi}, \quad (20)$$

где $F_{д.раб.м}$ – действительный годовой фонд времени рабочего места, ч (табл. 3); Π – плотность работ или нормы обслуживания оборудования (табл. 13 и 14).

При поточной (конвейерной) сборке количество рабочих мест:

$$M_p = \frac{60 T_{шт}}{\tau_d \Pi_{ср}}, \quad (21)$$

где $\Pi_{ср}$ – средняя плотность работ по участку 1,2–1,8. Плотность рабочих на единицу оборудования может быть 1, 2, 3 в зависимости от габаритных размеров и сложности изделия.

Полученное значение M_p округляют до большего целого числа, получая при этом принятое число рабочих мест или сборочных стандов $M_{п}$.

Различают коэффициент загрузки оборудования и коэффициент загрузки рабочих мест:

$$k_{з.о} = \frac{C_p}{C_{п}}; \quad (22)$$

$$k_{з.раб.м} = \frac{M}{M_{п}} \quad (23)$$

Если расчетные значения числа оборудования и рабочих мест больше целого на 0,05–0,1, то следует их округлять в меньшую сторону, пересмотрев при этом условия операции для снижения ее трудоемкости.

Средние коэффициенты загрузки оборудования по участку принимают:

Мелкосерийное производство	0,8–0,85
Серийное производство	0,85–0,9
Массовое и крупносерийное производство	0,9–0,95

Коэффициент загрузки рабочих мест принимают 0,9 и более в зависимости от характера производства.

Таблица 13

Плотность работ заготовительного оборудования

Содержание работ	Профессия рабочего	Количество рабочих на единицу оборудования		
		Ручная подача и съём	Ручная подача, механизированный съём	Механизованная подача и съём
Правка металла на вальцах и прессах	правильщик	1	1	1
	подручный	1–2	1	–
Разметка	разметчик	1–2	1	1
Резка металла: на ножницах и прессах;	резчик	1–2	1–2	1–2
	подручный	1–2	1	-
отрезных станках	резчик	1	1–0,5	0,5–1
		гибщик	2	1–2
Машинная гибка металла	газорезчик	1	1	1
	подручный	1	1–0,3	–
Полуавтоматическая газовая резка	газорезчик	1	1	1–0,5
Автоматическая газовая резка				

Примечание: Большие значения принимаются при изготовлении крупногабаритных деталей.

Таблица 14

Плотность работ сборочного и сварочного оборудования

Габариты металлической конструкции, м	Количество рабочих на рабочее место	
	Сборочное оборудование	Сварочное оборудование
До 1,5×1,5	1	1
До 2,0×12	2	2
3,5×18	3	2–3

4.2. Планировка оборудования на участке

Планировка участка (цеха) – это план расположения производственного, подъемно-транспортного и другого оборудования, инженерных сетей, рабочих мест, проходов и проездов, контрольных и складских площадок.

Планы расположения оборудования выполняют в масштабе 1 : 200 или 1 : 100, а планировки отдельных участков и рабочих мест – в масштабе 1 : 50.

Технологическое оборудование изображают по контуру с учетом крайних положений движущихся частей. Номер оборудования по спецификации ставится внутри контура или снаружи на выносной линии. Нумерация ведется слева направо, сверху вниз. Нумерация подъемно-транспортного оборудования – после технологического.

При составлении планировок руководствуются следующими правилами:

1. Участки, занятые оборудованием, должны быть наиболее короткими. Оптимальная длина 40–80 м.

2. В поточном производстве необходимо соблюдать прямолинейность движения изделий в соответствии с технологическим процессом, так чтобы не было возвратных перемещений.

3. Технологические линии могут располагаться на участках как вдоль пролетов, так и поперек них. Поперечным считается пролет, в котором технологический поток перпендикулярен движению мостовых кранов, а продольным – тот, в котором движения крана и технологического потока совпадают.

4. По отношению к проезду оборудование располагают вдоль, поперек, под углом и в шахматном порядке (рис. 1).

5. Оборудование по отношению друг к другу располагают фронтом, тыльными сторонами и в затылок (рис. 2).

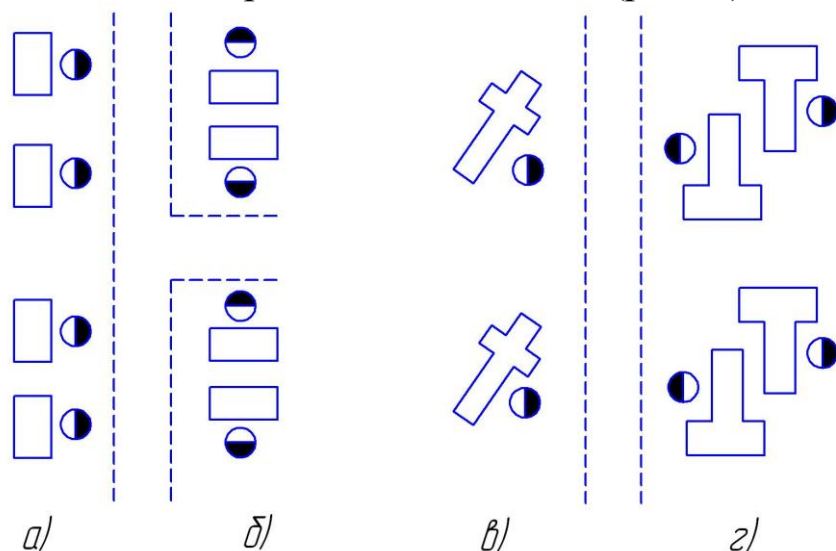


Рис. 1. Расположение оборудования в пролете:
а – продольное; *б* – поперечное; *в* – под углом;
г – в шахматном порядке

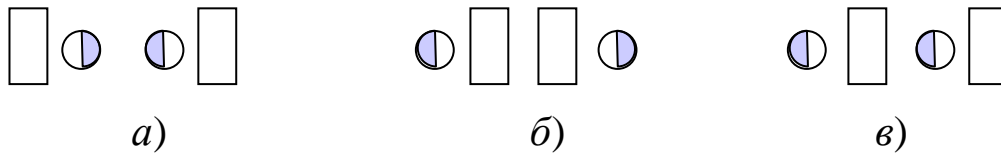


Рис. 2. Расположение оборудования относительно друг друга:
a – фронтом; *б* – тылом; *в* – в затылок

6. Оборудование устанавливают в линию по выступающим частям для удобства обслуживания и уборки помещения.

7. Оборудование на схемах показывают в комплекте с рольгангами, столами, рабочими местами, пультами управления с учетом расстояний между оборудованием и складскими местами и удельных площадей, занимаемых этим оборудованием.

8. За удельную площадь принята сумма площадей, занимаемая технологическим оборудованием, рабочими местами, нестандартным оборудованием, инструментальными шкафами, местами складирования и проходами между оборудованием и складскими местами.

9. Отдельно стоящие шкафы и электрошкафы должны располагаться от элементов здания и оборудования на расстоянии не менее 0,8 м.

10. Высота основных цехов от пола до низа несущих конструкций покрытия здания определяется в зависимости от габаритов обрабатываемых деталей и готовых конструкций, принятого набора оборудования (прессов, металлообрабатывающих станков, камер очистки и окраски конструкций) и подъемно-транспортных средств.

Рекомендуемые схемы расположения основного технологического оборудования приведены на рис. 3–22, а также 24, 25 с указанием минимально допустимых норм: *A* – расстояние от конструкций здания до оборудования или места складирования; *B* – расстояние от оборудования до места складирования; *B* – расстояния между местами складирования и площадью, занимаемой оборудованием, рабочим местом; *Г* – расстояние между фундаментами.

Рекомендуемые допускаемые расстояния между оборудованием и элементами здания даны от выступающих частей в табл. 15.

**Рекомендуемые допускаемые расстояния между оборудованием
и элементами здания**

Элементы зданий, оборудование и места складирования	Допускаемые расстояния, м
От колонн или стен здания до:	
боковой стороны оборудования	0,8–3,0
тыльной стороны оборудования	0,8–2,5
фронта оборудования	0,8–2,0
Между фронтом и тыльной стороной оборудования	1,0–2,0
Между тыльной и боковой стороной оборудования	1,4–2,0
Между тыльными сторонами оборудования	1,0–1,4
Между боковыми сторонами оборудования	1,0–3,0
Между оборудованием, расположенным фронтом друг к другу	1,6–3,0
От фронта оборудования до места складирования	0,8–1,6
Между местами складирования	1,0–1,4
Между тыльной стороной оборудования и местом складирования	0,8–1,2
Между боковой стороной оборудования и местом складирования	0,5–2,0

Примечание: Большие значения относятся к крупногабаритным станкам, стендам и местам складирования. Окончательные расстояния между оборудованием, элементами здания и местами складирования определяются планом расположения оборудования.

4.3. Оборудование и средства механизации заготовительных участков

Правильные машины

Для правки листового и сортового проката на заводах применяют ротационные машины:

- листоправильные;
- сортоправильные;
- растяжные правильные машины.

В *листоправильных машинах* лист проходит между двумя рядами валков, расположенных в шахматном порядке. Лист захватывается вращающимися валками и при прохождении между ними получает многократные перегибы с напряжениями, превосходящими предел текучести материала, благодаря чему лист правится.

Качество правки зависит от числа валков, которое может быть от 5 до 17. Машины с большим числом валков применяют для правки тонких листов 4–8 мм. Максимальная толщина выправляемого листа 40–50 мм. Точность правки достигает 1–2 мм на 1 м длины.

Сортоправильные машины выполняют правку сортового проката в роликах с фасонными рабочими ручьями, аналогичными профилю проката. При правке прутков и труб прокату задают вращательное движение в машинах с косо расположенными роликами.

Растяжные правильные машины применяют, если правка особо тонких листов (менее 2 мм) и мелких профилей не может быть выполнена с требуемой точностью на многовалковых и многороликовых машинах. При правке на растяжных правильных машинах в крайних волокнах материала создаются растягивающие напряжения, равные пределу текучести. Размеры выправляемых листов достигают 3500×10000 мм.

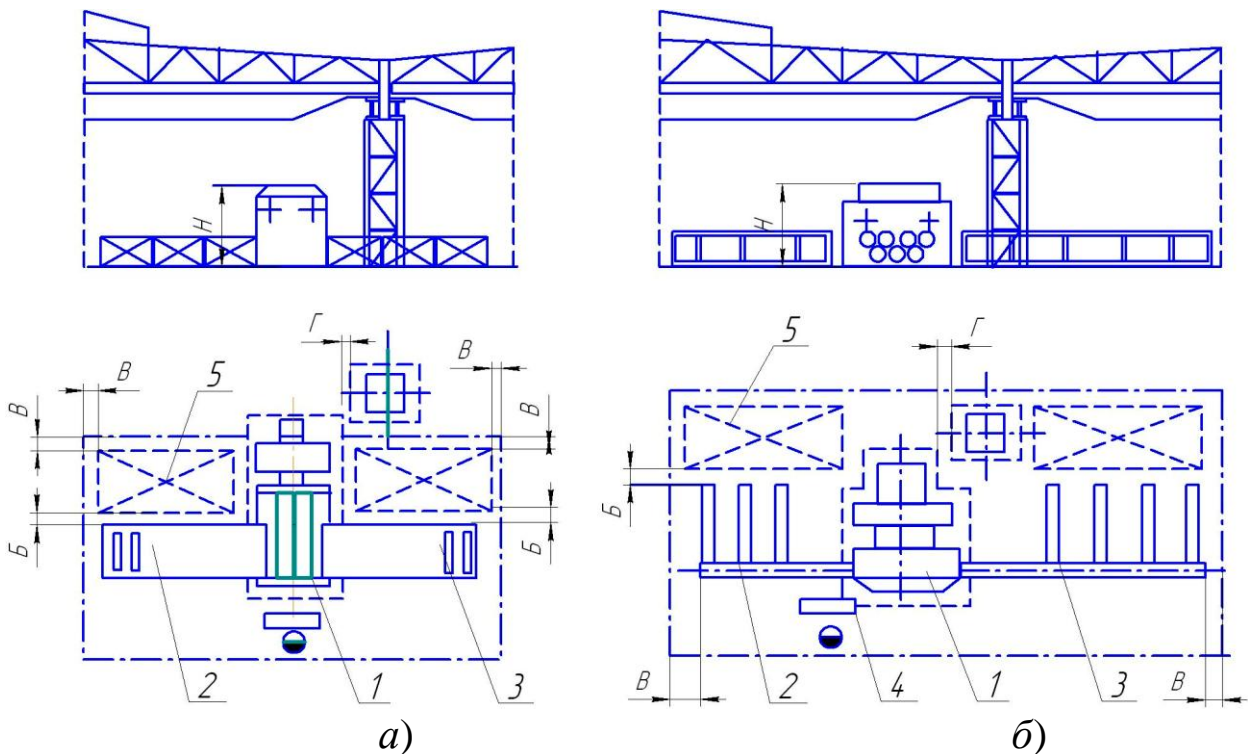


Рис. 3. Размещение листоправильной машины в поточной (а) и непоточной линии (б):

1 – вальцы; 2 – рольганг подающий; 3 – рольганг приемный;
4 – пульт управления; 5 – место складирования; $B = 800$ мм;
 $B = 500$ мм; $\Gamma = 200$ мм

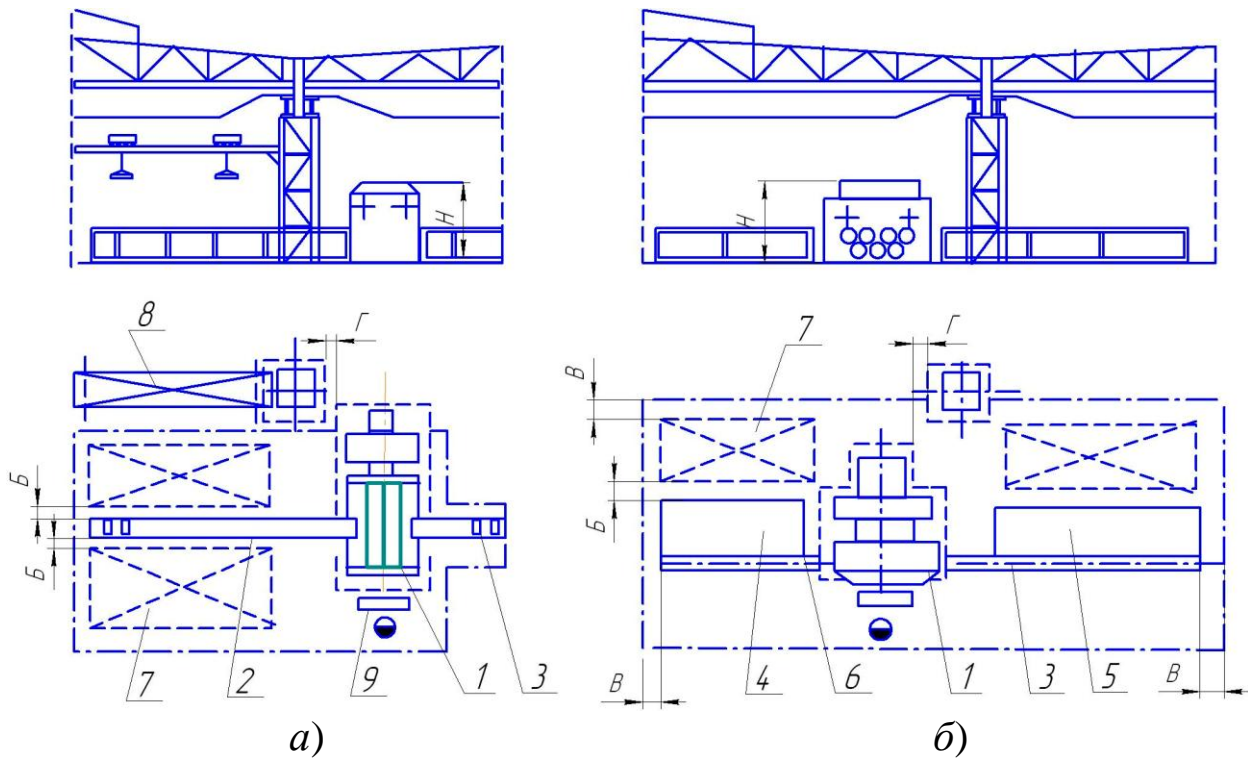


Рис. 4. Размещение сортоправильной машины в поточной линии (а), в непоточной линии (б):

1 – валцы сортоправильные; 2 – рольганг подающий; 3 – рольганг приемный; 4 – стеллаж загрузочный; 5 – стеллаж приемный; 6 – направляющие для подачи проката; 7 – место складирования; 8 – укладчик магнитный; 9 – пульт управления; $B = 800$ мм; $V = 500$ мм; $\Gamma = 200$ мм

Вспомогательное оборудование

Правильные машины оснащают вспомогательными устройствами в виде механизированных столов, один из которых – подающий, второй – приемный. Столы имеют ролики приводные или не приводные. Столы с приводными роликами устанавливают у правильных машин, встроенных в поточные линии.

Машины для правки прутков и труб могут снабжаться тележками для их закрепления, которые двигаются по направляющим. Ролики, обкатывающие пруток, одновременно перемещают пруток и тележку.

Размещение листоправильной, сортоправильной и правильно-растяжной машин на участке приведено на рис. 3, 4 и 5.

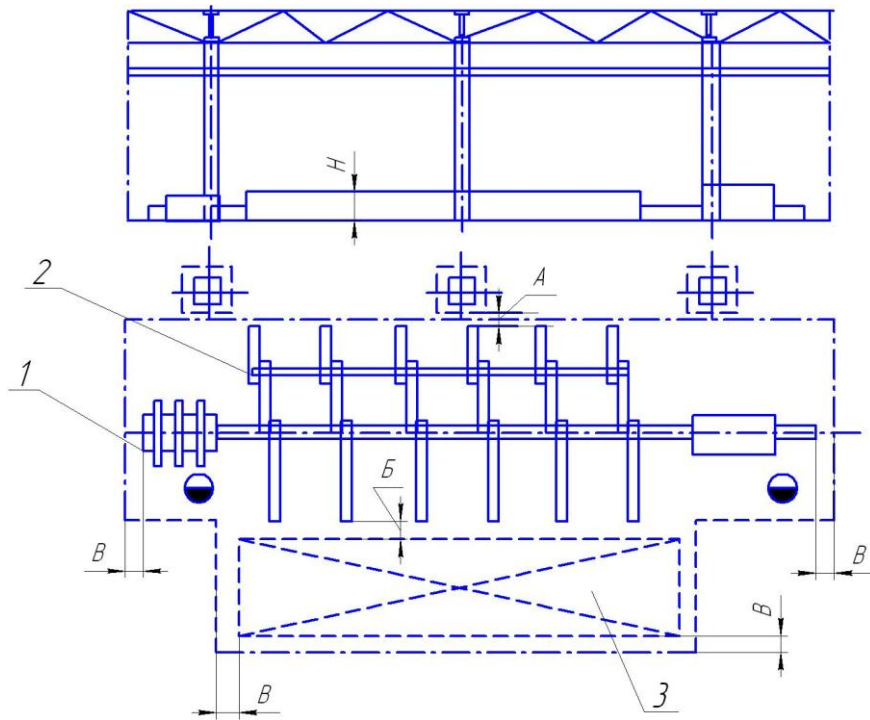


Рис. 5. Размещение правильно-растяжной установки
в поперечном пролете:

1 – станок правильно-растяжной; 2 – транспортер поперечный;
3 – место складирования; $A = 400$ мм; $B = 800$ мм; $B = 500$ мм

Оборудование для гибки

Для гибки листового и сортового проката используют:

- ротационные валковые листогибочные машины;
- роликовые сортогибочные машины;
- профилегибочные машины.

Листогибочные машины предназначены для гибки цилиндрических и конических обечаек и секторов толщиной 1–40 мм при ширине 1000–3150 мм. Листогибочные машины изготавливают трех- и четырехвалковыми с различным расположением валков: симметричным и асимметричным.

Недостатком трех- и четырехвалковых симметричных машин является невозможность сгибания заготовки по всей длине, так как концы листа длиной равной половине расстояния между боковыми валками остаются прямыми. Концы заготовки необходимо подгибать на другом оборудовании или деформировать при калибровке обечайки. Четырехвалковые машины применяют для гибки толстых листов, свыше 28 мм.

Листогибочные машины с ПУ расширяют ее возможности, например обечайки коробчатого сечения получают за один пропуск заготовки. По обычной технологии получают отдельные элементы обечаек на валковых машинах или листогибочных прессах с последующей их сваркой.

Вспомогательное оборудование

Для ориентации листа относительно валков листогибочной машины используют рольганги с механизмом ориентации. Рольганг имеет приводные роликоопоры, на которые укладывают заготовку, направляющие вертикальные ролики, расположенные с одной стороны рамы рольганга, и балку выравнивателя. Во время вальцевания заготовка может деформироваться под действием собственного веса. Тогда необходимы устройства, которые поддерживают лист на выходе из вальцов и в верхней точке обечайки.

Роликовые сортогибочные машины и машины с поворотным столом применяют для гибки сортового проката (гибка по шаблону). Гибка происходит в роликах с фасонным рабочим ручьем, соответствующим профилю заготовки. Гибкой получают кольца и дугообразные элементы. Гибку по шаблону применяют для сортового проката и трубных деталей небольших и средних размеров. К гибочному шаблону крепят заготовку, вокруг которой движется обкатывающий ролик, прижимающий ее к шаблону. Для гибки труб выпускают полуавтоматы с ПУ.

На *профилегибочных машинах* производят гибку заготовок с различным контуром поперечного сечения. Такие машины имеют поворотную траверсу, которая сгибает заготовку вокруг шаблона. Используют профилегибочные машины для гибки труб, коробов и листового проката, имеющих гнутые участки.

Размещение листогибочной и сортогибочной машин на участке приведено на рис. 6 и 7.

Прессовое оборудование

В зависимости от типа привода прессы подразделяют на механические, гидравлические, пневматические, электромагнитные и ручные. Гидравлические прессы по сравнению с механическими имеют ряд преимуществ: плавность хода; нечувствительность к перегрузкам; возможность регулирования скорости; возможность остановки ползуна и изменения направления его движения в любой точке.

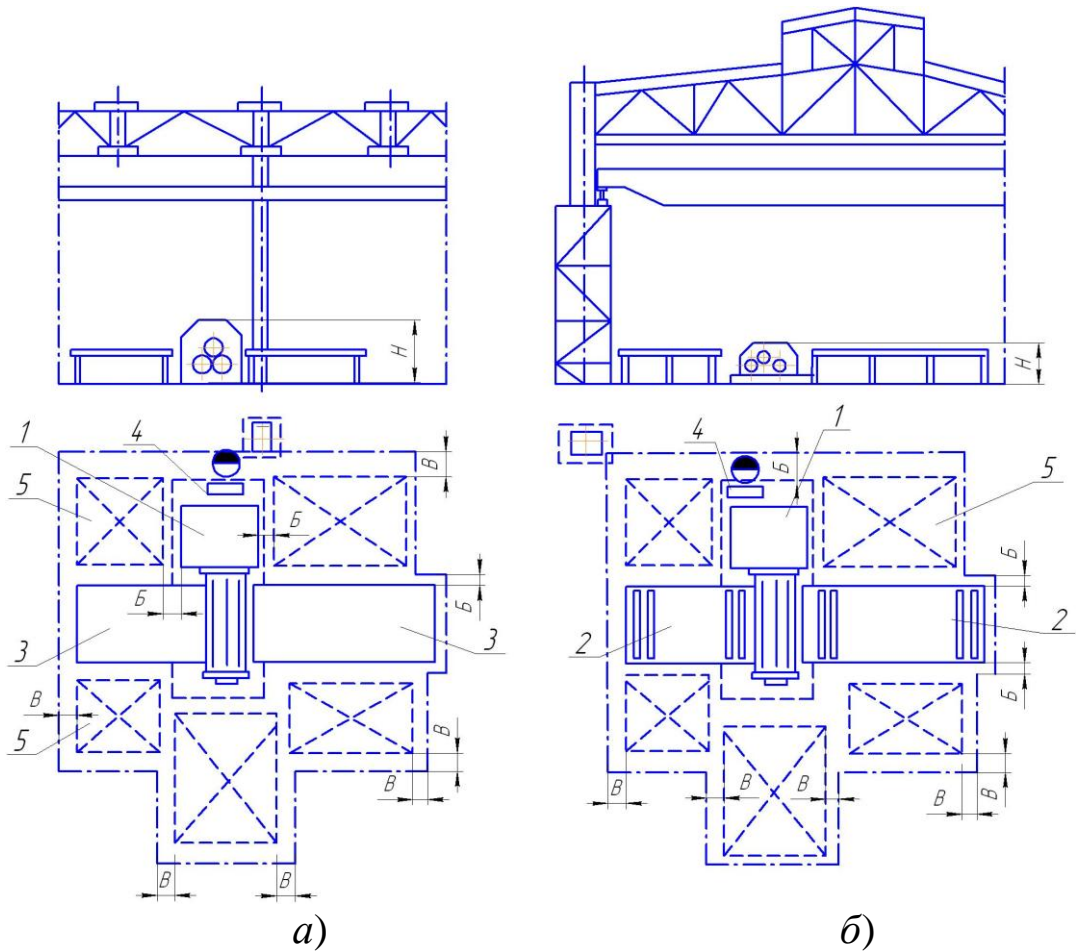
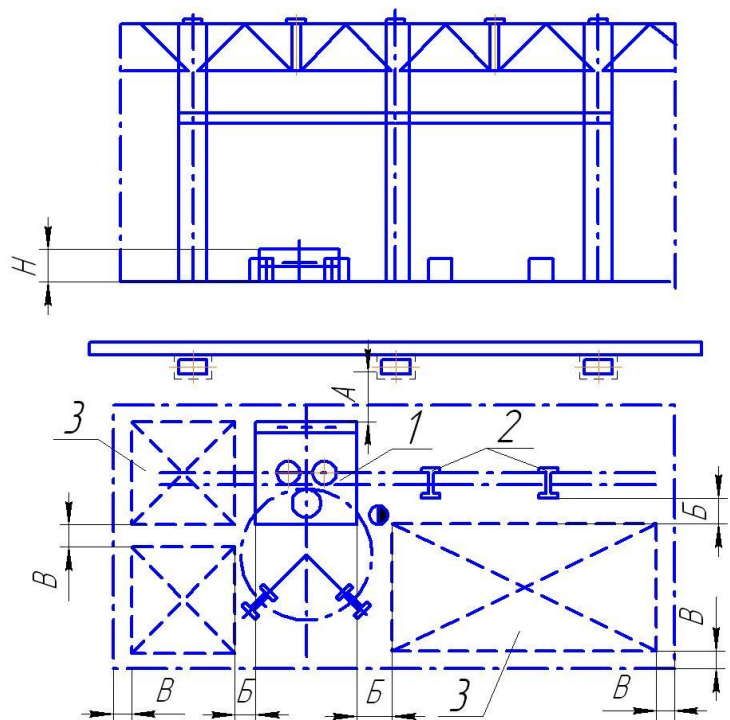


Рис. 6. Размещение листогибочной машины в продольном (а) и поперечном пролете (б):

1 – машина; 2 – рольганг; 3 – стол; 4 – пульт управления; 5 – место складирования; $A = 400$ мм; $B = 800$ мм; $B = 500$ мм

Рис. 7. Размещение сортогибочной машины в продольном пролете:
1 – машина; 2 – козллок переставной; 3 – место складирования;
 $A = 400$ мм; $B = 800$ мм;
 $B = 500$ мм



По роду выполняемых работ различают прессы:

- для холодной штамповки;
- для гибки, правки и запрессовки.

Прессы для холодной штамповки изготавливают с механическим и гидравлическим приводом. Механические прессы бывают с кривошипно-шатунным механизмом и винтовые.

Механические кривошипные прессы могут быть с кривошипным приводным валом и эксцентриковым; одностоечные и с двухстоечной станиной; с открытой и закрытой станиной; простого, двойного и тройного действия (с одним, двумя и тремя ползунами); одно-, двух- и четырехкривошипные. Развивают номинальное усилие 0,025 (однокривошипные прессы) – 40 МН (четырекривошипные прессы). Применяют механические кривошипные прессы для вырезки, гибки, пробивки, вытяжки и других операций.

Механические винтовые прессы бывают с дугостаторным приводом и фрикционно-винтовые, развивают номинальное усилие 0,4–10 МН. Применяют такие прессы для различных штамповочных работ, в том числе горячей объемной штамповки, возможной благодаря большой кинетической энергии в конце хода ползуна.

Гидравлические прессы могут быть колонные и станинные; иметь различное число цилиндров прямого и обратного действия, или только прямого; простого, двойного и тройного действия. Развивают номинальное усилие 1,6–8,5 МН. Применяют гидравлические прессы для вытяжки, штамповки крупногабаритных днищ и сложных по конфигурации изделий.

Прессы для гибки, правки и запрессовки используют вместо ротационных машин. Осуществляют правку сортового и толстолистового проката, сварных, литых и термообработанных деталей. Используют гидравлические вертикальные правильные и правильно-запрессовочные прессы, правильно-гибочные прессы горизонтального типа, листогибочные (кромкогибочные) прессы.

Серийно выпускаемые прессы развивают номинальное усилие 0,63–4,0 МН.

Вспомогательное оборудование

Для подачи материала и удаления отходов прессы можно частично или полностью механизировать или автоматизировать.

Для ленточного материала применяют механизм валковой подачи с самостоятельным приводом или от движущихся частей пресса.

Для штучных заготовок используют автоматические и полуавтоматические приспособления. Заготовки в полуавтоматических устройствах загружаются в магазин (кассету) и перемещаются через питатель в зону штампа. В автоматических устройствах заготовки засыпают в бункер, из которого они захватываются специальными механизмами; затем поступают в питатель и зону штампа. Для удаления заготовок и отходов из штампа применяют воздушные и механические сбрасыватели.

Для крупных деталей используют промышленные роботы, которые обеспечивают перемещение деталей в зону штампа, их извлечение и сбрасывание в тележку.

Размещение прессового оборудования на заготовительных участках приведено на рис. 8, 9 и 10.

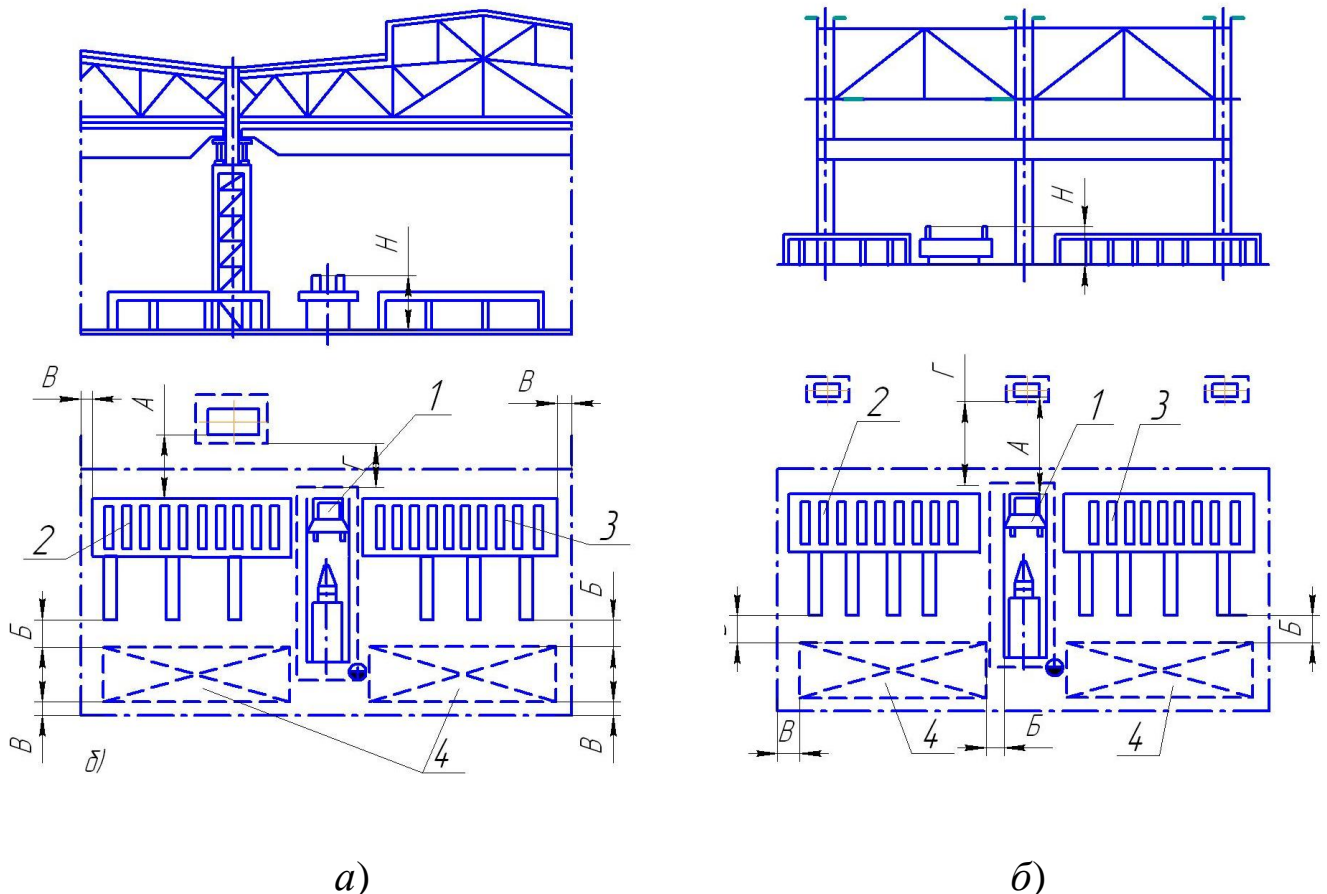


Рис. 8. Размещение горизонтального правильного пресса в поперечном (*а*) и продольном пролете (*б*):

1 – пресс; *2* – рольганг загрузочный; *3* – рольганг приемный;
4 – место складирования; $A = 400$ мм; $B = 800$ мм; $B = 500$ мм;
 $\Gamma = 200$ мм

Рис. 9. Размещение пресса
однокривошипного простого
действия в продольном
пролете:

1 – пресс; 2 – стол к прессу;
3 – место складирования;
 $A = 400$ мм; $B = 800$ мм;
 $B = 500$ мм; $\Gamma = 200$ мм

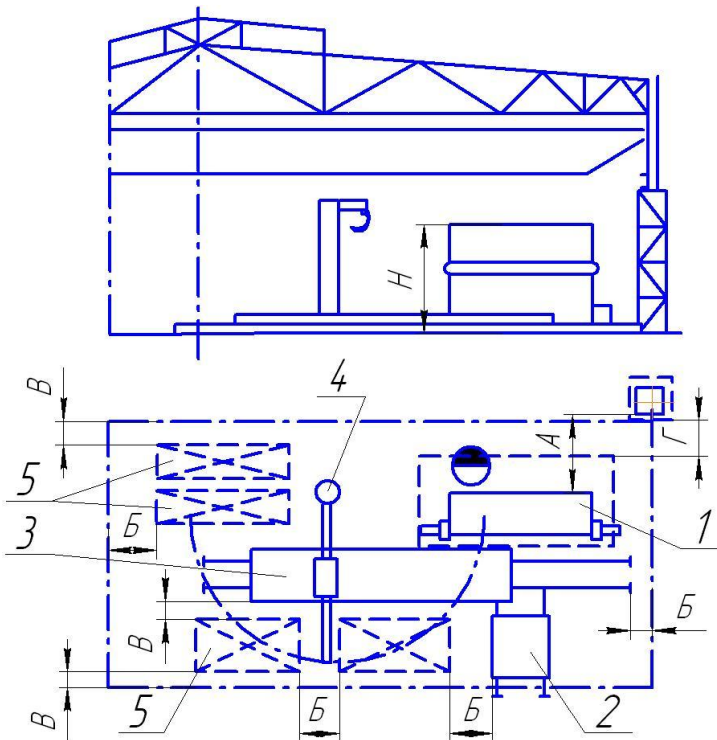
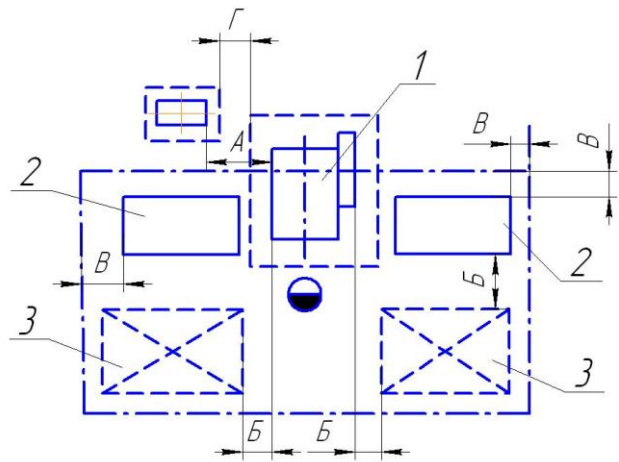
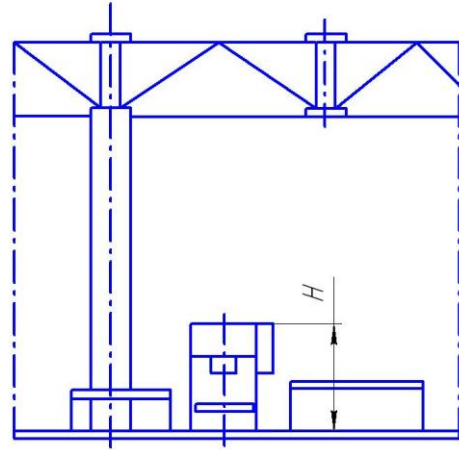


Рис. 10. Размещение кром-
когибочного пресса в попе-
речном пролете:

1 – пресс; 2 – тележка про-
дольная; 3 – тележка попе-
речная; 4 – кран консоль-
ный; 5 – место складирова-
ния; $A = 400$ мм; $B = 800$ мм;
 $B = 500$ мм; $\Gamma = 200$ мм

Оборудование для механической резки

Это оборудование разделяют на две группы:

- отрезные металлорежущие станки;
- ножницы.

Группа отрезных станков включает ножовочные, фрезерно- и абразивно-отрезные станки, ленточные пилы и пилы трения.

На *ножовочных станках* заготовка зажимается в тисках, отрезка производится ножовочным полотном, совершающим возвратно-поступательное движение. Предназначены для отрезки материала разнообразного сечения.

Фрезерно-отрезные станки применяют для разрезания сегментными дисками различного профиля: круга, квадрата, двутавра, швеллера, уголка.

Абразивно-отрезные станки применяют для резки круглого и сортового проката, труб, а также труднообрабатываемых сплавов. Резка производится абразивными кругами или алмазными дисками.

Ленточные пилы применяют для резки металлических и неметаллических (фибра, пластмасса и др.) материалов. Резка производится ленточной бесконечной пилой.

Различают ленточно-отрезные станки маятникового типа, двухколонные и с вертикальной пильной рамой.

Ленточно-отрезные станки маятникового типа и двухколонного типа производят резку поковок, проката и труб. Разрезаемый материал, установленный на столе, вместе со столом подается к пиле под действием силы тяжести.

У вертикальных ленточно-отрезных станков перемещается пильная рама. Производят раскрой плит.

Пилы трения бывают дисковые и ленточные. Тонкий беззубый стальной диск или лента с большой скоростью врезается в металл.

В результате трения образуется большое количество теплоты, достаточное для расплавления металла и выбрасывания его из зоны пропила. Применяют в крупносерийном производстве.

Ножницы служат для резки листового проката и для резки сортового проката. На *гильотинных ножницах* режут листовой прокат. Могут быть с параллельными ножами и с наклонным верхним ножом.

Последние более распространены, однако при резке небольших полос под действием изгибающего момента происходит искривление полосы. Серийно выпускают гильотинные ножницы для резки листов толщиной 1,0–32 мм.

Ножницы для резки сортового проката делят на две группы. К первой группе относят ножницы с комплектом сменных ножей, имеющих профиль разрезаемого проката. У ножниц второй группы подвижный нож совершает сложное качательное движение. Резка профиля происходит по участкам. Ножницы могут работать в режиме одиночных ходов и в автоматическом режиме.

Комбинированные ножницы в одной станине имеют несколько простых агрегатов (сортовые и листовые ножницы), дополнительно снабжаются дыропробивным прессом.

Вспомогательное оборудование

Подачу листа механизмируют стоечными рольгангами с роликами или шаровыми опорами на отдельных вертикальных стойках. Это позволяет ориентировать лист одновременно в продольном и поперечном направлениях.

Поперечную резку листа на полосы производят с помощью механизированных тележек (столов). Механизированную тележку перемещают по рельсам перпендикулярно линии реза и фиксируют зажимами. Лист устанавливают по линии реза ножниц механизмом тонкого регулирования в виде досылателя-ползушки, перемещаемой винтом.

Для продольного роспуска листа на ножницах используют подвижную механизированную тележку.

Размещение на участке ножниц для листового и сортового проката показано на рис. 11 и 12.

Машины для термической резки

Термической резкой выполняют значительный объем работ, связанных с вырезкой заготовок из листового и сортового проката. Может быть разделительная и поверхностная, выполняется на стационарных машинах и переносных.

В зависимости от вида резки машины выпускают:

- К – кислородные;
- Пл – плазменные;
- Л – лазерные.

Рис. 11. Размещение ножниц для резки профильного проката в поточной линии:
 1 – ножницы; 2 – рольганг; 3 – стеллаж для проката; 4 – накопитель;
 $A = 400$ мм; $B = 500$ мм

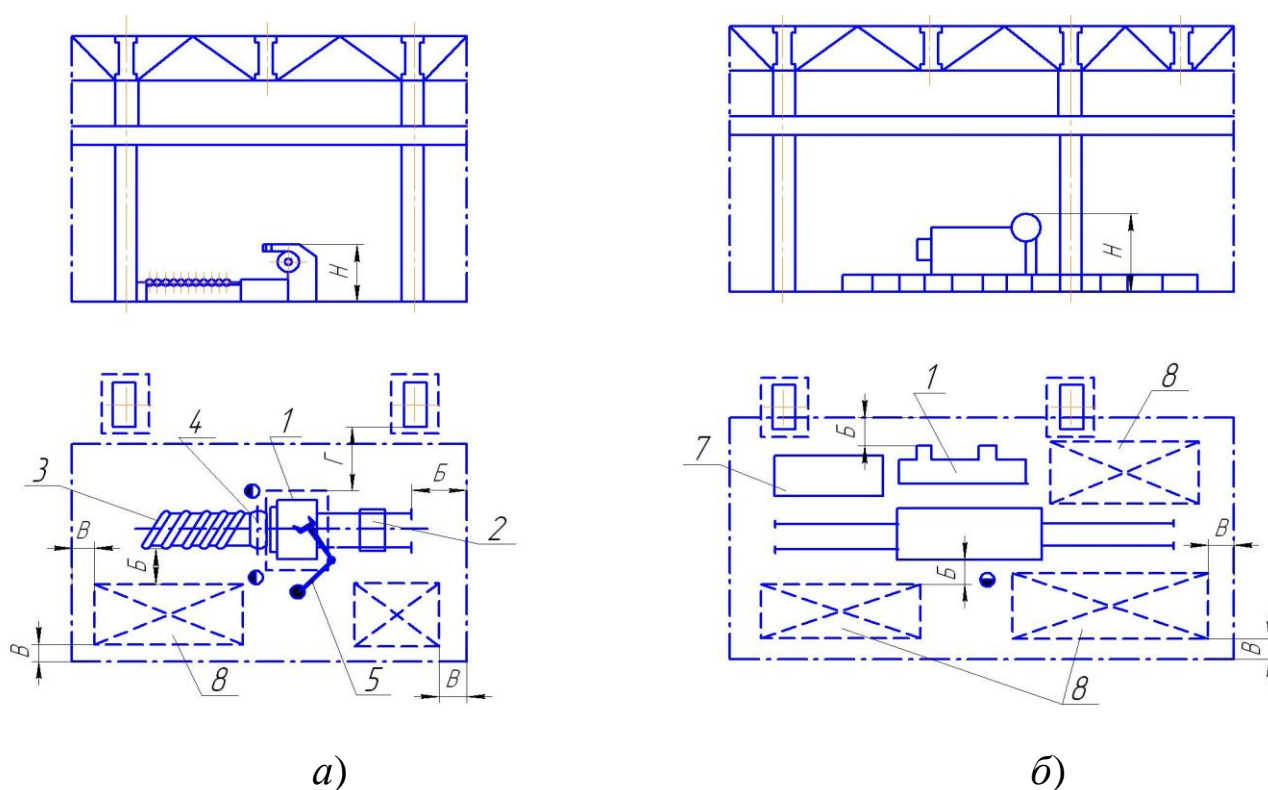


Рис. 12. Размещение гильотинных ножниц при поперечной (а) и продольной резке листа (б):

- 1 – ножницы; 2 – тележка для отходов; 3 – стол загрузочный;
 4 – стол роликовый; 5 – шарнирно-балансировочный механизм;
 6 – тележка для подачи листа; 7 – стол приемный;
 8 – место складирования; $B = 200$ мм; $B = 500$ мм; $\Gamma = 800$ мм

По технологическому признаку стационарные машины делят на четыре типа: Р – для раскройных работ; Т – для точной прямо-

линейной и фигурной резки; У – универсальные для прямолинейной и фигурной резки; М – для резки малогабаритных заготовок.

Наибольшая толщина листов, разрезаемых на стационарных плазменных и кислородных машинах типа Р, – 160 мм, прочих типов – 100 мм. Лазерные станки обеспечивают высокую скорость и качество резки, однако имеют малую мощность. Разрезают листы толщиной до 25 мм. Машины оснащаются резовыми блоками с максимальным количеством резаков до 8 штук.

По конструкции машины могут быть (рис. 13):

- портальные;
- портально-консольные;
- шарнирного типа;
- машины-тележки переносные.

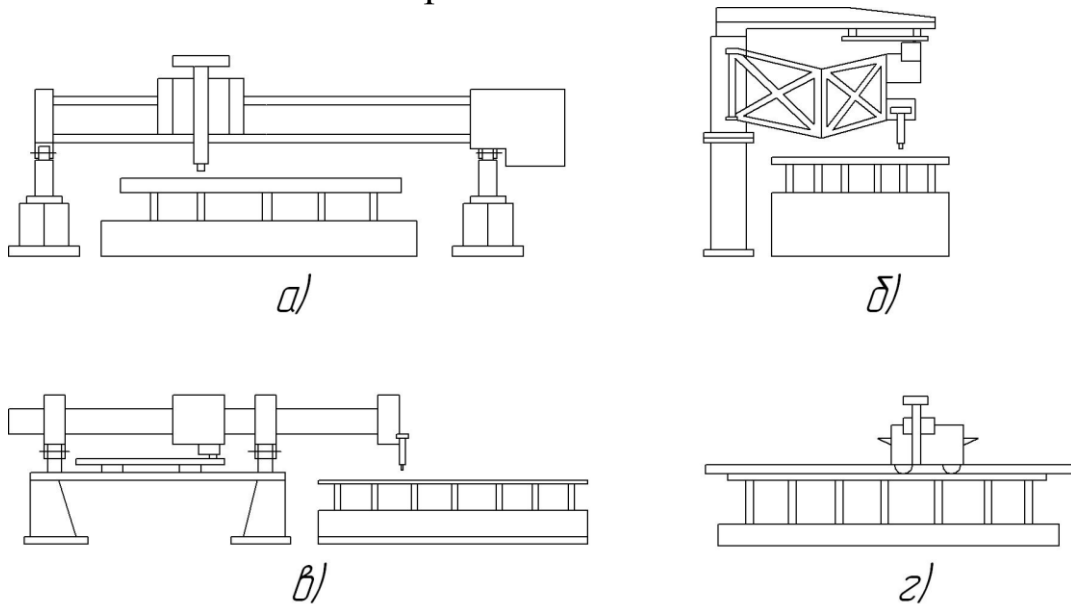


Рис. 13. Схемы машин для термической резки:

а – портального типа; *б* – шарнирного типа; *в* – портально-консольного типа; *г* – переносная машина

Портальная машина состоит из следующих частей: раскройный стол, над ним по направляющим перемещается портал с поперечной тележкой и резаком.

Портально-консольная машина отличается от портальной тем, что над раскройным столом находится только консольная часть машины с суппортом и резаком.

Планировка стационарных машин для термической резки на участке показана на рис. 14, 15 и 16.

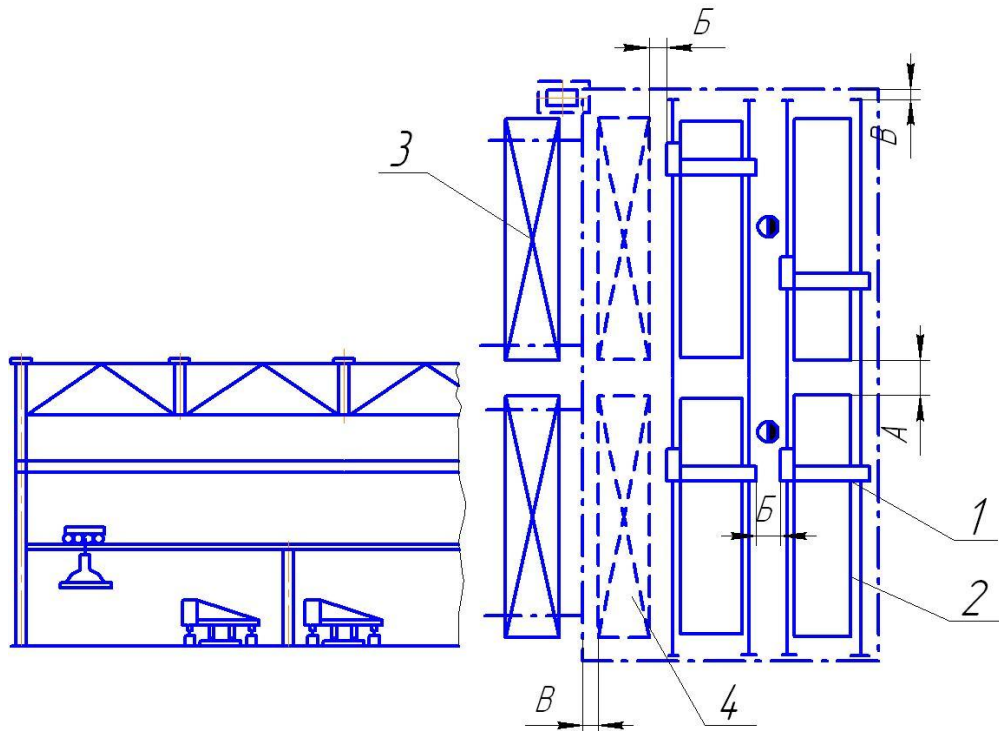
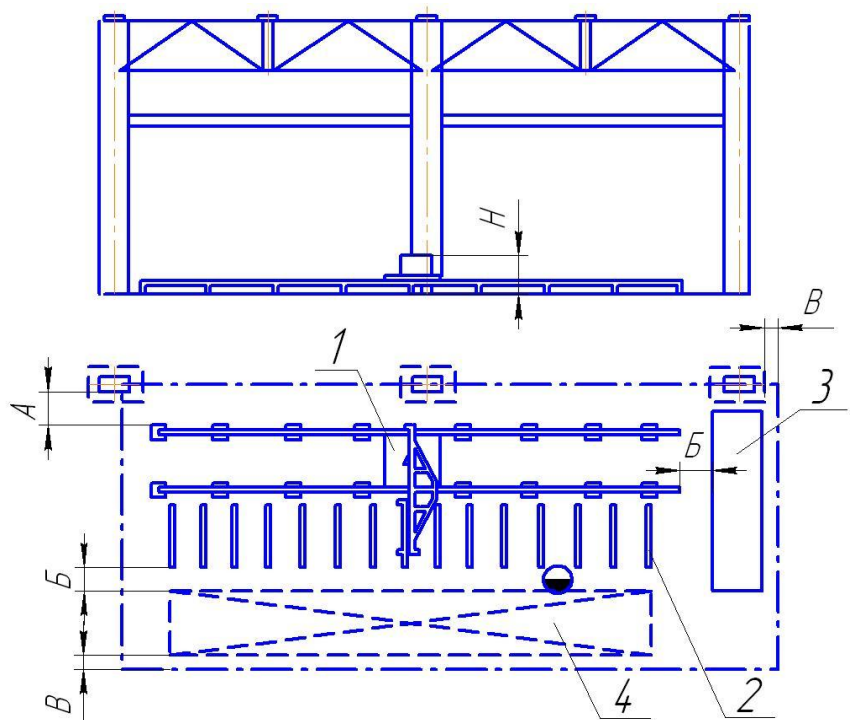


Рис. 14. Размещение машин портального типа для кислородной резки стали в поточной линии:

1 – машина для кислородной резки стали; 2 – стол для резки;
3 – листоукладчик; 4 – место складирования; $A = 1000$ мм;
 $B = 800$ мм; $B = 500$ мм

Рис. 15. Размещение машин портально-консольного типа для кислородной резки стали в продольном пролете:

1 – машина; 2 – стол;
3 – стеллаж для шаблонов;
4 – место складирования;
 $A = 400$ мм; $B = 800$ мм;
 $B = 500$ мм



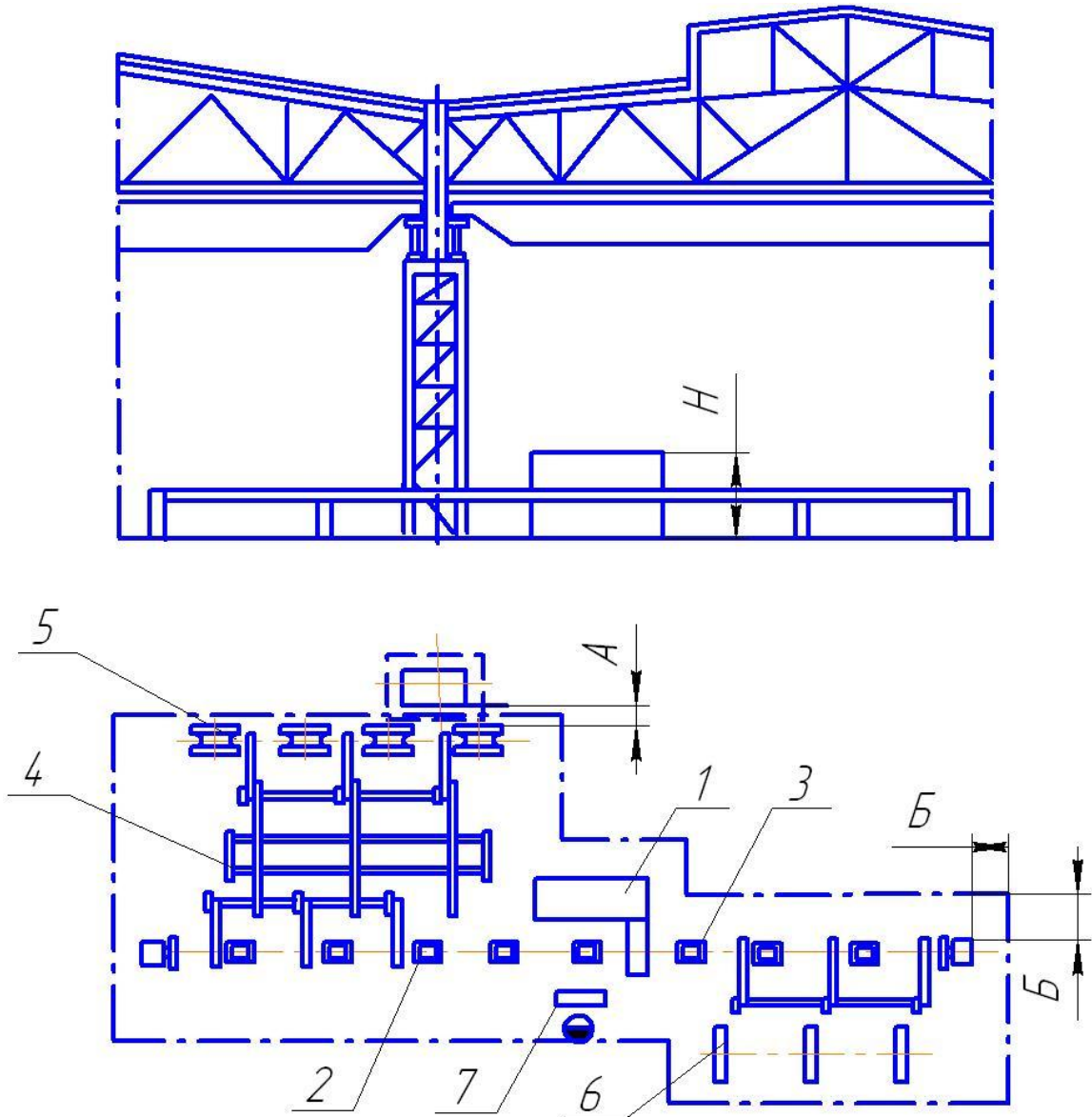


Рис. 16. Размещение автомата для кислородной резки труб в поточной линии:

1 – машина; 2 – рольганг подающий; 3 – рольганг приемный; 4 – устройство для укладки труб; 5 – рольганг промежуточный; 6 – стеллаж; 7 – пульт управления; $A = 400$ мм; $B = 800$ мм

Вырезка деталей на порталных и портално-консольных машинах происходит по принципу механического, электромагнитного, фотоэлектронного и оптического копирования, но чаще всего по программному управлению (ПУ).

Это позволяет автоматизировать следующие операции: подачу резачков в исходное положение для начала резки; пуск газов подогревающего пламени и зажигание горючей смеси; выдержку време-

ни для подогрева; плавный пуск режущего кислорода и подачу резака на линию контура; резку по контуру; уменьшение скорости на участках большой кривизны; переход от контура к контуру на маршевой скорости; контроль и сигнализацию о непрорезе.

Машины шарнирного типа имеют шарнирную раму, к которой крепится резак. К этой же группе относятся промышленные роботы для термической резки.

Переносные машины представляют собой тележки, перемещающиеся по направляющему рельсу или листу. Применяют переносные машины трех типов: машины легкого типа массой до 15 кг и машины среднего типа массой до 20 кг, оснащаются одним или двумя резаками; машины тяжелого типа массой до 50 кг, оснащаются трехрезаковым блоком или штанговым суппортом для многорезаковой резки.

Переносные машины для резки больших толщин обеспечивают вырезку заготовок из листа толщиной до 300 мм, прочие – 100 мм. Машины тяжелого типа предназначены только для прямолинейной резки. Прочие могут выполнять прямолинейную резку по направляющей, резку по окружности и копиру, служить для резки труб, снятия кромок и фасок, а также вырезать отверстия на трубах для Т-образных (тавровых) соединений.

Машины для гидроабразивной резки

Сущность процесса гидроабразивной обработки заключается в том, что на поверхность заготовки направляется со значительной скоростью струя воды или смесь воды и абразивных зерен, которая воздействует на поверхность. Поток струи разгоняют сжатым воздухом или вращающимися дисками в струйной головке, установленной на машине.

Гидроабразивные машины по конструктивному исполнению аналогичны машинам для термической резки. Могут быть порталными, портално-консольными или с использованием промышленного робота. Возможно применение до четырех режущих головок различного назначения, комбинация с плазменной режущей головкой или с системой сверления в одной машине.

Гидрорезкой обрабатывают широкий ряд материалов: композиционные и специальные, металлы, керамику, камень, стекло. Метод экономически выгоден при фигурной резке и для материалов, которые не должны подвергаться тепловым воздействиям. Ширина

реза составляет 1,5–2 мм. Толщина резки до 300 мм. Стенки реза могут быть прямыми или со скосом под сварку, в зависимости от расстояния между соплом и материалом. При бóльших расстояниях производят очистку от окалины, ржавчины, краски.

Оборудование для обработки кромок и отверстий

Кромки свариваемых элементов обрабатывают для получения заданной геометрической формы, обеспечения размеров заготовки, удаления слоя материала с измененными структурой и свойствами.

Выбор оборудования определяется формой заготовки.

Для прямолинейных кромок используют:

- фрезерные станки, преимущественно специальные торце-фрезерные;
- строгальные станки, преимущественно специальные кромко-строгальные;
- машины для термической резки, при этом формоизменение кромок можно совмещать с раскроем.

Для круговых кромок на изделиях типа обечаек или днищ используют:

- токарные станки;
- карусельные станки;
- карусельные станки для термической резки.

Криволинейные кромки обрабатывают ручным механизированным инструментом. Криволинейные кромки крупногабаритных заготовок обрабатывают на фрезерных и строгальных станках с использованием копировальных приспособлений.

Для получения отверстий на заготовках используют:

- вертикально-сверлильные станки;
- радиально-сверлильные станки (при массе заготовки свыше 30 кг).

Разметка отверстий производится по линейке или по кондуктору.

Планировки металлорежущего оборудования на участке показаны на рис. 17 и 18.

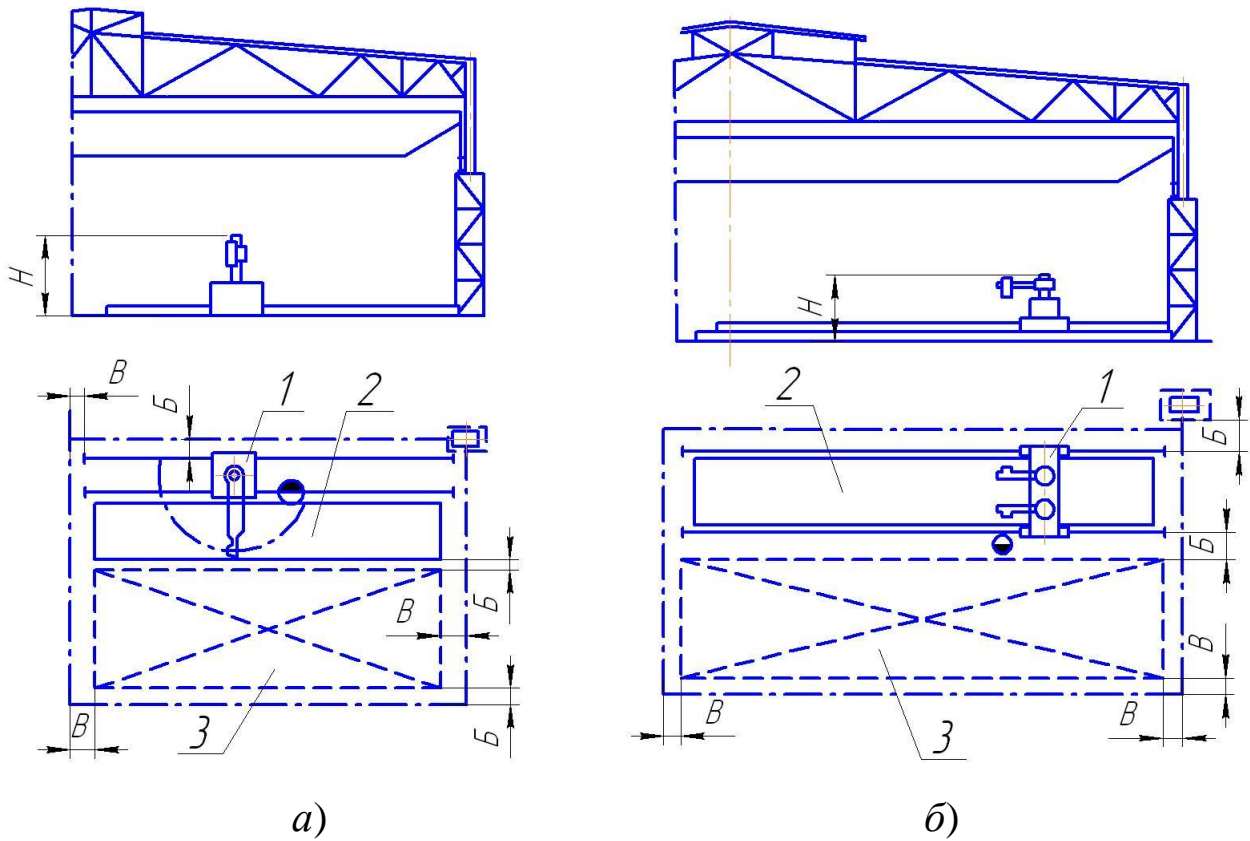


Рис. 17. Размещение в поперечном пролете радиально-сверлильного станка модели 2P-53 (а), модели ИР-11 (б): 1 – станок; 2 – стеллаж; 3 – место складирования; $B = 800$ мм; $b = 500$ мм

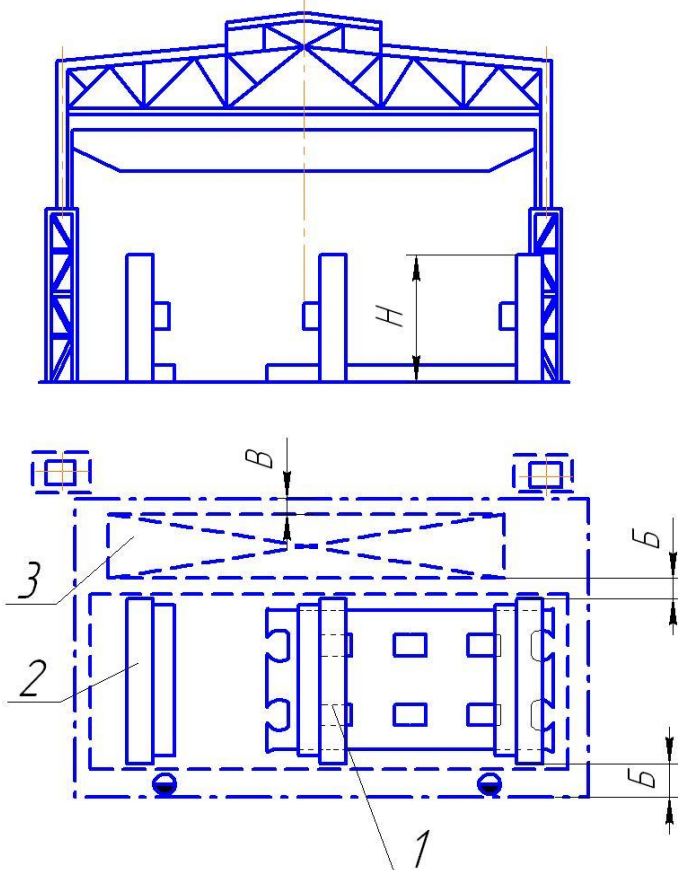


Рис. 18. Размещение двухстороннего торце-фрезерного станка в поперечном пролете: 1 – подвижная часть станка с фрезой; 2 – неподвижная часть станка с фрезой; 3 – место складирования; $B = 800$ мм; $b = 500$ мм

4.4. Оборудование и средства механизации сварочных участков

Оборудование для сборки сварных конструкций

Положение деталей во время сборки определяется установочными элементами сборочного устройства. Для закрепления деталей служат зажимные элементы.

Установочные элементы можно разделить на основные опоры (неподвижные) и дополнительные (подвижные). Основные опоры служат для базирования деталей, дополнительные – для придания им необходимой жесткости.

Зажимные элементы служат для закрепления деталей свариваемого изделия в процессе сборки и сварки. Могут быть ручные (винтовые, эксцентриковые, клиновые, рычажные, пружинные) и механизированные (пневматические, гидравлические, пневмогидравлические, электромагнитные, с постоянными магнитами).

Сборочное оборудование можно разделить на следующие основные группы:

- сборочные кондукторы;
- сборочные стенды и установки;
- сборочно-разборные приспособления для сварочного производства (СРПС);
- переносные сборочные приспособления.

Сборочные кондукторы – устройства, состоящие из плоской или пространственной рамы или плиты, на которой размещают установочные и зажимные элементы. В кондукторах обычно производят сборку и сварку изделия, поэтому основание кондуктора должно быть жестким и прочным для восприятия усилий, возникающих в изделиях при сварке. Кондукторы могут быть неповоротными и поворотными.

Сборочные стенды (планировка изображена на рис. 19 и 20) предназначены для крупных изделий. Имеют обычно неподвижное основание с размещенными на нем установочными и зажимными элементами. Их оборудуют специальными передвижными или переносными устройствами (порталами, подвижными балками).

СРПС составлены из отдельных взаимозаменяемых стандартных элементов, многократно используемых для сборки различных изделий широкой номенклатуры в единичном и мелкосерийном производстве. Характерная особенность деталей СРПС – наличие

Т-образных и шпоночных пазов, с помощью которых обеспечивается жесткое закрепление деталей. По принципу использования СРПС аналогичны УСП (универсально-сборные приспособления), используемым при механической обработке.

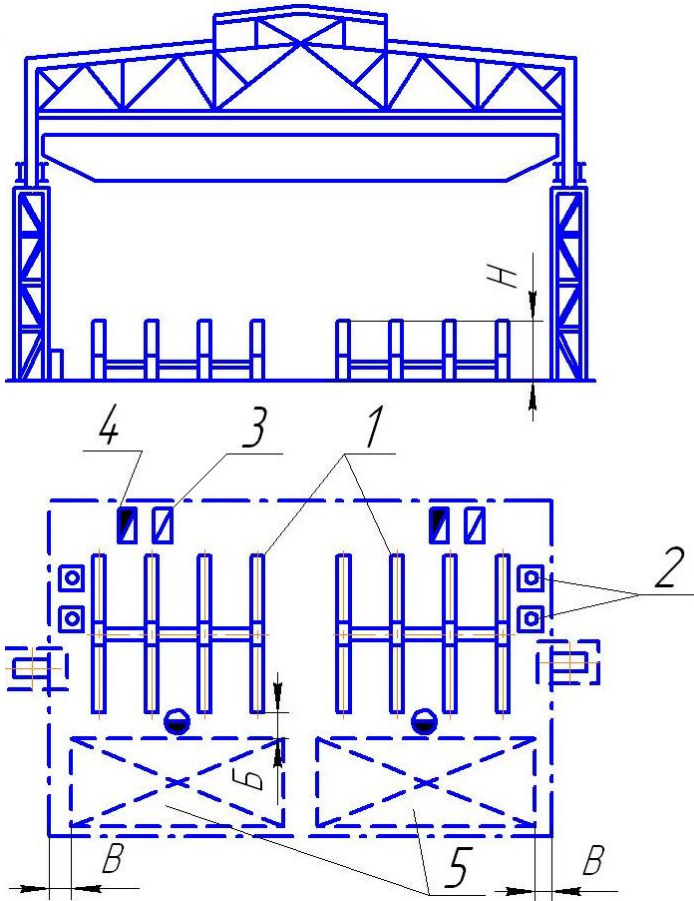


Рис. 19. Размещение участка для сварки конструкций с использованием станда для сварки:

1 – станд для сварки;
2 – полуавтомат сварочный;
3 – сварочный трансформатор;
4 – сварочный выпрямитель;
5 – место складирования;
 $B = 800$ мм; $B = 500$ мм

Переносные сборочные приспособления – это универсальные приспособления, применяемые для сборки разнообразных изделий. В единичном производстве переносные приспособления применяют самостоятельно, а в серийном производстве – в качестве дополнения к сборочным стандам и кондукторам.

Сборочные кондукторы, станды и установки являются стационарными сборочными устройствами, на которых собирают цилиндрические, плосколистовые, балочные, рамные, решетчатые конструкции, сварные детали машин.

Переносные сборные приспособления представляют собой сборочные устройства, состоящие из установочных и зажимных элементов, не закрепленных на основании. К таким приспособлениям относятся струбцины, стяжки, распорки, сборочные кольца, домкраты, приспособления с магнитами.

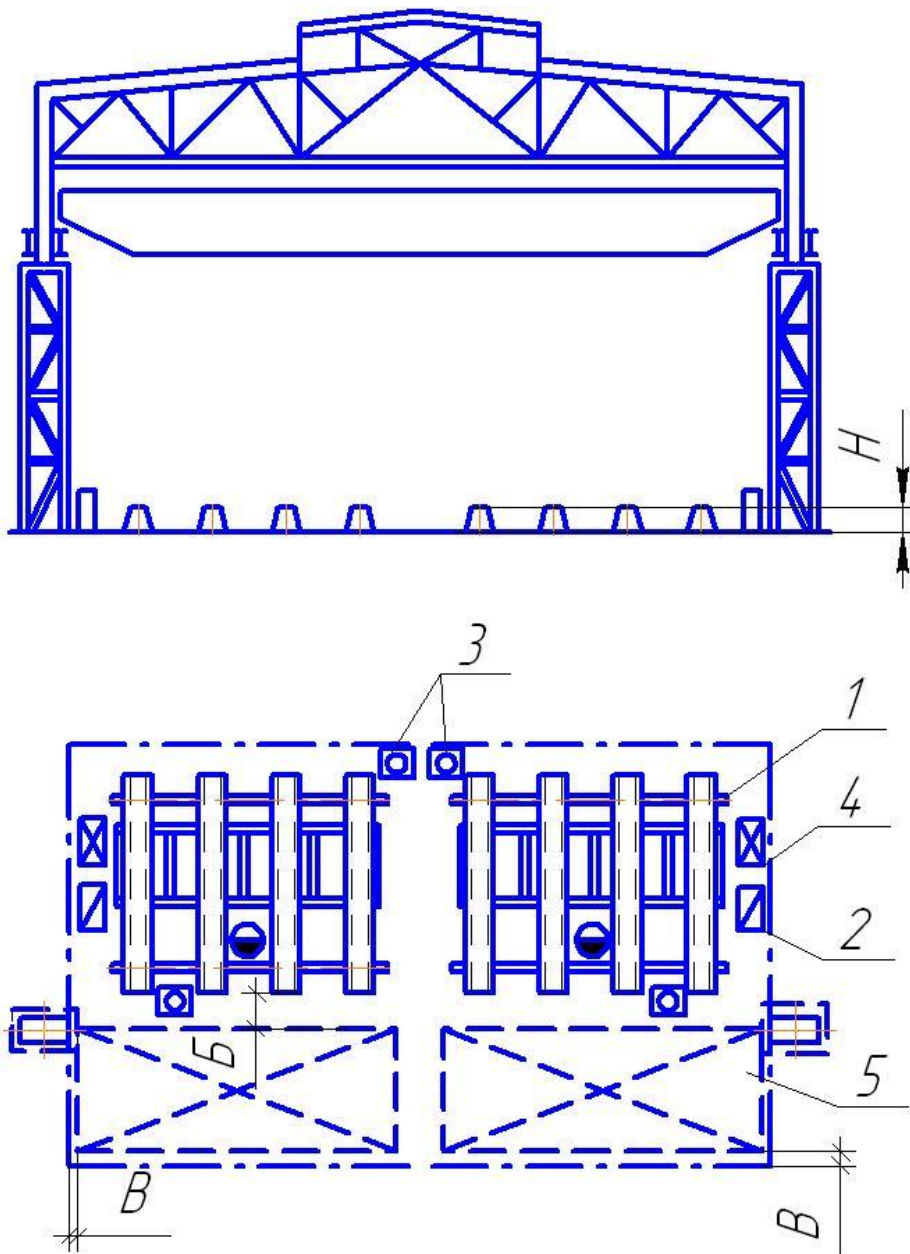


Рис. 20. Размещение участка для сварки конструкций с использованием сборочного стенда из козелков:
 1 – стенд для сварки; 2 – сварочный трансформатор;
 3 – полуавтомат сварочный; 4 – сварочный выпрямитель;
 5 – место складирования; $B = 800$ мм; $B = 500$ мм

Оборудование для установки свариваемых изделий

Для установки изделия при сварке используют:

- стеллажи;
- плиты;
- столы сварщика.

Стеллаж (планировка на рис. 21) представляет собой металлоконструкцию из листового и сортового проката и служит для

установки средних и крупных изделий при сборке, сварке, отделке, правке и контроле. Для крупных тяжелых изделий стеллажи закрепляют на бетонном основании, для средних по размеру изделий стеллажи могут быть переносные.

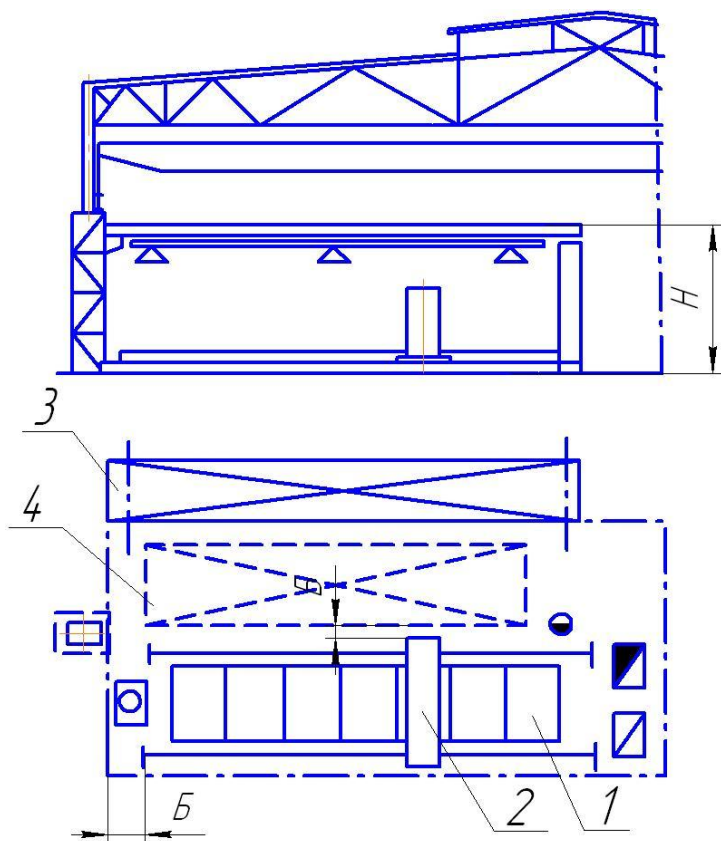


Рис. 21. Размещение сборочного стеллажа с передвижным прижимом:
 1 – плиты сборочные;
 2 – прижим; 3 – листоукладчик магнитный;
 4 – место складирования;
 $B = 800$ мм; $B = 500$ мм

Плита, в отличие от стеллажей, представляет более точную и надежную базу для размещения на ней установочных и зажимных устройств и обеспечивает сборку изделий более высокого качества.

Сборочные плиты изготавливают из чугуна с пазами в двух взаимно перпендикулярных направлениях или с крепежными отверстиями для установочных и зажимных элементов. Плиты для крупных изделий устанавливают на бетонном основании, рабочую плоскость вымеряют по уровню.

Плиты для сварки, правки, зачистки аналогичны сборочным и отличаются от них отсутствием элементов крепления и большей толщиной.

Контрольно-разметочные плиты имеют большую точность. На их рабочей поверхности, как правило, нанесена координатная сетка.

Неповоротные столы сварщика типа ССН служат для изделий массой 60–80 кг. Столы оборудованы системой вентиляции для удаления газа и пыли.

Оборудование для перемещения свариваемых изделий

В процессе изготовления сварным изделиям требуется сообщать периодические повороты для удобного расположения швов; или вращение при автоматической сварке круговых швов.

Оборудование для установки и перемещения свариваемых изделий (табл. 16) включает:

- манипуляторы;
- вращатели;
- кантователи;
- роликовые стенды;
- автооператоры (механическая рука).

Манипуляторы предназначены для установки изделий в удобное для сварки положение и их вращение вокруг двух осей: наклон и вращение. Могут иметь маршевую и сварочную скорости или только маршевую скорость (в этом случае их называют позиционерами). Манипуляторы применяют для сварки круговых швов на цилиндрических изделиях. Позиционеры применяют для сварки рамных и корпусных изделий. Предельный угол наклона планшайбы составляет 45–360°.

Различают манипуляторы без подъема стола, с подъемом стола и роликовые.

Манипуляторы без подъема стола могут быть с зубчатым сектором, домкратные, консольные, двухстоечные.

Манипуляторы с зубчатым сектором предназначены для установки небольших изделий диаметром до 2000 мм. Планшайба для крепления изделия находится над корпусом манипулятора, что обеспечивает компактность установки.

Домкратные манипуляторы имеют механизм наклона стола в виде гидравлических цилиндров или винтовой передачи. Применяют для тяжелых изделий массой до 1000 т.

Консольные манипуляторы имеют консоль, выносящую стол с планшайбой вперед от станины. Изделие наклоняют поворотом консоли вокруг оси главного вала на 360°. Таким образом, консольные манипуляторы обеспечивают возможность полного поворота изделий относительно двух осей. Однако значительные перемещения изделия в пространстве затрудняют установку и обслуживание сварочного автомата. Недостатком также является малая жесткость установки. Поэтому применяют их только для небольших изделий.

Схемы оборудования для перемещения свариваемых изделий

Оборудование	Схема	Оборудование	Схема
<u>Манипуляторы без подъема стола:</u>			
с зубчатым сектором		цепные с опускающимися цепями	
домкратные		рычажные	
консольные		домкратные	
двухстоечные		челночные	
<u>Манипуляторы с подъемом стола</u>		книжные без передвижения	
<u>Кантователи:</u>			
кольцевые		книжные с передвижением	
цепные с неопускающимися цепями		с поворотной рамой	

Оборудование	Схема	Оборудование	Схема
<u>Роликовые стенды:</u>			
на общей раме с продольными валами		из отдельных секций передвижных	
на общей раме с поперечными валами		наклоняемых	
из отдельных секций стационарных		передвижные	

Двухстоечные манипуляторы имеют поворотную раму с планшайбой, установленную на двух стойках. Вращение планшайбы и поворот рамы осуществляются на 360° в любую сторону. Недостаток – ограничение размеров свариваемых изделий расстоянием между стойками.

Манипуляторы с подъемом стола позволяют сваривать крупногабаритные изделия в различных положениях без установки манипулятора на специальную подставку-тумбу, как это требуется для манипуляторов без подъема стола.

Роликовый манипулятор предназначен для сварки фланцев с днищами и короткими обечайками. Особенность этого манипулятора – закрепление изделия за наружную поверхность, что позволяет сваривать наружные и внутренние швы без переустановки изделия.

Вращатели представляют собой упрощенные манипуляторы, в которых отсутствует механизм наклона и ось вращения занимает постоянное положение. Аналогично манипуляторам вращатели могут иметь регулируемые сварочную и маршевую скорости либо только маршевую. Ось вращения может иметь вертикальное, наклонное или горизонтальное положение.

Простейшей модификацией вертикальных вращателей являются поворотные столы сварщика типа ССП, предназначенные для поворота небольших изделий вокруг вертикальной оси и установки их в удобное положение при ручной и полуавтоматической сварке.

Вращатели с горизонтальной осью вращения состоят из одной или двух стоек, иногда имеют поддерживающее устройство в виде роликовой опоры.

Кантователи предназначены для установки изделий в удобное для сварки положение поворотом их вокруг горизонтальной оси.

По конструкции и числу движений кантователи различают: двухстоечные, кольцевые, цепные, рычажные, домкратные, челночные, книжного типа и с поворотной рамой.

Двухстоечные кантователи – это вращатели, имеющие только маршевую частоту вращения. Разновидность – кантователь с рамой, расположенной между стойками, для крепления свариваемого изделия. Применяют в основном для балочных конструкций.

Кольцевые кантователи имеют два целых или разъемных кольца, в которых крепят свариваемые изделия. Кольца опираются на роликоопоры. Кантователи с целыми кольцами применяют для рамных и корпусных изделий, которые закрепляют на раме или кондукторе, расположенными между кольцами. Кантователи с разъемными кольцами используют для сварки балочных конструкций.

Цепные кантователи состоят из боковых и нижних стоек, на которых закреплены звездочки. На одном ряду боковых стоек – приводные, на другом ряду и нижних стойках – холостые. Цепи, надетые на звездочки, служат опорой для кантуемого изделия. Цепные кантователи не применяют для автоматической сварки, так как нет точной фиксации изделия на цепи.

Рычажные кантователи для балок состоят из нескольких призматических опор и двух групп Г-образных рычагов, закрепленных на валах, расположенных в верхних частях опор. Рычаги приводятся в действие гидроцилиндрами. В исходном положении все рычаги опущены, балка краном укладывается на опоры. После сварки, при необходимости кантовки, поднимается одна группа рычагов таким образом, чтобы плечи рычагов, связанные с валами, расположились горизонтально. Изделие снимают с опор и располагают на этих рычагах. Затем поднимают противоположные рычаги.

Далее первую группу рычагов опускают, изделие попадает на рычаги второй группы, которые, опускаясь при включении гидроцилиндров, устанавливают изделие на опоры; при этом изделие оказывается повернутым на 90° . Как и цепные, рычажные кантователи не требуют крепления изделия, но обеспечивают его фиксированное положение при сварке.

Домкратные кантователи применяют для поворота плоских рам на 90° в обе стороны. Кантователи имеют поворотную раму, закрепленную с двух сторон осями, и два гидравлических домкрата, расположенных под рамой. Оси с одной стороны выдвигаются, включая домкраты, и рамы с закрепленным изделием устанавливаются вертикально. Аналогично происходит поворот в другую сторону.

Челночные кантователи обеспечивают не только поворот изделий и установку их в удобное для сварки положение, но также и транспортирование изделий с одного рабочего места на другое. Кантователь имеет несущую раму с ходовыми колесами; на раме располагаются два подъемных крыла, приводимых в действие гидроцилиндрами. Кантователь находится под стеллажом, над которым сваривают изделие. В исходном положении крылья расположены горизонтально. Для поворота изделия одно крыло поднимается до вертикального положения, и крылья фиксируются замком. Изделие в это время находится над вторым горизонтальным крылом. При включении второго гидроцилиндра оба крыла одновременно поворачиваются на 90° вместе с расположенным между ними изделием. Аналогично происходит поворот в другую сторону. При транспортировании изделие располагается, как при сварке, «в лодочку».

Кантователи книжного типа применяют для полотнищ шириной до 2,5 м. Основные элементы кантователей – две группы рычагов, которые могут поворачиваться вокруг общей оси от электро- или гидропривода. Кантователи могут быть стационарные и передвижные. У стационарных кантователей ось поворота рычагов неподвижна, у передвижных – крепится к тележке.

В исходном положении обе группы рычагов расположены горизонтально по обе стороны от оси. Полотнище укладывают на рычаги одной из групп. Перед кантовкой на стационарном кантователе вторая группа рычагов поворачивается и накрывает полотнище, затем рычаги с полотнищем поворачиваются на 180° , и верхняя

группа рычагов возвращается в исходное положение. При кантовке на передвижном кантователе после накрывания полотнища рычаги поворачиваются на 90° (становятся вертикально). Тележка перемещается в сторону, противоположную кантовке, и рычаги переводятся дальше в горизонтальное положение, т. е. осуществляется кантовка на 180° . Таким образом, за счет перемещения тележки полотнище после кантовки располагается на том же месте, что и до кантовки. При использовании стационарных кантователей оно перекладывается на новое место, что требует дополнительных площадей.

Кантователи с поворотной рамой применяют для полотнищ шириной до 8 м. Кантователи имеют колонну и поворотную раму (кассету) с роликами. Стенки кассеты представляют собой рольганги, между которыми в кассету заводится кантуемое полотнище. Кассета при этом расположена горизонтально. Кантовка заключается в подъеме кассеты лебедкой до вертикального положения и последующего ее опускания до горизонтального положения. Кассета с полотнищем при этом поворачивается на 180° на исходной площадке.

Планировка участка поточной линии резки, сборки и сварки стержней двутаврового сечения с использованием кантователя показана на рис. 22.

Роликовые стенды с маршевой скоростью предназначены для вращения и установки цилиндрических изделий при их сборке, сварке продольных швов и контроле. Роликовые стенды со сварочной скоростью используют при сварке кольцевых швов. Роликовый стенд состоит из приводных и не приводных роликовых опор. Роликовые опоры монтируют на общей раме или на отдельных секциях. Приводные роlikоопоры могут располагаться с одной стороны от продольной оси (применяют для длинных изделий) или по обе стороны от продольной оси (для изделий с выступающими частями). Стенды, состоящие из отдельных унифицированных секций, удобно использовать для изделий различной массы, размеров и форм.

Наклоняемые роликовые стенды используют для сварки угловых швов «в лодочку». Для предотвращения соскальзывания изделия с роликов устанавливают упоры.

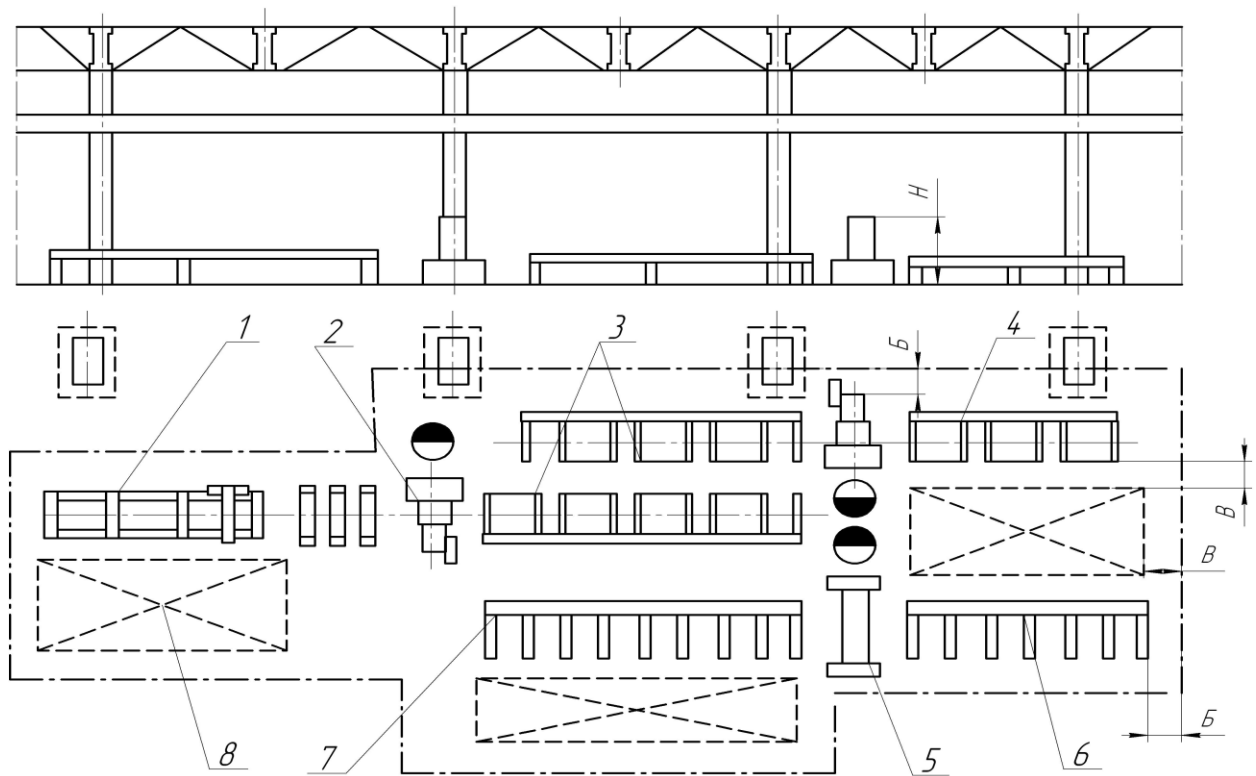


Рис. 22. Размещение поточной линии сборки, сварки и резки стержней двутаврового сечения:

1 – стенд для сборки стержней; 2 – агрегат сварочный; 3 – рольганг и кантователь; 4 – рольганг конечный; 5 – машина для кислородной резки трехрезаковая; 6 – рольганг подающий; 7 – рольганг приемный; 8 – место складирования; $B = 800$ мм; $B = 500$ мм

Передвижные стенды на тележках применяют при необходимости перемещения изделия. Число тележек и расстояние между ними меняют в зависимости от длины изделия.

Автооператоры – это программируемые устройства для выполнения двигательных функций, аналогичных функциям руки человека. Совершают одну и ту же последовательность движений по жесткой программе. Автооператоры обычно встраиваются в оборудование и предназначаются для загрузки заранее ориентированных заготовок в зажимные устройства и их переноса из зоны обработки после сварки. Если необходимо обеспечить большие перемещения или сложную траекторию переноса, то применяются совместно с кантователями или транспортерами. Автооператоры способны брать объекты за поверхность одной и той же конфигурации. Однако иногда в них используют схваты, как у промышленных роботов,

позволяющих захватывать предметы различных размеров. Обычно переналадка автооператоров не допускается. Линейные перемещения звеньев автооператора невелики – 0,2–0,4 м, скорость перемещений 0,1–0,2 м/с, время цикла 10–20 с.

Оборудование для установки и перемещения сварочных аппаратов

Оборудование для установки и перемещения сварочных аппаратов используют при сварке изделий на манипуляторах, вращателях, роликовых и других стендах. К такого вида оборудования относятся:

- тележки;
- колонны;
- автосварочные стенды.

Тележки для сварочных аппаратов (рис. 23) по конструкции делят на три группы: велосипедные, глагольные и порталные. Велосипедные тележки (планировка на рис. 24) перемещаются по двум рельсам, расположенным в вертикальной плоскости один над другим. Ходовая часть тележек состоит из двухколесной платформы, перемещающейся по нижнему рельсу, и роликов, перемещающихся по верхнему рельсу, который удерживает тележку от опрокидывания. Велосипедные тележки располагают у стены цеха и занимают небольшую производственную площадь. Могут быть поворотные и неповоротные.

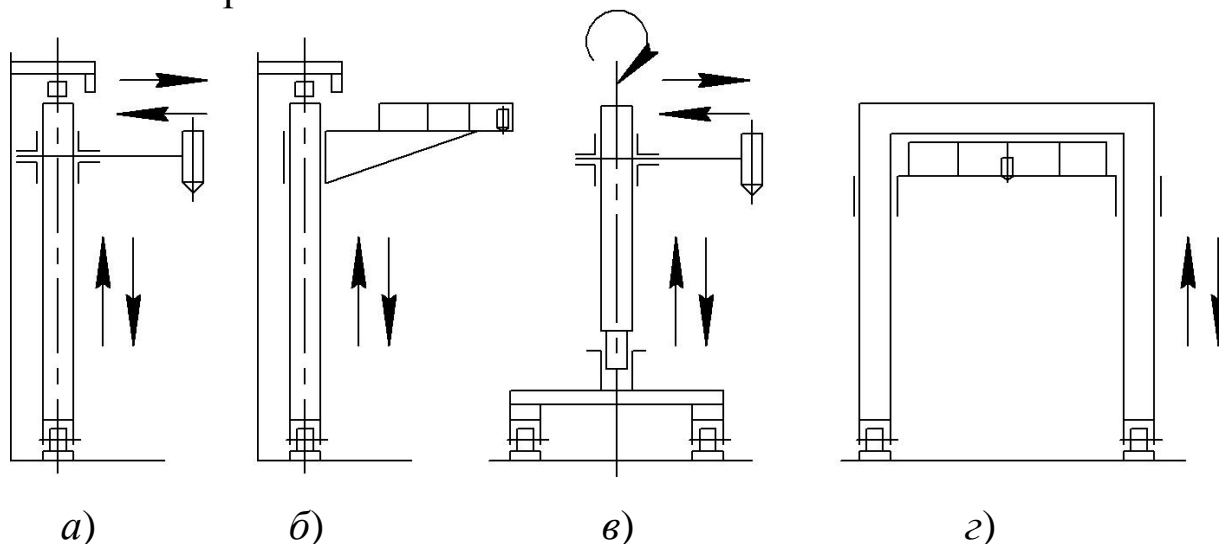
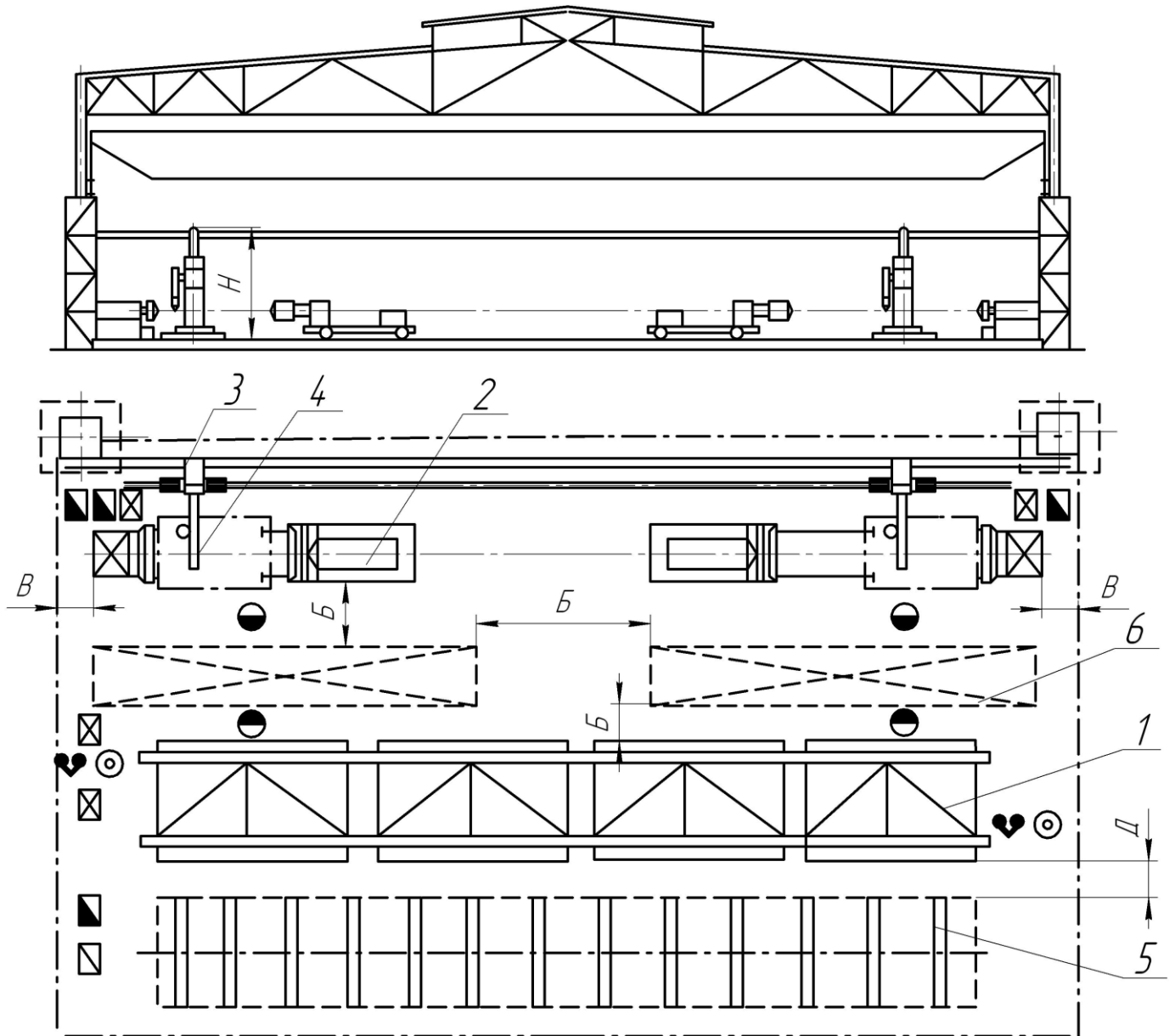


Рис. 23. Схемы тележек для сварочных аппаратов:
 а – велосипедного типа с консолью; б – велосипедного типа с балконом; в – глагольная тележка; г – порталная тележка



- | | | | |
|---|--------------------------------------|---|--------------------------------|
| ■ | <i>Сварочный выпрямитель на 500А</i> | ⊙ | <i>Подвод углекислого газа</i> |
| □ | <i>Сварочный трансформатор 500А</i> | ♥ | <i>Подвод сжатого воздуха</i> |
| ⊠ | <i>Сварочный трансформатор 1600А</i> | | |

Рис. 24. Размещение участка сборки и автоматической сварки с использованием велосипедной тележки:

1 – кондуктор сварочный; 2 – кантователь двухстоечный;
 3 – велотележка; 4 – автомат сварочный; 5 – стеллаж; 6 – место складирования; $B = 800$ мм; $В = 500$ мм; $Д = 1500$ мм

Изготавливают тележки с консолью и тележки с балконом, на котором размещаются сварочная аппаратура и сварщик с материалами. Тележки с балконом оснащаются самоходными аппаратами, предназначены для сварки кольцевых и коротких прямолинейных швов; наряду с маршевой имеют сварочную скорость. Тележки с балконом применяют для сварки крупногабаритных изделий.

Глагольные тележки (планировка на рис. 25) отличаются от велосипедных тем, что передвигаются по двум рельсам, расположенным на полу цеха. Могут быть установлены в любом месте цеха, но имеют два недостатка – занимают большую производственную площадь и имеют недостаточную жесткость, особенно тележки больших размеров.

Портальные тележки – напольные, перемещаются по двум рельсам, расположенным по обе стороны от изделия. Обладают большой жесткостью и могут быть размещены в любом месте цеха. Недостатки порталных тележек – сложность и громоздкость конструкции. Типовые порталные тележки предназначены в основном для сварки цилиндрических изделий.

При выборе тележек руководствуются следующими принципами: для сварки изделий диаметром до 4 м у стены цеха целесообразно применять велосипедные тележки; для изделий диаметром до 2 м, свариваемых в середине пролета, лучше использовать глагольные тележки; для сварки изделий диаметром 4–6 м у стены цеха и диаметром 2–6 м в середине пролета наиболее применимы порталные тележки.

Колонны для сварочных аппаратов отличаются от велосипедных и глагольных тележек тем, что они стационарны, так как не имеют ходовой части. Могут быть с выдвижной консолью для несамоходных аппаратов и с балконом для самоходных аппаратов. Все колонны изготавливают поворотными.

Автосварочные стенды предназначены для проведения всего цикла сварки. Это комплекс оборудования, состоящий из сварочного аппарата, механического оборудования для установки и перемещения сварочного аппарата и изделия, источника питания и электрической аппаратуры управления. Дополнительно могут оснащаться флюсовыми подушками, устройствами для подогрева и термообработки. Основные виды – стенды для сварки листовых полотнищ, цилиндрических сосудов и балочных конструкций.

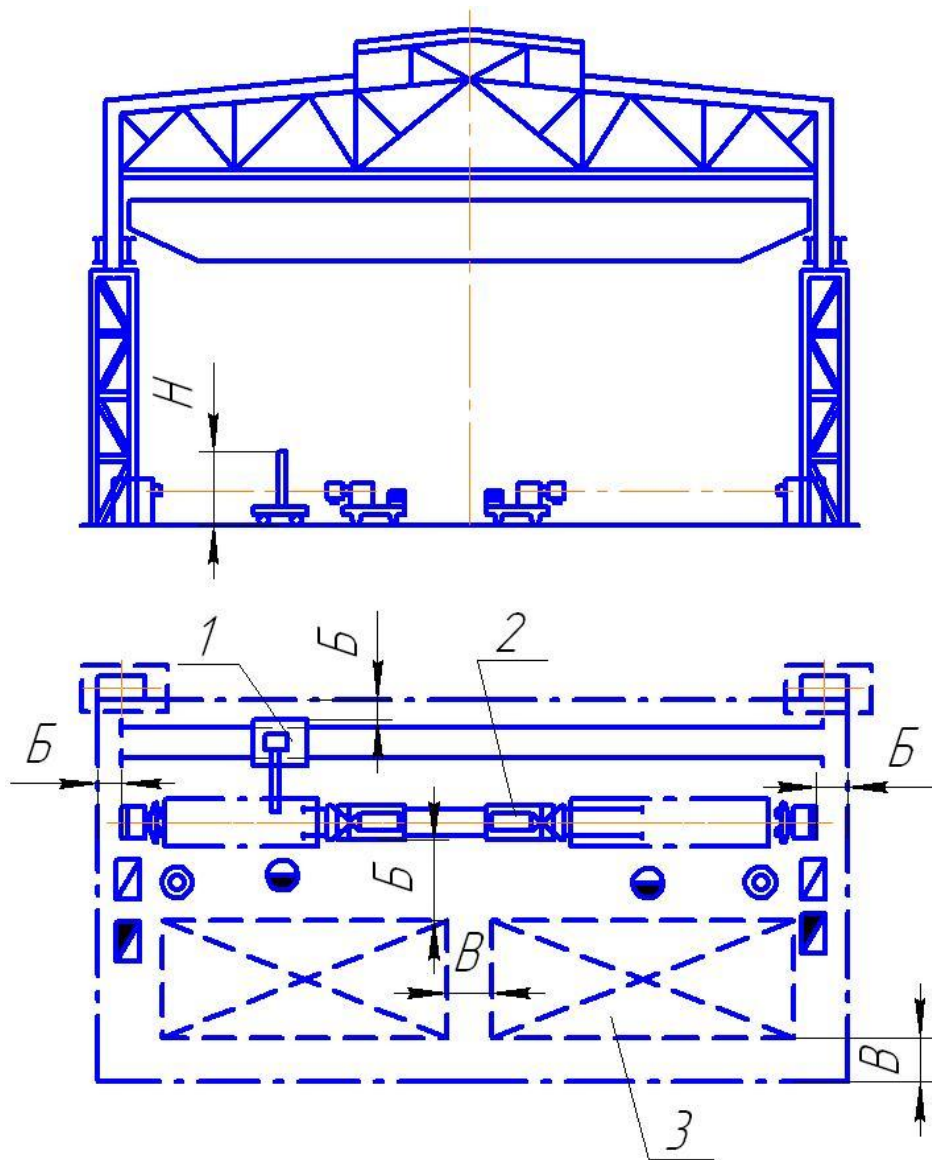


Рис. 25. Размещение участка автоматической сварки с глагольной тележкой:

1 – тележка; 2 – кантователь двухстоечный;
3 – место складирования; $B = 800$ мм; $B = 500$ мм

Оборудование для перемещения сварщиков

Это оборудование обеспечивает удобное положение сварщика при работе на высоте и включает следующие виды:

- площадки;
- лифты.

Площадки могут быть стационарными, переносными и передвижными. Передвижные площадки, в свою очередь, делят на механизированные, подъемные и подъемно-выдвижные.

Стационарные площадки необходимы для обслуживания специализированных рабочих мест, когда движение только рабочего балкона при неподвижном основании обеспечивает удобную работу при сварке всех швов изделия.

Переносные площадки имеют небольшие размеры и применяются при стесненных заводских условиях.

Передвижные механизированные площадки (рис. 26) наиболее универсальны и позволяют быстро перемещать сварщика вместе с аппаратурой и материалами к месту сварки. Применяют при сварке крупногабаритных изделий на манипуляторах, кантователях и других поворотных устройствах, когда сварщик, находясь на высоте, должен перемещаться при повороте изделия.

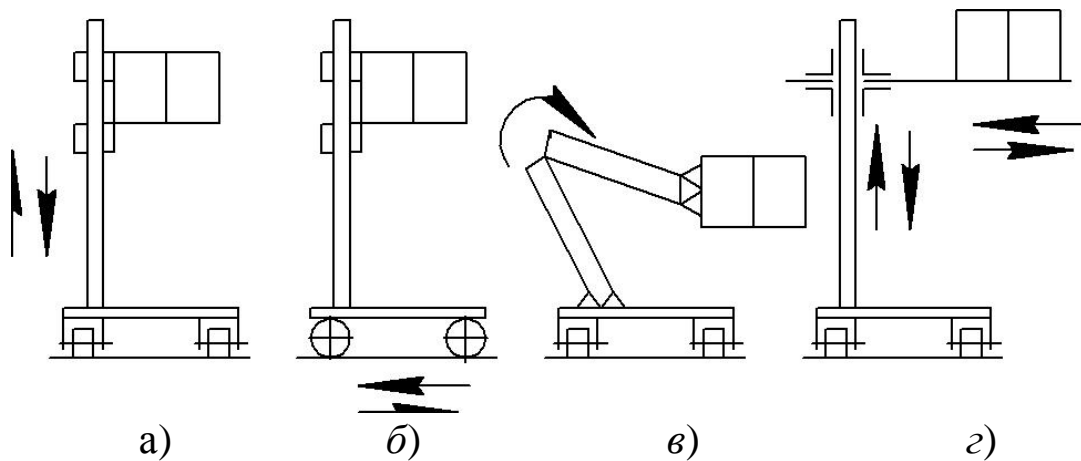


Рис. 26. Схемы передвижных площадок для сварщиков:
а, б – передвижная подъемная площадка; *в* – шарнирно-рычажная подъемно-выдвижная площадка; *г* – координатная подъемно-выдвижная площадка

Передвижные подъемные площадки обеспечивают перемещение сварщика по вертикали (подъем балкона) и горизонтали (передвижение всей площадки).

Подъемно-выдвижные площадки обеспечивают перемещение сварщика в трех направлениях: вдоль фронта работ (передвижение всей площадки), поперек фронта работ (выдвижение балкона), по вертикали (подъем балкона). Такие площадки выполняют по двум схемам: шарнирно-рычажная и координатная. Шарнирно-рычажная схема обеспечивает подъем рабочего балкона за счет вращательных движений секций стрелы, а координатная схема – за счет прямолинейных движений каретки по вертикали и консоли по горизонтали.

Лифты представляют собой электроподъемники типа пассажирских лифтов и снабжены клетевыми кабинами для сварщиков. Монтируют на передвижной тележке, позволяющей перемещать подъемник. Используют при электрошлаковой сварке крупногабаритных изделий для перемещения сварщика по вертикали на несколько метров.

4.5. Подъемно-транспортное оборудование

Напольный тележечный транспорт

Применяют для перемещения изделий в процессе изготовления между участками, расположенными в разных пролетах цеха, и между цехами. Различают:

- ручные тележки;
- электрокары (электротележки);
- электропогрузчики;
- рельсовые самоходные тележки.

Ручные тележки грузоподъемностью 0,25–0,5 т применяют для перевозки мелких грузов на расстоянии до 50 м. Могут быть оборудованы стеллажами разнообразной формы – в виде елочек, столиков, ящиков.

Электротележки применяют для внутрицехового и межкорпусного транспортирования грузов. Могут быть с подъемной и неподъемной платформой; с подъемными вилами; с краном; электротележки-самосвалы. Грузоподъемность в зависимости от вида электротележки составляет 0,5–5 т, скорость передвижений 7–15 км/ч.

Электропогрузчики применяют для внутрицеховой загрузки и разгрузки контейнеров. Могут быть на пневматических и массивных шинах; комплектоваться различными захватами, каретками, сталкивателями. Имеют грузоподъемность до 3 т, скорость передвижения 6–10 км/ч.

Рельсовые самоходные тележки с электроприводом применяют для перемещения грузов массой 5–120 т. Тележки питаются электрическим током от гибкого кабеля или через подъемные троллеи.

Недостатком напольного тележечного транспорта является загромождение пола в пролете.

Крановое оборудование

Применяют на подъемно-транспортных и погрузо-разгрузочных работах. Основными видами являются:

- мостовые краны;
- подвесные (кран-балки);
- козловые и полукозловые;
- консольно-поворотные (укосины);
- монорельсы;
- краны-штабелеры;
- магнитные листоукладчики.

Мостовые электрические краны являются универсальным крановым оборудованием, обслуживающим всю площадь пролета (кроме мертвых зон у колонн). Имеют мост, который передвигается по подкрановым путям вдоль пролета. По мосту передвигается грузовая тележка с механизмами передвижения и подъема. Механизм подъема имеет два устройства: электрическую лебедку, состоящую из привода и канатного барабана, и полиспаст, состоящий из системы блоков с канатом и грузовой подвески. Мостовые краны рекомендуется применять в цехах крупных и тяжелых изделий, так как требуется здание бóльшей высоты и соответственно стоимости. Грузоподъемность мостовых кранов составляет 3–320 т, пролет – 10,5–32 м.

Специальные подъемно-транспортные средства предназначены для выполнения конкретных операций по установке, перемещению, кантованию изделий. Примером такого оборудования может служить четырехкрюковой мостовой кран, у которого на грузовой тележке установлено два независимых механизма подъема; каждый из механизмов имеет по два канатных барабана. Изделие (балка) располагается на цепях, каждая из которых накинута на крюки, подвешенные к разным механизмам подъема. Изделие сначала приподнимают, затем, работая одним механизмом подъема на спуск, а другим на подъем, кантуют балку.

Кран-балки не требуют специальных колонн для подкрановых путей и имеют малые габариты. Отличаются от мостовых конструкций моста отсутствием грузовой тележки, вместо которой используют электроталь с механизмом передвижения (тельфер). Возможен переход электротали с кран-балки одного пролета на кран-балку другого, а также переход электротали на монорельсы. Грузоподъемность кран-балок составляет 1–5 т.

Козловые краны имеют мост, который опирается на высокие опоры (козлы), установленные на ходовые тележки. Тележки перемещаются по рельсам вдоль зоны обслуживания. Полукозловые краны (рис. 27, *д*) перемещаются по рельсам, один из которых расположен на полу, другой – на колонне. Козловые и полукозловые краны используют на складах металла и готовой продукции, легкие краны – при сборке и сварке на отдельных рабочих местах.

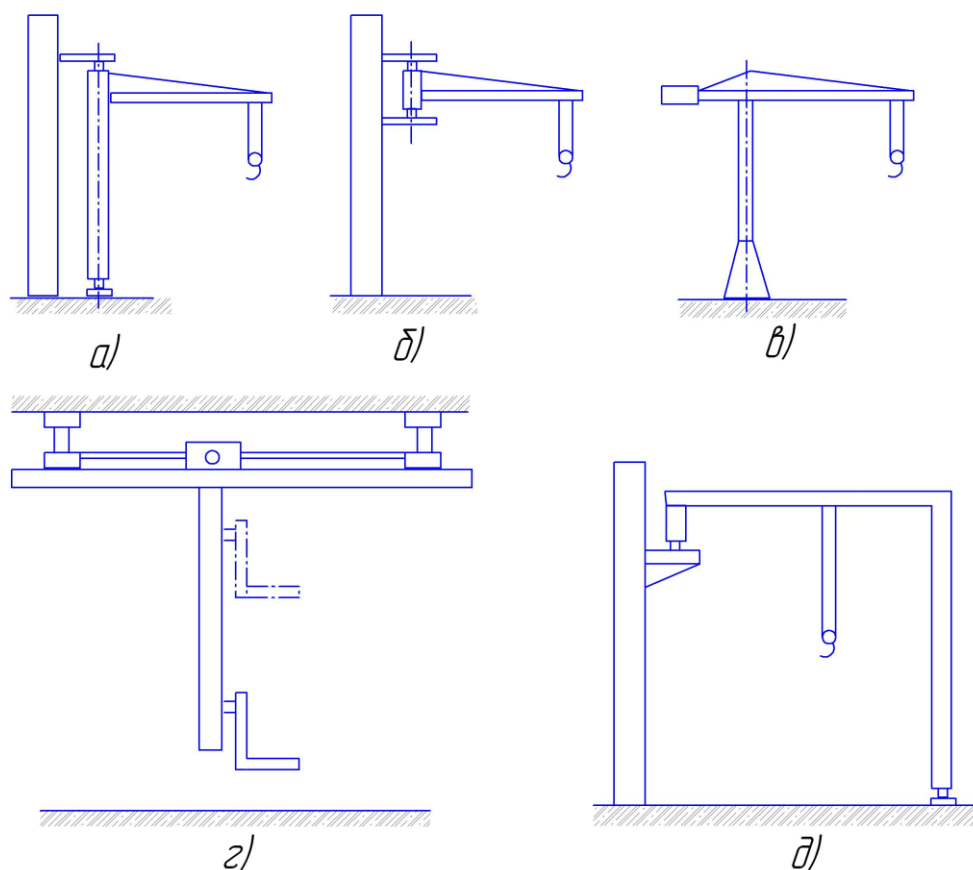


Рис. 27. Разновидности кранов:

а – консольный велосипедный кран; *б* – консольный настенный кран; *в* – консольный стационарный кран; *г* – кран-штабелер подвесной; *д* – полукозловой кран

Планировка участка с использованием полукозлового крана показана на рис. 28.

Консольные краны с электроталями и подъемниками могут быть передвижными и стационарными (рис. 27, *а, б, в*).

Консольные передвижные краны перемещаются вдоль стен или колонн по двум рельсам, расположенным один над другим.

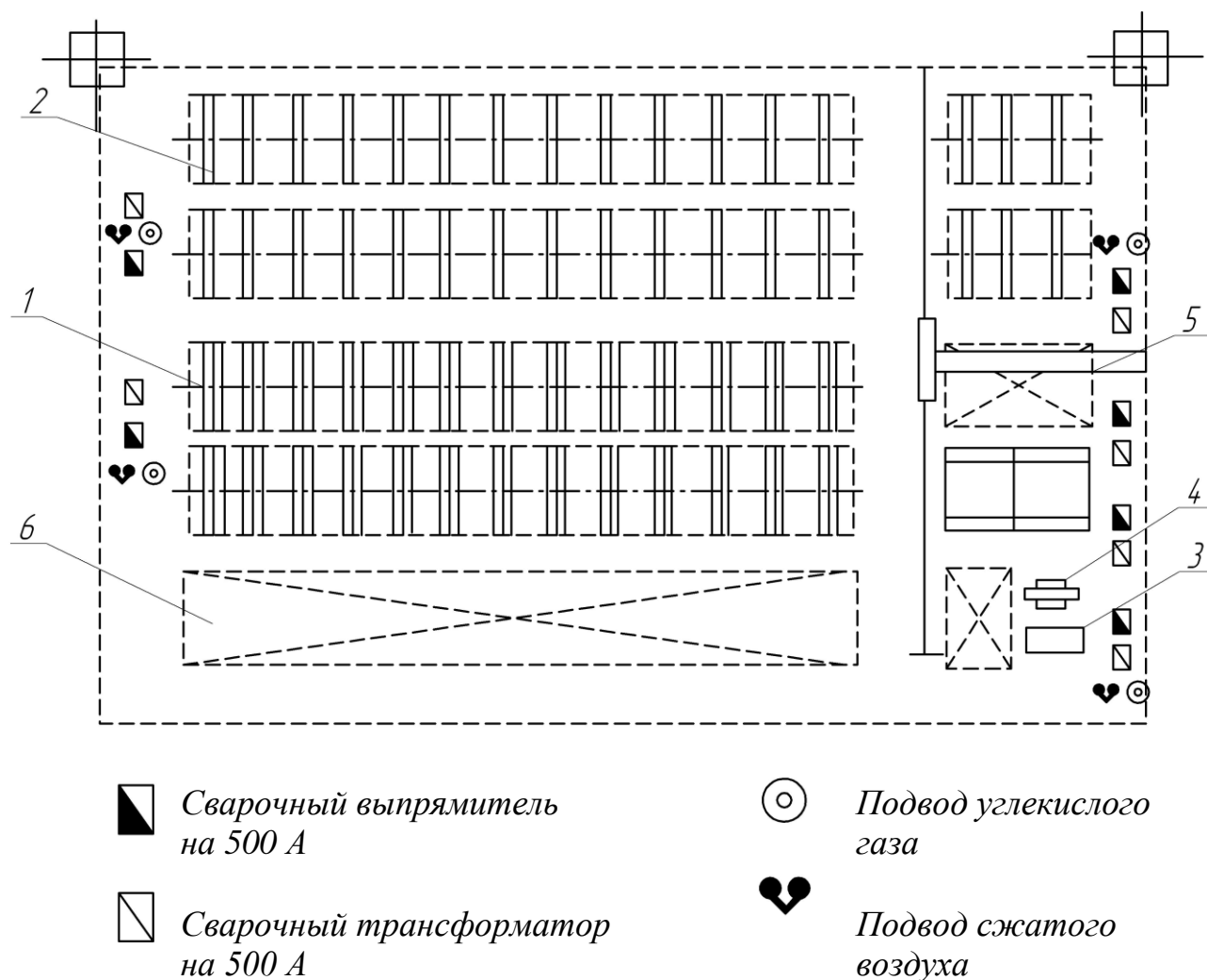


Рис. 28. Планировка участка сборки и сварки с применением полукозлового крана:

1 – стенд сборочный; 2 – стенд сварочный; 3 – приспособление для сборки накладок; 4 – манипулятор сварочный; 5 – кран полукозловой; 6 – место складирования

Оба рельса можно крепить на колоннах (настенный кран), либо верхний крепят на колонне, а нижний – на полу (велосипедный кран).

Консольные стационарные краны располагают на стойках, колоннах или встраивают в оборудование. Применяют для обслуживания отдельных рабочих мест или для передачи изделия с одного рабочего места на другое. Грузоподъемность консольных кранов составляет 0,25–3 т, вылет консоли 3–6 м.

Монорельс – однорельсовый подвесной путь (в качестве которого используют двутавровую балку), по которому могут двигаться

две и более ручные тали или электротали со специальными грузозахватами. Обслуживают отдельные рабочие места или транспортируют груз на значительное расстояние. Возможна единая разветвленная транспортная система и автоматическое адресование грузов на разные уровни и этажи здания. Грузоподъемность электроталей для монорельсов составляет 0,25–10 т, скорость передвижения – 20 м/мин, высота подъема – до 6 м.

Краны-штабелеры сочетают в себе качества кранов и электропогрузчиков. Могут быть опорными и подвесными (рис. 27, з). Кран передвигается по подвесному подкрановому пути и имеет мост, по которому движется тележка с поворотной колонной. По направляющим колонны перемещается вилочный захват.

Основное применение кранов-штабелеров – обслуживание складов со штабельным и стеллажным хранением грузов в таре. Также применяются в производственных цехах для подъемно-транспортных работ. Грузоподъемность кранов – 0,15–5 т, высота подъема груза – до 12 м.

Магнитный листоукладчик служит для транспортирования листов в горизонтальном положении. Состоит из портальной рамы с подъемной кареткой, на которой смонтирована траверса с электромагнитными захватами. Портал перемещается по рельсовому пути. Траверса установлена на катках и может перемещаться по каретке в горизонтальном направлении. Портал подводят к месту складирования листов, опускают каретку до соприкосновения захватов с листом, включают электромагниты, затем поднимают каретку, и портал перемещает ее вместе с листом.

Подвесной транспорт

Применяют для межоперационного и внутрицехового транспортирования изделий. Имеет гибкую трассу и легко приспосабливается к возможным ее изменениям. Можно создавать подвижные запасы деталей вместо промежуточных напольных складов. Наиболее распространены следующие конвейеры:

- грузонесущие;
- грузотолкающие;
- грузотянущие.

Грузонесущие конвейеры (рис. 29, б) имеют одну рабочую ветвь и каретку с подвесками на тяговом элементе (цепи). Подвесные ходовые пути изготавливают из прокатных или гнутых профилей

и крепят к строительным конструкциям на тросах, кронштейнах или стойках. Подвески выполняют в зависимости от формы, габаритов и массы грузов. Грузоподъемность кареток – 250–800 кг, диапазон скоростей – 0,3–32 м/мин.

Грузотолкающие конвейеры (рис. 29, в) имеют две ветви: верхнюю (тяговую), к которой крепят кулак-толкатель, и нижнюю (грузовую) с тележкой и подвесками. Толкатель перемещает тележку с подвесками по грузовому пути. Наличие двух отдельных путей и отсутствие крепления тяговой цепи к тележкам с грузами дают возможность свободного включения и отключения грузовых тележек от тяговой цепи и переход их на другие пути. Таким образом, возможно создание единой транспортной системы с различными по такту технологическими линиями, а также создание висячих комплектующих складов и заделов. Грузоподъемность тележек толкающих конвейеров составляет 32–1250 кг, диапазон скоростей конвейеров – 0,8–24 м/мин.

Грузотянущие конвейеры имеют подвесной путь, по которому перемещается толкатель на каретке. Толкатель тянет напольную тележку с грузом. К преимуществам грузотянущих конвейеров можно отнести: свободный вывод тележек из зоны действия цепи; возможность транспортирования более тяжелых грузов. Грузоподъемность тележек составляет 2,5 т и более.

Напольный конвейерный транспорт

Применяется для межоперационного транспортирования и складирования. Применяют следующие виды:

- роликовые конвейеры (рольганги);
- скаты;
- склизы;
- ленточные конвейеры;
- цепные конвейеры;
- штанговые конвейеры (шагающие).

Роликовые конвейеры (рис. 29, г, д) применяют для транспортирования изделий между рабочими местами, а также на заготовительных операциях в качестве подающих и приемных устройств. Могут быть приводные и не приводные; с горизонтальным и наклонным расположением роликов; с роликами цилиндрическими, желобчатыми, призматическими, дисковыми и в виде шаровых опор; стационарные, переносные и передвижные на колесах; могут

иметь обгонный путь. Достоинство таких конвейеров состоит в том, что они допускают пробуксовывание грузов и являются как транспортными, так и накопительными устройствами.

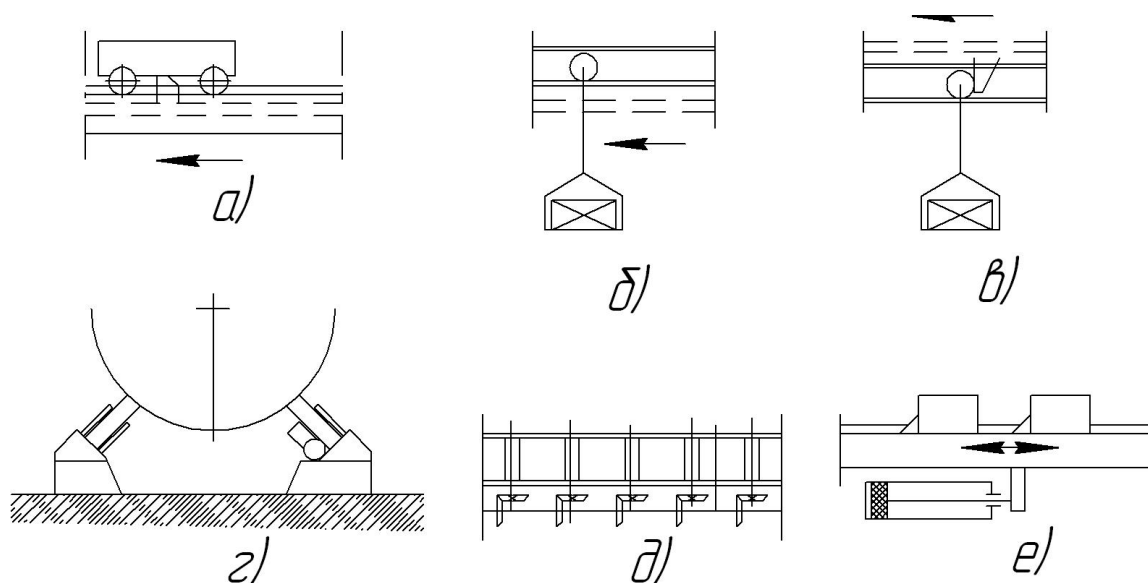


Рис. 29. Разновидности конвейеров:
а – грузоведущий цепной конвейер; *б, в* – подвесной цепной грузонесущий и грузотолкающий конвейеры; *г, д* – роликовые конвейеры; *е* – штанговый конвейер

По неприводным ролямгангам изделия перемещают вручную или они движутся под действием собственной массы. В этом случае конвейеры выполняют с уклоном 2–3 %. В приводных конвейерах вращение передается от двигателя на все рабочие ролики. Возможны также индивидуальные приводы на роликах.

Цилиндрические ролики применяют для транспортирования изделий с плоской опорной поверхностью и мелких деталей в таре.

Желобчатые и призматические ролики применяют для транспортирования труб. Дисковые ролики монтируют на поворотных головках и устанавливают по ходу грузов на переходных секциях разветвленных конвейеров. Шаровые опоры допускают движение грузов в любую сторону на узлах пересечения.

Предусмотрены приводные конвейеры с роликами диаметром 40–159 мм, длиной 200–1200 мм, с шагом 50–630 мм. Нагрузка на один ролик – до 200 кг.

Скаты выполняют в виде желобов длиной до 10 м с уклоном 1 : 10–1 : 15. Они служат для перемещения тел вращения.

Склизы выполняют с уклоном 1 : 5. Применяют для перемещения плоских деталей либо деталей в таре.

Ленточные конвейеры относятся к конвейерам, в которых гибким тяговым, а также грузонесущим органом является лента. Лента изготавливается из текстильного прорезиненного материала шириной 200–800 мм и движется по настилу или роликовым опорам. Конвейеры могут быть стационарными, переносными или передвижными на роликах. Грузоподъемность конвейеров составляет 250 кг, скорость рабочего конвейера – 6–30 м/мин, транспортного – 30–60 м/мин. Так как ленточные конвейеры имеют малую мощность и скорость, их применяют для транспортирования мелких деталей с малым тактом выпуска. В сборочно-сварочном производстве ленточные транспортеры применяют сравнительно редко.

Цепные конвейеры служат для межоперационного транспортирования, а также применяются на складах. Тяговым органом у таких конвейеров служат цепи. К цепям крепятся различные грузонесущие элементы: пластины, тележки, ковши. По конструкции грузонесущих элементов конвейеры называются пластинчатыми, тележечными, ковшовыми.

Пластинчатые конвейеры аналогичны ленточным, отличие – в несущей части. На тяговых цепях, закрепленных на двух звездочках, уложен настил из металлических или деревянных пластин. Длина конвейеров – до 200 м, ширина настила – 400–1600 мм, скорость рабочего конвейера – 1–5 м/мин, скорость транспортного – 7–20 м/мин.

Тележечные конвейеры состоят из замкнутого контура тяговой цепи с тележками, движущимися по направляющим путям или по полу. Различают конвейеры вертикально-замкнутые и горизонтально-замкнутые; грузотянущие и грузоведущие; с непрерывным движением и пульсирующие.

У вертикально-замкнутых конвейеров цепь крепится к звездочкам с горизонтальной осью вращения, так что тележки опрокидываются при повороте. У такого конвейера полезно используется только верхняя ветвь. Выгодно применять при сборке крупных изделий, так как занимают малую площадь. У горизонтально-замкнутых конвейеров тележки поворачиваются вокруг звездочек с вертикальной осью. Позволяют использовать при работе всю свою трассу, но требуют большой площади. Применяют для легких изделий, а также для различных по такту операций.

Грузоведущие тележечные конвейеры (рис. 29, а) устроены по принципу грузотолкающих подвесных конвейеров. Тяговая цепь проходит в траншее ниже уровня пола и не связана с тележками, а толкает их кулачками. Так как отсутствует жесткая связь тележки с тяговой цепью, то тележку можно остановить в любом месте и передать на другой конвейер.

Грузоподъемность тележек у тележечных конвейеров достигает 10–8000 кг, скорость непрерывного конвейера определяется тактом сборки и составляет 0,2–6 м/мин, пульсирующего – 6–8 м/мин, транспортного – до 12 м/мин.

Шагающие конвейеры (рис. 29, е) имеют подвижную раму и неподвижную бóльших размеров. Подвижная рама жестко связана с домкратами-подъемниками (штангами), которые осуществляют пульсирующее возвратно-поступательное движение рамы. Груз укладывают на неподвижную раму; подвижная в это время опущена. Для передачи груза на следующую позицию подвижная рама поднимается домкратами на 10–15 мм выше уровня неподвижной рамы и приподнимает груз, после чего включается привод, который продвигает раму на один шаг, равный ходу цилиндра. Затем рама опускается и устанавливает груз на неподвижную раму.

Промышленные роботы (ПР)

Это перепрограммируемые автоматические манипуляторы для обеспечения гибкой структуры производственных процессов. Основное назначение промышленных роботов состоит в замене рабочих на тяжелых операциях, а также в условиях, вредных для человека. ПР целесообразно применять в мелко- и среднесерийном производстве, так как переналаживаются при переходе с одного изделия на другое и приспособляются к любому оборудованию.

В зависимости от характера ПР и числа степеней подвижности применяют три типа систем программного управления: позиционные – от точки к точке; контурные по непрерывной траектории, когда положение рабочих органов определено в каждый момент времени; комбинированные (универсальные).

Числом степеней подвижности ПР называется число степеней свободы звеньев кинематической цепи или сумма возможных координатных движений объекта манипулирования без учета движения зажима захватного устройства. В основном может быть пять видов

движения: захват, горизонтальное перемещение, вертикальное перемещение, поворот, качение.

По выполняемым функциям ПР делят на три группы:

- технологические;
- вспомогательные (обслуживающие);
- универсальные.

Технологические ПР специализированы по типу операций. Наиболее распространенными являются ПР, предназначенные для сборки, сварки (точечной или шовной), разделительной резки (плазменной, лазерной, гидроабразивной), механической обработки (шлифования, полирования, сверления), окраски, контроля.

Вспомогательные ПР предназначены для переноса заготовок и установки их в зажимных приспособлениях. Они более просты по устройству управления и конструкции, поэтому более дешевые.

Универсальные ПР выполняют функции технологических и вспомогательных промышленных роботов.

Различают следующие типы вспомогательных ПР:

- шарнирно-балансировочные манипуляторы;
- напольный ПР с одной горизонтальной выдвижной рукой;
- напольный ПР с шарнирной (складной) рукой;
- порталные промышленные роботы.

Шарнирно-балансировочные манипуляторы (ШБМ) являются устройствами, близкими к роботам. Работают не по программе и не высвобождают рабочих. ШБМ имеют ручное управление и систему автоматического уравнивания (балансировки) рабочего органа с грузом. Автоматически осуществляется только компенсирование силы веса (с помощью гидроцилиндров), перемещение объекта задает рабочий. ШБМ заменяют краны, погрузчики, тали при обслуживании складов, погрузке и разгрузке. Выполняют подвесными, напольными и на тележках для перемещения и установки в любом месте. Грузоподъемность манипуляторов составляет 100–500 кг, перемещения звеньев по вертикали – 1,5 м, горизонтали – 2 м.

Напольный ПР с одной горизонтальной выдвижной рукой расположен на вертикальной колонне, вокруг оси которой осуществляется поворот руки. Такие роботы сверхлегкие и легкие. Имеют четыре степени подвижности: три переносные и одну ориентирующую. Устройство управления – цикловое, т. е. управляющие команды задаются в числовом виде, а геометрическая информация – положением механических упоров или подключением конечных

выключателей. Предельными следует считать значения: вылета руки 2,0–2,5 м, горизонтального хода 1,0–1,3 м, вертикального хода 0,5 м. Масса манипулятора изменяется в широких пределах: от нескольких десятков килограммов (сверхлегкие роботы) до одной тонны и более.

Напольный ПР с шарнирной рукой может быть как технологическим, так и вспомогательным. Имеет пять степеней подвижности: три переносные и одна ориентирующая. Устройство управления – позиционное или контурное, на основе ЧПУ. Радиус рабочей зоны превышает 2 м, грузоподъемность – 5–80 кг.

Портальные промышленные роботы имеют одну или несколько качающихся рук. Каждая рука имеет три степени подвижности (две переносные и одну ориентирующую). Портальные роботы обслуживают одну или несколько единиц оборудования, установленных в ряд. Ход каретки по траверсе изменяется 3–16 м, поперечные размеры рабочей зоны – 1,0–2,5 м. Грузоподъемность портальных роботов составляет 20–200 кг.

Совокупность единицы технологического оборудования, промышленного робота и средств оснащения называется роботизированным технологическим комплексом (РТК). Пример планировки размещения РТК приведен на рис. 30.

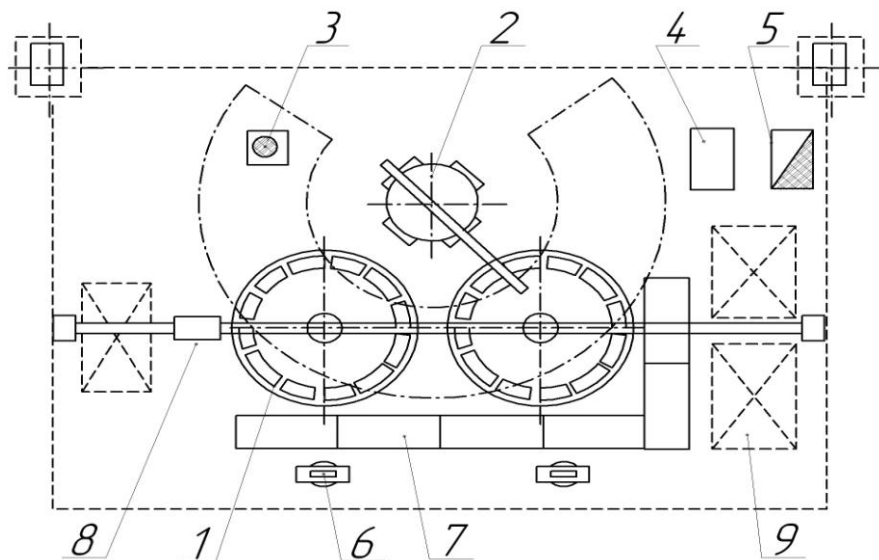


Рис. 30. Планировка размещения РТК:

1 – кондуктор сварочный; 2 – ПР; 3 – устройство зачистки горелки; 4 – пульт управления ПР; 5 – источник питания; 6 – пульт управления РТК; 7 – полы безопасности; 8 – тельфер; 9 – место складирования узлов

Глава 5 РАСЧЕТ И СОСТАВ РАБОТАЮЩИХ

5.1. Производственные рабочие

Состав и число работающих определяются характером производственного процесса, степенью его автоматизации, уровнем кооперации и специализации вспомогательных служб в масштабе корпуса, а также структурой и степенью автоматизации системы управления производством.

Определение численности работающих начинают с рабочих основного производства.

К производственным рабочим относятся все рабочие, непосредственно участвующие в технологическом процессе. Номенклатура профессий: разметчик, резчик металла на ножницах и прессах, газорезчик, стропальщик, фрезеровщик, сверловщик, вальцовщик, термист, кузнец, сборщик, электросварщик, металлизатор, правильщик на машинах, чистильщик металла, а также наладчик оборудования.

Требуемое количество производственных рабочих $P_{\text{пр}}$, непосредственно занятых выполнением операций технологического процесса сборки и сварки изделий (без наладчиков), определяется по трудоемкости выполняемых работ:

$$P_{\text{пр}} = \frac{T_{\text{шт}} N}{F_p}, \quad (23)$$

где F_p – действительный годовой фонд времени работы рабочего, ч (см. табл. 2).

К расчетному числу производственных рабочих добавляют наладчиков. Число наладчиков может быть взято по числу единиц оборудования, обслуживаемого одним рабочим в смену. Для заготовительного и металлорежущего оборудования принимают одного наладчика на 7–12 единиц оборудования, в зависимости от вида оборудования и группы сложности заготовки; для сварочного оборудования одного наладчика на 10–20 единиц оборудования.

Все количество производственных рабочих разбивают по сменам так, чтобы в первую смену работало все оборудование цеха.

5.2. Вспомогательные рабочие

К вспомогательным относятся рабочие, выполняющие работы, необходимые для функционирования основного производства. Их численность зависит от количества основных рабочих, сварочного оборудования, типа производства, площади цеха.

В сварочных цехах работает две группы вспомогательных рабочих.

Вспомогательные рабочие основного производства: приемщик сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, сортировщик-сдатчик металла, комплектовщик, крановщик, стропальщик, подсобный (транспортный) рабочий, распределитель работ, уборщик производственных помещений.

Вспомогательные рабочие по межремонтному и мелкому ремонту оборудования: слесарь (дежурный), электромонтер (дежурный).

Рабочие по плановому ремонту оборудования, рабочие по ремонту приспособлений и вспомогательного инструмента, рабочие по ремонту зданий, трубопроводов и систем вентиляции должны быть централизованы по заводу и в состав основных цехов не включаются.

Для укрупненных расчетов число вспомогательных рабочих можно принимать 20–30 % от числа производственных рабочих. Меньшие значения – для единичного и мелкосерийного производства, большие – для массового и крупносерийного.

Для детальных расчетов число вспомогательных рабочих определяется либо в зависимости от планируемого объема работ, либо по штатным ведомостям, которые составляются при проектировании цеха, либо по рабочим местам и нормам обслуживания (табл. 17, 18 и 19).

Рабочие по обслуживанию подъемно-транспортного оборудования (крановщики, стропальщики, водители напольного транспорта), в зависимости от принятой организационной структуры завода, рассчитываются в целом по корпусу или могут быть централизованы в масштабе завода.

При этом следует принимать: 1 крановщик в смену на 1 кран мостовой, подвесной, штабелер с управлением из кабины вне зависимости от грузоподъемности. Подвесные и мостовые краны с нижним управлением обслуживаются основными рабочими цеха.

Таблица 17

Нормы расчета наладчиков

Оборудование	Количество оборудования, обслуживаемое одним наладчиком в смену
Пресс кривошипный	8–12
Пресс гидравлический листоштамповочный	7–9
Пресс гидравлический запрессовочный	14–15
Ножницы	13–15
Машины гибочные и правильные	14–15
Станки металлорежущие	15
Газорезательное оборудование	9–10
Стационарные точечные машины до 400 кВт	10–11
Стыковые сварочные машины до 300 кВт	8–10
То же, до 750 кВт	3–4
Роликовые сварочные машины до 200 кВт	7–8
Установки автоматической сварки	8–10
Полуавтоматы для дуговой сварки	12–15
Посты дуговой и газовой сварки	15–20
Полуавтоматы для сварки открытой дугой в среде защитных газов под слоем флюса	25

Примечания: 1. При обслуживании одним наладчиком оборудования различного типа к нормам обслуживания применять коэффициент 0,85.

2. Меньшие значения норм оборудования следует принимать при заготовках простой конфигурации и меньшей мощности оборудования.

Таблица 18

Нормы для определения численности вспомогательных рабочих прочих профессий

Профессия	Методика определения численности
Смазчики	Из расчета обслуживания одним рабочим в смену 150–200 машин контактной сварки и 300–400 единиц дугового и другого оборудования
Кладовщики промскладов	Один рабочий на 80 производственных рабочих
Кладовщики-раздатчики инструмента и приспособлений	Один рабочий на 200–300 производственных рабочих
Комплектовщики-распределители работ	Один рабочий на 80–100 производственных рабочих
Уборщики производственных помещений	Один рабочий на 2000–3000 м ² производственной площади в смену

**Нормы расчета рабочих по межремонтному обслуживанию
оборудования**

Профессия	Количество единиц оборудования, обслуживаемого одним рабочим в смену	
	Заготовительный участок	Участок сборки и сварки
Слесарь	40–50	55–65
Электрослесарь	80–100	90–110

5.3. Прочие категории работающих

К этой группе относятся инженерно-технические работники (ИТР), служащие, младший обслуживающий персонал (МОП), работники технического контроля (ОТК).

К ИТР относятся лица, осуществляющие руководство цехом и его структурными подразделениями: начальник цеха, начальник участка или отделения, мастер смены, старший мастер, инженер, технолог, нормировщик, начальник бюро, диспетчер, экономист, энергетик цеха, механик цеха. Нормировщики, плановики, диспетчеры, ИТР по эксплуатации и ремонту основного оборудования могут быть централизованы по заводу и в состав работающих основных цехов не включены.

К служащим относятся: бухгалтер, счетовод, табельщик, нарядчик, учетчик, секретарь.

К МОП относятся: уборщик служебных помещений, гардеробщик, курьер. Могут быть централизованными по заводу и в состав работающих основных цехов не включены.

К работникам ОТК относятся: начальник бюро, мастер контрольный, старший контролер, контролер. Работники технического контроля находятся в подчинении ОТК завода и в состав работающих основных цехов не входят.

Численность всех перечисленных работников определяется по штатному расписанию, а при укрупненном проектировании – в зависимости от общего числа рабочих (т. е. суммы основных и вспомогательных). Определение численности ИТР, служащих, МОП приведено в табл. 20; работников отдела технического контроля – в табл. 21; число работников службы неразрушающего кон-

троля определяют по трудоемкости контрольных операций в соответствии с техническими условиями на изделие либо упрощенно на одно рабочее место в смену по табл. 22.

Таблица 20

Определение числа ИТР, служащих и МОП

Категории работающих	Количество работающих от общего числа рабочих в зависимости от типа производства, %		
	Единичное и мелкосерийное	Среднесерийное	Крупносерийное и массовое
ИТР	9,0	8,0	6,5
Служащие	2,2	2,0	1,8
МОП	1,6	1,5	1,4

Таблица 21

Число рабочих контролеров и ИТР ОТК

Вид продукции	Соотношение к числу производственных рабочих, %	
	рабочих	ИТР
Производство пространственно-объемных сложных сварных конструкций	7	0,8
Производство рам, платформ, металлоконструкций	5	0,6

Таблица 22

Число работников службы неразрушающего контроля

Метод контроля	Дефектоскопист	Количество вспомогательных рабочих	
		дозиметрист	лаборант
Радиационный	2	1 на 3 рабочих места	1 фотолаборант, 1 расшифровщик
Ультразвуковой	1	—	—
Магнитопорошковый	1	—	—
Капиллярная дефектоскопия	1	—	—
Контроль герметичности	1	—	—

Примечание: Работники служб неразрушающего контроля подчиняются ЦЗЛ и СТК предприятия в зависимости от структуры и организации производства.

Глава 6

ПЛОЩАДЬ ЦЕХА

6.1. Определение общей площади цеха

В состав цеха машиностроительного завода входят производственные и вспомогательные участки, а также бытовые и служебные помещения. В зависимости от этого площадь цеха по своему назначению подразделяется также на производственную, вспомогательную и служебно-бытовую.

К производственной площади относят участки, занятые: производственным оборудованием; рабочими местами для выполнения сборочных и сварочных операций; транспортным оборудованием – конвейерами, рольгангами, электрическими тележками; местами складирования заготовок и готовых изделий; рабочих мест контролеров; испытательными стендами и установками; окрасочными участками; участками консервации и упаковки изделий; проходами и проездами между рядами оборудования за исключением магистральных проездов.

К вспомогательной площади относится территория цеха, занятая энергетическими и сантехническими устройствами, кладовыми, антресолями, а также магистральными и пожарными проездами.

Сумма производственной и вспомогательной площади называется общей «технологической» площадью цеха.

В зависимости от разрабатываемой стадии проекта площадь цеха определяется укрупненно и точно. Для укрупненного расчета производственная площадь цеха F определяется по показателю удельной площади, приходящейся на единицу оборудования:

$$F = F_{\text{уд}} n, \quad (24)$$

где $F_{\text{уд}}$ – удельная площадь на единицу оборудования сборочно-сварочного цеха (табл. 23); n – принятое число оборудования.

Площадь, занимаемая энергетическими и сантехническими устройствами, проездами, составляет 25–30 % от производственной площади и уточняется компоновкой корпуса. Расчет площадей кладовых помещений дан в главе 7.

Точный расчет площади производится после размещения оборудования, рабочих мест, проходов и проездов на планировке цеха с учетом норм технологического проектирования.

Удельные площади сборочно-сварочных цехов

Площадь проекции сборочной единицы на горизонтальную площадь, м ²	Производственная площадь, м ²
1,5–3	20–30
3–10	30–65
10–20	65–90
20–30	90–120
30–40	120–140
40–60	140–180
60–100	180–300

6.2. Цеховые проходы и проезды

Нормы ширины цеховых проходов и проездов приведены в табл. 24, магистральных проездов – в табл. 25.

При определении ширины проходов и проездов нужно учитывать следующее:

1. Нормы даны для одностороннего движения транспорта. Двухстороннее движение допускается только при соответствующем обосновании.

2. При двухстороннем движении ширина проезда принимается равной удвоенной ширине транспортных средств плюс 900 мм.

3. Ширину проходов для рабочих рекомендуется применять 1,2–1,6 м.

4. Ширина проходов между оборудованием, движущимися механизмами и перемещающимися деталями, а также между стационарными источниками питания не должна быть менее 1,5 м; расстояние между автоматическими сварочными установками – не менее 2 м.

5. При расположении оборудования у стен, уборку которых невозможно производить с проезда механизированными средствами, необходимо вдоль стены предусмотреть проезд шириной 3 м.

Таблица 24

Нормы ширины проходов и проездов в зависимости от длины транспортируемого груза

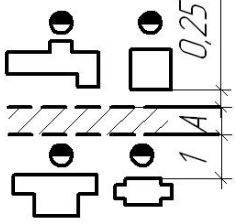
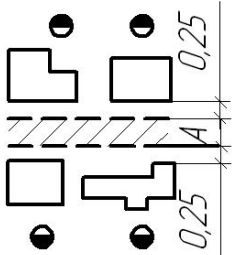
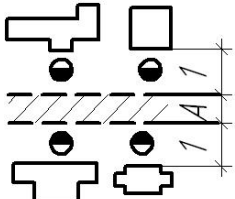
Расположение прохода, проезда	Схема	Ширина проезда A при транспортировке										
		талями на монорельсе		мостовыми кранами			электро-тележками			электро-погрузчиками		
		Ширина транспортируемых деталей или тары, м										
		0,8	1,5	0,8	1,5	3,0	0,8	1,5	1,8	0,8	1,5	1,8
При расположении станков и стендов в затылок		1,2	2,0	1,8	2,5	4,0	2,0	2,5	3,0	2,2	2,7	3,6
Между тыльными сторонами станков и стендов		1,2	2,0	1,8	2,5	4,0	2,0	2,5	3,0	2,2	2,7	3,6
При расположении станков и стендов по фронту		1,2	2,0	1,8	2,5	4,0	2,0	2,5	3,0	2,2	2,7	3,6

Таблица 25

Нормы ширины магистральных проездов при двухстороннем движении
в зависимости от грузоподъемности транспортных средств

Расположение проезда	Схема	Ширина проезда A при транспортировке							
		электротележками (электрокарами)			электропогрузчиками с подъемными вилами			грузовыми автомобилями	
		грузоподъемность, т							
		1	3	5	0,5	1	3	1	5
Продольный		3,0	3,5	4,0	3,5	4,0	5,0	4,5	5,5
Поперечный									

Глава 7

ГРУЗОБОРОТ ЦЕХА И НОРМЫ РАСХОДА МАТЕРИАЛОВ

7.1. Грузооборот цеха

Грузооборотом называется объем перевозок в тоннах, перерабатываемый цехом, складом, заводом за определенный промежуток времени.

Грузооборот различают внешний, межцеховой и общий. Внешний – объем перевозок по прибытии со стороны и отправке на сторону, производимый всеми видами транспорта. Межцеховой грузооборот – объем перевозок между цехами и складами. Общий грузооборот – сумма внешнего и межцехового.

Для определения грузооборота цеха необходимо рассчитать потребность в основных и вспомогательных материалах, заготовках, а также количество отходов производства.

К основным относятся материалы, предназначенные для изготовления изделий, заданных программой. Это материалы, присоединяемые и входящие в конструкции изделия методами сборки и сварки: прокат различного сортамента; детали для металлоконструкций и изделий, изготовленные в других цехах; полуфабрикаты и метизы, включая электроды для дуговой сварки, электродную и присадочную проволоку, заклепки, болты и гайки, получаемые в готовом виде.

К вспомогательным материалам, не входящим в состав сварных единиц и изделий, относятся флюсы для дуговой и газовой сварки; вольфрамовые и угольные электроды; газы и горючие материалы для газовой сварки и резки; техническое топливо; упаковочные, смазочные, обтирочные и другие материалы.

В связи с тем, что вспомогательные материалы занимают небольшой удельный вес в общем грузообороте цеха, их обычно учитывают не по каждому цеху, а при расчете общезаводского складского хозяйства.

Грузооборотом обязательно учитывают и все отходы основных и вспомогательных материалов. Неиспользуемые отходы должны быть рассортированы по маркам материала и габаритам. Хранение отходов предусмотрено в контейнерах. Неиспользуемые

в сварочном производстве отходы могут быть использованы в металлургическом производстве.

Данные по грузообороту заносят в табл. 26. Итоговые данные по поступлению в цех и отправлению из цеха должны балансироваться.

Таблица 26

Сводные данные по грузообороту (пример заполнения)

Материалы и детали	Откуда и куда поступают	Грузооборот в год, т
Обработанные детали	А. Цех получает из механического цеха	500
Заготовки из проката	из заготовительного цеха	20000
Покупные изделия	из главного материального склада	550
Тара для упаковки	из строительного цеха	120
	Итого:	21170
Готовая продукция в упакованном виде	Б. Цех отправляет на склад готовой продукции	21000
Отходы (обрезки)	на склад отходов	170
	Итого:	21170

7.2. Нормы расхода и требования к параметрам материалов

Исходные материалы: металлы, электроды, припои, флюсы, сварочная проволока, газы, жидкости, применяемые при сварке и резке, должны соответствовать маркам и требованиям, указанным в технологической документации и не должны оказывать вредного воздействия на рабочих.

Расход металла учитывается по каждой марке металла и по каждой группе его сортамента в отдельности (материал листовой, круглый, угловой, швеллер, двутавр, трубы и т. д.) и определяется по данным расцеховочных ведомостей, а также по нормативам расхода основных материалов, разработанным для ряда отраслей машиностроения.

При этом потребное количество проката каждой группы составляет 1037 кг на 1 т металлоконструкций.

Расход электродов (электродной проволоки) $Q_э$ следует рассчитывать по формуле

$$Q_э = Q_н K_э, \quad (25)$$

где $Q_н$ – масса наплавленного металла, формула (11); $K_э$ – коэффициент потерь на огарки, разбрызгивание, угар металла и массу шлака (для электродов с толстой обмазкой $K_э = 1,4–1,6$; для электродов с тонкой обмазкой $K_э = 1,2–1,3$).

Коэффициент $K_э$ для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом с присадочным материалом приведен в табл. 27. Нормы расхода вольфрамовых электродов на 100 м шва для этого случая указаны в табл. 28.

Расход проволоки для автоматической сварки равен примерно массе наплавленного металла:

$$Q_э = 1,1Q_н \quad (26)$$

Расход флюса $Q_ф$ рассчитывается по следующей формуле:

$$Q_ф = (1,2 – 1,4)Q_э \quad (27)$$

Таблица 27

Значения коэффициента $K_э$ для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом

Свариваемый материал	Сварка		
	автоматическая	механизированная	ручная дуговая
Сталь	1,08	1,1	1,15
Алюминий и его сплавы	1,23	1,25	1,3
Медь и ее сплавы	–	–	1,15

Таблица 28

Нормы расхода вольфрамовых электродов на 100 м шва, г

Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр электрода, мм	Сварка	
		ручная дуговая	механизированная
До 1,5	1,5	8,3	3,9
2	2	23,4	10,9
3	3	83,3	39
4	4	132,2	125
5 и более	5	165	156

Кислород применяется для резки стального листового и профильного проката. Листовой прокат режется в основном машинами для кислородной резки, профильный – машинами и ручными резаками. Чистота кислорода должна составлять 99,8 %. Газорезательные машины могут быть стационарные и переносные.

Стационарные и переносные машины общепромышленного назначения укомплектованы мундштуками, работающими на ацетилене и на газах – заменителях ацетилена. Рабочее давление газов: кислорода 0,2–1,2 МПа; ацетилена 0,01–0,03 МПа; природного газа и пропан-бутана 0,03–0,05 МПа.

Расход газов для машинной резки может быть принят по паспортным данным оборудования или укрупненно на 1 м реза по табл. 29.

При определении расхода кислорода и горючего для разделки кромок под сварку без разделительной резки приведенные нормы используют с коэффициентом 1,1, причем за толщину металла принимается величина скоса кромок.

Таблица 29

Машинная кислородная резка.

Нормы расхода кислорода, ацетилена и природного газа

Толщина листа, мм	Скорость резки, мм/мин	Расход газа на 1 м реза, м ³			
		горючее – ацетилен		горючее – природный газ	
		кислород	ацетилен	кислород	природный газ
5	905	0,024	0,006	0,031	0,009
10	780	0,049	0,007	0,057	0,011
15	705	0,072	0,008	0,081	0,012
20	655	0,094	0,009	0,105	0,015
25	615	0,119	0,010	0,131	0,016
30	580	0,144	0,011	0,158	0,018
35	550	0,171	0,012	0,185	0,020
40	525	0,197	0,013	0,214	0,021
45	505	0,224	0,014	0,241	0,023
50	485	0,254	0,015	0,273	0,025
60	455	0,312	0,018	0,334	0,028
70	425	0,376	0,020	0,400	0,032
80	400	0,443	0,022	0,469	0,036
90	380	0,504	0,025	0,537	0,040
100	360	0,587	0,028	0,621	0,044

Таблица 30

Расход газов и их смеси при дуговой сварке

Газ	Толщина металла, мм	Диаметр проволоки, мм	Рабочее давление, МПа	Часовой расход на горелку, м ³	
				полу-автоматы	автоматы
Углекислый газ	до 3	0,8–1,0	0,05–0,1	0,6–0,8	0,4–0,6
	3–5	1,0–1,6		0,8–1,2	0,8–1,0
	5–8	1,6–2,0		1,2–1,5	1,0–1,3
	свыше 8	2,0–3,0		1,5–2,0	1,3–1,8
Смесь 70 % CO ₂ и 30 % O ₂	до 3	0,8–1,0	0,05–0,1	0,5–0,7	0,4–0,5
	3–5	1,2–1,6		0,7–0,9	0,5–0,7
	5–8	1,6–2,0		0,9–1,2	0,7–1,0
Смесь 70 % Ar и 30 % CO ₂	до 3	0,8–1,6	0,03–0,07	0,4–0,6	0,3–0,5
	3–6	1,6–2,0		0,6–0,7	0,7–0,9
	2	2,0–3,0		до 0,05	0,3–0,4
4	3,0–4,0	0,4–0,5	–		
5	5,0	0,5–0,6	–		

Таблица 31

Расход смеси газов при газовой сварке

Толщина листа, мм	Смесь газов на 1 м шва, м ³					
	ацетилен	кислород	пропан-бутан	кислород	природный газ	кислород
С отбортовкой кромок						
0,5	0,006	0,007	0,003	0,012	0,01	0,015
1,0	0,009	0,011	0,006	0,019	0,016	0,025
1,5	0,016	0,019	0,01	0,033	0,028	0,043
Без скоса кромок						
1,0	0,015	0,018	0,013	0,044	0,038	0,057
1,5	0,029	0,033	0,023	0,081	0,71	0,107
2,0	0,042	0,048	0,034	0,119	0,105	0,158
2,5	0,052	0,060	0,044	0,148	0,128	0,194
3,0	0,062	0,070	0,051	0,178	0,152	0,230

Примечания: 1. Для двухсторонних стыковых соединений нормы расхода принимать с коэффициентом 1,4; для сварки труб – 1,15.

2. Для плазменной резки и сварки в среде защитных газов расход газа принимать по паспортным данным оборудования.

Углекислый газ используется при сварочных работах для создания защитной среды. Для снижения расходов основных материалов (сварочной проволоки) необходимо принимать для защиты сварочной дуги смеси, состоящие из различных газов (аргона, кислорода, углекислого газа), что позволит снизить на 3–5 % разбрызгивание металла и соответственно увеличить массу наплавленного металла.

Снабжение газом рабочих постов следует предусматривать от распределительных рампы при суммарном часовом расходе газа по цеху или участку до 30 м³, а более 30 м³ – от станции газоснабжения.

Рампы с баллонами, наполненными горючими газами, необходимо устанавливать снаружи зданий у глухих простенков в металлических шкафах с прорезями для проветривания или за сетчатым ограждением.

Газопроводы с горючими газами следует прокладывать в помещениях, где они потребляются. Прокладка транзитных трубопроводов через помещения других производств не допускается.

При разработке плана расположения оборудования потребителей однородных газов следует группировать.

При укрупненных расчетах расход газов и их смесей при дуговой сварке рекомендуется принимать по табл. 30, при газовой сварке – по табл. 31.

7.3. Нормы расхода энергоносителей

Электроэнергия, потребляемая промышленным предприятием, может вырабатываться на самом предприятии или поставляться ему извне. Предприятие потребляет большое количество энергии различных видов, поставляемых главным образом извне: силовую электроэнергию и электроэнергию для освещения, воды, сжатого воздуха и пара.

Силовая электроэнергия определяется по установленной мощности токоприемников (электродвигателей) и сварочных трансформаторов в киловаттах, принимаемой по данным каталогов или паспортов соответствующего оборудования.

Общую установленную мощность определяют суммированием мощностей по отдельным типам оборудования (сварочного, металлорежущего, подъемно-транспортного).

Годовой расход электроэнергии W определяют по формуле

$$W = \Sigma P_a F_d k_{3.0}, \quad (28)$$

где P_a – активная мощность группы оборудования, кВт; F_d – действительный годовой фонд времени оборудования, ч (табл. 3); $k_{3.0}$ – коэффициент загрузки оборудования, формула (22).

Расход электроэнергии при дуговой сварке можно также подсчитать по количеству наплавленного металла. В зависимости от типа агрегата, применяемого для питания сварочных постов, примерный расход энергии (кВт·ч) на 1 кг наплавленного металла составляет:

При ручной сварке однофазным переменным током от однопостового сварочного трансформатора	3,5–3,8
При сварке под флюсом одной проволокой на переменном токе	3,0–3,5
При однопостовой сварке трехфазной дугой при сварке постоянным током от однопостового преобразователя при 60 В	2,6–3,0
То же при 40 В	5,0–5,5

Электроэнергия для освещения определяется исходя из норм освещенности, т. е. величины светового потока, приходящегося на 1 м² площади здания. В настоящее время установлено, что для производственной площади оптимальной является освещенность 1000 лк, а часовой расход энергии на 1 м² составляет 32,5 Вт. Для бытовых и служебных помещений норматив освещенности может быть принят 300 лк, что соответствует часовому расходу энергии на 1 м² 10 Вт.

Годовой расход электроэнергии на освещение:

$$W_{\text{осв}} = \frac{2,26}{\psi} (32,5F_0 + 37,7R) + 6,2R, \quad (29)$$

где $\psi = 0,5–0,9$ – коэффициент, учитывающий естественное светопроникание; F_0 – сумма площадей производственных и вспомогательных помещений, м²; R – число работающих в цехе; 3,77 – удельная площадь служебно-бытовых помещений на одного работающего.

Сжатый воздух применяется для пневматического инструмента, пневматических устройств, для перемешивания растворов и других целей.

Сжатый воздух вырабатывается на центральных обще-заводских компрессорных станциях, преимущественно с помощью турбокомпрессоров. Однако вследствие наличия сопротивления в турбосетях, утечек и неравномерности расходов рабочее давление сжатого воздуха, подаваемого в цехи, падает до 0,4 МПа.

Расход сжатого воздуха подсчитывают для отдельных типов потребителей по приведенным ниже формулам.

Средний часовой расход сжатого воздуха на группу потребителей $Q_{\text{ср}}$, м³/ч:

$$Q_{\text{ср}} = Q_i N, \quad (30)$$

где Q_i – средний часовой расход сжатого воздуха одним потребителем, м³/ч; N – число потребителей.

Средний часовой расход сжатого воздуха при уточненных расчетах принимается по паспортным данным сварочного оборудования и по техническим характеристикам приспособлений и пневмоинструмента с учетом числа ходов. Для укрупненных расчетов приведен в табл. 32.

Годовой расход воздуха $Q_{\text{год}}$ определяют по формуле

$$Q_{\text{год}} = \sum Q_{\text{ср}} F_{\text{д}} k_{\text{з.о}} \quad (31)$$

Таблица 32

Средний часовой расход сжатого воздуха
на единицу оборудования

Потребители	Средний часовой расход воздуха, м ³	
	Для конструкций до 3 м	Для конструкций свыше 3 м
Контактные машины:		
точечные, рельефные	8,0–10,0	6,0–8,0
шовные	1,0–2,0	–
многоточечные	5,0–8,0	6,0–7,0
Крупные приспособления	3,0	4,0
Пневмоинструмент	3,6	3,6
Установки воздушно-плазменной резки	5,0	8,0

Вода в цехах заводов металлоконструкций используется для приготовления эмульсий, охлаждения сварочного и металлорежущего оборудования, в моечных машинах, для гидрофильтров в це-

хах окраски, для приготовления обезжиривающих щелочных растворов.

Система водоснабжения для сварочного оборудования должна быть оборотной. Сброс воды от оборудования в оборотную систему должен быть по системе «слив без разрыва струи», т. е. с остаточным напором, при этом наличие датчиков давления и температуры охлаждающей воды обязательно. Давление охлаждающей воды на входе должно быть 0,25–0,3 МПа (2,5–3,0 кгс/см²) при температуре 15–20 °С.

Таблица 33

Расход воды для охлаждения сварочного оборудования

Машина	Часовой расход, м ³
Для контактной сварки мощностью:	
200 кВА	0,8
630 кВА	1,2
Шовная	1,2
Многоэлектродная, с количеством электродов, шт.:	
до 48	5,0
до 96	10,0
Роботы контактной сварки (клещи со встроенным трансформатором)	0,6
Роботы дуговой сварки при силе тока свыше 500 А	0,1

Таблица 34

Расход воды для охлаждения металлорежущих станков

Станки		Часовой расход, м ³
группа	габариты, мм	
Станки, работающие с эмульсией		
Мелкие	до 1800×800	0,30
Средние	4000×2000	0,38
Крупные	свыше 4000×2000	0,75
Станки, работающие с содовым раствором		
Мелкие	до 1800×800	0,42
Средние	4000×2000	0,53
Крупные	свыше 4000×2000	1,00

Система водоснабжения для сварочного оборудования должна быть оборотной. Сброс воды от оборудования в оборотную систему должен быть по системе «слив без разрыва струи», т. е. с остаточным напором, при этом наличие датчиков давления и температуры

охлаждающей воды обязательно. Давление охлаждающей воды на входе должно быть 0,25–0,3 МПа (2,5–3,0 кгс/см²) при температуре 15–20 °С.

Потребность в воде на технологические нужды определяют для отдельных типов потребителей по приведенным далее формулам.

Средний часовой расход воды на группу потребителей $q_{\text{ср}}$, м³/ч:

$$q_{\text{ср}} = q_i N, \quad (32)$$

где q_i – средний часовой расход воды одним потребителем, м³/ч. Принимать по паспортным данным оборудования или для укрупненного расчета по табл. 33 и 34.

Годовой расход воды определяют по отдельным однородным группам потребителей по формуле

$$q_{\text{год}} = \sum q_{\text{ср}} F_{\text{д}} k_{\text{з.о}} \quad (33)$$

Пар, нагретый до 140–150 °С, давлением 0,3–0,4 МПа используется для нагрева моющих и пассивирующих растворов, воды в моечных машинах, для промывки подвесок в цехе окраски, а также для отопления и вентиляции.

Прочие требования к параметрам и качеству воды, воздуха и пара, а также их расходы принимаются по паспортным данным оборудования.

Глава 8

ОРГАНИЗАЦИЯ СКЛАДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

8.1. Назначение и размещение складов

Складское хозяйство состоит из комплекса складов, необходимых для обеспечения нормального хода производства. На машиностроительных предприятиях предусмотрены следующие склады:

- склад металла;
- склад заготовок;
- межоперационные склады (сортировочные);
- склад готовой продукции;
- инструментально-раздаточная кладовая (ИРК);
- центральный материальный склад;
- кладовая сварочных материалов;
- кладовая масел и химикатов;
- склад топлива;
- склад сжатых газов.

Склады металла служат для хранения листового и профильного проката. В цехе с большим объемом производства их размещают в начале технологического процесса. При небольшом объеме производства целесообразнее организовать единый общезаводской склад металла. Прутковый материал хранится на складе на стеллажах отдельно по типоразмерам и маркам.

Склады заготовок должны размещаться при соответствующих заготовительных цехах. Если заготовки поступают по кооперации, то склады устраиваются при сборочно-сварочных отделениях в целях их бесперебойной работы.

Склады металла и заготовок могут располагаться как внутри производственного здания, так и снаружи его, на крытых или открытых эстакадах. В последнем случае в цехах предусматриваются площадки хранения минимального запаса заготовок (на 2–3 дня) с целью выравнивания их температуры с температурой воздуха внутри цеха. В цехах поточного производства для хранения заготовок предусматривают площадки в начале поточных линий.

Межоперационные склады устраиваются только в непоточном производстве. В поточном производстве необходимый для обеспечения нормальной работы линии межоперационный запас деталей-

полуфабрикатов хранится непосредственно у каждого рабочего места.

Склады готовой продукции располагают в конце производственных участков или линий по их изготовлению, за контрольным постом. Нередко подобные склады совмещают с отделениями нанесений покрытий (цех окраски). Для мелких изделий могут быть организованы подвижные склады-конвейеры (грузонесущие цепные, толкающие и т. д.).

Инструментально-раздаточная кладовая служит для снабжения рабочих мест инструментом, приспособлениями, приборами, сменными рабочими органами оборудования, а также для их проверки. Весь инструмент, поступающий с рабочих мест, проверяется на контрольно-измерительном пункте кладовой, затем годный инструмент укладывается на стеллажи, сломанный – в ремонт. Проверка точного и сложного инструмента, а также эталонов производится в центральной измерительной лаборатории.

Количество инструментальных кладовых в цехе определяется масштабом обслуживаемого производства. Для небольших цехов устраивается одна комплексная кладовая для всех инструментов и приспособлений. В крупных цехах (более 200 единиц оборудования) создаются специализированные кладовые для хранения в них определенного инструмента и кладовые приспособлений.

Последующие группы складов всегда носят общезаводской характер, т. е. предназначены для одновременного обслуживания всех цехов завода. Назначение этих складов следующее.

Центральный материальный склад предназначен для хранения цветных металлов, комплектующих изделий, метизов, электротехнических и резинотехнических изделий, спецодежды, хозяйственных и канцелярских материалов.

Кладовая сварочных материалов предназначена для хранения и выдачи электродов, флюсов, перемотки сварочной проволоки.

Кладовая масел и химикатов содержит химические материалы, лаки, краски, масла, смазки.

Склад топлива и склад сжатых газов служат для хранения жидкого топлива и баллонов со сжатым газом соответственно.

8.2. Способы хранения материалов и их транспортировка

Для хранения и транспортировки деталей и материалов применяется единая по заводу оборотная тара или поддоны с отверстиями для захвата их вилами электропогрузчика. Конструкция тары и поддонов обеспечивает сохранность грузов, возможность эффективного использования подъемно-транспортного оборудования и многоярусного хранения в штабелях и на стеллажах. Тара и стеллажи должны быть изготовлены из несгораемых материалов.

Тара (табл. 36) выбирается с учетом габаритных размеров, массы и конфигурации хранимых деталей, способа хранения, высоты складирования и характеристики подъемно-транспортного оборудования, применяемого для перемещения и складирования тары; обеспечения комплексной механизации и автоматизации транспортно-складских работ. Производственная стандартная тара изготавливается по ГОСТ 14861–91.

Хранение грузов на складе организуется на стеллажах различного типа (высота до 10 м) и в многоярусных штабелях (до 5 ярусов). Тяжелые узлы массой более 500 кг хранятся без тары на полу или стеллажах.

Основные параметры склада (число ячеек, секций) зависят от величины запаса хранения деталей или сборочных единиц Q (в штуках или тоннах):

$$Q_i = \frac{m_i t_i}{365}, \quad (34)$$

где m_i – масса поступающих за год заготовок (поковок, проката различного типоразмера), т; t_i – запас хранения, дн. (табл. 35).

Далее определяется необходимое число единиц тары (поддонов) T_i для размещения необходимого запаса по каждой группе заготовок или деталей:

$$T_i = \frac{Q_i}{C_{T_i}}, \quad (35)$$

где C_{T_i} – средняя вместимость тары выбранного типа. Вместимость некоторых типов тары для поковок приведена в табл. 36.

Для повышения уровня механизации и автоматизации складских работ используют следующие транспортные средства: вилочные погрузчики, краны-штабелеры, каретки-операторы, электро-

штабелеры, электропогрузчики, тележки рельсовые механизированные, конвейеры различных типов.

Выбор транспортного и складского оборудования определяется серийностью производства, характером перемещаемых и хранимых грузов.

Таблица 35

Нормы запаса материалов и изделий

Подразделение	Группа материалов	Нормы запаса в календарных днях	
		Мелкосерийное производство	Средне- и крупносерийное производство
Склад металла	Металлопрокат	60	50
Склад заготовок	Детали и полуфабрикаты	3–4	2–3
Склад готовой продукции	Готовая продукция	10–12	8–10
Центральный ма- териальный склад	Цветные металлы	40–50	30–40
	Изделия смежных производств	30–45	25–30
	Метизы	30–35	25–30
	Электро- и резино- технические материалы	25–30	20–25
	Канцелярские материалы	20–25	20–25
	Спецодежда	20–25	20–25
	Инструмент покуп- ной	70–90	50–70
	Запасные части к оборудованию	40–50	40–50
	Лаки, краски, химические материалы	40–50	30–40
	Склад масел и химикатов	Масла, смазки	25–30
	Светлые	30–45	30–45
Склад топлива	нефтепродукты	30–60	30–60
Склад сжатых газов	Топливо жидкое	20–30	20–30
	Сжатые газы в баллонах		

Вместимость унифицированной тары

Размеры тары	Емкость тары		Заготовка				
			крупная		средняя	мелкая	
	м ³	штук	Удельная емкость тары, т/м ³				
0,3			0,4	0,45	0,5	0,55	
1,6×1×1,25	2	150–600	–	–	–	1,0	1,1
1,6×1,6×1,25	3,2	100–400	–	–	1,85	1,6	1,76
1,6×1,6×1,6	4,1	30–200	–	–	1,27	2,05	2,26
1,8×1,4×1,1	2,8	до 100	0,84	1,12	–	–	–
1,9×1,2×0,72	1,63		0,49	0,65	–	–	–
3×1,6×0,9	4,2		1,26	1,68	–	–	–

Примечание: Данные взяты по ОМТРМ-0472-003-66 и типажа тары Ульяновского института УНИПТИмаш.

8.3. Расчет площадей складов

Общая площадь складов или мест складирования $F_{ск}$ (м²) для цехов мелкосерийного и среднесерийного производства рассчитывается по формуле

$$F_{ск} = \frac{mt}{Dqk}, \quad (36)$$

где m – годовое поступление материалов на склад, т; t – норма запаса материалов, календарные дни (табл. 35); D – число календарных дней в году, 365 дней; q – средняя нагрузка на полезную площадь склада, т/м² (табл. 37); k – коэффициент использования площади склада, при обслуживании напольным транспортом – 0,3, при обслуживании верхним транспортом – 0,4.

Для громоздких изделий при расчете площадок межоперационного складирования, складов заготовок и готовых изделий площадь склада можно определить умножением площади, занимаемой в плане габаритами изделия с припуском на каждую сторону габарита 0,3–0,5 м, на количество таких изделий, выпускаемых участком в промежуток времени, принятого для расчета склада:

$$F_{ск} = l + (0,3 \div 0,5) \cdot b + (0,3 \div 0,5) \cdot n, \quad (37)$$

где l – длина изделия, м; b – ширина изделия, м; n – количество изделий на площадке складирования.

Таблица 37

Нормы нагрузок на 1 м² полезной площади складов

Материалы	Способ хранения	Коэффициент заполнения кубатуры	Нагрузка на 1 м ² площади стеллажа, штабеля, тс	Высота укладки, м			
				краны подвесные		краны- штабелеры, управляемые	
				с крюком	с маг- нитной шайбой	с пола	из кабины
Склад металла							
Сталь листовая	Штабель	0,6	4,7	2,0	4,0	—	—
Сталь полосовая	Стеллаж стоечный	0,4	2–3,3	2,0	4,0	—	—
Сталь угловая	Стеллаж консольный	0,15–0,2	1,2–1,6	—	—	4,5	6,0
	Стеллаж стоечный	0,21–0,36	1,6–2,8	2,0	—	—	—
Швеллеры и дву- тавровые балки	Стеллаж стоечный	0,17–0,3	1,4–2,4	2,0	—	—	—
Профили гнутые	Стеллаж стоечный	0,15	0,17	2,0	—	—	—
Трубы стальные	Стеллаж стоечный	0,7	0,5	2,0	4,0	—	—
	Стеллаж консольный	0,055	0,4	—	—	4,5	—
	Стеллаж стоечный	0,23–0,39	1,8–3,0	2,0	4,0	—	—
Сталь круглая	Стеллаж стоечный	0,23–0,39	1,8–3,0	2,0	4,0	—	—
	Стеллаж консольный	0,15–0,23	1,2–1,8	—	—	4,5	6,0
Рельсы	Стеллаж консольный	0,3	2,35	2,0	—	—	—

Продолжение табл. 37

Материалы	Способ хранения	Коэффициент заполнения кубатуры	Нагрузка на 1 м ² площади стеллажа, штабеля, тс	Высота укладки, м			
				краны подвесные		краны- штабелеры, управляемые	
				с крюком	с маг- нитной шайбой	с пола	из кабины
Склад заготовок							
Заготовки и полуфабрикаты	Штабель	–	0,8–1,2	1,2	–	–	–
	Стеллаж стоечный	–	0,8–1,2	–	–	4,5	6,0
Склад готовой продукции							
Сварные конструкции	Штабель	–	0,1–1,3	На высоту изделия		–	

Примечания: 1. Приведенные в таблице значения нагрузки на 1 м² площади складирования относятся к серийному производству. Для единичного и мелкосерийного производства следует принимать поправочный коэффициент 0,8; для крупносерийного 1,1; для массового 1,2.

2. Большие значения норм нагрузки соответствуют крупным заготовкам и полуфабрикатам.

Глава 9 РАЗРАБОТКА СТРОИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

9.1. Основные строительные параметры зданий

Для размещения сварочных цехов (участков) необходимо применять, как правило, одноэтажные здания.

Основными структурными частями зданий являются пролеты. Под пролетом понимается объемная часть здания, ограниченная двумя смежными рядами колонн.

Основными строительными параметрами здания являются:

- ширина пролета (расстояние между продольными осями колонн) – L ;
- шаг колонн (расстояние между их поперечными осями) – t ;
- высота пролета (расстояние от чистого пола до низа несущих покрытий) – H .

Размеры строительных параметров и конструктивных элементов зданий устанавливаются на основе единой модульной системы (ЕМС). Единая модульная система исходит из основного модуля, равного 100 мм и обозначаемого буквой М. Размеры ширины пролета и шага колонн принимаются кратными модулям 60М (6 м) и 30М (3 м). Высота производственных зданий принимается кратной модулю 12М (1,2 м).

Ширина пролета и шаг колонн образуют сетку колонн $L \times t$ (рис. 31). Размеры L и t : 6, 12, 18, 24, 30, 36 м. Ширина пролета в бескрановых зданиях – 12, 18, 24 и в крановых – 18, 24, 30, 36. Шаг средних колонн 12 м. Шаг крайних (пристенных) колонн принимается 6 или 12 м в зависимости от конструкции стеновых ограждений. При установке тяжелого оборудования внутренний шаг колонн может быть 18 и 24 м.

Унифицированная высота пролетов установлена 6,0 – 8,4 м в бескрановых пролетах и 10,8 – 19,2 м в крановых.

Рекомендуемые унифицированные размеры пролетов сборочно-сварочных цехов приведены в табл. 38. Ширина подкранового пути для мостового крана приведена в табл. 39.

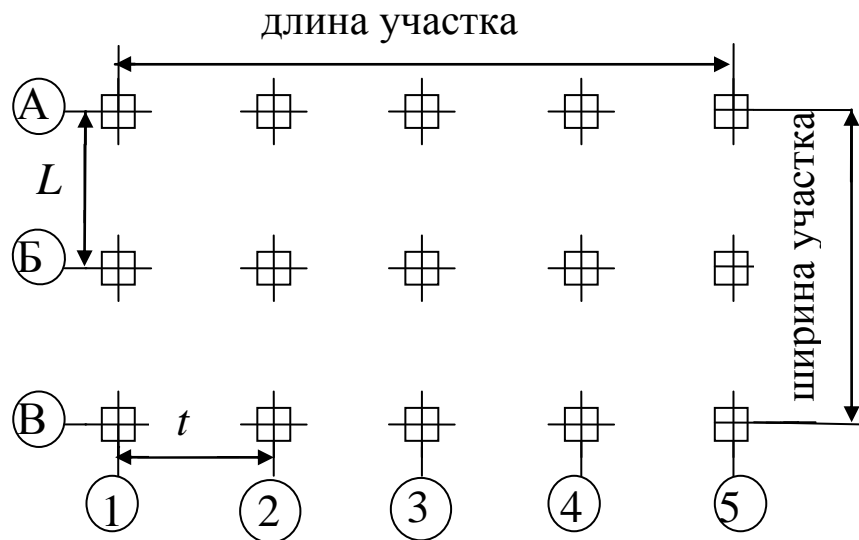


Рис. 31. Сетка колонн

Таблица 38

Размеры пролетов сварочных цехов одноэтажных зданий

Цех по производству	Характеристика сварного узла		Размеры пролетов, м		Максимальная грузоподъемность крана, т
	Масса, т	Габариты, м	Сетка колонн	Высота пролета	
Тяжелых металлоконструкций типа станин, платформ, рам и т. п.	До 2	10,5×2,5	24×12	8,4; 9,6	5
	2–10	15×3,5	24×12	10,8; 12,0	15
	15–25	16,0×7,0	24×12	10,8; 12,0; 14,4; 16,8	50
	Св. 30	24,0×5,0	24×12 30×12 36×12	14,4; 16,8; 19,2	100 150 и более
Пространственно-сложных объемно-штампованных конструкций	До 0,5	5,0×2,5	24×12	8,4; 9,6	3,2
	0,5–3,0	12,5×2,5	24×12	9,6; 10,8	5
Разных узлов	До 0,3	2,5×1,0	18×12	6,0; 7,2;	3,2
			24×12	8,4	

Таблица 39

Ширина подкранового пути L_k для крана $Q \leq 50$ т

Ширина пролета L	12	18	24	30	36
Ширина подкранового пути L_k	10,5	16,5	22,5	28,5	34,5

9.2. Расчет высоты пролетов здания

Высота пролетов устанавливается в зависимости от типа применяемого подъемно-транспортного оборудования, веса и габаритов деталей и узлов, высоты их подъема, максимальной высоты технологического и складского оборудования и с учетом требований к вентиляции помещений цехов. В пролетах, не имеющих подъемных кранов, может применяться подвесное подъемно-транспортное оборудование (кран-балки грузоподъемностью 0,5–5 т, подвесные конвейеры и др.). При изготовлении мелких узлов пролеты могут обслуживаться только напольным транспортом.

Расчетную высоту пролетов, оснащенных мостовыми опорными кранами, и бескрановых пролетов, обслуживаемых подвесными кранами, принимать по формулам и условиям, приведенным в табл. 40, 42 и на рис. 32, 33. Высоту до головки рельса подкранового пути мостового крана округлять до ближайшего большего значения по табл. 41.

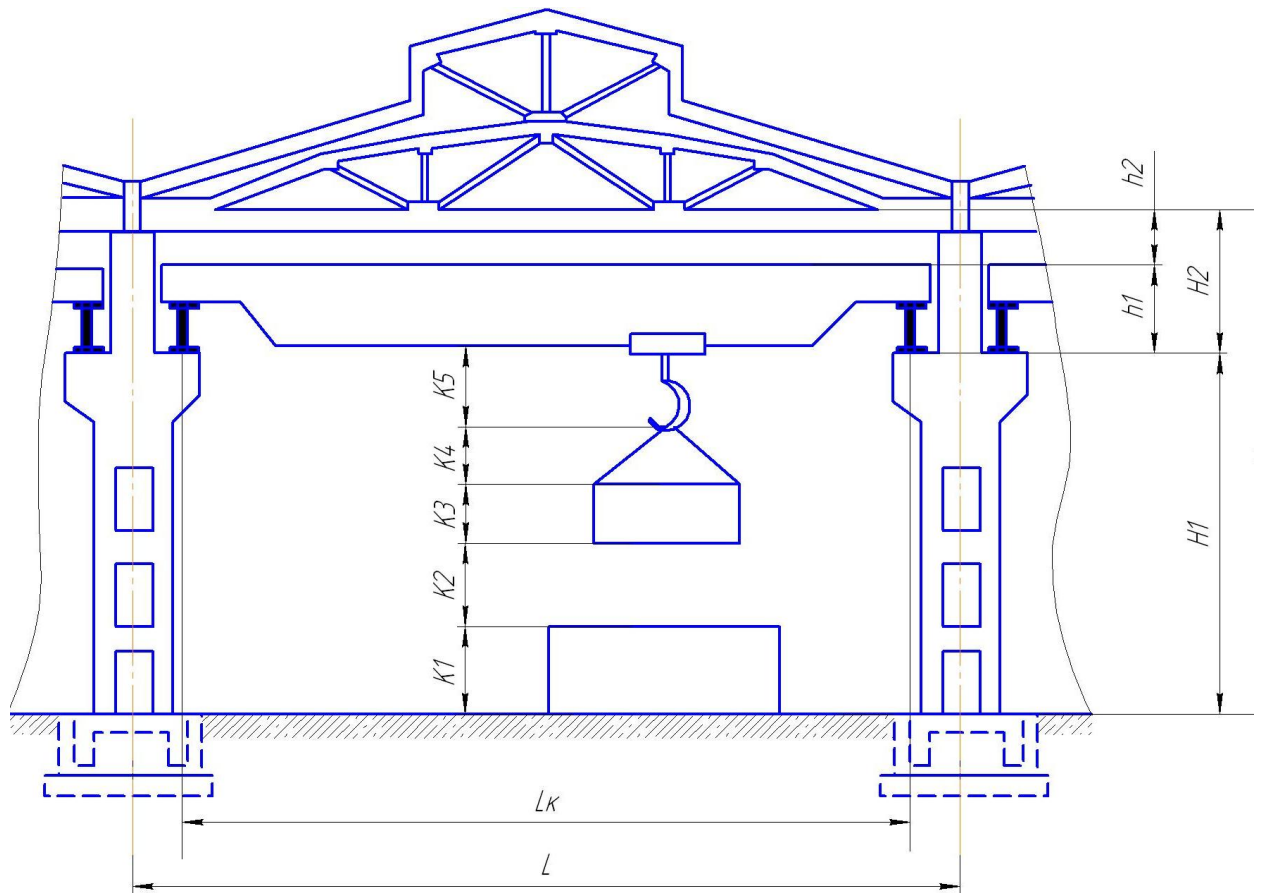


Рис. 32. Пролет, обслуживаемый мостовым опорным краном

Таблица 40

Расчет пролета, обслуживаемого мостовым опорным краном

Условное обозначение	Наименование	Нормы расчета
H	Высота здания от пола до низа перекрытия	$H=H1+H2$
$H1$	Высота до головки рельса подкранового пути	$H1=K1+K2+K3+K4+K5$ округляется по табл. 41
$K1$	Высота стола (оборудования), на который устанавливается изделие	По паспорту оборудования не менее 2,3 м
$K2$	Высота подъема над столом устанавливаемого изделия	0,5–1,0 м
$K3$	Высота устанавливаемого изделия или тары	По габариту изделия, тары
$K4$	Высота стропа	0,3 ширины тары, не менее 1 м
$K5$	Расстояние от уровня головки рельса подкранового пути до низа крюка	Зависит от кранового оборудования; 0,5–1,5 м
$H2$	Высота от головки рельса до низа перекрытия	$H2=h1+h2$
$h1$	Габаритная высота крана	Зависит от кранового оборудования; $h1 = 2,1$ м при $Q \leq 10$ т, $h2 = 5,2$ м при $Q \leq 250$ т
$h2$	Расстояние между верхней точкой крана и низа перекрытия	0,3–0,5 м

Таблица 41

Высота до головки рельса подкранового пути $H1$

Высота здания до низа перекрытия H	8,4	9,6	10,8	12,0	14,4	16,8
Высота до головки рельса подкранового пути $H1$	6,15	6,95	8,15	9,65	11,45	12,65

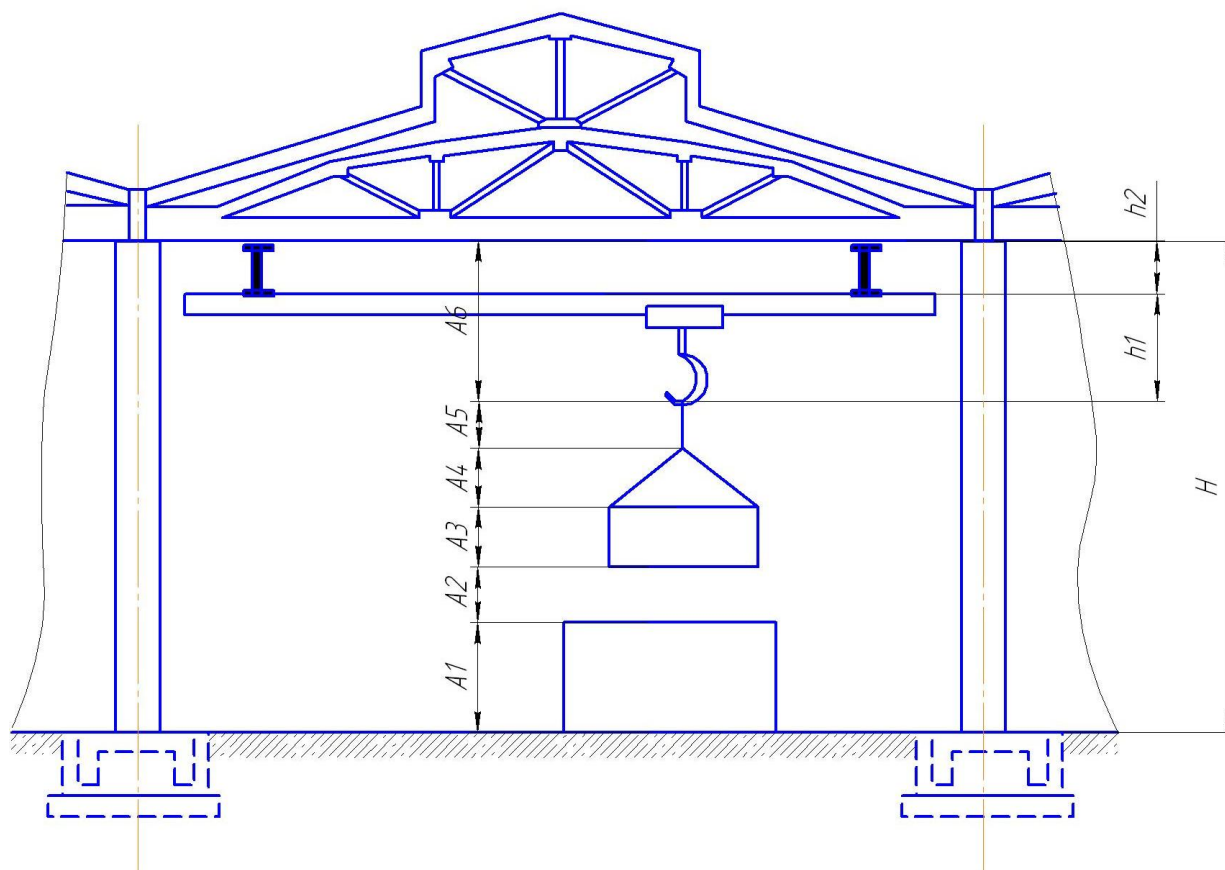


Рис. 33. Пролет, обслуживаемый подвесным краном

Таблица 42

Расчет пролета, обслуживаемого подвесным краном

Условное обозначение	Наименование	Нормы расчета
H	Высота здания до низа перекрытия	$H = \sum_1^6 A_i$
$A1-A4$	По аналогии с $K1-K4$ (табл. 40)	То же
$A5$	Резерв	0,3–0,5 м
$A6$	Расстояние от низа перекрытия до низа крюка	$A6 = h1 + h2$
$h1$	Расстояние от низа крюка в верхнем положении до верха подвесного крана	$h1 = 2$ м при $Q = 3$ т
$h2$	Размер двутавровой балки	По сортаменту

Глава 10 ТРЕБОВАНИЯ К БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

10.1. Общие требования по охране труда

Охрана труда – система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и другие мероприятия.

Охрана труда осуществляется в настоящее время в рамках государственной политики. Проводится деятельность по сертификации рабочих мест и производственных объектов по условиям труда, лицензирование их деятельности, страхование от несчастных случаев на производстве, повысились требования к работодателям и работникам в соблюдении общих требований охраны труда.

При проектировании сборочно-сварочных цехов следует руководствоваться действующими государственными и отраслевыми стандартами «Система стандартов безопасности труда», инструкциями и правилами проектирования, а также правилами техники безопасности, взрывопожарной и пожарной безопасности и производственной санитарии по отдельным видам производств.

В проектной документации сборочно-сварочных цехов должны быть приведены опасные и вредные производственные факторы, которые могут проявляться при осуществлении соответствующих технологических процессов. Необходимо приводить их краткую характеристику (вид, характер действия, возможные последствия); предельно допустимые уровни или концентрацию в соответствии с санитарными нормами; методы их контроля; а также методы и средства защиты работающих от действия опасного и вредного производственного фактора.

Основными опасными и вредными производственными факторами, характерными для производственных процессов на машиностроительных предприятиях, являются: движущиеся машины, механизмы, открытые подвижные элементы производственного оборудования, перемещаемые изделия, материалы; повышенная загазованность воздуха рабочей зоны, особенно в местах производства сварочных работ, горячейковки, гибки, пайки; повышение уровня шума на рабочих местах при рихтовке, клепке, обрубке, за-

чистке сварных швов, особенно на полых изделиях с применением пневматического инструмента; повышение уровня вибрации при работе ручным пневмоинструментом; повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; острые кромки, заусенцы и др.

Кроме того, опасность представляют отлетающие части абразивов, металлические осколки и окалина, нагретые или сильно охлажденные поверхности изделий или оборудования.

К опасным производственным факторам при сварочных работах относятся также воздействие электрического тока, искры, брызги и выбросы расплавленного металла и шлака; опасность взрыва баллонов и систем, находящихся под давлением; опасность падения при выполнении работ на высоте. Общие требования безопасности при выполнении электросварочных работ определяются ГОСТ 12.3.003–86.

Санитарно-гигиенические условия труда при сварке, наплавке, пайке характеризуются повышенной запыленностью и загрязненностью рабочей зоны, ультрафиолетовым видимым и инфракрасным излучениями сварочной дуги, электромагнитными полями, ионизирующими излучениями, повышенным уровнем шума, ультразвука и т. д. При этом в зону дыхания сварщика могут поступать сварочные аэрозоли, содержащие окислы марганца, хрома, никеля, меди, титана, алюминия, железа, вольфрама и др., а также токсичные газы – окись углерода, озон, фтористый водород, окислы азота и др. Их воздействие на организм может явиться причиной острых и хронических профессиональных заболеваний и отравлений. При ручных и полуавтоматических видах сварки могут возникать заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса как результат статической нагрузки на руки.

10.2. Требования безопасности к технологическим процессам

Технологические процессы, предусмотренные при проектировании (реконструкции) сборочно-сварочных цехов, должны обеспечивать выполнение эргономических требований к рабочим местам в соответствии с ГОСТ 12.2.049–80, ГОСТ 12.2.032–84, ГОСТ 12.2.033–84.

Общие требования безопасности при проведении технологических процессов должны обеспечиваться:

- выбором процессов, которые должны быть пожаро-, взрыво- и экологически безопасными, а также выбором безопасных приемов, режимов работы и обслуживания производственного оборудования;

- выбором производственных помещений;

- выбором производственных площадок для процессов, выполняемых вне производственных помещений;

- выбором исходных материалов, заготовок и полуфабрикатов;

- выбором производственного оборудования;

- размещением оборудования и организацией рабочих мест;

- распределением функций между человеком и оборудованием для ограничения и снижения тяжести труда;

- выбором способов хранения и транспортировки исходных материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовой продукции и отходов производства;

- профессиональным отбором и обучением работающих;

- применением средств защиты работающих;

- включением требований безопасности в нормативную и технологическую документацию.

Применяемые технологические процессы должны обеспечивать:

- устранение непосредственного контакта работников с исходными материалами, заготовками, полуфабрикатами, готовой продукцией и отходами производства, оказывающими вредное воздействие на работников;

- замену технологических процессов и операций с опасными и вредными производственными факторами, процессами и операциями, при которых указанные факторы отсутствуют или имеют меньшую интенсивность;

- механизацию и автоматизацию, применение дистанционного управления операциями и технологическими процессами при наличии опасных и вредных производственных факторов;

- герметизацию оборудования;

- рациональную организацию труда и отдыха работников;

- применение средств коллективной защиты работников от воздействия вредных и опасных производственных факторов;

- системный контроль и управление технологическими процессами, обеспечивающими защиту работников и аварийное отключение производственного оборудования;

– своевременное удаление и обезвреживание производственных отходов, являющихся источником опасных и вредных производственных факторов.

Требования безопасности должны выполняться на протяжении всего технологического процесса, включая операции технологического контроля, транспортирования, межоперационного хранения (складирования) и уборки технологических отходов производства.

При проектировании цехов необходимо предусматривать применение наименее токсичных негорючих веществ и составов для мойки и обезжиривания заготовок и изделий.

Масса поднимаемого и перемещаемого рабочим груза (заготовки, приспособления и др.) не должна превышать для мужчин 20 кг, для женщин – 7 кг.

10.3. Требования к помещениям

Объемно-планировочные и конструктивные решения помещений для производства машиностроительных конструкций должны соответствовать требованиям строительных норм и правил, санитарных норм и других действующих документов.

Производственные помещения для этих видов работ должны быть одноэтажными. Объем производственного помещения на одного работающего должен составлять не менее 15 м², а высота помещения – не менее 3,5 м.

Рабочие места сварки следует ограждать экранами из несгораемых материалов в соответствии с требованиями «Правил пожарной безопасности при проведении сварочных и других работ на объектах народного хозяйства».

Для мелких изделий стационарные рабочие места сварщиков следует оборудовать в кабинах с открытым верхом. При сварке в защитных газах обшивка кабины по всему периметру не должна доходить до пола на 100 мм, а высота светового экрана должна быть не менее 2 м. Обшивка кабин и световые экраны должны выполняться из несгораемых материалов.

Площадь кабины должна быть достаточной для размещения сварочного оборудования, приспособлений и мест складирования деталей и готовых узлов. Свободная площадь в кабине для сварщика должна составлять не менее 4,5 м².

Машины плазменной резки следует ограждать сплошными перегородками из несгораемых материалов не ниже 2,2 м, в которых входы завешивают шторами из несгораемых материалов.

Размещение в одной кабине двух и более сварочных столов допускается при условии разделения кабины светозащитными экранами.

При сварке и наплавке с предварительным подогревом размещение нескольких сварочных постов в одной кабине не разрешается.

Источники питания и шкафы управления для оборудования допускается размещать как на полу, так и на опорных площадках над оборудованием или в «мертвой зоне» пролетов.

Многопостовые сварочные источники питания должны выделяться перегородками (решетками, сетками) из несгораемых материалов высотой 1,7 м. Источники питания для плазменной обработки допускается размещать вне производственных помещений. В этом случае управление ими должно осуществляться дистанционно со специальных пультов.

Неразрушающий контроль качества сварных швов ионизирующим излучением – рентгеновским и радиоактивным, излучением линейных ускорителей бета-частиц – оказывает биологическое воздействие на организм человека.

В состав служб неразрушающего контроля качества входят лаборатории радиационной дефектоскопии, которые располагаются в специальных защитных помещениях. Толщина защиты помещения – камер зависит от энергии источника излучения и рассчитывается в каждом конкретном случае специализированной организацией. Площади и размеры камер определяются габаритом контролируемых изделий, применяемой аппаратуры.

Контроль изделий непосредственно в потоке их изготовления производится в защитных боксах-камерах.

Сварку и наплавку с использованием хромоникелевых сварочных материалов следует производить в изолированных помещениях. Выполнение этих работ допускается в общих помещениях при условии, что расход хромоникелевых сварочных материалов по отношению к расходу других сварочных материалов на стационарных постах, оборудованных местными отсосами, не превышает 5 % и составляет 0,25 г/ч на 1000 м³ объема помещения.

10.4. Требования к отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха

Вентиляцию, отопление и кондиционирование воздуха производственных помещений зданий и сооружений (включая кабины крановщиков, помещений пультов управления и т. д.) следует проектировать с обеспечением на рабочих местах метеорологических условий (температуры, влажности, скорости движения воздуха), а также содержания вредных веществ в воздухе в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005–84, дополнениями к СН 245–86 и перечнем ПДК и СНиП II–33–86.

Температура теплоносителя для нагревательных приборов центрального отопления не должна превышать 110 °С. У отопительных приборов следует устанавливать несгораемое съемное ограждение. Отопление рециркуляционными агрегатами не допускается.

Вытяжная вентиляция должна быть местной и общеобменной. Местные отсосы, независимо от габарита изделий, должны предусматриваться к каждому оборудованию и рабочему месту, где есть выделения вредных веществ.

Конструкции местных отсосов могут быть различными и определяться габаритом изделия, организацией рабочих мест, сварочными материалами и видом сварочных работ.

Местные отсосы в зависимости от своей конструкции улавливают 75–90 % вредных веществ (для РТК до 90 %); оставшиеся в помещении 10–25 % должны разбавляться до предельно допустимой концентрации (ПДК) с помощью общеобменной вентиляции. Допустимые уровни наиболее часто встречающихся в воздухе сварочных цехов вредных веществ следует определять по отраслевым нормативным документам. Вытяжные системы должны быть оборудованы фильтрами для очистки воздуха от сварочных аэрозолей с выбросом его в цех или атмосферу.

В целях уменьшения затрат на вентиляцию следует предусматривать рециркуляционные установки отсасываемого воздуха.

Вытяжку воздуха необходимо производить из нижней зоны помещения на высоте 0,5–0,7 м от уровня пола, а при наличии приемков в полу – из приемков. Подачу приточного воздуха необходимо осуществлять следующим образом: рассредоточенно – при сварке в среде защитных газов; сосредоточенно – в верхнюю зону

во всех остальных случаях. При газоплазменной обработке металлов сжиженными газами $2/3$ объема воздуха следует удалять из нижней зоны помещения, $1/3$ – из верхней (естественным и механическим путем).

Кроме рекомендуемых оздоровительных мероприятий следует пользоваться средствами индивидуальной защиты (респираторами, светофильтрами, спецодеждой).

Общеобменной и местной вентиляцией выбрасывать воздух из сварочных цехов в атмосферу можно при условии, что наличие вредных веществ в воздухе населенных пунктов не превышает предельно допустимых концентраций, регламентируемых СНиП 2.04.05–86.

10.5. Защита от шума и вибрации

На постоянных рабочих местах и в рабочих зонах цехов уровни звукового давления в октавных полосах частот (в децибелах) не должны быть выше допустимых по ГОСТ 12.1.003–83.

В качестве мероприятий по снижению шума рекомендуется:

– моторные преобразователи токов выделять в отдельные звукоизолированные помещения, выполняемые из несгораемых или трудносгораемых материалов;

– к выхлопным каналам струи сжатого воздуха пневмоцилиндров сварочного оборудования и приспособлений необходимо подключать глушители шума;

– при плазменной обработке и металлизации изделий стены кабин должны быть покрыты звукопоглощающей облицовкой из несгораемых или трудносгораемых материалов.

При невозможности добиться снижения шума указанными средствами рекомендуется применять индивидуальные средства защиты (наушники, противошумные каски, вкладыши, заглушки).

10.6. Утилизация и выброс вредных отходов

В сборочно-сварочных цехах технологические процессы сопровождаются выделением тепла, пыли, газов, загрязнением сточных вод.

Выделение тепла и газов происходит при сварочных и окрасочных работах. Пыль выделяется при очистке деталей от грязи

и коррозии, при дробеметной и дробеструйной очистке. Сточные воды при окраске конструкций загрязняются маслами, лаками, красками, растворителями.

С целью уменьшения загрязнения воды и атмосферы следует предусматривать:

- технологические процессы, сопровождающиеся наименьшим количеством выбросов вредных веществ;
- замену сухих способов очистки мокрыми;
- замену твердого и жидкого топлива газообразным или электрическим;
- устройство горелок, обеспечивающих полное дожигание окиси углерода на любых режимах;
- автоматическую сигнализацию в ходе операций, связанных с возможностью выделения вредных веществ;
- герметизацию оборудования и аппаратуры;
- полное улавливание паров растворителя, лаков, красок, частиц пыли и очистку технологических выбросов, а также удаляемого вентиляцией воздуха, загрязненного химически вредными веществами;
- очистные сооружения для нейтрализации и очистки сточных вод.

Отработанные цианистые растворы и сточные воды, содержащие цианиды, должны обезвреживаться в специальных емкостях (ваннах) путем обработки сильными окислителями (гипохлориты), после чего стоки могут направляться в общий нейтрализатор. При малых объемах сточных вод обезвреживание можно производить раствором сернокислого железа. Для цианистых ванн следует предусмотреть индивидуальную вентиляцию. Перед выпуском в атмосферу цианистые пары следует пропускать через струйчатый водяной фильтр с последующей нейтрализацией раствора.

Пары растворителя и частички лаков и краски должны отсасываться, проходить через пылеуловитель и улавливаться водяным душем. Вода из пылеуловителя сливается в систему обезвреживания. Один раз в сутки производится химический анализ сточных вод.

10.7. Требования по взрыво- и пожаробезопасности

Технологические процессы, размещаемые в производственных зданиях, должны быть взрывобезопасными и удовлетворять требо-

вания ГОСТ 12.1.010–84. При разработке компоновочных планов и планов расположения оборудования эвакуацию людей следует предусматривать в соответствии со СНиП 2.09.02–85, СНиП 2.09.04–87, СНиП 2.11.01–85.

Опасность возникновения пожаров и взрывов на производстве может выражаться:

- в скоплении масла в прямках под прессами. Пожары могут возникнуть в подвальных помещениях, в закрытых электромашинных помещениях, на складах материалов;
- в самовозгорании использованного обтирочного материала;
- в нарушении режимов пуска и работы газовых нагревательных печей, в утечке газа из системы и газовых устройств;
- в образовании взрывоопасных концентраций в воздухе при приготовлении технологических смазочных материалов с использованием керосина, масел, спиртов.

Снижение опасности возникновения пожаров и взрывов при электродуговой сварке и кислородно-ацетиленовой резке металлов должно согласовываться с пожарной охраной; недопущением сварочных работ на свежеекрашенных изделиях до полного высыхания краски; с очисткой сварочных мест в радиусе 5 м от легковоспламеняющихся материалов.

В цехе устанавливается система пожаротушения в виде спринклерных установок и установок пенного пожаротушения.

Для предотвращения разлива масла вокруг каждой единицы оборудования, в которых находятся горючие жидкости в системах смазки, охлаждения и гидропривода в количестве более 60 кг, необходимо предусматривать устройство бортиков (поддонов) на расстоянии 500 мм от оборудования и высотой 50 мм (или прямков для слива горючих жидкостей в аварийных ситуациях).

Для предотвращения пожарных ситуаций необходимо предусматривать специальную тару для транспортировки легковоспламеняющейся жидкости (ЛВЖ): спирта, бензина, керосина, уайт-спирита и др. Работа с ЛВЖ должна производиться в вытяжных шкафах, оборудованных вентиляцией.

Текущий запас легковоспламеняющихся жидкостей и горючих жидкостей (ГЖ) должен храниться в специальных кладовых и не превышать суточной нормы. ЛВЖ и ГЖ должны выдаваться в специальной таре, исключая образование искрообразования, с плотно за-

крывающимися крышками. Хранить и оставлять указанные жидкости в рабочем помещении цеха после работы запрещается.

В помещениях, где применяются ЛВЖ и ГЖ, необходимо предусматривать аварийную вентиляцию и ее блокировку при возгорании оборудования.

В отдельных случаях оборудование, связанное с применением ЛВЖ, разрешается располагать в общем потоке производства, не отгораживая его стенами. Такие помещения следует считать взрывоопасными в сфере радиусом 5 м от открытых проемов оборудования.

Должна быть предусмотрена вытяжная вентиляция от оборудования и блокировка, обеспечивающая остановку технологического процесса при отключении вытяжной вентиляции.









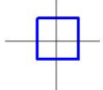
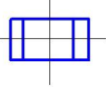
Чистый и использованный обтирочный материал (концы, ветошь и др.) должен храниться отдельно в плотно закрывающейся металлической таре, в специально отведенных местах.

Проектирование внутренних и наружных сетей противопожарного водопровода необходимо проводить в соответствии со СНиП 2.04.01–85, СНиП 2.04.02–84.

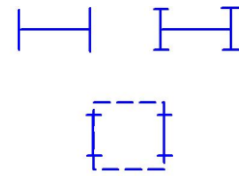
ПРИЛОЖЕНИЕ

Условные обозначения, применяемые на технологических планах машиностроительных цехов

Строительные элементы зданий

Капитальная стена, перегородка на планах	
Легкие перегородки всех типов (на компоновочных планах)	
Перегородка сплошная до низа фермы или потолка	
Перегородка остекленная	
Перегородка из стеклоблоков	
Перегородка сетчатая	
Металлическая перегородка на каркасе	
Барьер высотой до 1,3 м	
Колонна железобетонная: сплошного сечения	
двухветвевая	

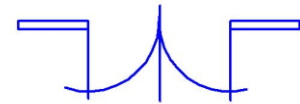
Колонна металлическая:
сплошностенчатая
двухветвевая сплошно-
стенчатая
двухветвевая решетчатая



Проемы для ворот и дверей
(на компоновочных планах)



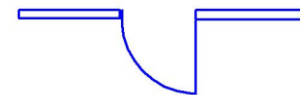
Дверь (ворота распашные)
складчатая в проеме без
четвертей



Дверь (ворота) раздвижная
двухпольная



Дверь (ворота) створная
однопольная



Проем в перегородке или стене



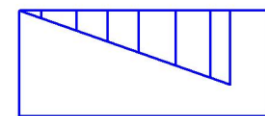
Проем оконный без четвертей



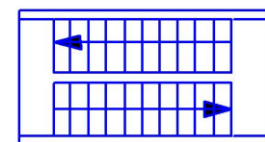
Проем оконный с четвертями



Лестницы:
на компоновочных планах



на планах расположения
оборудования



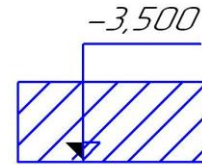
Распределительный пункт

РП

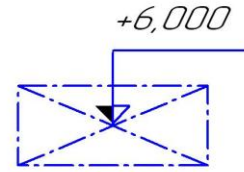
Распределительное устройство

РУ

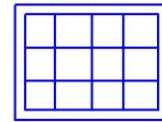
Подвал с отметкой пола подвала
(штриховка не обязательна,
если показывается установленное
оборудование)



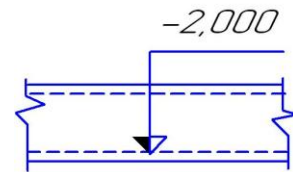
Антресоли, вентиляционные
площадки, балконы с отметкой
высоты



Решетка напольная



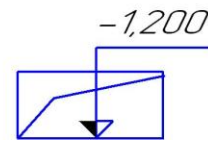
Туннель (канал) с отметкой
пола



Люк, проем в полу, в перекрытии
или в кровле

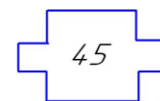


Приямок (с отметкой уровня пола)



Обозначения на чертежах технологических планов

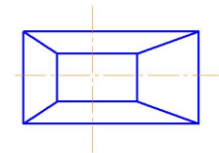
Технологическое оборудование
(пресс, ножницы и т. д.) с номером
по плану



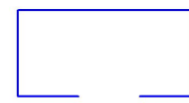
Место рабочего



Бункер на планах



Кабина сварочная из металлического
листа (внутри показывается
оборудование) на планах



Стеллаж многосекционный в плане



Верстак

B

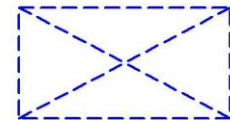
Контрольный стол

C

Многостаночное обслуживание



Резервное место для оборудования

Граница цеха, участка
(неогороженная)Проезды (не огороженные
перегородками)Место складирования деталей
на полу (не огороженное)

Подвод промышленных жидкостей, газов, энергии,
вентиляционные отсосы и т. д.

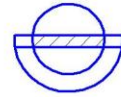
Подвод холодной воды к оборудованию

Подвод холодной воды к оборудованию
с отводом в канализациюПодвод холодной воды к оборудованию
с отводом в обратную систему
водоснабженияСлив воды из оборудования
в канализациюПодвод холодной воды с раковиной
на стенеПодвод холодной и горячей воды
с раковиной на стене

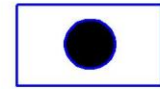
Подвод горячей воды к оборудованию



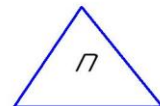
Подвод горячей воды к оборудованию с отводом в канализацию



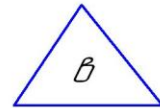
Автомат питьевой воды



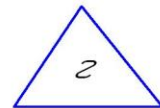
Подвод пара



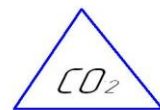
Подвод сжатого воздуха



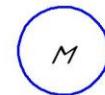
Подвод природного газа



Подвод природного газа; в центре – химический элемент или первые буквы названия газа



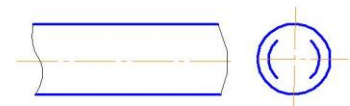
Централизованная подача промышленных жидкостей (масло, эмульсия); в центре – первая буква требуемой жидкости



Слив отработанной жидкости в канализацию



Воздуховод круглого сечения



Воздуховод прямоугольного сечения



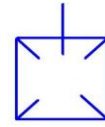
Шахта для забора воздуха



Шахта для выброса воздуха



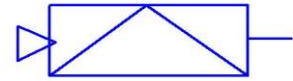
Устройство аспирационное, местная
вытяжка (отсос, укрытие)



Камера вентиляционная приточная



Кондиционер



Патрон с лампой накаливания



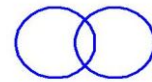
Плафон с лампой накаливания



Светильник (кроме плафона)
с лампой накаливания



Трансформатор



Ящик однофидерный



Розетка штепсельная защищенного
исполнения:
двухполюсная



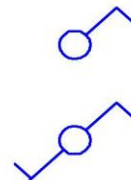
двухполюсная с контактом заземления



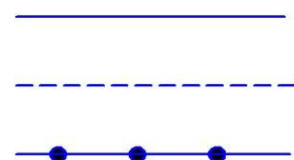
трехполюсная с контактом заземления



Выключатель или переключатель
защищенного исполнения:
однополюсный переключатель
однополюсный выключатель



Линия сети:
рабочего освещения
аварийного или охранного освещения
напряжение 36 В и ниже



дистанционного управления



Кабель в траншее (рабочего освещения)



Место изменения сечения, марки или
способа прокладки сети



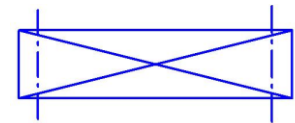
Щит управления

Щ

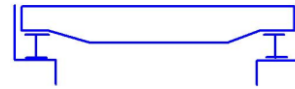
Подъемно-транспортное оборудование

Кран мостовой:

в плане



в разрезе

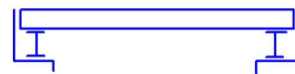


Кран однобалочный опорный
с электроталью:

в плане



в разрезе



Кран однобалочный подвесной:

в плане

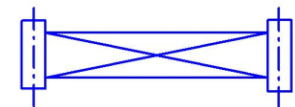


в разрезе

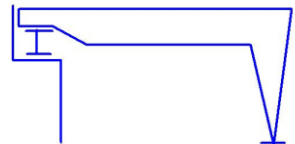


Кран полукозловой с крановой
тележкой:

в плане

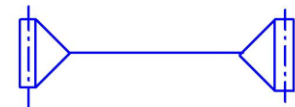


в разрезе



Кран полукозловой с электроталью:

в плане

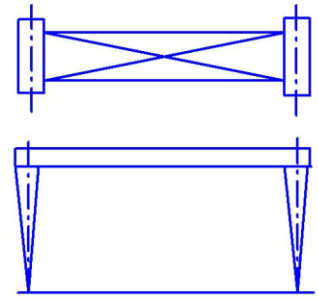


в разрезе



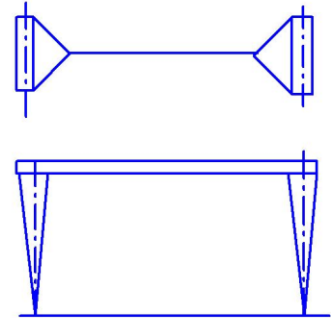
Кран козловой с крановой тележкой:
в плане

в разрезе



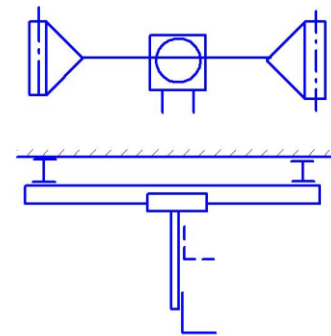
Кран козловой с электроталью:
в плане

в разрезе



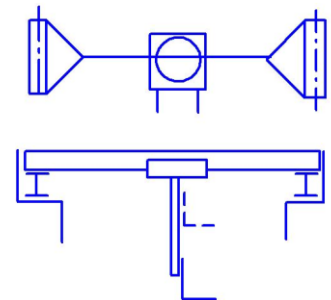
Кран-штабелер подвесной электрический, управляемый с пола:
в плане

в разрезе



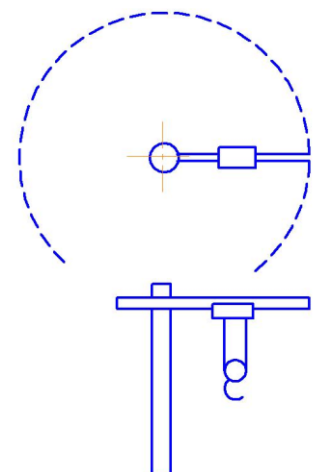
Кран-штабелер опорный электрический, управляемый с пола:
в плане

в разрезе

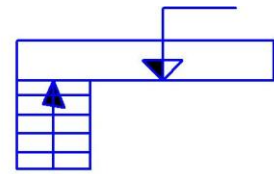


Кран консольно-поворотный стационарный:
в плане

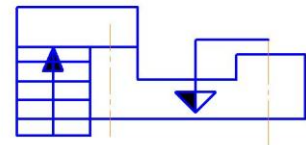
в разрезе



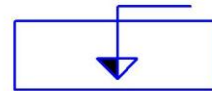
Площадка металлическая, посадочная
с лестницей для крана мостового,
с отметкой высоты



Площадка металлическая, ремонтная
для подвесных кранов, связанная
галереями, с отметкой высоты



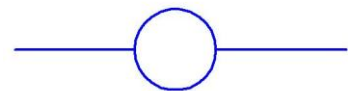
Ремонтная площадка для мостовых
опорных кранов в плане



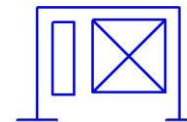
Монорельс с тельфером



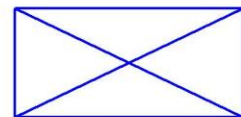
Монорельс с пневматическим
подъемником



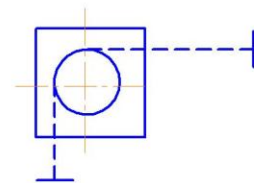
Подъемник (лифт)



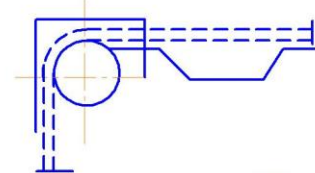
Гидроподъемник



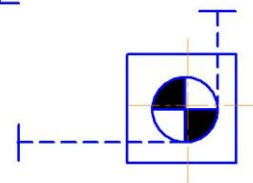
Устройство поворотное цепного
подвесного конвейера с блоком или
звездочкой



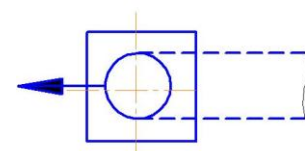
Устройство поворотное толкающего
подвесного конвейера с неприводным
отводом



Устройство приводное угловое



Устройство натяжное с одним блоком
или звездочкой (стрелка указывает
направление натяжки)



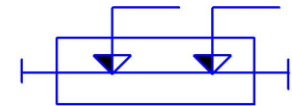
Подкрановый путь подвесной или опорный в плане



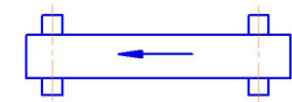
То же, на компоновочных планах



Подъем (спуск) трассы подвесных конвейеров с указанием отметок трассы в плане



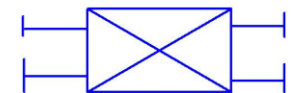
Ленточный транспортер



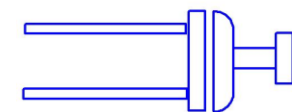
Рольганг



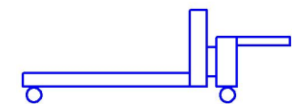
Тележка передаточная на рельсовом пути



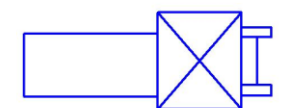
Тележка с подъемом вилок:
в плане



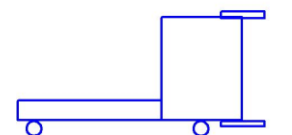
на разрезе



Электрокар:
в плане



на разрезе



Список рекомендуемой литературы

1. Воронов, Е. Н. Оборудование заводов металлических конструкций / Е. Н. Воронов, Л. Ф. Колесниченко. – Москва : Машиностроение, 1981.
2. Вороненко, В. П. Проектирование машиностроительного производства / В. П. Вороненко, Ю. М. Соломенцев, А. Г. Схиртладзе. – Москва : Дрофа, 2007.
3. Грундинг, К. Г. Проектирование промышленных предприятий: Принципы. Методы. Практика / К. Г. Грундинг. – Москва : Альпина Бизнес Букс, 2007.
4. Компьютерное проектирование и подготовка производства сварных конструкций : учеб. пособие для вузов / С. А. Куркин [и др.]. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002.
5. Красовский, А. И. Основы проектирования сварочных цехов / А. И. Красовский. – Москва : Машиностроение, 1981.
6. Логанов, Д. Т. Механизация котельно-заготовительного и сборочно-сварочного производств / Д. Т. Логанов [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1989.
7. Новиков, В. А. Оборудование и средства механизации сборочных цехов / В. А. Новиков. – Москва : Машиностроение, 1982.
8. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Фонды времени работы оборудования и рабочих. ОНТП 15–86. – Москва : ВНИИТЭМР, 1986.
9. Отраслевые нормы технологического проектирования предприятий автомобильной промышленности. Сборочно-сварочные цехи. ОНТП 09–96. – Москва : Минавтопром, 1996.
10. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Сборочно-сварочные цехи. ОНТП 09–88. – Москва : Минавтопром, 1988.
11. Сварка и резка в промышленном строительстве : справочник : в 2 т. / под ред. Б. Д. Малышева. – Москва : Стройиздат, 1989.
12. Сварочное оборудование : каталог / Н. С. Майорова. – Москва : ИКФ «Каталог», 1995.
13. Сварочные аппараты и оборудование различных видов и областей применения, их отечественные и зарубежные произво-

дители: Отраслевой каталог 02–06 : в 3 т. / Ин-т пром. каталогов «Импромкаталог». – Москва, 2008.

14. Пономарев, В. А. Универсально-сборочные приспособления для сборочно-сварочных работ : альбом / В. А. Пономарев, И. С. Чугунихин, Ю. В. Бородин. – Москва : Машиностроение, 1981.

15. Проектирование цехов обработки металлов давлением и сварочного производства : справочник. Т. 3 / под ред. А. М. Мансурова. – Москва : Машиностроение, 1974.

16. Руководство по проектированию заводов металлоконструкций. Нормы технологического проектирования / ЦНИИпроектстальконструкция Госстроя СССР. – Москва : Стройиздат, 1984.

17. Рекомендации по проектированию заводов металлоконструкций. Типовые технологические процессы сборки и сварки элементов металлоконструкций одноэтажных промышленных зданий / ЦНИИпроектстальконструкция Госстроя СССР. – Москва : Стройиздат, 1986.

Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
Глава 1. РЕЖИМЫ РАБОТЫ И ФОНДЫ ВРЕМЕНИ ОБОРУДОВАНИЯ И РАБОЧИХ	6
Глава 2. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОГРАММА ЦЕХА	11
Глава 3. НОРМИРОВАНИЕ СВАРОЧНЫХ РАБОТ	13
3.1. Структура нормы времени	13
3.2. Расчет норм времени для различных методов сварки	14
Глава 4. ОБОРУДОВАНИЕ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ	21
4.1. Определение количества оборудования и рабочих мест	21
4.2. Планировка оборудования на участке	23
4.3. Оборудование и средства механизации заготовительных участков	26
4.4. Оборудование и средства механизации сварочных участков	44
4.5. Подъемно-транспортное оборудование	60
Глава 5. РАСЧЕТ И СОСТАВ РАБОТАЮЩИХ	71
5.1. Производственные рабочие	71
5.2. Вспомогательные рабочие	72
5.3. Прочие категории работающих	74
Глава 6. ПЛОЩАДЬ ЦЕХА	76
6.1. Определение общей площади цеха	76
6.2. Цеховые проходы и проезды	77
Глава 7. ГРУЗООБОРОТ ЦЕХА И НОРМЫ РАСХОДА МАТЕРИАЛОВ	80
7.1. Грузооборот цеха	80
7.2. Нормы расхода и требования к параметрам материалов	81

7.3. Нормы расхода энергоносителей	85
Глава 8. ОРГАНИЗАЦИЯ СКЛАДСКОГО ХОЗЯЙСТВА	90
8.1. Назначение и размещение складов	90
8.2. Способы хранения материалов и их транспортировка	92
8.3. Расчет площадей складов	94
Глава 9. РАЗРАБОТКА СТРОИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА	97
9.1. Основные строительные параметры зданий	97
9.2. Расчет высоты пролетов здания	99
Глава 10. ТРЕБОВАНИЯ К БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА	102
10.1. Общие требования по охране труда	102
10.2. Требования безопасности к технологическим процессам	103
10.3. Требования к помещениям	105
10.4. Требования к отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха	107
10.5. Защита от шума и вибраций	108
10.6. Утилизация и выброс вредных отходов	108
10.7. Требования по взрыво- и пожаробезопасности	109
ПРИЛОЖЕНИЕ. Условные обозначения, применяемые на технологических планах машиностроительных цехов	112
Список рекомендуемой литературы	122

Баканов Александр Александрович
Ковальчук Светлана Николаевна

ПРОЕКТИРОВАНИЕ
СВАРОЧНЫХ УЧАСТКОВ И ЦЕХОВ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Редактор З. М. Савина

Подписано в печать 28.04.2016. Формат 60×84/16
Бумага офсетная. Гарнитура «Times New Roman». Уч.-изд. л. 7,5
Тираж 100 экз. Заказ

КузГТУ, 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28

Издательский центр УИП КузГТУ, 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4А