



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Машины и автоматизация сварочных процессов»

Основы технологической подготовки и проектирования сварочных цехов и участков

Учебное пособие

по дисциплине
**«Технологическая
подготовка производства»**

Автор
В.А. Софьянников

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

Пособие «Основы технологической подготовки и проектирования сварочных цехов и участков» предназначено для студентов очной и заочной форм обучения направления 150301 «Машиностроение» по профилю «Оборудование и технология сварочного производства».

Автор



к.т.н., доцент,
кафедры «М и АСП»
Владимир
Александрович
Софьянников



Оглавление

	Предисловие
Глава 1	Технологическая подготовка производства сварных конструкций
1.1.	Сварочное производство - процесс создания материальных благ
1.2.	Технологическая документация
1.3.	Технологичность
1.4	Разбивка конструкции на сборочные единицы
1.5.	Технологический процесс производства сварных конструкций
1.6.	Обоснование выбора способа сварки
1.7.	Разработка схемы технологического процесса изготовления конструкции
Глава 2	Техническое нормирование
2.1.	Сущность технического нормирования
2.2.	Нормирование расхода материальных и энергетических ресурсов
2.3.	Технологическая трудоемкость
2.4.	Производительность труда
2.5.	Расчет количества производственного оборудования
2.5.1.	Расчет количества основного оборудования
2.5.2.	Расчет количества прочего оборудования
2.5.3.	Коэффициенты загрузки производственного оборудования
2.5.4	Прогрессивность технологического оборудования
2.6.	Расчет численности работающих
2.6.1	Расчет численности основных рабочих
2.6.2	Определение численности наладчиков
2.6.3.	Определение состава и численности вспомогательных рабочих
2.6.4	Определение численности работников службы технического контроля (СТК)
2.6.5.	Расчет численности крановщиков и стропальщиков

«Технологическая подготовка производства»

- 2.6.6. Распределение работающих по сменам и соотношение мужчин и женщин в общем количестве работающих
- 2.6.7. Распределение работающих по группам санитарной характеристики производственных процессов
- Глава 3. Элементы сварочного производства цели и задачи его проектирования
 - 3.1. Основные цели проектирования сварочных производств
 - 3.2. Основные задачи проектирования сборочно-сварочных цехов.
- Глава 4. Комплектность конструкторских документов при проектировании сборочно-сварочных цехов.
 - 4.1. Типы и характеристики сварочного производства
 - 4.2. Типовые схемы компоновки сварочных цехов
 - 4.3. Строительные конструкции промышленных зданий
 - 4.4. Планировка размещения оборудования на сварочных участках
 - 4.5. Автоматизация управления работой сварочного цеха
 - 4.6. Объемно-планировочные и строительные решения
 - 4.7. Нормы размещения оборудования
 - 4.8. Условные обозначения к рис. 3-14
- Глава 5. Нормы расхода, требования к параметрам и качеству материалов и энергоносителей
 - 5.1. Основные материалы
 - 5.2. Вспомогательные материалы
 - 5.3. Нормы расхода энергоносителей
 - 5.3.1. Электроэнергия
 - 5.3.2. Сжатый воздух
 - 5.3.3. Газоснабжение (на технологические нужды)
 - 5.3.4. Водоснабжение (на технологические нужды)
- Глава 6. Нормы запасов и складирования

«Технологическая подготовка производства»

- 6.1. Нормы запаса хранения узлов на складах цехов с крупносерийным и массовым производством
- 6.2. Расчет нормы площадей складов цехов с крупносерийным и массовым производством
- 6.3. Расчет нормы площадей складов для цехов единичного, мелкосерийного и среднесерийного производства
- 6.4. Нормы расчета площадей цеховых кладовых
- 6.5. Уровень механизации и автоматизации производства
- 6.6. Уровень специализации и кооперирования производства
- 6.7. Материалоемкость и энергоемкость продукции
Литература

ПРЕДИСЛОВИЕ

Основная цель дисциплины «подготовка сварочного производства» состоит в подготовке специалистов к реализации комплексов технических решений по производству конкурентоспособной продукции, технологическому обеспечению ее качества при постоянном совершенствовании на базе прогрессивных комплексных технологических процессов и концепций системной логистики. Студенты должны освоить совокупность методов современного экономического проектирования сборочно-сварочных производств, основанных на элементах высокомеханизированных и автоматизированных процессов, и решить задачи обеспечения безопасного труда.

Учебное пособие содержит этапы технологического проектирования изготовления сварных конструкций, начиная со всестороннего анализа технологичности самой сварной конструкции в плане экономической целесообразности принимаемых решений на этапе предварительной проработки, необходимым на этом этапе расчете норм расхода материалов и энергоносителей, рекомендации по подбору и расчету количества основного оборудования, определению уровня механизации и автоматизации производства, определение необходимой численности работающих, принятие организационно-планировочных и строительных решений сборочно-сварочных цехов и участков, специализации и кооперирования сборочно-сварочных цехов, выполнения методических регламентов по нормам запасов и складирования, а также требований противопожарной безопасности, охраны труда, защиты окружающей среды.

В пособии представлены учебные материалы и методические указания, охватывающие основные вопросы проектирование цехов и участков сварочного производства.

Учебное пособие разработано применительно к учебному процессу подготовки бакалавров направления 150301 «машиностроение» по профилю «оборудование и технология сварочного производства» по кафедре «механизация и автоматизация сварочного производства» и может быть использовано при изучении дисциплин «производство сварных конструкций», «технологическая подготовка производства (сварочного)», для курсового проектирования и выполнения выпускной квалификационной работы.

Глава 1. Технологическая подготовка производства сварных конструкций

1.1. Материальное производство - процесс создания материальных благ

Материальное производство представляет естественные условия человеческой жизни и материальную основу различных видов деятельности.

Промышленный выпуск изделий (продукции) для своего осуществления требует наличие элементов производства, главными из которых являются следующие:

- материалы для изготовления заданной продукции. Материалы могут быть основными, из которых изготавливают детали, технологические узлы, сборочные единицы (например, стали, электроды и т.д.), а также вспомогательными (например, флюсы, защитные и горючие газы, вода для охлаждения машин, ветошь и т.д.);
- оборудование для выполнения требуемых изменений формы, размеров и состояния обрабатываемых материалов, а также оборудования для перемещения материалов, заготовок и изделий в производственном потоке.
- энергия для привода производственного и транспортного оборудования. Например, электрическая энергия для сварки, термической обработки материалов и для привода машин, станков и механизмов; энергии сжатого воздуха для обдува деталей и заготовок, для привода приспособлений и аппаратуры и т. д.;
- состав работающих, которые из материалов с помощью рационально выбранного оборудования и необходимых видов энергии изготовят заданную продукцию и обеспечат ее выпуск в предусмотренное время. В понятие «состав работающих» включаются производственные и вспомогательные рабочие, младший обслуживающий, счетно-конторский и административно-управленческий персонал.

Все перечисленные элементы производства взаимодействуют между собой, организуют единый производственный процесс, основная цель которого изготовление и выпуск заданной продукции. Такой производственный процесс включает также технологические, транспортные, контрольные и прочие операции, которые заранее разрабатываются и

«Технологическая подготовка производства»

рассчитываются во всех его частях. Результаты разработки и расчетов производственного процесса записывают в особых ведомостях, технологических картах либо в рабочих инструкциях. Такая документация производственного процесса, условно называемая технологическим процессом производства, служит руководством для его выполнения на надлежащем технико-экономическом, служит юридическим документом при решении споров между мастером и рабочим, мастером и технологом и т. д., является одним из элементов производства, необходимых для обеспечения его нормального функционирования.

На продукцию, подлежащую к выпуску на данном предприятии, должны быть разработаны **технические условия** (ТУ).

Конструкторская документация - это графические и текстовые документы, которые содержат данные об изделии, необходимые для его разработки, изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта.

К конструкторской документации относятся чертежи, ведомости комплектующих деталей, схемы, расчеты, пояснительные записки, ТУ и др. Виды и комплектность конструкторской документации установлены стандартом. Правила оформления конструкторской документации приведены в Единой системе конструкторской документации (ЕСКД).

На основе ТУ разрабатывается **техническое задание** (ТЗ), которое является исходным документом при проектировании изделий, процессов и т. д. ТЗ - основной документ, в котором определяются технические и эксплуатационные требования к проектируемому объекту, указываются этапы, разрабатываемая техническая документация, показатели качества и технико-экономические требования.

Технологический процесс (ТП) - часть производственного процесса, содержащая действия по изменению и последующему определению свойств и состояния предмета производства. Например, технологический процесс сварки конкретного изделия может содержать подготовку деталей под сварку, их установку в процессе сборки, прихватку деталей между собой, их последующую сварку, зачистку швов сварных соединений и контроль качества и товарного вида изделия.

Технологический процесс излагается в технологических или маршрутных картах, входящих в состав **технологической документации** (ТД). Для определенных типов изделий разрабатываются единый типовой или групповой

«Технологическая подготовка производства»

технологический процесс, что позволяет ускорить подготовку производства новых изделий одновременно на нескольких предприятиях.

В технологические процессы включаются технологические, транспортные, контрольные и прочие операции.

Часто операции подразделяются на основные и вспомогательные:

- к **основным операциям** относят операции непосредственно связанные с изменением форм, размеров или свойств предмета труда (изделия); к ним относят технологические операции, например, сборку, сварку и т. п.;

- к **вспомогательным операциям** относят операции, способствующие выполнению технологической операции и определению качества и товарного вида готовой продукции, например, транспортирование, зачистка до и после сварки, протирка, балансировка, правка, калибровка, контрольная и др.

Технологическая операция - законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте одним или несколькими рабочими, а также без участия рабочих или под их наблюдением (автоматизированные и роботизированные производства).

Технологическая операция характеризуется неизменностью объекта производства и оборудования. Она служит основной расчетной единицей для определения производительности труда и планирования загрузки конкретного оборудования, а также для технического нормирования труда.

В зависимости от типа производства (единичное, мелкосерийное, серийное, крупносерийное, массовое), особенностей организации производственного процесса и конкретных рабочих мест технологические процессы могут быть маршрутными и пооперационными. В дополнение к пооперационным технологическим процессам иногда разрабатываются инструкционные карты для каждого рабочего места.

Разработка маршрутного технологического процесса заключается в установлении последовательного перечня операций по изготовлению заданного изделия. **Расчленение трудового процесса на позиции, установки, переходы не осуществляется.**

При разработке пооперационного технологического процесса технологические операции разбиваются на позиции,

«Технологическая подготовка производства»

установы или переходы (последнее характерно для сварочного производства). В соответствующих операциях указываются: номер инструкции по охране труда или технике безопасности (ИТБ или ИОТ); оборудование; материалы (основные и вспомогательные); транспортные средства; технологическая оснастка; инструменты (рабочий, мерительный); средства индивидуальной защиты и другие необходимые данные.

Инструкционные карты составляют подобно картам пооперационного технологического процесса, но отдельно на каждую операцию или ряд последовательных операций, выполняемых на одном рабочем месте. Инструкционные карты снабжаются эскизами, достаточно подробными описаниями переходов, включая сведения по организации труда и технике безопасности на данном рабочем месте.

Описанные документы входят в состав технологической документации.

1.2. Технологическая документация

Система единой технологической документации (ЕСТД) - общероссийская система технологической документации, устанавливающая правила ведения технологических процессов, выполнения и обращения карт, инструкций и другой технологической документации, используется при изготовлении промышленной продукции.

Технологическая документация - графические и текстовые документы, которые определяют технологические процессы изготовления продукции. К технологической документации относятся: технологические карты, маршрутные карты, операционные карты, инструкции, операционные чертежи и другие документы, используемые в основном производстве, а также конструкторская документация, ведомости заказа и нормы расхода материалов, полуфабрикатов, инструментов, принадлежностей и т. п.

Технологическая карта - форма технологической документации, в которой записан весь процесс обработки изделия (сборочной единицы), указаны операции и их составные части (переходы, позиции, установы), указаны материалы, производственное оборудование, инструмент, технологические режимы, необходимое для изготовления изделия или его части время, квалификация работников, расходы материалов технологического назначения и другие данные и результаты

расчетов, средства индивидуальной защиты исполнителей трудового процесса и т. д.

Для выполнения всех работ по технологическому процессу производства конкретного изделия требуется размещение всего потребного оборудования, материалов, состава работающих, то есть необходимо определенное пространство, иначе говоря помещение. Это пространство должно включать производственные площади, необходимые для размещения рабочих, оборудования и рабочих мест, а также вспомогательные площади, необходимые для расположения проходов и проездов между рабочими местами, цеховых складов и кладовых, административно-канторских и бытовых служб.

Таким образом, можно сделать вывод, что кроме указанных выше главных элементов производства (материалов, оборудования, энергии и состава работающих) для его осуществления необходимы также дополнительные элементы производства: документированный технологический процесс производства конкретного изделия (сборочной единицы) и пространство, на котором этот технологический производственный процесс размещается.

Маршрутная карта - упрощенная технологическая карта, в которой указывается лишь последовательность (маршрут) обработки детали (изделия). Применяется в подавляющем большинстве случаев в единичном и мелкосерийном производстве.

Таким образом, нормативно-техническая документация (НТД) - графические и текстовые конструкторские и технологические документы - устанавливают обязательные или рекомендуемые требования, нормы, методы или конструкцию изделия, используемые при проектировании, изготовлении, испытании, эксплуатации или ремонте. К основным видам НТД относятся стандарты всех категорий (государственный, республиканский, отраслевой, предприятия), руководящие технические материалы (РТМ), общие технические требования (ОТТ), руководства по применению, типовые технологические процессы (ТПП), типовые методики испытаний, ограничительные перечни и т. п.

Процесс подготовки производства к выпуску конкретных изделий начинается с анализа их технологичности.

1.3. Технологичность

«Технологическая подготовка производства»

Разработка технологического процесса начинается с анализа исходных данных и детального изучения конструкции по рабочим чертежам и другой конструкторской документации. Целью этого этапа является получение информации об условиях эксплуатации конструкции, конструкционных материалах, их эксплуатационных и сварочно-технологических свойствах, о сварных соединениях и швах, их расчетных параметрах, протяженности и конфигурации, толщине свариваемых элементов и требованиях к качеству сварных соединений. Эта информация является исходной для проведения анализа технологичности конструкции.

В соответствии с ГОСТ 14.205-83: технологичность конструкции изделия (технологичность) – это совокупность свойств конструкции изделия, определяющих её приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

В зависимости от области проявления различают производственную, эксплуатационную и ремонтную технологичность конструкции изделия.

Технологичным конструктивным решением является такое решение, которое обеспечивает наиболее простое, быстрое и экономичное изготовление и монтаж конструкции при соблюдении условий прочности, устойчивости и требуемых эксплуатационных качеств.

Технологичность является понятием комплексным, охватывающим экономические, технологические и качественные показатели, основными из которых являются: *себестоимость, трудоемкость и качество.*

Достижение высоких показателей технологичности изделия, осуществляется на основе взаимосвязанного решения конструкторских и технологических задач, направленных на повышение производительности труда, снижение затрат и сокращения времени на проектирование, технологическую подготовку производства, изготовление, техническое обслуживание и ремонт при сохранении необходимого качества изделия. Такая совокупность мероприятий называется **отработкой изделия на технологичность** [1].

Отработку изделия на технологичность следует начинать с детального изучения исходных данных, определяющих вид изделия, объем выпуска и тип производства. Вид изделия

«Технологическая подготовка производства»

определяет главные конструктивные и технологические признаки, обуславливающие основные требования к технологичности конструкции. Объем выпуска и тип производства определяют степень технологического оснащения, механизации и автоматизации технологических процессов. Кроме этого изучается перспективность данного изделия, степень его новизны, опыт данного предприятия и предприятий с аналогичным производством, возможность применения новых оригинальных технологий.

С учетом этих данных выбираются критерии оценки технологичности конструкции изделия, методы их расчета и сравнительной оценки с базовыми или нормативными показателями. По принятым критериям выявляются и оцениваются свойства конструкции изделия с позиции экономии затрат по ее выпуску, ремонту и эксплуатации, сокращения сроков выпуска, улучшения условий труда в процессе производства. Анализ подобного рода носит название – *анализ технологичности конструкции изделия*. Принятые при этом критерии оценки технологичности называются – *показателями технологичности*.

На основе проведенного анализа делается заключение о целесообразности выпуска рассматриваемого изделия данными технологическими приёмами. Если полученный уровень технологичности удовлетворяет требования, предъявляемым к выпуску аналогичных изделий, изделие считается пригодным для запуска в производство. В противном случае ищутся дополнительные мероприятия с целью повышения технологических качеств конструкции. Обычно такие мероприятия связаны с изменением конструктивного оформления изделия, корректировкой технологии его изготовления.

Знания технологических свойств конструкции, приобретенные технологом при оценке технологичности конструкции, позволяют выбрать основные направления принятия решений по вопросам свариваемости, собираемости элементов конструкции, выбора сборочно-сварочной оснастки, возможности механизации, автоматизации и роботизации, выбора способа сварки и сварочного оборудования, а также необходимости назначения дополнительных технологических операций для снижения и предупреждения остаточных сварочных напряжений и деформаций, снижения концентрации напряжений и т.п.

1.4. Разбивка конструкции на сборочные единицы

При разбивке конструкции на сборочные единицы технолог руководствуется количеством, конфигурацией и толщиной деталей, составляющих сварную конструкцию, а также программой выпуска изделия, что определяет выбор сборочно-сварочного вспомогательного оборудования удобного для сварки нижнего положения и ограничения количества перемещений узла. Из указанных соображений, для организации высокопроизводительного производства необходимо стремиться максимально упрощать конструкцию сборочных единиц за счет увеличения их количества и уменьшения числа составляющих их деталей.

Такой подход обеспечит условия для автоматизации сборочно-сварочных процессов и синхронизации сборки и сварки отдельных сборочных единиц. Однако для условий индивидуального и мелкосерийного производства подобные решения неэффективны, поскольку повышается стоимость техпроцесса производства и ставится под сомнения окупаемость этих затрат.

1.5. Технологический процесс производства сварных конструкций

*Под **технологическим процессом** в машиностроении понимают последовательное изменение формы или состояния материала в целях получения изделия определенного вида или качества. Основная цель проектирования технологического процесса - разработка такого способа изготовления заданного изделия, который бы являлся наиболее рациональным не только технически, но и экономически при правильном и полном использовании всех технических возможностей оборудования и оснастки на наиболее выгодных режимах при минимальных затратах времени, рабочей силы, вспомогательных материалов и т. д.*

Разработку процесса изготовления конструкций в серийном производстве, в том числе сварных или паяных, выполняют в два этапа: предварительный и окончательный.

*На **первом этапе (предварительном)** производят расчленение изделий (по их чертежам) на сборочные элементы, технологические узлы, группы и т. д., установление рациональной последовательности рабочих операций, а также выбор*

оптимального способа сборки и сварки или пайки изделия, выбор прогрессивных способов обработки и установление рациональной последовательности операций изготовления и подготовки деталей, их сборки и сварки (пайки) в соответствии с техническими условиями по обеспечению надлежащего качества изделия, выбор основного и специального технологического оборудования, оснастки и средств механизации, назначение режимов обработки, нормирование и определение трудоемкости изготовления изделия.

В результате выявляется принципиальная схема технологического процесса (технологический маршрут), одновременно решаются вопросы, связанные с выбором оборудования, оснастки и режимов работы. В этом маршруте определяются все основные операции по изготовлению сварного или паяного изделия в принятой последовательности (рис. 1) [1].

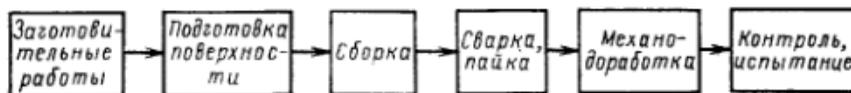


Рис. 1 – Схема технологического процесса изготовления сварных конструкций

Целью второго этапа разработки технологического процесса (окончательного) является детальная проработка всех вопросов, связанных с производством изделия, степень которой зависит, в первую очередь, от типа производства. Наиболее детальная проработка характерна для массового производства и меньшая - для единичного и мелкосерийного.

При изготовлении сварных узлов машиностроительных конструкций характерным является то, что производство их часто отличается сложностью и многообразием цеховых маршрутов. Это связано с наличием большого числа разнообразных технологических процессов, применяемых при изготовлении деталей того или иного изделия. Последнее же вытекает из высоких требований, предъявляемых к качеству выпускаемой продукции, часто весьма сложной конструкции, а также многообразия марок применяемых материалов. В связи с этим технологическая отработка изделия и процесса его изготовления имеет большое значение при подготовке производства того или иного объекта и сказывается на качестве и сроках освоения

нового производства и себестоимости продукции.

Поэтому вопросам разработки технологических процессов необходимо уделять самое серьезное внимание в период подготовки объекта к запуску в производство.

1.6. Обоснование выбора способа сварки

При назначении способа сварки сборочных единиц, технолог определяет вначале возможные способы сварки для каждой сборочной единицы и после сравнительного анализа – целесообразность их использования с позиций технологических, обеспечения качества, а также экономических, выбираем наиболее оптимальный вариант.

Обоснование выбора способа сварки может основываться на знании специфики процессов и опыта работы технолога, подкрепляться необходимыми расчетами и статистическими данными по дефектности, характерной для конкретного способа, имеющимися в литературных источниках. На этом этапе работы над разработкой технологического процесса технолог определяет параметры режимов сварки, основываясь на рекомендациях литературных источников для конкретного материала и его толщины, либо путем расчета по существующим методикам.

При освоении новых для конкретного предприятия способов сварки, сварочных материалов или конструкционных сталей и сплавов, возможно и желательно пользоваться рекомендациями лаборатории сварки по назначению режимов, основанными на экспериментальных данных, полученных в процессе технологических исследований.

1.7.

Разработка схемы технологического процесса изготовления конструкции

Решения технолога, принятые на рассмотренных этапах, позволяют приступить к разработке схемы технологического процесса изготовления конструкции, включающей все операции производственного процесса, начиная от выбора исходной заготовки, для каждой детали, составляющей сборочную единицу, включая операции заготовительного производства, сборочно-сварочные и операции контроля качества и исправления дефектов сварки. При разработке схемы необходимо выделить сборочные единицы, сгруппировать составляющие их детали, показать примеры выполнения технологических операций и

основные параметры режимов сварки.

При выборе исходной заготовки для изготовления деталей технолог руководствуется стандартами на листовую, сортовой и профильный прокат, выбирает типоразмеры, планирует наиболее рациональные варианты раскроя исходных заготовок с коэффициентом использования не менее 85 %, и далее показывает их движение по операциям с указанием оборудования.

На этапе разработки схемы технологического процесса, технологом принимаются наиболее оптимальные варианты технологических решений по операциям, выбору сварочного оборудования и позиционирования стыков относительно сварочной дуги преимущественно в удобном для сварки нижнем положении, что дает возможность определить схему работы и конструктивные варианты сборочно-сварочных приспособлений. На этом этапе у технолога формируются исходные данные для проектирования сборочно-сварочной оснастки и основные положения технического задания на проектирование. Сюда относятся: схема базирования деталей в приспособлении, варианты закрепления деталей, количество поворотов и кантовок, и др. Разработка схемы технологического процесса завершается составлением технического задания на проектирование сборочно-сварочных, либо только сборочных или сварочных приспособлений. Однако технолог может отказаться от дорогостоящего варианта проектирования и изготовления специализированных приспособлений, если возможно использовать вспомогательное оборудование типовое, стандартизованное, выпускаемое серийно: вращатели, позиционеры, кантователи и др. Этот вариант наиболее простой и дешевый, но, к сожалению, не всегда приемлем. Иногда возможно рационально использовать типовое вспомогательное оборудование совместно со специализированным, либо с небольшими конструктивными изменениями использовать только типовое оборудование.

Результаты, полученные при разработке рассмотренных этапов, позволяя технологю приступить к оформлению карт технологического процесса сборки, сварки и контроля качества сварных соединений, руководствуясь системой ГОСТов ЕСКД. В технологические карты вносятся все операции и переходы, необходимые для изготовления сварной конструкции, приемы выполнения этих операций и технологическое оборудование с конкретными параметрами режимов выполнения операций.

«Технологическая подготовка производства»

Разработанная технологическая документация после согласований и утверждений, принятых технологом решений, передается в службу нормирования технологического процесса, где определяются наименование и количество необходимых для производства основных и вспомогательных материалов, расходы, связанные с потреблением энергоресурсов. Также определяется время выполнения технологических операций и трудоемкость изготовления всего изделия. Эти показатели являются основанием для экономических расчетов, определяющих экономическую целесообразность производства сварных конструкций в условиях конкретного предприятия по разработанной технологии.

После принятия решений о возможности и целесообразности производства рассматриваемой сварной конструкции и проверки технологической документации нормоконтролем, технологический процесс передается в производственные структуры предприятия.

Отдел снабжения и комплектации получает необходимую информацию из технологической документации об исходных конструкционных и вспомогательных материалах - сортаменту и требуемых количествах на единицу продукции и годовую программу выпуска, для создания на предприятии запаса этих материалов, обеспечивающего бесперебойное производство.

Отдел труда и заработной платы устанавливает потребное количество рабочих основных и вспомогательных, инженерно-технических работников, их заработную плату, и формирует штатное расписание и фонд заработной платы.

Производственный отдел в соответствии с технологическим процессом приступает к подготовке производства, которая включает организацию рабочих мест, их комплектацию необходимым оборудованием, транспортными средствами и квалифицированными рабочими. Цеховые технологические службы изучают технологический процесс и отработывают технологические режимы выполнения сборочно-сварочных операций на устанавливаемом оборудовании, обучают рабочих приемам выполнения требуемых операций и участвуют в аттестационных мероприятиях по производственной аттестации технологии и специалистов.

Глава 2. Техническое нормирование

2.1. Сущность технического нормирования

«Технологическая подготовка производства»

Техническое нормирование - определение норм расхода времени, материалов, топлива, энергии и других затрат на выполнение производственных операций (каждой в отдельности) на одно изделие и на годовую программу их выпуска.

Основное содержание курса «Технологическая подготовка производства» заключается ещё и в определении основных задач технического нормирования и установлении общих принципов определения технических норм, а также в изложении различных методик расчета норм применительно к определенным производственным условиям. В курсе рассматриваются методы и приемы, с помощью которых в заводской практике производятся необходимые исследования и находят решения по различным частным задачам установления норм расхода трудовых, материальных и энергетических ресурсов, т. е. проводится комплексное решение ряда взаимосвязанных технических, организационных и экономических задач. Необходимое время для осуществления частичных процессов в машинном производстве определяют исходя из тех скоростей и мощностей, которыми располагают машины.

Время, заданное рабочему на изготовление единицы продукции, называется нормой времени. Установление таких норм времени осуществляется посредством нормирования труда (трудовых ресурсов). Измерение труда и установление меры труда является объективной необходимостью для организации общественного труда. Мера затраты труда, выражаемая нормой времени, является экономии-ческой категорией, с помощью которой решается ряд важнейших задач организации предприятий и всего народного хозяйства.

Нормирование труда - установление меры затрат труда на изготовление единицы изделия или выполнение заданного объема работы в определенных организационно-технических условиях. Нормирование труда - одна из важнейших составных частей научной организации труда.

Нормирование труда определяет расстановку рабочих на производстве, зоны обслуживания, устанавливает меру труда для отдельных работников и производственных коллективов в целом (бригада, участок и т. д.), учитывает и оценивает их вклад в общественное производство.

Нормирование труда используется при выборе оптимальных вариантов технологических процессов и организации производства, обеспечивающих наименьшие затраты труда, для расчета производственных мощностей предприятия и

его подразделений, потребности в рабочей силе, для выявления резервов роста производительности труда и повышения эффективности производства, для установления нормативов оплаты труда.

Нормирование труда осуществляется в основном аналитическим методом, предусматривающим расчленение технологического и трудового процессов на составные части, их анализ, проектирование на выгоднейших условиях выполнения работы и расчет времени по составным частям.

Аналитический метод разделяется на аналитически-расчетный и аналитически-исследовательский.

Аналитически-расчетный метод предусматривает расчет норм времени на основании нормативов времени и режимов работы оборудования. Этот метод используется в промышленности для расчетов технически обоснованных норм на действующих предприятиях всех типов производства и при проектировании новых предприятий, различных структурных подразделений предприятия.

Аналитически-исследовательский метод позволяет определять необходимые затраты времени на основе исследования режимов работы оборудования и затрат рабочего времени на выполнение определенных операций, объемов работ и т. п. Этот метод используется преимущественно на действующих промышленных предприятиях в условиях массового производства (например, ГОНИЛ), а также в производствах других типов при отсутствии необходимых нормативных материалов.

Технически обоснованные нормы позволяют более эффективно использовать материальные элементы производства: основное и вспомогательное оборудование, технологическую оснастку и т. п.

Аналитическое нормирование труда предусматривает расчеты технически обоснованных норм времени по составным частям. В частности, основное (технологическое) машинное время нормируют, исходя из важнейших параметров предметов труда (например, длины сварного шва) и нормативов, определяющих режимы работы оборудования (например, паспорта на сварочный автомат А-1416).

Ручное основное, вспомогательное, подготовительно-заключительное время и время обслуживания рабочего места и время перерывов на отдых и личные надобности рассчитываются на базе нормативов времени, в которых содержится время на

«Технологическая подготовка производства»

выполнение отдельных элементов работы.

Для расчета машинно-ручного времени одновременно используются паспорта оборудования, нормативы режимов его работы и нормативы времени.

Методика технического нормирования зависит от характера выполняемых работ и типа производства.

В массовом производстве одни и те же работы (операции, переходы) повторяются многократно. Поэтому применяются наиболее дифференцированные методы технического нормирования, предусматривающие расчеты времени по трудовым движениям, действиям и приемам.

Более укрупненные методы технического нормирования с расчетом норм по комплексам приемов, комплексам технологических переходов и операций применяются преимущественно при расчете норм в условиях мелкосерийного, серийного и индивидуального (единичного) производства.

Для технического нормирования затрат времени вспомогательными рабочими, обслуживающими производство, инженерно-управленческого персонала устанавливаются нормы обслуживания, управления и нормы численности.

Организация нормирования труда в народном хозяйстве призвана обеспечить прогрессивный уровень и равную напряженность норм на всех предприятиях и в их подразделениях. Эта задача решается путем централизованной разработки отраслевых и межотраслевых нормативных материалов по труду: единых и типовых норм времени и норм выработки, нормативов режимов работы оборудования, времени обслуживания оборудования и численности персонала для различных видов и типов производства.

Решение задач совершенствования технического нормирования связано с разработкой и внедрением в производство нормативов по труду.

Нормативы - это расчетные величины затрат рабочего времени, материальных, энергетических и денежных ресурсов, применяемые в нормировании, планировании и управлении производственной и хозяйственной деятельностью предприятия, учреждения, организации, объединения и т. д.

Определяются нормативы в натурально-вещественной и стоимостной формах и выражаются абсолютными или относительными величинами. Применяются нормативы для расчета норм расхода рабочего времени, материалов, топлива, энергии, затрат на обслуживание и других видов ресурсов на

единицу продукции; для расчета показателей, характеризующих хозяйственную и финансовую деятельность предприятия: нормирования оборотных средств, отчислений в различные фонды; процента амортизационных отчислений; фондоотдачи; величины заделов; разработки стандартных графиков режимов работы поточных, автоматических и роботизированных линий; сменности работы оборудования; продолжительности освоения производственных мощностей, технологического проектирования и т.д.

Нормативы по труду представляют собой регламентированные величины режимов работы оборудования, затрат времени, численности персонала на выполнение единиц Работы. Они предназначены для использования на предприятиях при установлении технически обоснованных норм времени аналитически-расчетным методом.

Различают нормативы режимов работы оборудования, нормативы времени, нормативы численности.

Норма времени - время, устанавливаемое одному рабочему или группе рабочих для выполнения определенной операции или изготовления единицы продукции при определенных организационно-технических условиях, наиболее эффективном использовании средств производства с учетом передового производственного опыта. Технически обоснованная норма времени зависит от особенностей технологии производства и определяется при наблюдении за действиями рабочего, например, путем хронометража. Норма времени складывается из подготовительно-заключительного времени и штучного времени. Норма времени обратно пропорциональна норме выработке.

Норма выработки - количество продукции, которое должен произвести рабочий в единицу времени. Норма выработки является показателем производительности труда.

Производительность труда - плодотворность, продуктивность производственной деятельности людей.

Производительность труда измеряется количеством продукции, произведенной работником в сфере материального производства за единицу рабочего времени (час, смену, месяц, год), или количеством времени, которое затрачено на производство единицы продукции или определенного объема.

Норма выработки принимается за основу при определении сдельной оплаты труда рабочего. Норма выработки зависит от уровня технической оснащенности, технологии, организации производства.

Поточное производство - метод организации производства, при котором обеспечивается согласованность и непрерывность производственного процесса. Оборудование на предприятии располагается в соответствии с технологической последовательностью операций, а предметы труда перемещаются механическими устройствами в определенном направлении (например, на конвейерах). Поточные методы позволяют в широких масштабах механизировать различные работы, применять высокопроизводительное специальное и специализированное оборудование, автоматические машины, поточные линии. Наиболее эффективная и экономичная организация производства - непрерывно-поточное производство однородной массовой продукции. Важнейшее условие внедрения поточного производства - его специализация.

Поточная линия - комплекс оборудования, взаимно связанного и работающего согласованно с определенным заданным тактом (ритмом) по единому технологическому процессу. На каждом рабочем месте выполняются определенные операции на одном или нескольких технологически сходных заготовках. Рабочие места размещаются в соответствии с заданной последовательностью технологического процесса. Заготовки (детали), сборочные единицы передаются с одного рабочего места на другое при помощи транспортных средств, главным образом конвейеров.

Поточные линии обеспечивают непрерывность технологического процесса, позволяют механизировать его. Поточные линии распространены на предприятиях с массовым и серийным производством.

Характеристиками поточного производства являются **ТАКТ**, **РИТМ**, **ТЕМП**. Такт производства (такт выпуска) - отрезок времени, отделяющий выпуск следующих в потоке между двумя изделиями (независимо от количества параллельных линий в потоке) N

$$\tau = \Phi_{д} / N \quad (1)$$

или для непрерывно-поточных линий

$$\tau_{дл} = \Phi_{д} \eta / N, \quad (2)$$

где $\Phi_{д}$ - действительный годовой фонд времени оборудования или рабочих мест (в часах, минутах, секундах);

N - годовая программа выпуска изделий, шт.;

$\eta = 0,7 \dots 0,8$ - коэффициент использования действительного годового фонда времени линии из-за случайных неисправностей оборудования.

«Технологическая подготовка производства»

Ритм потока - это отрезок времени между последовательными передачами транспортных партий Одинаковых изделий с одного рабочего места на другое или комплексных групп одинаковых подузлов, узлов, сборочных единиц, подаваемых с линий их изготовления на линию общей сборки-сварки готовых изделий (более крупных сборочных единиц) с определенным тактом. Таким образом, такт производства, ритм производства - расчетный промежуток времени между выпуском одного и выпуском изготавливаемого вслед за ним такого же другого изделия.

Ритм потока может быть равен, больше или меньше такта в зависимости от величины транспортной партии n и группы одинаковых деталей или сборочных единиц m , подаваемых комплектно на общую сборку-сварку:

1. при поштучной передаче ($n = 1$) ритм численно равен такту

$$r = \tau;$$

2. при межоперационных передачах свариваемых изделий (сборочных единиц), когда ритм потока больше такта в n раз, тогда

$$r \cdot n = \tau$$

3. допустим на линию общей сборки подаются детали (сборочные единицы) транспортными партиями n и в каждой транспортной партии по m одинаковых групп деталей (узлов), тогда возможны два варианта:

а) при $n > 1$, $r = \tau n / m$

б) при $n = 1$, $r = \tau / m$

Таким образом, при варианте «б» при поштучной передаче сборочных единиц, входящих в изделие с числом групп $m > 1$ ритм потока r меньше такта ($r < \tau$).

Темп производства характеризует величину выпуска в единицу времени, т. е. производительность поточного производства. Его величина является величиной обратной такту (шт./ед. времени)

2.2. Нормирование расхода материальных и энергетических ресурсов

Ресурсы (французский термин – вспомогательное средство) - денежные средства, ценности, запасы, возможности, источники дохода в государственном бюджете. Различают ресурсы экономические (материальные, трудовые, энергетические,

финансовые) и природные.

Нормирование расхода материальных и энергетических ресурсов - установление плановой меры материальных и энергетических затрат на производство единицы продукции или объема работ. Нормы расхода материальных и энергетических ресурсов характеризуют меру производственного потребления сырья, материалов, топлива, различных видов энергии и других элементов, составляющих предметы труда. С их помощью определяется потребность в материальных и энергетических ресурсах; они служат технико-экономической базой для разработки материальных балансов, используются при распределении сырья, материалов, топлива, электроэнергии, для контроля за их расходом.

Разработка научно обоснованных норм требует четкой их классификации. По назначению нормируемых материалов в процессе производства выделяются нормы расхода сырья, основных и вспомогательных материалов, топливно-энергетических ресурсов. По степени укрупненности нормы расхода делятся на индивидуальные, групповые и укрупненные среднеотраслевые.

Под индивидуальными понимаются нормы, устанавливаемые на производство единицы конкретной продукции в организационно-технических условиях производства определенного предприятия, цеха, участка (например, производство конкретной сборочной единицы).

Групповыми называются нормы расхода, устанавливаемые на производство однотипной продукции на ряде однотипных предприятий (например, производство мерительного инструмента).

Укрупненные среднеотраслевые нормы определяются на производство однородной продукции по отрасли в целом как средневзвешенные из индивидуальных и групповых норм (например, производство автомобилей).

По времени планового периода различают перспективные, годовые и текущие нормы расхода материальных и энергетических ресурсов.

Перспективные нормы служат основой перспективного плана развития предприятия и рассчитываются на длительный период.

Годовые нормы служат основой для определения потребности и распределения материальных и энергетических ресурсов на год и выражают среднегодовой расход материальных

«Технологическая подготовка производства»

и энергетических ресурсов на производство единицы продукции или выполнение объема работ.

Текущие нормы действуют на предприятиях применительно к существующим в данный момент организационно-техническим условиям производства и применяются для организации снабжения цехов, участков, рабочих мест материалами, топливом, различными видами энергии, а также для контроля за их рациональным потреблением.

В практике используются три основных метода нормирования расхода материальных и энергетических ресурсов.

Аналитически-расчетный метод наиболее прогрессивен и научно обоснован, поскольку он базируется на сочетании строгих технико-экономических расчетов величины материальных и энергетических затрат с анализом производственных условий и резервов экономии материальных и энергетических ресурсов.

Опытно-производственный метод применяется в тех случаях, когда невозможно провести прямые технические расчеты норм с требуемой точностью. Такие нормы определяются на основе опытных испытаний величины материальных и энергетических затрат в производственных или лабораторных условиях.

Отчетно-статистический метод наименее обоснован. С его помощью устанавливаются нормы на очередной период по отчетно-статистическим данным о фактических удельных расходах материалов и энергии за истекший период.

В различных отраслях промышленности и применительно к различным материалам и видам энергии методики расчетов имеют свои особенности. Однако во всех случаях в процессе нормирования должны определяться непосредственно полезный (чистовой) расход материальных и энергетических ресурсов, технологические отходы и прочие потери.

Тип производства - от греческого форма, образец, отпечаток - форма его организации в зависимости от количества выпускаемой продукции.

Одной из характеристик типа производства является коэффициент серийности K_c , представляющий собой отношение такта выпуска конкретного изделия (мин/шт.) к среднему штучному времени по операциям технологического процесса изготовления этого изделия (мин/шт.). Этот коэффициент не имеет размерности, но косвенным путем показывает количество изделий, выпускаемых данным предприятием.

«Технологическая подготовка производства»

Единичное производство (индивидуальное производство) - производство, характеризующееся нестабильностью производственной программы. Например, изготовление уникального оборудования, средств транспорта, выполнение индивидуальных заданий на нестандартную продукцию и т. п. Организация единичного производства не предполагает закрепления операций за рабочими местами и непрерывности процессов, $K_c > 20$.

Серийное производство - тип производства промышленной продукции, характеризующийся выпуском изделий сериями (партиями). Серия - группа или ряд предметов, однородных или обладающих общим признаком.

Серийное производство делится на крупносерийное, среднесерийное и мелкосерийное в зависимости от количества изделий в пределах одной серии и удельного веса в общем объеме производства. Коэффициенты серийности примерно составляют:

- в крупносерийном производстве от 2 до 10;
- в среднесерийном производстве от 11 до 20;
- в мелкосерийном производстве более 20.

Серийное производство дает возможность специализировать оборудование и рабочих, что способствует повышению производительности труда и снижению затрат по сравнению с единичным производством.

Массовое производство - производство, характеризующееся стабильной программой выпуска однотипной продукции в больших (массовых) количествах, узкой специализацией рабочих мест, за каждым из которых закрепляется только одна операция, непрерывностью потока.

Первичным звеном предприятия является рабочее место. Рабочее место - часть пространства или площади цеха, участка, предназначенные для выполнения определенной работы отдельным рабочим или группой (бригадой) рабочих. К понятию рабочего места относится вся его оснастка: орудия и предметы труда, а также специальные устройства, расположенные на данном рабочем месте и предназначенные для использования на нем.

Различные мероприятия по организации труда и производства направлены в первую очередь на то, чтобы создать на рабочем месте необходимые условия для наиболее производительной работы. Правильная организация рабочего места и правильное его обслуживание являются одним из

основных условий высокой производительности труда.

Организация и оснащение рабочего места неразрывно связаны с организацией самого производства. По мере разделения и совершенствования форм кооперации труда и особенно в условиях выделения вспомогательных работ из круга обязанностей производственных рабочих, рабочие места, их организация, снабжение и обслуживание требует все большего внимания. Формы и методы организации Рабочих мест зависят от типа производства. С этой точки зрения можно выделить три вида рабочих мест:

1) рабочее место на участке, в цехе единичного и мелкосерийного производства; характеризуется выполнением на нем разнообразных операций над различными деталями, сборочными единицами, изделиями;

2) рабочее место на участке в цехе серийного производства; характеризуется выполнением ограниченного числа наименований, периодически повторяющихся на этом рабочем месте работ;

3) рабочее место на участке в цехе крупносерийного и массового производства; характеризуется постоянным выполнением на нем операции одного и того же наименования и содержания на протяжении значительного отрезка времени.

Рассматриваемые три вида рабочих мест определяют степени их специализации. Даже в условиях мелкосерийного и единичного производства требования высокой организации рабочих мест и специализаций является непреложным.

По характеру выполняемого на рабочем месте трудового процесса можно выделить 3 вида рабочих мест:

1) рабочее место, основным элементом которого является машина, станок и т. п. с различной степенью механизации, автоматизации, роботизации;

2) рабочее место, на котором производится механизированная работа с использованием электрических или пневматических инструментов;

3) рабочее место, на котором производится только ручная работа.

По степени подвижности следует различать рабочие места стационарные и подвижные. Рациональная организация рабочих мест достигается прежде всего оснащением рабочего места необходимыми орудиями труда и наиболее целесообразным их размещением на рабочем месте, а также систематическим надзором и уходом за рабочим местом.

«Технологическая подготовка производства»

Кроме того, обслуживание рабочего места должно обеспечивать бесперебойную работу на данном рабочем месте.

Наконец, немаловажным в рациональной организации рабочего места является создание необходимых санитарно-гигиенических условий труда, решение задач охраны труда, техники безопасности, жизнедеятельности.

Предметы оснащения рабочего места подразделяются на предметы постоянного и предметы временного оснащения. К предметам постоянного оснащения рабочего места относятся предметы, которые закреплены и находятся на данном рабочем месте независимо от того, какая работа выполняется на этом рабочем месте, в частности: сварочное оборудование, стеллажи, основные приспособления, нормальный рабочий и контрольно-измерительный инструмент, инструкционная документация, подъемно-транспортные устройства, инвентарь (например, шкафчики для хранения приспособлений и инструмента) и т. п.

К предметам временного оснащения относятся тара для деталей и готовых единиц, специальный инструмент и т. п.

План - чертеж, изображающий в условных знаках на плоскости в определенном масштабе рабочее место, участок, цех с размещением орудий труда, предметов труда, предметов технологического оснащения.

Планировка рабочего места заключается в рациональном размещении всех орудий труда и предметов труда на рабочем месте.

Размещение оборудования и инвентаря на рабочем месте зависит от многих факторов, в частности: от характера работ, выполняемых на данном рабочем месте; от степени механизации, автоматизации и роботизации выполняемых работ; от количества и конструктивных особенностей оборудования и инвентаря, находящихся на рабочем месте. Рациональное размещение оборудования и инвентаря на рабочем месте позволяет наиболее эффективно использовать производственные площади цеха, участка. В результате планировки на рабочем месте создается четкий порядок, являющийся элементарной основой рационально организованного рабочего места. Такой порядок требует, чтобы на рабочем месте находилось только то, что необходимо для проведения соответствующих работ, и не допускалось скопление ненужных предметов. Для каждого предмета отводится определенное место. Расположение и хранение различных предметов на рабочем месте должно быть четко продумано. Практика выработала следующие общие

правила удобного для работы расположения предметов оснащения на рабочем месте: все, что берется левой рукой, должно быть расположено слева от рабочего; что берется правой рукой, - справа. Предметы, используемые чаще, кладутся возможно ближе. Для уменьшения площади пола, занятого под рабочее место, следует по возможности размещать оснастку в вертикальном плане (подвешивать транспортные устройства, подающие механизмы, инструменты и т. д.).

2.3. Технологическая трудоемкость

Технологическая трудоемкость - сумма трудовых затрат на выполнение объема работ по изготовлению выпускаемого изделия.

Расчет технологической трудоемкости изделия осуществляется следующим образом:

$$T_{изд} = \sum_1^n T_i + \sum_1^m t \Pi_{пр}, \quad (1)$$

где t_i - трудоемкость изготовления узлов изделия на автоматических и механизированных линиях, определяемая по расстановке рабочих;

$\Pi_{пр}$ - плотность бригады (см. табл. 2);

t - штучное время изготовления узлов изделия на отдельно стоящем оборудовании;

n, m - количество сборочных единиц в комплекте, изготавливаемых соответственно на линиях и отдельно стоящем оборудовании.

Штучное время изготовления узлов изделия (*) на отдельно стоящем оборудовании подсчитывается по формуле

$$t = t_{оп} \kappa; \quad (2)$$

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{всп}, \quad (3)$$

где $t_{оп}$ - оперативное время на одну операцию, мин;

$t_{осн}$ - машинное время для всех видов контактной сварки, сварки трением, время горения дуги при всех видах дуговой сварки, время, затраченное на образование сварного шва (реза) при газовой сварке (резке), и т. д.;

$t_{всп}$ - вспомогательное время, связанное с образованием сварного

шва (реза), и время, затраченное на сборку деталей, их

«Технологическая подготовка производства»

фиксацию, крепеж, подборку, подгонку, съем готового узла и укладку его в тару или навеску на конвейер;

k - поправочный коэффициент к оперативному времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места ($A_{обс}$) и перерывы па отдых и личные надобности ($A_{отл}$).

$$k = 1 + \frac{A_{обс} + A_{отл}}{100} \quad (4)$$

Значения коэффициента k приведены в табл. 1.

Основное время ($t_{осн}$) и вспомогательное ($t_{осп}$) принимаются по отраслевым нормативам времени на сварочные и слесарно-сборочные работы.

Время (в % от оперативного) на обслуживание рабочего места ($A_{обс}$) и личные надобности ($A_{отл}$) принимается по табл. I.

Трудоемкость изготовления узлов изделий на автоматических, механизированных линиях определяется по формуле

$$T_i = \frac{P \cdot \Phi}{N} \cdot K, \quad (5)$$

где P - количество рабочих, обслуживающих линию, включая наладчиков автоматических линий, чел,;

Φ - номинальный годовой фонд времени рабочего места, ч;

N - годовая программа, шт.

Таблица 1.

Время на обслуживание рабочего места ($A_{обс}$) и личные надобности ($A_{отл}$)

Вид сварки	Оборудование	A _{обс}	A _{отл} , %			Значение поправочного коэф., k		
			Грузооборот деталей в смену, т					
			3	7	12	3	7	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Точечная и рельефная	Стационарное	3	8	10	12	1,11	1,13	1,15
	Подвесное	4	11	13	15	1,15	1,17	1,19
	Специальное	6	6	8	10	1,12	1,14	1,16
Роликовая	Стационарное	5	8	10	12	1,13	1,15	1,17
	Подвесное	6	11	13	15	1,17	1,19	1,21
Стыковая	С неавтоматическим управлением	5	11	13	15	1,16	1,18	1,20

«Технологическая подготовка производства»

	С автоматическим управлением	7	7	10	13	1,14	1,17	1,20
Трением	Всех видов	5	6	8	10	1,11	1,13	1,15
Дуговая	Для ручной сварки	3	11	13	15	1,14	1,16	1,18
	Для сварки под флюсом	6	6	8	10	1,12	U4	1,16
	То же с полуавтоматическим управлением	5	8	10	13	1,13	1,15	1,18
	Для сварки в защитных газах с полуавтоматическим управлением в удобном положении	3	9	11	13	1,12	1,14	1,16
	То же в неудобном положении	5	11	13	15	1,16	1,18	1,20
	Для сварки с автоматическим управлением	6	8	10	12	1,14	M 6	U8
	Для сварки в защитных газах в автоматических линиях	10	6	8	10	1,16	1,18	1,20
Дуговая	Для сварки в защитных газах на конвейерах и механизированных линиях со спецснасткой	5	11	15	18	1,16	1,20	1,23
Газовая	В удобном положении	3	10	12	14	1,13	1,15	1,17
	В неудобном положении	3	12	14	16	1,15	1,17	1,19
Резка	Ручная	3	8	10	12	1,1	1,13	1,15
Резка	Полуавтоматическая	5	8	10	12	1,3	1,15	1,17
Напыление		8	6	8	10	1,4	1,16	1,18
Пайка ручная		5	8	10	12	1,13	1,15	1,17
Пайка		10	8	10	12	1,18	1,20	1,22

Таблица 2

Плотность работ

Оборудование, рабочие места и оснастка	Характеристика узла			Плотность бригад, чел.
	Масса, кг	Габариты, м		
		ширина	длина	
1	2	3	4	5

«Технологическая подготовка производства»

Полуавтоматы и автоматы для дуговой сварки	Независимо от массы и габаритов			1
Машины контактной сварки:				
Стационарные без автоматических приспособлений	до 16	-	-	1
	более 16	-	-	1-2
Подвесные	Независимо от массы и габаритов			1-0,5
Многэлектродные точечные машины:				
Загрузка и съем с фронта машины	до 6		-	1-2
	более 16	-	-	2-3
Загрузка с фронта и съем с тыла машины	до 16	-	-	2-3
	более 16	1		3-4
С автоматической загрузкой и выгрузкой	Независимо от массы и габаритов			0,3-0,5
Приспособления стационарные:				
Неповоротные для сборки и прихватки	Независимо от массы	до 0,6	2	
		до 0,6	4	до 2
		до 0,6	8	до 4
Стенды для сборки и прихватки	то же	более 0,6	2	до 2
		более 0,6	4	до 3
		более 0,6	11	до 4
Собранные конструкции для окончательной сварки	-	до 0,6	2	1
		более 0,6	4	1-2
Главные кондукторы и стенды для окончательной сварки узлов	-	более 0,6	-	до 1
		более 0,6	2	1-2
		более 0,6	4	до 4
		более 0,6	8	до 6

Примечание. Меньшие значения плотности работ следует принимать, когда большее значение не дает полной загрузки рабочих мест, т. е. менее 65 %.

2.4. Производительность труда

Производительность труда определяется показателями выработки продукции в год (годовой выпуск) на одного работающего, выраженными в штуках и в тоннах, а также трудоемкостью изготовления одной тонны сварных конструкций по следующим формулам:

$$B_1 = \frac{N}{P}, \quad (6)$$

где B_1 - годовая выработка продукции на одного работающего;

N - годовая программа, шт. или т;

P - количество работающих, чел.

$$B_2 = \frac{qNK_{\text{зап}}}{P}, \quad (7)$$

где: B_2 - годовая выработка на одного работающего, т;

q - масса комплекта сварных конструкций, т;

$K_{\text{зап}}$ - коэффициент, учитывающий потребность в запасных частях;

$$T_{1r} = \frac{T}{N}, \quad (8)$$

где T_{1r} - трудоемкость изготовления одной тонны сварных конструкций;

T — трудоемкость годовой программы, чел/ч;

N - годовая программа, т.

2.5. Расчет количества производственного оборудования

Производственное оборудование делится на основное и прочее. Оборудование, работающее в комплекте с производственным, следует принимать по технологической необходимости, организации рабочего места и его автоматизации.

2.5.1. Расчет количества основного оборудования

Расчетное количество оборудования, работающего в режиме (не автоматизированных линий), следует определять по формуле

$$M_P = \frac{T_C}{\Phi_3}, \quad (9)$$

где M_P - расчетное количество оборудования, ед.;

T_C - суммарная годовая станкоемкость, станко-ч;
 Φ_3 - эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч (прил, 8).

Суммарная годовая станкоемкость определяется каждому виду и модели оборудования по формуле

$$T_C = T_P + T_H, \quad (10)$$

где T_P - расчетная годовая станкоёмкость на выполнение операций, станко-ч;

T_H - продолжительность наладки оборудования (принимать по табл. 2), станко-ч.

Принятое количество оборудования (M_n) определяется по полученному расчетному значению с последующим округлением результата до ближайшего целого числа.

Количество оборудования в составе гибкой автоматизированной линии рассчитывается пооперационно по формуле

$$M_P = \frac{t_{шт} \cdot \tau}{t}, \quad (11)$$

где $t_{шт}$ - штучное время на операцию, мин;
 t - такт выпуска единиц с линии, мин, τ определяется по формуле

$$\tau = \frac{\Phi_3 \cdot K_3 \cdot 60}{N}, \quad (12)$$

где N - количество обрабатываемых единиц в год,

шт.;

K_3 - коэффициент загрузки, см. табл1.

5.2.2. Расчет количества прочего оборудования

Количество прочего оборудования (сушильные шкафы, станки для перемотки проволоки) следует рассчитывать по формуле

$$M_p = \frac{Q}{q\Phi_3}, \quad (13)$$

где Q - годовая программа, т;

q - часовая производительность, т /ч.

2.5.3. Коэффициенты загрузки производственного оборудования

Коэффициенты загрузки работы оборудования должны быть не ниже значений, указанных в табл. 3.

Таблица 3

Коэффициент загрузки и сменности оборудовании

Коэффициент	Тип производства			ГПС
	Единичное и мелкосерийное	Среднесерийное	Крупносерийное и массовое	
Загрузки оборудования (K_3)	0,80-0,85	0,85-0,90	0,90-0,95	до 1,00
Сменности работы оборудования	1,70	1,80	1,90	до 2,50

Примечания:

1. K_3 определяется отношением расчетного количества оборудования к принятому.
2. Значение показателей, меньше указанных в табл. 3, допускается при обосновании.

2.5.4. Прогрессивность технологического оборудования

Одним из показателей, характеризующих уровень технологических процессов, является прогрессивность

«Технологическая подготовка производства»

технологического оборудования.

Примерный состав прогрессивного технологического оборудования по сварочному производству:

- роботизированные технологические линии;
- роботизированные технологические комплексы;
- роботизированные технологические участки на базе универсального сварочного оборудования: машин контактной сварки;
- автоматы для сварки в защитных газах порошковой);
- автоматы для сварки под флюсом, в том числе на форсированных режимах, свыше 70 м/ч;
- установки для электрошлаковой сварки; машины для сварки трением;
- машины контактной сварки: точечной, рельефной, шовной;
- установки электронно-лучевой и лазерной сварки; установки для плазменной, лазерной, диффузионной сварки;
- машины для кислородной, плазменной и лазерной резки с программным управлением; многопостовые источники питания.

Примечание. Перечень прогрессивного технологического оборудования должен пересматриваться не реже одного раза в пять лет.

2.6. Расчет численности работающих

2.6.1. Расчет численности основных рабочих

К основным рабочим относят всех рабочих, непосредственно участвующих в технологическом процессе, в том числе наладчиков.

Численность основных рабочих A_g (без наладчиков) определяют по формуле

$$N = \frac{T}{\Phi_p}, \quad (14)$$

где T - трудоемкость годового выпуска, чел/ч;

Φ_p - эффективный фонд времени рабочего, ч (приложение 8).

2.6.2. Определение состава и численности наладчиков

Численность наладчиков для отдельно стоящего оборудования определяется по трудоемкости наладки по табл. 4, с учетом плотности бригады, равной 1.

Таблица 4

Трудоемкость наладки оборудования

Оборудование	Трудоемкость наладки от годовой станкоёмкости изготовления узлов (изделий) в зависимости от количества закрепленных за оборудованием узлов, %		
	до3	4-8	свыше 8
Для дуговой сварки	3	5	8
Машины контактной сварки:			
стационарные	5	8	10
подвесные	1	1	-
шовные	2	4	-
стыковые	3	5	10-25
Многояэлектродные машины с количеством электродов в них, шт.:			
до 24	3	5	-
до 48	5	8	-
свыше 48	8	10	-
Для термической резки:			
по копиру	-	3	5
С фотоэлектронной системой	-	8	10
С программным управлением	-	5	8

Примечания:

1. Расчет численности наладчиков не производится в случае включения времени на наладочные работы в общую трудоемкость изготовления изделий.
2. Для более полного использования времени работы наладчиков применять принцип совмещения профессий, при котором один и тот же наладчик обслуживает несколько различных типов оборудования.

Для механизированных и автоматизированных линий, робототехнических комплексов, гибких производственных модулей количество наладчиков следует определять в зависимости от количества встроенного оборудования (по

расстановке), согласно табл. 5.

Таблица 5

Нормы численности наладчиков

Содержание работы	Механизированные, автоматизированные, гибкие автоматизированные линии		Робототехнические комплексы, гибкие производственные модули	
	Количество встроенного оборудования			
	до 20	свыше 20	до 5	свыше 5
Наладка электротехнической части оборудования	0,5	0,8	0,10	0,15
То же механической части оборудования	0,6	1,0	0,05	0,10
То же гидравлической системы (при ее наличии)	0,3	0,5	0,05	0,10
То же электронной части систем управления	0,2	0,5	0,05	0,10

Примечания:

1. Нормы численности наладчиков даны для условий компактного расположения оборудования в цехе.
2. За единицу встроенного оборудования следует считать транспортные устройства (конвейер, кантователь, подъемник, загрузчик, перегрузчик и т. п.), робот в комплекте с встроенным оборудованием, специальную установку, фильтровентиляционный агрегат.

2.6.3. Определение состава и численности вспомогательных рабочих

Численность вспомогательных рабочих следует принимать в зависимости от количества основных рабочих, сварочного оборудования, типа производства, площади цеха (участка) по табл. 6.

Таблица 6

Определение состава и численности работающих

«Технологическая подготовка производства»

Профессия	Количество основных рабочих, обслуживаемых одним распределителем (кладовщиком) в смену		
	Тип производства		
	единичное и мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное и массовое
Распределитель работ	50-55	55-60	65-70
Кладовщик-раздатчик инструмента, приспособлений	70-80	80-90	100-110
Кладовщик кладовых сварочных и вспомогательных	80-90	90-100	110-120
Кладовщик склада комплектации заготовок	60-65	65-70	-
Кладовщик склада сварных узлов	170-180	180-190	-
Смазчик	Из расчета 200 единиц оборудования на одного смазчика		
Уборщики	Из расчета один рабочий в смену на 3500 м ² производственных помещений		

Примечания:

1. Расчет численности кладовщиков заготовок и сварных узлов производить при отсутствии системы АСУТП.
2. Уборка производственных помещений осуществляется механизированным способом.
3. Уборку рабочего места производит основной рабочий.
4. Определение численности инженерно-технических работников, служащих и МОП производить по данным табл. 7.

Таблица 7

Нормы численности инженерно-технических работников

Категория работающих	Количество работающих по категориям от общего числа рабочих в зависимости от типа производства, %		
	Единичное и мелкосерийное	Среднесерийное	Крупносерийное и массовое
Инженерно-технические работники (ИТР)	9,0	8,0	6,6
Служащие (СКП)	2,2	2,0	1,8
Младший обслуживающий персонал (МОГП)	1,6	1,5	1,4

«Технологическая подготовка производства»

Примечание. Приведенные нормы даны применительно к следующим условиям:

1 Разработка технологических процессов и их нормирование, а также проектирование специальных приспособлений и инструмента производятся работниками отдела главного технолога, отдела труда и заработной платы.

2. Бухгалтерские расчеты и табельный учет централизованы по заводу, поэтому бухгалтеры, счетоводы и табельщики не входят в состав работающих цеха.

2.6.4. Определение численности работников службы технического контроля (СТК)

Таблица 8

Нормы численности работников службы технического контроля

Производство	Рабочие (контролеры) ИТР	
	Количество основных рабочих, обслуживаемых одним контролером	Количество контролеров, приходящихся на одного ИТР
Единичное и мелкосерийное	36-40	18-20
Среднесерийное	32-36	16-18
Крупносерийное и	28-32	14-16

Примечание. Количество работников службы технического контроля следует рассчитывать по каждому цеху.

Расчет количества основных рабочих службы неразрушающего контроля следует определять по трудоемкости контрольных операций в соответствии с техническими условиями на изделие.

Укрупненно количество работников службы неразрушающего контроля на одно рабочее место в смену следует принимать по табл. 9.

Таблица 9

Нормы численности работников службы неразрушающего контроля

Метод контроля	Дефектоскописты, чел.	Количество вспомогательных рабочих, чел.1		
		фотолаборант	расшифровщик	дозиметрист
Радиационный	2	1	1	1 на 3 раб. места
Ультразвуковой	1	~	-	-

«Технологическая подготовка производства»

Магнитопорошковый	1		-	-
Капиллярная дефектоскопия	1	-	-	-

Примечание. Работники служб неразрушающего контроля подчиняются ЦЗЛ и ОТК предприятия в зависимости от структуры, объема и организации производства.

2.6.4. Расчет численности крановщиков и стропальщиков

Расчет численности крановщиков и стропальщиков должен быть проведен в целом по корпусу или по отдельному цеху в зависимости от принятой структуры управления, и их количество должно учитываться в числе транспортных рабочих по корпусу (цеху).

При этом следует принимать: 1 крановщик в смену на 1 кран мостовой, подвесной, штабелер с управлением из кабины независимо от грузоподъемности.

Примечания:

1 Подвесные и мостовые краны с нижним управлением обслуживаются основными рабочими цеха.

2. Число кранов, работающих во вторую и третью смены, и соответствующее число рабочих по их обслуживанию принимать исходя из числа обслуживаемых ими станков или рабочих мест.

Расчет численности стропальщиков следует производить по данным табл. 10.

Таблица 10

Нормы численности стропальщиков

Кран	Количество установленных кранов в пролете	Количество стропальщиков в смену для кранов грузоподъемностью, т	
		от 5 до 30	свыше 30
Мостовой (опорный) подвесной и консольно-передвижной с управлением из кабины	1	1	1
	2	2	2-3
	3	3	3-4
	4	4	4-5

Примечания:

1. При большом объеме крановых операций допускается закрепление стропальщиков за кранами, управляемыми с пола.
2. Расчет потребного количества стропальщиков по цеху, участку производить для каждого пролета отдельно.
3. Если в одном пролете размещается несколько производственных подразделений, потребное количество стропальщиков рассчитывается отдельно для каждого подразделения исходя из количества закрепленных за ним кранов.
4. Количество стропальщиков уточняется в зависимости от их загрузки.

2.6.6. Распределение работающих по сменам и соотношение мужчин и женщин в общем количестве работающих

При выдаче заданий для разработки специальных частей проекта (бытовых помещений и др.) следует пользоваться данными табл. 11-13. Распределение работающих по сменам приведено в табл. 11.

Таблица 11

Распределение работающих по сменам

Категории работающих	Количество работающих	
	двухсменном	трехсменном
Рабочие:		
основные	50-55	35-40
вспомогательные	55-60	35-40
ИТР	65-70	65-70
Служащие	75-80	75-80
МОИ	50	50
Количество работающих в конторских помещениях (от общего количества ИТР, служащих):		
ИТР	75	-
Служащих	100	-

Укрупненные показатели соотношения мужчин и женщин по группам работающих приведены в табл. 12.

Таблица 12

Соотношение работающих мужчин и женщин

«Технологическая подготовка производства»

Работающие	Отношение количества женщин к числу работающих, %
Рабочие:	
основные	10-15
вспомогательные	25-30
ИТР	45-50
Служащие	100
МОП	100

Примечание. Приведенные нормы могут корректироваться по основным указаниям на проектирование цеха и должны соответствовать нормам предельно допустимых нагрузок для женщин при подъеме и перемещении тяжести вручную.

2.6.7. Распределение работающих по группам санитарной характеристики производственных процессов

Работающие отнесены к соответствующим группам санитарной характеристики, приведенным в табл. 13.

Таблица 13

Распределение работающих по группам процессов

Профессия	Санитарная характеристика производственных	Группа производственных процессов
1	2	3
Процессы, вызывающие загрязнение веществами 3-го и 4-го классов опасности:		1
ИТР, служащие, сварщики на лазерных и электроннолучевых установках	только рук	1,а
Вспомогательные рабочие, рабочие, не связанные непосредственно с выполнением технологических процессов (транспортно-складские рабочие)	тела и спецодежды	1,б
Вспомогательные рабочие по обслуживанию оборудования (смазчики, наладчики)	то же, удаляемое с применением специальных моющих средств	1,в

«Технологическая подготовка производства»

Рихтовщики по металлу (кроме рихтовщиков по свинцовистому припою)		1, в
Процессы, протекающие при избытках явного тепла или при неблагоприятных метеорологических условиях:		
Сварщики, работающие на машинах контактной точечной, рельефной и стыковой сварки, на автоматах дуговой сварки	конвекционного	2, а
Сварщики, работающие на установках дуговой сварки (кроме автоматов)	лучистого	2, б
Контролеры гидравлического испытания водой и сварщики (на машинах шовной сварки)	связанные с воздействием влаги, вызывающей намокание	2, в
Все работающие на открытом воздухе	при температуре до 10 °С	2, г
Процессы, вызывающие загрязнение веществами 1-го и 2-го классов опасности, а также веществами, обладающими стойким запахом:		
Основные рабочие, работающие с клеем, токопроводящим грунтом, герметиком ит. п.	только рук	3, а
Рабочие, работающие на операциях оплавки и рихтовки со свинцовистым припоем	тела и спецодежды	3, б
Сварщики и резчики, работающие с плазменными установками; рабочие, контролеры и ИТР, работающие на установках с рентгеновскими и радиоактивными	Процессы, требующие особых условий к соблюдению чистоты или стерильности при изготовлении	4
Все работающие, связанные с производством особо чистой продукции	Процессы, требующие особых условий к соблюдению чистоты или стерильности при изготовлении	4

Глава 3. Элементы сварочного производства цели и задачи его проектирования

Сварочное производство - это совокупность процессов, образующая самостоятельную законченную технологию изготовления сварной конструкции.

«Технологическая подготовка производства»

Основными элементами (или состав) производства, необходимыми для его рациональной организации и функционирования являются:

- материалы для изготовления заданной продукции - основные и вспомогательные;

- производственное оборудование (по группам).

В состав производственного оборудования входит:

- оборудование для обработки металлов и изготовления из него деталей;

- оборудование для непосредственной обработки металла и изготовления из него деталей заданных размеров (например, ножницы гильотинные, станок токарный, машина разрезательная);

- механическое оборудование для сборки изготавливаемых деталей в сборочные единицы и сварки сборочных единиц (например, сборочные гидравлические скобы, манипуляторы, велотележки);

- механическое сборочно-сварочное оборудование для сборки и сварки сборочных единиц и изделия в целом (например, стеллажи, стеллажи, вращатели)

- сварочное оборудование, используемое непосредственно для выполнения предусмотренных процессом сварочных операций, в том числе источники питания соответствующим видом энергии (например, воздух, газ, электричество);

- оборудование и аппаратура для контроля качества выполняемых производственных операций и изготовления продукции;

- подъёмно-транспортное внутрицеховое оборудование для перемещения деталей, узлов и готовых изделий;

- необходимые каждой группе оборудования инструменты, приспособления, специальная оснастка.

Каждая из перечисленных групп оборудования включает соответствующие различные его конструктивные типы:

- переносное;

- стационарное;

- различной производительности;

- с элементами механизации и автоматизации.

Для обеспечения нормальных условий работы цехи

оборудуют:

- отопительными устройствами;
- вентиляцией;
- электроосветительными установками;
- хозяйственным инвентарём (например, столы, шкафы и тумбочки для инструмента, сидения).

Для деятельности цеха необходима энергия всех видов, подлежащая использованию в производстве, а также персонал: состав работающих, включая производственных и вспомогательных рабочих, младший обслуживающий персонал, административно-обслуживающий персонал.

Дополнительные элементы производства включают:

- техническую документацию производственного процесса, которая определяет последовательность и способы взаимодействия между всеми элементами производства при изготовлении изделий;
- пространство для рационального размещения элементов производства. Оно включает площади производственные и вспомогательные при необходимой и достаточной высоте всех помещений;
- схемы рациональной организации и управления, соответствующие типу производства.

3.1. Основные цели проектирования сварочных производств

При проектировании новых или реконструкции действующих сварочных производств основной целью является обеспечение высокого качества выпускаемой продукции, ее малой металлоемкости и себестоимости, конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынке. Для достижения этой цели требуется обеспечить минимальные сроки проектирования, строительства при реконструкции цеха, причем требуемый уровень качества продукции должен обеспечиваться не в результате традиционного длительного совершенствования производства, а главным образом за счет оптимизации проектных решений. Обязательным требованием является быстрая смена выпускаемой продукции при минимальных дополнительных затратах. Экономическая эффективность производства существенно зависит от объема выпускаемой однотипной продукции, поскольку высокий уровень концентрации

«Технологическая подготовка производства»

производства позволяет с большей отдачей использовать производственные площади и технологическое оборудование.

Сварочное производство тесно связано с металлургическим, литейным, кузнечно-штамповочным, механосборочным производствами. От них поступает металл и заготовки, их близкое расположение дает реальные преимущества, позволяя сократить время на транспортировку

Заводы по производству сварных конструкций, как правило, включают в себя следующие отдельные цеха или участки:

- склад металла;
- заготовительное производство;
- промежуточный склад заготовок (склад комплектации);
- отделение сборки и сварки узлов конструкций;
- отделение общей сборки и сварки конструкций;
- склад готовой продукции.

В зависимости от конкретных условий производства эти участки могут быть либо самостоятельными подразделениями, либо объединены в состав нескольких или даже одного цеха. Старые заводы строились отдельными разрозненными цехами, иногда далеко расположенными друг от друга. Более новые заводы построены по принципу блока цехов, объединенных под одной крышей и расположенных в последовательности, соответствующей основному направлению грузопотоков от склада металла к складу готовой продукции.

На **складе металла**, как правило, выделяют участки для хранения металла по типу проката (участки листового проката толстого и тонкого, профильного проката, труб) и видам заготовок, получаемых с других заводов (отливки, поковки, штамповки). Металл в цех поступает либо по железнодорожным путям на платформах, либо подается автотранспортом.

Для выполнения погрузочно-разгрузочных работ используют мостовые краны. В составе склада металла целесообразно иметь специализированные участки первичной обработки проката, обеспечивающие выполнение операций расконсервации металла, правки, очистки, грунтовки, маркировки в условиях автоматизированных поточных линий. Выдача в производство металла, прошедшего первичную обработку, способствует повышению культуры и технического уровня производства.

Заготовительное производство включает

«Технологическая подготовка производства»

выполнение операции механической и термической резки листового и профильного проката, обработки кромок под сварку, гибки, вальцовки, сверления или пробивки отверстий, штамповки заготовок. При выполнении этих работ широко используют поточные и автоматические линии, специальный транспорт; создают отдельные участки по типам сортамента обрабатываемого металла (участки листового проката различных толщин, участки сортового проката) и по видам технологических процессов (например, участки термической резки, механической резки, вальцовки, штамповки).

На крупных заводах сварных конструкции, в особенности, когда производство имеет мелкосерийный характер, количество заготовок, подаваемых на сборку, может составлять десятки тысяч штук. Существует два способа передачи этих заготовок из заготовительного производства: транзитом или через **промежуточный склад**.

Транзит более экономичен, однако он, может быть, применим только при четко организованном массовом или крупносерийном производстве, когда все технологические операции жестко связаны по времени (например, автомобилестроение, сельхозмашиностроение, производство приборов), либо в цехах с небольшим объемом производства.

Наличие склада комплектации (промежуточного склада) позволяет осуществлять не только хранение, но и комплектование заготовок с последующей подачей комплекта на сборочно-сварочный участок. Наличие такого склада обеспечивает компенсацию неравномерности запуска в производство отдельных деталей, различной длительности цикла их изготовления в заготовительном отделении, укрупнение размеров партий одновременно изготавливаемых деталей из конкретного типа проката.

Склад может быть организован при заготовительном или сборочно-сварочном отделениях либо как самостоятельный цех, включающий в себя следующие функции:

- запуск заказов в заготовительные цеха, исходя из сроков изготовления изделий, наличия металла, отливок и поковок;
- приемка поступающих заготовок и контроль за ходом комплектования заказов;
- хранение заготовок;
- комплектование сборочных единиц и подача их па

участки сборочно-сварных цехов.

Для хранения деталей на складе комплектации обычно организуют специализированные участки, оснащенные универсальным или специализированным подъемно-транспортным оборудованием:

- участок тарного хранения мелких деталей из листового или профильного проката, которые размещаются в контейнерах или поддонах на многоярусных стеллажах;

- участок хранения длинных деталей (до 6 м), размещаемых в многоярусных стеллажах непосредственно в ячейках или на поддонах;

- участок напольного хранения длинных заготовок (более 6 м), листовых заготовок больших габаритов.

На каждом участке, как правило, имеются площадки, на которых производится поузловая комплектация заказов.

В отделении сборки и сварки узлов **конструкции рабочие места** оснащают специализированными или универсальными грузоподъемными устройствами, площадками для размещения заготовок и готовых сварных узлов, а также сборочно-сварочной оснасткой. Целесообразно применение сварочных автоматических установок, роботов и робототехнических комплексов. Наличие большого количества рабочих мест требует хорошей организации внутрицехового и межцехового транспорта. Эффективными могут быть напольные или подвесные конвейеры, в том числе, с автоматическим адресованием грузов.

Для отделений общей сборки конструкций характерным является своеобразие каждого конкретного производства, определяемое габаритами и сложностью изготавливаемых сварных конструкций, толщинами металла и методами сварки, серийностью производства. В этом отделении часто выделяют участки контроля, приемки, отделки и консервации продукции. Также могут быть участки испытания конструкций, контрольной сборки и др. Некоторые из этих участков иногда размещают на **складе готовой продукции**. Готовые сварные конструкции, в особенности больших размеров, нередко поступают не на склад, а в дальнейшее производство (например, при производстве автомобилей, вагонов, сельхозмашин) и только после этого изделия идут на склад готовой продукции и на отправку потребителям.

Начальным этапом выполнения проектных работ по созданию нового или реконструкции действующего производства

«Технологическая подготовка производства»

является разработка задания **на проектирование**. Этот документ должен включать в себя:

- характеристику сварных конструкций, предполагаемых к выпуску на проектируемом производстве с приложением чертежей изделий и технических условий на сборку и сварку;

- годовую программу производства;

- сведения о планируемом производственном кооперировании предприятия, об источниках снабжения металлом, заготовками, энергией, топливом;

- требования по охране окружающей среды;

- характеристику автоматизированных систем управления производством и технологическими процессами.

Проект сварочного цеха состоит из следующих частей -

технологическая и транспортная часть, содержащая:

программу и режим работы каждого отделения цеха;

качественный и количественный составы используемых материалов, производственного и подъемно-транспортного оборудования;

расход всех видов энергии;

- состав работающих;

- планы и разрезы цеха с расположением оборудования, рабочих мест и транспортных устройств;

- сводную смету капитальных затрат, включая полную стоимость оборудования и его монтажа;

- сводную смету годовых эксплуатационных расходов;

- технико-экономические показатели проектируемого производства. **Энергетическая** часть содержит копию технологического плана цеха с обозначением мест расположения оборудования и указанием его мощности, полный перечень оборудования, его номинальной мощности, а также ведомости с расчетными данными об энергоснабжении цеха.

Разработка **строительной части** выполняется специализированной организацией на основании технического задания, включающего в себя следующую информацию:

- число пролетов и их основные размеры в плане;

- площадь цеха;

- высота пролетов;

- требования к освещенности;

«Технологическая подготовка производства»

- перечень характеристик кранового оборудования;
- внутрицеховой напольный транспорт.

По всем частям проекта (технологической, транспортной, строительной) рассматривается несколько возможных вариантов решений. Оценка вариантов и их сопоставление производится по стоимости строительства или реконструкции и по технико-экономическим показателям удельной производительности на одного рабочего; на 1 м² производственной площади. Практикуется оценка уровня механизации и автоматизации производства по различным методикам. Однако наиболее важной характеристикой проекта и производства является технический уровень выпускаемой продукции, сравнимый с лучшими мировыми образцами. При этом повышение качества и потребительских свойств изделий приводит также к повышению эффективности производства. Примером этому может служить выполнение наплавочных работ для получения поверхностей с заданными свойствами, работающих в условиях интенсивного износа, коррозии и др. Увеличение затрат на выполнение наплавочных работ (за счет применения дорогостоящих сварочных материалов и более сложных технологических процессов) может привести к многократному повышению срока службы изделия.

3.2. Основные задачи проектирования сборочно-сварочных цехов.

Основные задачи проектирования сварочного производства и сборочно-сварочных цехов состоят в:

- разработке технологического процесса производства, включая выбор рационального способа изготовления; технического контроля; внутрихозяйственной транспортировки деталей, сборочных узлов, готовых изделий;
- определении качественного и количественного состава всех необходимых элементов производства для изготовления данной продукции;
- разработке плана рационального размещения в цехе всего количественного состава элементов производства и составление разрезов здания цеха с указанием необходимой высоты его помещений;
- определении необходимых капитальных затрат и эксплуатационных годовых расходов (оборотных средств) для

осуществления производства, себестоимости продукции и других технико-экономических показателей проекта.

Глава 4. Комплектность конструкторских документов при проектировании сборочно-сварочных цехов.

Проектирование любого промышленного объекта (сооружения) связано с решением следующих технических и экономических задач:

- разработкой технологического процесса изготовления изделий, выпускаемых цехом (предприятием);
- размещением всех средств производства и видов энергии, при помощи которых осуществляется принятый технологический процесс;
- определением капитальных затрат на строительство цеха (предприятия);
- определением технико-экономических показателей проекта.

При проектировании цехов руководствуются:

- основными техническими направлениями в технологии;
- требованиями научной организации труда (НОТ);
- перспективой развития науки и техники в стране и за рубежом.

В проект цеха входят:

- технологическая часть - основа проекта;
- архитектурно-строительная часть;
- санитарно-техническая часть;
- энергетическая часть;
- экономическая часть.

Каждая часть проекта состоит из:

- пояснительной записки (ПЗ);
- приложений к ПЗ;
- чертежей (либо макетов) и схем.

Технологическая часть проекта является основополагающей. Она разрабатывается первой и служит основой для оформления технического задания (ТЗ) на разработку всех остальных частей проекта.

Технологическая часть проекта содержит:

- расчёты и обоснование выбора всех видов оборудования цеха и

«Технологическая подготовка производства»

транспортных средств;

- расчёты и обоснование состава работающих;
- расчёты потребности во всех видах энергии;
- расчёт площадей цеха;
- планировку размещения в цехе всех элементов производства;
- технико-экономический анализ работы проектируемого цеха путём определения технико-экономических показателей технической части проекта.

Архитектурно-строительная часть проекта выполняется по ТЗ технологов. Содержит:

- строительное и архитектурное оформление производственного здания цеха;
- проект административно-хозяйственных и бытовых помещений.

Санитарно-техническая часть проекта включает режимы и схемы инженерных сетей и коммуникаций по:

- отоплению;
- вентиляции;
- водопроводу;
- канализации.

Энергетическая часть проекта состоит из расчётов и схем по снабжению цеха:

- паром;
- горячей водой;
- сжатым воздухом;
- кислородом;
- горючими и защитными газами;
- электрической силовой и осветительной энергией;
- системами связи и сигнализации.

Экономическая часть проекта содержит:

- расчёты по определению сметной стоимости строительства цеха;
- расчёты годовых цеховых эксплуатационных расходов;
- расчёт проектной цеховой себестоимости продукции;
- сводные данные по цеху и технико-экономические

«Технологическая подготовка производства»

показатели его работы на основе результатов расчётов по всем частям проекта.

В пояснительной записке приводится:

- сжатое изложение теоретических и практических основ проектирования;
- методики выбора и количественного расчёта состава элементов проектируемого производства с приведением всех обоснований и сводных результатов производственно-технологических расчётов.

Приложение к ПЗ включает расчёты, таблицы, ведомости, спецификации, сметы и др. При этом чертежи и схемы поясняют конструктивное и техническое оформление производственнотехнологических решений, элементов производства и их совместную компоновку, либо детальное расположение в цехе.

Проектирование промышленных объектов ведётся проектной организацией, выполняющей технологическую часть проекта и, как правило, являющейся генеральным проектировщиком.

Финансирование строительства цеха осуществляется только при наличии проекта, утверждённой сводной сметы, определяющей общую стоимость строительства вместе с изыскательскими и проектными работами.

Основное требование к проектам цехов - обеспечение к моменту ввода цеха в эксплуатацию технически передового производства с высоким уровнем производительности труда и качества продукции при минимальных капитальных вложениях на строительство, а также обеспечение себестоимости продукции, обуславливающей рентабельность производства и приемлемые сроки окупаемости капитальных затрат.

Исходные данные для проектирования сборочно-сварочного цеха приводятся в таблице 14.

Таблица 14

№ пп	Исходные данные и документы	Стадии проектировки	
		Технический или рабочий проект	Рабочие чертежи
1	Утверждённое задание на проектирование	+	-
2	Титульный список, т.е. наличие объекта в плане капитального строительства	+	-

«Технологическая подготовка производства»

3	Утверждённый проект предшествующей	-	+
4	Генеральный проект предприятия и	+	+
5	Расчётная годовая программа	+	-
6	Технологическое обеспечение расчётной программы	+	-
7	Организация труда и управления	+	-
8	Трудоёмкость расчётной годовой программы (с обоснованием и распределением по видам работ)	+	-
9	Режим работы и коэффициент сменности	+	-
10	Уровень механизации и автоматизации производственных процессов	+	-
11	При реконструкции (расширении) данные по действующему цеху: количество работающих, состав и количество используемого оборудования, энергообеспечение, основные строительные решения	+	-
12	Установочные чертежи оборудования, чертежи фундаментов	+	+
Примечание: Знак "+" - наличие соответствующих данных, знак "-" - отсутствие потребности в этих данных при проектировании.			

4.1. Типы и характеристики сварочного производства

В разработке проектов сварочного производства большое значение имеет определение наиболее целесообразных форм организации производственных процессов для выпуска заданной продукции.

В зависимости от числа различных заданных видов изделий и повторяемости их изготовления может быть установлена принадлежность проектируемого цеха к определенному типу производства (единичному, мелкосерийному, серийному, крупносерийному, массовому). Однако нередко в одном цехе предусматривают организацию производства различных типов. Особенно часто в одном цехе совмещают единичное и мелкосерийное производство. Поэтому в практике проектирования принято рассматривать четыре типа производства: единичное и мелкосерийное; серийное; крупносерийное и массовое.

Строгих границ между различными типами серийного производства не существует. Ориентировочные признаки,

«Технологическая подготовка производства»

характеризующие отдельные типы серийного производства представлены в таблице 15. Краткие организационно-технические характеристики перечисленных типов производства сводятся к следующему.

Единичное и мелкосерийное производство большой и неустойчивой номенклатурой выпускаемых изделий. В производственном процессе применяют универсальное оборудование и переналаживаемую оснастку упрощенной конструкции с ручной подачей исходного металла в штучных заготовках. Отсутствует закрепление заготовок и деталей за оборудованием. В основном используют общецеховой транспорт.

В серийном производстве номенклатура выпускаемых изделий ограниченная и достаточно устойчивая. Изготовление изделий производят периодически повторяющимися сериями на специализированных участках, на поточных линиях с преимущественным применением универсального оборудования. Характерно применение простой и комбинированной оснастки с ручной или механизированной подачей листов, прутков, полос или штучных заготовок. Используют общецеховой или напольный транспорт.

В крупносерийном производстве номенклатура выпускаемых изделий ограниченная и устойчивая. Изделия производят периодически повторяющимися крупными сериями на специализированных участках, механизированных поточных линиях. Применяют специализированное оборудование, комплексно-механизированные линии и нестандартное оборудование. Характерно применение специальных приспособлений с механизированной подачей листового, сортового и профильного проката. Широко используют подвесной и напольный транспорт.

Массовое производство отличается устойчивой номенклатурой выпуска продукции, включающий один тип (редко два или три типа) изделий в большом количестве. Изделия производят с постоянным ритмом потока на комплексно-механизированных и автоматических поточных линиях с применением специализированного межоперационного транспорта.

Из указанных характеристик следует: чем ближе проектируемое производство к типу массового, тем быстрее происходит в нем продвижение изготавливаемых изделий, тем

«Технологическая подготовка производства»

больше и равномернее загрузка производственного оборудования, тем целесообразнее применение механизированных подъемно-транспортных устройств для передвижения сборочных единиц изготавливаемых изделий и использование высокопроизводительных механизированных и автоматизированных способов сборки и сварки продукции, требующих для своего осуществления сложного и дорогостоящего специализированного оборудования и приспособлений, и, наконец, тем целесообразнее подробная разработка технологического процесса производства.

В зависимости от типа производства в нем преобладает либо технологический (единичное и мелкосерийное производство), либо предметный (массовое и крупносерийное производство) принцип формирования цехов. В первом случае в составе предприятия организуют самостоятельный сборочно-сварочный цех или отделение. Во втором случае для изготовления требуемых изделий на предприятии организуют общий производственный поток, представляющий собой последовательное выполнение операций различной технологической специализации. В соответствующих местах этого производственного потока по ходу процесса изготовления изделий включают сборочно-сварочные линии, участки или

Таблица 15

Показатель	Пределы годового выпуска продукции (тыс. шт.) для производства		
	мелкосерийного и единичного	серийного	крупносерийного
Заготовительное производство			
Характеристика заготовок и деталей			
мелкие	2,5-50	50-300	300-5000
крупные	0,75-10	10-75	75-300
Сварочное производство			
Масса сборочных единиц на изделие, кг			
до 25	до 5	5-200	200-400
25-100	2-8	2-100	100-800
100-500	0,5-2,5	0,5-150	30-350
500-1000	0,3-0,6	0,3-10	5-100-
1000-5000	0,2-1	0,2-17	4-125
5000-25000	0,1-0,5	0,1-10	2-25
25000-100000	0,05-0,2	0,05-4	1-10

более 100000	до 0,01	более 0,01	
Примечания. Тип проектируемого производства окончательно устанавливают по характеристике производства того вида изделий, на долю которого приходится наибольшие (сравнительно с другими видами изделий) суммарные годовые значения массы (металлоемкости) и трудоемкости заготовительных и сборочно-сварочных работ.			

отдельные рабочие места. При этом все этапы производственного процесса изготовления изделий

располагают в цехах, сформированных соответственно по предметному принципу (например, в тележечном, рамном, кузовном, каркасном цехе). В производствах серийного типа преобладание предметного принципа построения цехов возможно лишь при поточных методах изготовления изделий.

Дополнительной характеристикой цехов, изготавливающих сварные изделия, служит их состав по числу основных производственных отделений. К таким отделениям цеха относят заготовительное отделение и сборочно-сварочное. В заготовительном отделении выполняют обработку исходного металла и изготовление из него деталей заданных изделий. В случаях производства сложных изделий сборочно-сварочное отделение подразделяют на два: отделение узловой сборки-сварки и отделение общей сборки и сварки. В первом из них выполняют сборку готовых деталей и сварку их с целью получения отдельных частей (технологических сборочных единиц) заданных изделий, а во втором - общую сборку изготовленных сборочных единиц и сварку их для получения выпускаемых изделий в целом (в сборе).

При достаточно большом количестве работ в заготовительном отделении, изготавлиющем детали для различных цехов завода, такое отделение выделяется в самостоятельный заготовительный цех. Тогда проектируемый цех имеет в своем составе только сборочно-сварочные отделения либо участки, линии и отдельные рабочие места в различных (предметных) отделениях цеха. Обособление заготовительных работ от сборочно-сварочных предусматривают также при проектировании специализированных по технологическим признакам производств типа «центрорез» и «центросвар».

4.2. Типовые схемы компоновки сварочных цехов

При разработке плана цеха критерием качества

проектного решения является эффективность использования производственных площадей и удобство транспортировки заготовок, узлов и конструкций. На первом этапе разрабатывается **технологический план** цеха со схемой грузовых и технологических потоков, технологических линий с максимально возможной автоматизацией и механизацией выполнения технологических операций. Опыт проектирования сварочных цехов включает ряд типовых схем планировок.

Для мелкосерийного и серийного производств относительно несложных металлоконструкций при небольшой и устойчивой номенклатуре нашла применение схема цеха с продольным направлением производственного потока (рис. 2). Металл со склада поступает в пролеты заготовительного производства *I*, *II*., каждый из которых специализирован для обработки металла определенной группы сортамента. Например, в пролете *I* могут быть размещены технологические линии и отдельное оборудование для обработки тонколистового металла: гильотинные ножницы, гибочные станки, прессовое оборудование для штамповки заготовок и вырубки отверстий, вальцы для изготовления обечаек и др. В пролете *II* может быть размещено оборудование для обработки металла средних и больших толщин. Здесь могут быть установлены технологические линии термической резки, в которых выполняются операции маркировки, разделительной резки, обработки кромок, удаления грата. Здесь же могут быть расположены гильотинные ножницы и пресс - ножницы для резки листов соответствующих толщин, листоправильные машины для правки заготовок, механическое оборудование для строжки и фрезеровки кромок, сверления отверстий и др.

В других пролетах могут располагаться обработка профильного проката, труб, а также участки механической обработки заготовок (токарные, фрезерные и другие виды работ).

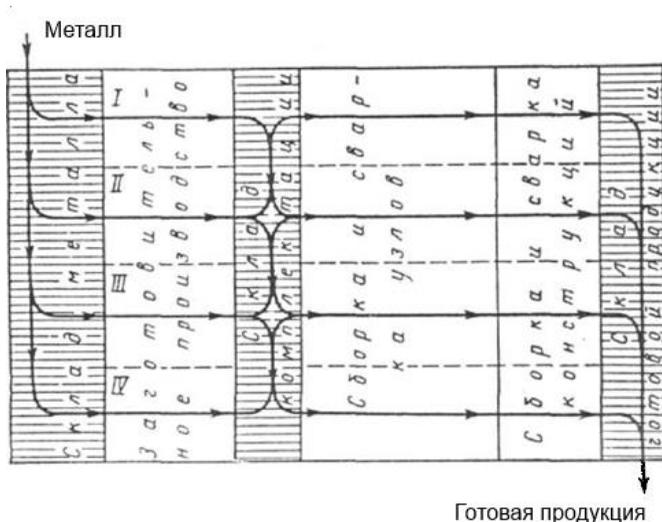


Рис. 2. Схема цеха с продольным направлением производственного потока

Из пролетов заготовительного производства заготовки поступают на склад комплектации (промежуточный склад) (рис.3), с которого скомплектованными, по заказам они могут выдаваться в один из пролетов сборки и сварки узлов. Каждый из этих пролетов целесообразно специализировать для определенных типоразмеров изготавливаемых изделий. Готовые сварные узлы поступают на участки сборки и сварки конструкции, а после завершения изготовления - на склад готовой продукции или на дальнейшую сборку, установку оборудования, отделку.

«Технологическая подготовка производства»

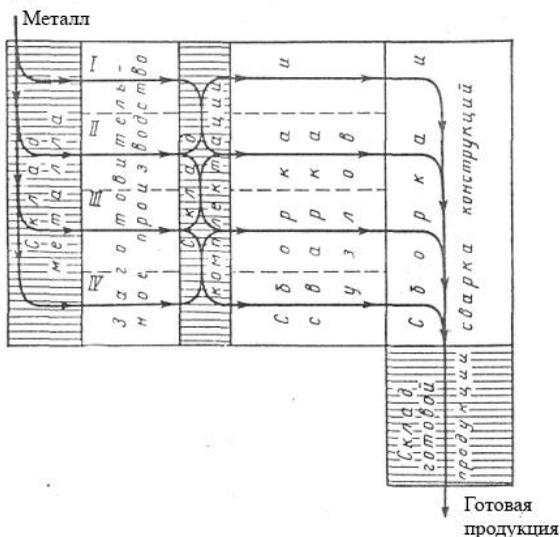


Рис. 3. Схема цеха для производства сложных однотипных конструкций.

Основным отличием этой схемы планировки от предыдущей является расположение производства общей сборки конструкций в пролете, поперечном по отношению к пролетам заготовительного производства и пролетам сборки и сварки узлов. При этом целесообразно, чтобы пролеты заготовительного производства и узловой сборки и сварки были специализированы по типам сварных узлов, а также, чтобы их взаимное расположение соответствовало очередности поступления этих узлов на общую сборку изделия. Такая схема облегчает решение транспортных проблем в условиях крупносерийного и массового производств: в условиях поточных, автоматизированных и роботизированных технологических линии, включающих операции заготовительного производства и механической обработки узлов после сварки. Промежуточный склад заготовок, перенесенный к пролету общей сборки, в котором может размещаться главный сборочный конвейер, позволяет создать необходимый запас узлов и деталей для обеспечения непрерывной работы пролета общей сборки при возможных перерывах в работе других пролетов. Такая схема цеха или блока цехов характерна, например, для заводов автомобильного производства. Рассмотренные типы планировок являются основными, и другие варианты, как правило, включают их основные идеи, дополняя своими характерными особенностями. Так, схема планировки с петлевым направлением потока (рис. 4)

«Технологическая подготовка производства»

позволяет скомпоновать блок цехов более компактно, располагая склады по концам здания. Такое размещение повышает эффективность использования промежуточного склада заготовок, для которого, как правило, требуется большая высота.

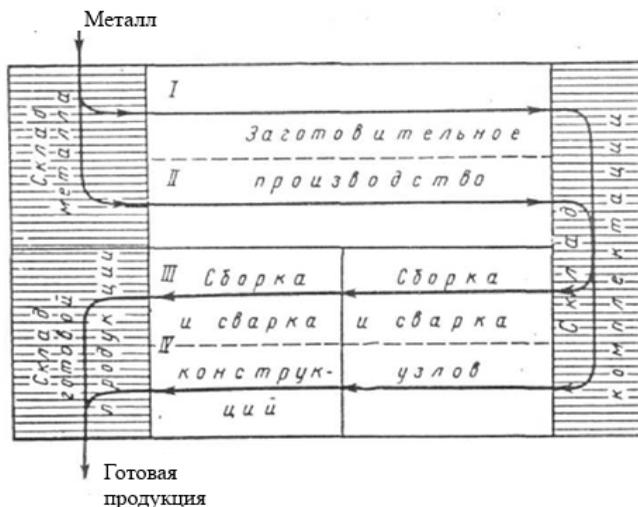


Рис. 4. Схема цеха с петлевым направлением производственного потока

Другим характерным примером развития идей основных типов планировок цехов, является схема блока цехов и грузопотоков завода сварных металлоконструкций (предприятие «Уралмаш», г. Верхняя Пышма) (рис. 5). Особенностью этой схемы является расположение всех пролетов в поперечном направлении к основному направлению технологического потока от склада металла к складу готовой продукции. Это обеспечило компактность решения при выпуске 130 тыс. т сварных металлоконструкций в год в условиях мелкосерийного производства громоздких металлоемких конструкций. Все межцеховые передачи металла и изделий осуществляются по четырем продольным технологическим путям, связывающим все цехи блока и имеющим минимальную длину.

Такая схема обеспечивает возможность модернизации производства с переходом на выпуск новых изделий без изменения общей схемы межцехового транспорта.

«Технологическая подготовка производства»

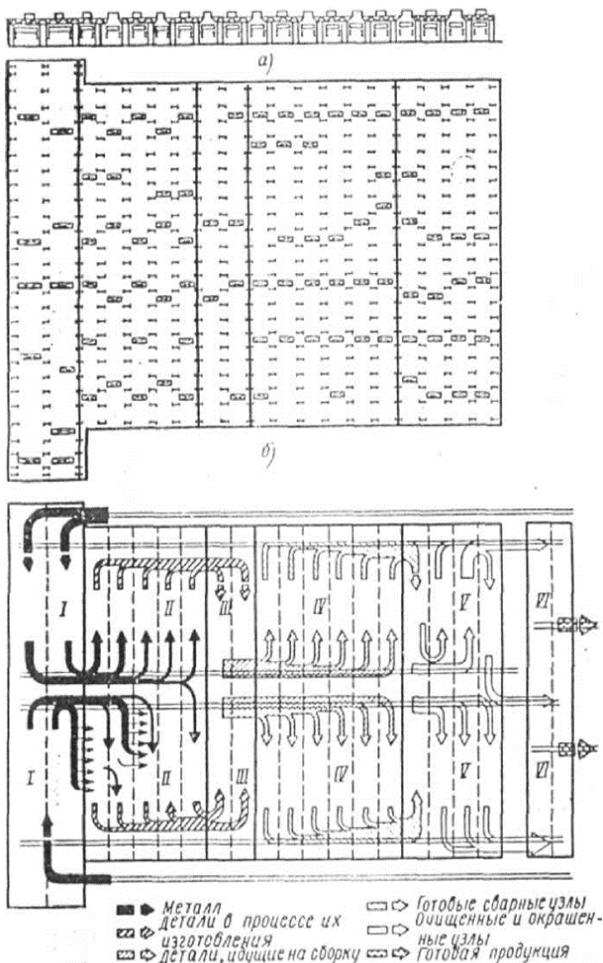


рис. 5. схема блока производственных цехов предприятия металлоконструкций «уралмаш»: а - продольный разрез; б - план и схема грузопотоков; i - склад металла; ii - заготовительное производство; iii - склад комплектации; iv - сборка узлов; v - сборка и отделка конструкций; vi - склад готовой продукции

По сравнению с созданием нового производства реконструкция существующего цеха может дать **больший** экономический эффект, однако ее проведение часто затруднено ранее заложенными проектными решениями. Для облегчения перехода па новые виды и модели,

выпускаемых металлоконструкции при разработке технологических планировок сварочных цехов целесообразно закладывать некоторые резервные площади. Это, хотя и ведет к увеличению стоимости строительства, значительно расширяет возможности предприятия, особенно в тех отраслях, где необходимо частое обновление продукции.

4.3. Строительные конструкции промышленных зданий

Каркас промышленного здания состоит из несущих и ограждающих конструкций. **Несущие конструкции** - это колонны, стропильные и подстропильные фермы, подкрановые балки, прогоны, на которые укладывается пастил кровли. **Ограждающие конструкции** - это наружные и внутренние стены, перегородки, кровельный настил.

Основные элементы каркаса промышленного здания и его основные параметры показаны на рис. 6. колонны воспринимают нагрузку от каркаса здания, снега и мостовых кранов и через фундамент передают ее на грунт. расположение осей колонн составляет сетку колонн здания, являющуюся его основной характеристикой и определяющую производственные возможности цеха.

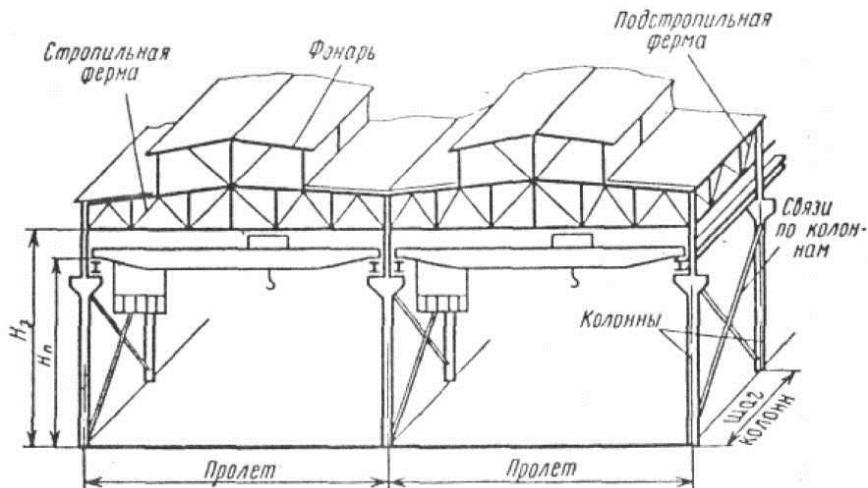


Рис. 6. Каркас промышленного здания

Колонны одного ряда соединяются между собой подстропильными фермами, на которые опираются стропильные фермы. Расстояние между осями колонн двух соседних рядов составляет ширину пролета цеха, которая строго нормализована и, как правило, имеет размер 18, 24, 30 или 36 м. Большие размеры пролета расширяют производственные возможности цеха, однако приводят к существенному увеличению массы металлоконструкций здания и его стоимости. В связи с этим применение в проектах пролетов шириной 30 и 36 м требует особого обоснования.

Шаг колони, как правило, составляет 12 м (редко 6 м). *Связи по колоннам* воспринимают нагрузку от продольного торможения кранов, ветровую нагрузку и передают ее на фундаменты колонн. Фонари обеспечивают естественную вентиляцию и освещение пролетов.

Высоту пролета при отсутствии мостовых кранов (H_3) определяют, как расстояние от уровня пола до нижней точки перекрытия (H_n). При наличии мостовых кранов высоту пролета принято определять расстоянием от уровня пола до поверхности головки подкранового рельса. Обоснование выбора высоты пролета требует тщательного учета многих факторов. Увеличение высоты пролета существенно увеличивает стоимость здания, однако расширяет возможности производства, допуская изготовление крупногабаритных конструкции и создавая большие

возможности установки крупногабаритного оборудования, размещения подъемно-транспортного оборудования, напольных и подвесных конвейеров. Создаются более комфортабельные условия для производственных рабочих, расширяются возможности реконструкции производства.

При расчете определяют либо необходимую высоту пролетов, либо наибольшую высоту изготавливаемых конструкции в действующем производстве. При наличии мостовых кранов в расчете высот учитывают наибольшие размеры оборудования и транспортируемых грузов по схеме (рис. 7.), где h_1 и h_3 - соответственно наибольшие в данном пролете высота оборудования и высота транспортируемых грузов; h_5 - минимальное расстояние от головки подкранового рельса до нижней точки крюка, которое определяется по паспорту мостового крана (не менее 0,75 м); h_4 - высота зачалки, принимается не менее половины ширины зачалки; h_2 - зазор, допускающий, в частности, продольное качение груза на стропах и соответствующий 0.5...1 м.

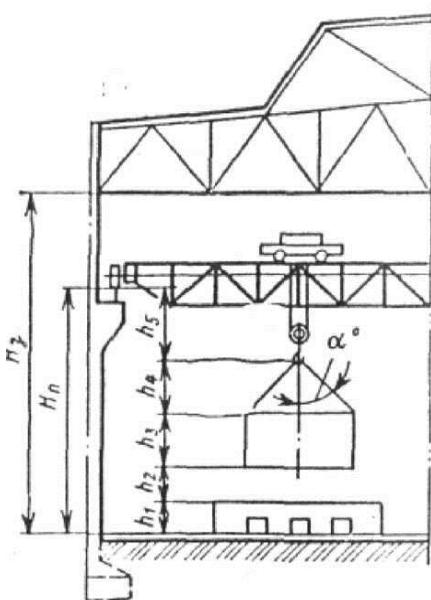


Рис. 7. Схема определения высоты пролета

В связи с унификацией размеров элементов строительных конструкций ряд размеров высот пролета нормализован (табл. 16).

Таблица 16

«Технологическая подготовка производства»

Размеры пролета, м	Шаг колонн, м	Высота от пола до несущих конструкций	Отметка головки кранового рельса, м
При наличии мостовых кранов			
18, 24	6; 12	10,8	8,15
		12,6	9,65
		16,2	12,65
		18,0	14,45
30	6; 12	16,2	12,65
		18,0	14,45
Бескрановые здания			
18, 24	6; 12	4,8	-
		6,0	-
		7,2	-
	12	8,4	-

4.4. Планировка размещения оборудования на сварочных участках

При выполнении проекта сварочного цеха осуществляют детальную разработку технологических процессов с учетом возможной механизации и автоматизации их производства. Принципиальные технологические решения, выбор производственного оборудования и транспортных средств, в значительной степени определяются серийностью производства, т.е. программой выпуска однотипных изделий. Повышение серийности производства обеспечивает более высокую и равномерную загрузку оборудования, делает эффективным использование сложного и дорогого специализированного транспортного и технологического оборудования. Оптимизация принимаемых решений путем использования систем автоматизированного проектирования технологии заготовительных и сборочно-сварочных операций дает существенное снижение трудоемкости этого этапа работ. Помимо технологических процессов и технологической документации эти системы обеспечивают получение большого объема данных, необходимых при проектировании цеха: перечень необходимого оборудования; его загрузка; сведения о потребном количестве энергии, вспомогательных материалов, технологической оснастки.

Площадь проектируемого цеха определяют вначале ориентировочно на основе заданного годового выпуска металлоконструкций (т) и планируемого удельного выпуска с 1 м² площади. Эти данные уточняются в процессе детальной

«Технологическая подготовка производства»

проработки компоновки цеха и планировки отдельных участков с учетом расположения на них основного и вспомогательного оборудования, мест для складирования деталей, изготовления узлов, зоны обслуживания рабочих мест и площадей, занятых проездами и проходами.

При планировке размещения оборудования стремятся к выполнению следующих требований:

рациональное использование площади;
обеспечение кратчайших путей движения обрабатываемых деталей и узлов;

исключение обратных, кольцевых, петлеобразных путей движения деталей, создающих встречные потоки и затрудняющих транспортировку;

обеспечение удобства разборки оборудования при ремонте или демонтаже.

Планировка размещения оборудования выполняется в такой последовательности:

- нанесение магистральных проездов;
- размещение основного оборудования;
- размещение вспомогательного оборудования.

Методические и нормативные материалы по проектированию сварочных и машиностроительных цехов содержат рекомендуемые и обязательные размеры ширины проездов и проходов; расстояний между оборудованием; размеры рабочих зон производственных рабочих, обеспечивающие удобные и безопасные условия работы.

Поиск оптимальных вариантов планировок оборудования требует анализа большого количества вариантов. Снижение трудоемкости этой работы по сравнению с ручным масштабным вычерчиванием достигается при использовании метода темплетов. В этом случае на все оборудование, которое должно быть размещено на участке, изготавливают масштабные плоские или объемные изображения - темплеты. Их делают из картона, пленки или пластмассы в масштабе 1:100 и размещают на плане с сеткой колонн, выполненном в таком же масштабе. Подготовленные варианты планировок фотографируют и размножают в достаточном количестве экземпляров.

Основное направление для проработки планировки дает намеченная организация производства и маршрутная технология, т.к. она содержит тип и число единиц оборудования и рабочих

«Технологическая подготовка производства»

мест, а расчет числа рабочих на одну смену позволяет судить о плотности расстановки рабочих у этого оборудования и рабочих мест.

При вычерчивании рабочих мест вокруг них указывают размещение рабочих кружком диаметром 500 мм в масштабе, принятом для плана цеха. Вводя в условные обозначения различные виды штриховки и зачернения, можно указать на плане цеха размещение всех предусмотренных проектом профессий.

После вычерчивания на плане каждой единицы оборудования, ее расположение в пролете обозначают размерами расстояний (в продольном и поперечном направлениях) от ближайшей колонны.

Разрывы между станками и рабочими местами, между ними и ближайшими частями здания (колоннами и стенами), а также ширину рабочих проходов и проездов устанавливают в соответствии с нормами технологического проектирования, а также условиями, обеспечивающими удобства для выполнения работ (табл. 17).

Таблица 17

Определяемое расстояние	Допускаемые пределы значений, м
От колонн или стен здания до боковой стороны	1-3
От колонн или стен здания до тыльной стороны	1-2,5
От колонн или стен здания до фронта оборудования	1-2,5
Между фронтом и тыльной стороной оборудования	1-2
Между тыльной и боковой сторонами оборудования	1-2
Между тыльными сторонами оборудования	1
Между боковыми сторонами оборудования	1-1,4
Между оборудованием, расположенным фронтом друг к другу	1-2
От фронта оборудования до складочного места	1-1,6
Между складочными местами	1-1,4
Между тыльной стороной оборудования и складочным местом	1
Между боковой стороной оборудования и складочным местом	1-1,2
Примечание: меньшие значения допустимых расстояний относятся к малогабаритным станкам; большие - к крупногабаритным.	

План цеха (участка), определяющий пространственные

«Технологическая подготовка производства»

расположения в нем технологического процесса производства, называют технологическим.

Разработка технологического плана включает выбор наиболее рациональной для проектируемого производства схемы компоновки цеха, определение его геометрических размеров и последующую детализацию его содержания.

Условные изображения и обозначения, применяемые на планах установки технологического оборудования цехов металлоконструкций должны соответствовать требованиям ОСТ 22-1261-78.

Дальнейшее сокращение трудоемкости выполнения работ по планировке размещения оборудования на участках цеха достигается при использовании универсальных автоматизированных систем графического проектирования планировок с помощью ЭВМ. В этом случае технолог разрабатывает различные варианты планировок, взаимодействуя с ЭВМ в диалоговом режиме с помощью алфавитно-цифрового и графического экранов, и получает чертежи планировок с помощью графопостроителя.

Основу системы составляет постоянно пополняемая база данных, в которой хранится технологическая и графическая информация о существующих моделях оборудования.

Технологическая характеристика включает в себя наименование оборудования, обозначение или шифр, паспортные данные о потреблении электроэнергии, воды, воздуха и других материальных ресурсов. Кроме того, здесь могут быть сведения о заводе-изготовителе, стоимости и другая необходимая при проектировании информация.

Графическая характеристика содержит описание на специальном языке плоских изображений единиц оборудования на плане с обозначением точек подвода всех энергоносителей в местной системе координат.

При выполнении работы технолог готовит и вводит в ЭВМ графическое описание плана участка цеха с сеткой колонн и расположением стен и перегородок, а также шифры или коды оборудования, которое должно быть размещено на этом плане. На экран графического дисплея выводится масштабное изображение плана и из базы данных последовательно выводятся изображения единиц оборудования. Эти изображения с помощью клавиатуры или светового пера могут перемещаться на плане, позволяя быстро получать очередной вариант планировки, хранить его на магнитном диске и корректировать с

образованием нового варианта. Универсальные средства машинной графики позволяют наносить размеры, быстро вычерчивать штампы, наносить в поле чертежа поясняющие надписи и обозначения. Все элементы чертежа - графические изображения, символы и надписи - отвечают требованиям стандартов конструкторской документации. Система обеспечивает большое быстродействие и высокое качество графики.

Для любого подготовленного варианта планировки оборудования система позволяет выполнять специальные копии планировок с разводкой систем электроснабжения, водопровода, канализации, воздухо- и газоснабжения. На рис. 8, 9, а - в и 10 показаны примеры типовых планировок размещения оборудования заготовительного и сборочно-сварочного производств. Производительная работа листопрямильной машины 1 (рис. 8) обеспечивается задающим 2 и приемным 3 рольгангами. Для размещения партии исходных листов и выправленных заготовок предусмотрены столы 4 и 5. Два порталных манипулятора - листоукладчика 6 обеспечивают подачу листов на рольганг и их сьем. На схеме показаны рабочие места двух рабочих, однако такая компоновка оборудования допускает и автоматизацию выполнения всех операций. В последнем случае работой листопрямильной машины, манипуляторов и приводных рольгангов может управлять программируемый командоаппарат, и работа комплекса может контролироваться одним оператором со специально оборудованного пульта управления

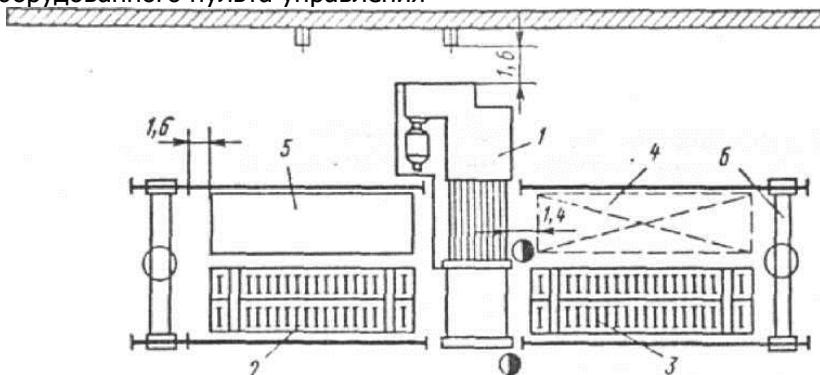


Рис. 8 Схема планировки оборудования листопрямильной машины

Размещение основного и вспомогательного оборудования

машин контактной сварки может отличаться большим разнообразием. Три варианта планировки рабочей зоны двух машин точечной контактной сварки с большим вылетом электродов показаны на рис. 9, а - в. Здесь работа двух таких машин обеспечивается наличием рольгангов 2 для перемещения изделия, мест для тары заготовок 3 и сваренных деталей 4, консольного крана 5, тельфера на монорельсе 6 или подвесного конвейера 7. Выбор той или иной схемы планировки зависит от сложности свариваемых изделия, количества точек сварки и длительности сварки одной детали.

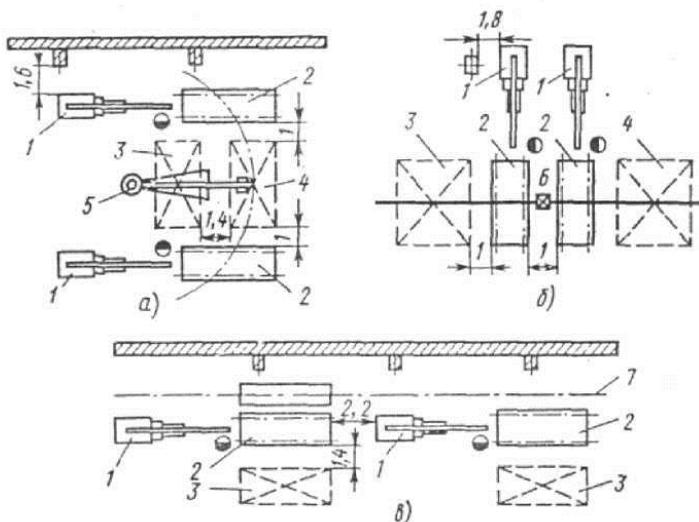


Рис. 9. Варианты планировки рабочей зоны машин контактной сварки

Пример планировки робототехнического комплекса дуговой сварки показан на рис. 10. Манипулятор сварочной горелки со шкафами управления 10 обеспечивает работу на двух рабочих местах, оснащенных манипуляторами изделия 4. Подача заготовок из специальной тары 6, их установка на манипулятор 4 и съем изделий после сварки и визуального контроля, а также перенос их в контейнеры 5 выполняются оператором с помощью шарнирно - сбалансированного манипулятора 2 с радиусом рабочей зоны 3 м. Рельсовые пути 7 с помощью тележек 3 обеспечивают транспортировку в зону РТК контейнеров с заготовками и вывоз сваренных изделий. Управление работой комплекса ведется с пульта управления 8. Для размещения

необходимого инструмента предусмотрен инструментальный шкаф 9.

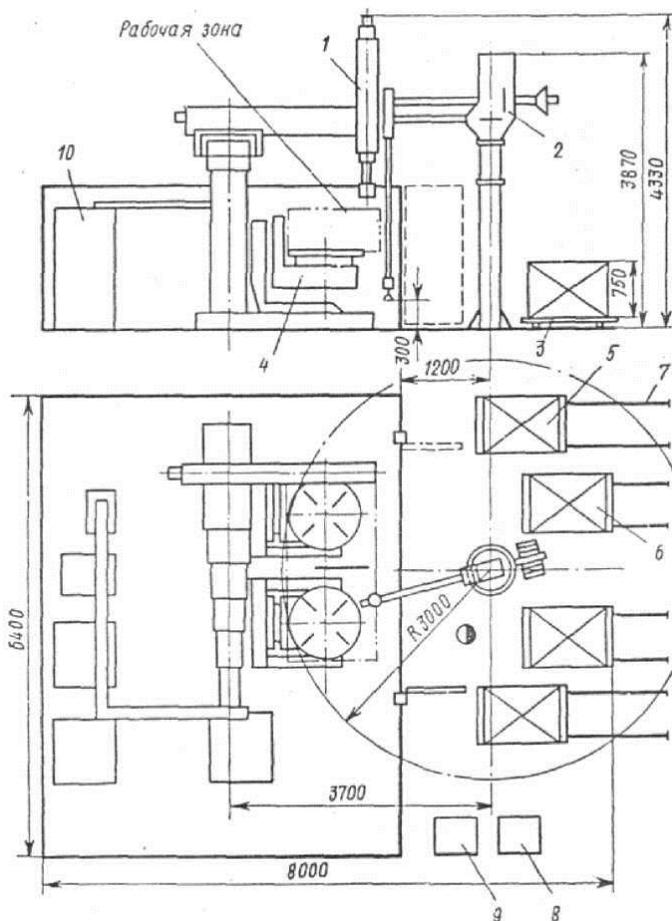


Рис. 10. Пример планировки робототехнического комплекса дуговой сварки

4.5. Автоматизация управления работой сварочного цеха

Дальнейшим развитием автоматизации заготовительного производства применительно к термической

вырезке плоских заготовок из листового проката, включая подготовку и передачу данных в автоматизированную линию разметки, маркировки и резки металла является автоматическое управление запуском заказов и контроля их прохождения в заготовительном производстве, что способствует повышению ритмичности работы сборочно-сварочного производства. Одним из вариантов организации работы таких систем может быть расширение функций автоматизированного склада комплектации.

Организация работы автоматизированного склада предусматривает минимальное участие оператора в работе с грузами и максимальное использование возможностей ЭВМ для управления механизмами, определения адресов хранения деталей, поиска деталей, комплектации заказов и ведения документации. Эффективное использование площади и объема складских помещений достигается размещением деталей в ячейках высотных консольных стеллажей. Установка грузов в ячейки производится с помощью стеллажных кранов - штабелеров одностороннего (рис. 11) или двустороннего действия (рис. 12).

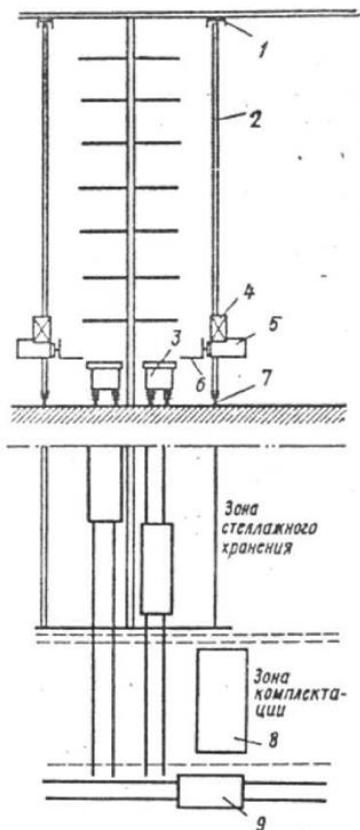


Рис.11. Схема автоматизированного склада комплектации:
 1 - верхний рельс; 2 - рама крана - штабелера; 3 - стеллажная тележка; 4 - кабина; 5 - грузоподъемник; 6 - телескопический захват; 7 - нижний рельс; 8 - комплекточная площадка; 9 - транспортная тележка

Грузы из заготовительного отделения поступают на склад на платформе-накопителе, установленной на транспортной тележке 9 (см. рис. 4.4). В зоне приемки груза платформа снимается с тележки мостовым крапом и устанавливается на комплекточную площадку 8.

На принятый груз составляется предметная ведомость с наименованием, количеством деталей и данными об их изготовлении. Данные с ведомости вводятся в ЭВМ, которая их обрабатывает, выдает распечатку с номерами стеллажей и ярлыками деталей. В соответствии с этим детали укладывают в поддоны или контейнеры, устанавливают на тележки 3, которые доставляют их к соответствующим стеллажам зоны хранения. Установка грузов в ячейки происходит в автоматическом режиме. Стеллажный кран - штабелер принимает груз с тележки и устанавливает в первую на его пути свободную ячейку стеллажа. Адрес ячейки автоматически передается в ЭВМ и

запоминается.

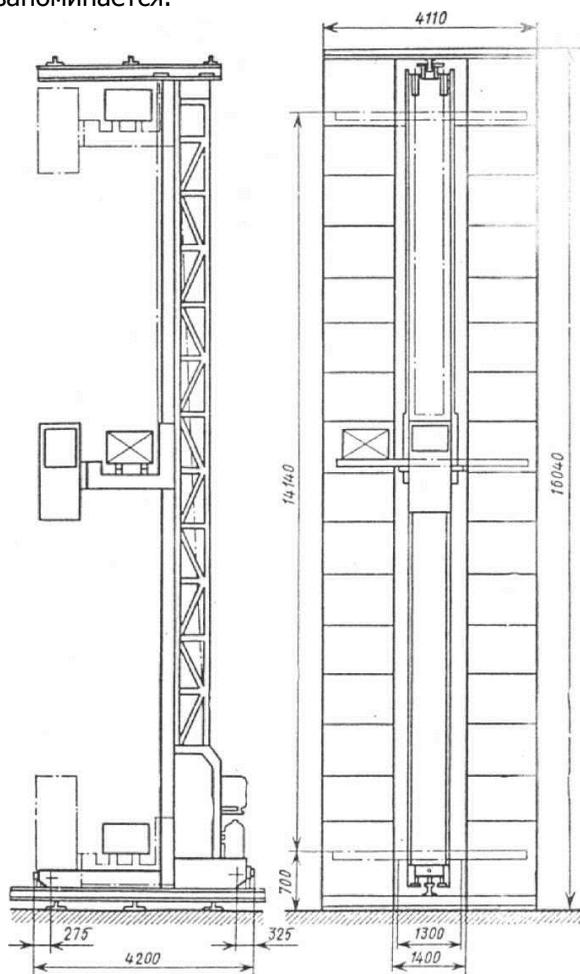


Рис.12. Кран – штабелер двухстороннего действия

Отправка груза со склада осуществляется на основании заготовительной ведомости, содержащей перечень необходимых деталей на заказ и адреса их хранения. С пульта управления оператор склада набирает адреса нужных ячеек, которые поступают в блок запоминания и последовательной выдачи команд. После завершения ввода команд система вводится на исполнение. Ход выполнения команд фиксируется в блоке индикации на пульте оператора. По этим командам соответствующие краны - штабелеры принимают поддоны или контейнеры из указанных ячеек и устанавливают их на тележки,

доставляющие все указанные детали из зоны хранения в зону комплектации. Здесь согласно заготовительной ведомости вручную производится комплектация на заказ нужных деталей, которые собираются на платформу-накопитель. После завершения комплектации платформа с деталями останавливается на транспортную тележку и отправляется на сборочно-сварочный участок. Оставшиеся детали поступают в зону хранения как вновь прибывшие на склад.

Автоматизированный склад комплектации позволяет не только упростить хранение и транспортировку деталей на складе, но и обеспечить все подразделения цеха необходимой документацией. Кроме того, автоматизированный учет деталей, хранящихся на складе, обеспечивает автоматизацию процедуры запуска заказов в заготовительном производстве, исходя из наличия деталей на складе, сроков изготовления заказа, наличия исходных материалов, технологической документации и технологической оснастки. Таким образом, промежуточный склад комплектации из вспомогательного подразделения для хранения некоторого запаса деталей превращается и важную службу, организующую с помощью ЭВМ работу всех основных подразделений сварочного цеха.

4.6. Объемно-планировочные и строительные решения

Определение общей площади. Общая площадь, занимаемая сборочно-сварочным производством, определяется как сумма производственной площади и площади, занимаемой проездами, энергетическими и сантехническими устройствами, кладовыми, антресолями и т. д.

Производственная площадь включает площадь рабочего места (рабочее место по ГОСТ 12.1.005-88), а также площадь, занимаемую относящимся к данному рабочему месту оборудованием, средствами механизации и местами складирования.

Для укрупнения расчета производственной площади в сборочно-сварочном цехе (участке) в табл. 18 приведены нормы на единицу оборудования в зависимости от площади проекции сборочной единицы.

Таблица 18

Нормы площади на единицу оборудования

Площадь проекции сбором любой единицы на горизонтальную плоскость (сборочно-сварочного приспособления), м ²	Производственная площадь, м ²
до 1,5	до 20
1,5-3,0	20-30
3,0-7,0	30-50
7,0-10,0	50-65
10,0-20,0	65-90
20,0-30,0	90-120
30,0-40,0	120-140
40,0-60,0	140-180
60,0-100,0	180-300
100,0-150,0	300-400
свыше 150,0	более 400

Примечание. Для ИТР и служащих, работающих в цехе, предусматриваются конторские помещения на площади цехов из расчета 4,5 м² на одного человека.

Площадь, занимаемая проездами, энергетическими и сантехническими устройствами, составляет 25-30 % от производственной площади сборочно-сварочного производства и уточняется компоновкой корпуса. Расчет площадей кладовых помещений определяется по табл. 33.

Основные строительные параметры зданий. Для размещения сборочно-сварочных цехов (участков) необходимо применять, как правило, одноэтажные здания. Рекомендуемые унифицированные размеры пролетов и грузоподъемность подъемно-транспортных средств приведены в табл. 19.

Таблица. 19

Унифицированные размеры пролетов и грузоподъемность средств

Цех по производству	Характеристика сварного шва		Размеры пролетов, м			Максимальная грузоподъемность крана, т
	масса, т	габариты, м	сетка колонн	высота до низа стропильных ферм	высота до головки подкранового рельса	
Одноэтажное здание						
Тяжелые металлоконструкций типа станин, рам, платформ и т. п.	до 2	10,5x2,5	24x12	8,4; 9,5,0	1 5,0	
	2-10	1,5x3,5	24x12	10,8; 12,0; 14,4	8,15; 9,35; 12,2	15,0
	15-25	16,0x7,0	24x12	10,8; 12,0; 14,4; 16,8	8,15; 9,35; 12,2; 14,6	50,0
	30-175	24,0x5,0	24x12 30x12 36x12	14,4; 16,8; 19,2	12,2; 14,6; 16,0	100,0 150,0 и более
Пространственно-сложных объемно-штампованных конструкций	до 0,5	5,0x2,5	24x12	8,4; 9,6	-	3,2
	до 3,0	12,5x2,5	24x12	9,6; 10,8	-	5,0
	до 0,3	2,5x1,0	18x12 24x12	6,0; 7,2; 8,4	-	5,2
Многоэтажное здание Первый и средний этажи						
Разных узлов (балки, небольшие емкости и т. п.)			12x6 (12x12)	7,2; 8,4	-	3,2
Верхний этаж						
Пространственно-сложных штампованных сварных конструкций	до 0,6	до 0,6-2,5	24x12	8,4; 9,6	-	3,2

Примечания:

1. При реконструкции и техническом перевооружении цехов (участков), расположенных в существующих зданиях, допускается их размещение в помещениях высотой, менее указанной в таблице, при условии соблюдения норм и правил техники безопасности, удобства обслуживания и эксплуатации технологического и подъемно-транспортного оборудования.

2. Расчетную высоту пролета определять по формулам (15-17) и условиям, приведенным на рис. 5.6, 5.7. и в табл. 19, и принимать по ближайшему большему значению в табл. 18.

Унификацию высот многопролетных зданий проводить в каждом конкретном случае по максимальной высоте при обосновании.

3. Ширина пролетов 30 м и более, шаг колонн 18 м, высота головки рельса свыше 14,8 м, в том числе двухъярусное расположение кранов, принимаются при соответствующих обоснованиях.

В сборочно-сварочных цехах, в которых имеется большое количество транспортных операций, рекомендуется преимущественно применять грузоподъемные средства без опоры на несущие конструкции каркаса здания. Для цехов с гибкими производственными системами, где используются робокары и микропроцессорная аппаратура, рекомендуется проектировать полы с полимерным покрытием на базе компаунда по типу ЭКР-22, за исключением тех сварочных участков и помещений, где применяются горючие жидкости.

При размещении сборочно-сварочных цехов в многоэтажных зданиях нагрузки на каркас принимать по утвержденным отраслевым нормам.

Таблица 20

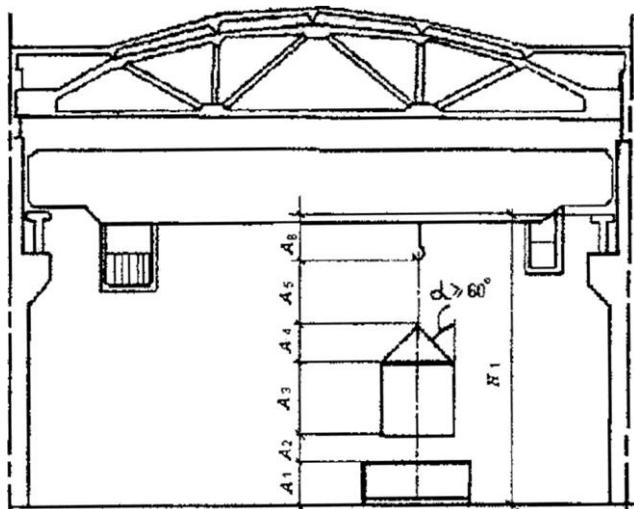
Размеры высотных элементов пролетов

Условное обозначение	Наименование	Нормы расчета
H	Высота здания до низа конструкции	По рис. 1, 2 и табл. 15
H ₁	Высота головки рельса подкранового	То же
A ₁	Высота (от уровня поля) стола, на который устанавливается изделие	По паспорту оборудования
A ₂	Высота подъема столом устанавливаемого изделия	500 мм.
A ₃	Высота устанавливаемого	По габариту изделия,

«Технологическая подготовка производства»

A ₄	Расстояние от верхней поверхности изделия (тары) до низа крюка	0,3 ширины тары, не менее 1000 мм
A ₅	Резерв высоты подъема крюка	500 мм
A ₆	Расстояние от уровня головки рельса подкранового пути (конвейера) до низа крюка	По паспорту крана
A ₇	Расстояние от низа крюка до низа	То же
A ₈	Расстояние от верхней габаритной точки грузоподъемной машины,	Не менее 100 мм
K ₁	Максимальная высота оборудования над уровнем пола	По паспорту оборудования или по каталогу
K ₂	Расстояние от верхней габаритной точки оборудования до нижней габаритной точки грузоподъемной машины, конвейера или его ограждения	Не менее 400 мм
K ₃	Расстояние от нижней габаритной точки грузоподъемной машины до уровня головки рельса подкранового пути	По паспорту крана
K ₄	Расстояние от низа фермы до верхней габаритной точки наиболее высокого оборудования	По условиям монтажа и демонтажа оборудования, но не менее 100 мм
K ₅	Зона прохождения конвейера	Определяется конструктивно

$$H_1 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6$$



б) $H_1 = K_1 + K_2 + K_3$

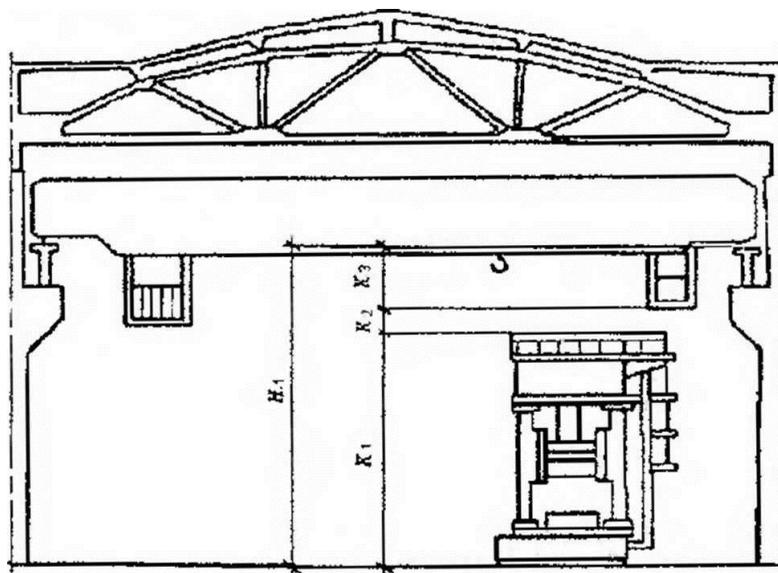
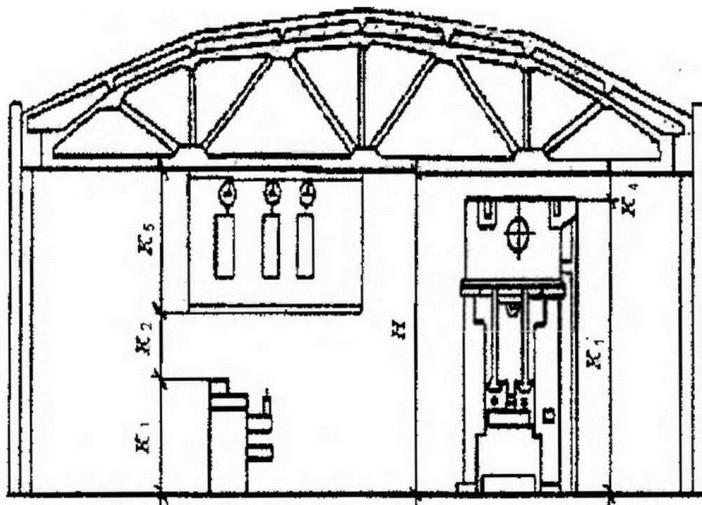


Рис.13. Пролеты, обслуживаемые мостовыми опорными кранами

$H = K_1 + K_2$ или $H = K_1 + K_2 + K_3$



$$H1 = A1 + A2 + A3 + A4 + A5 + A7 + A8$$

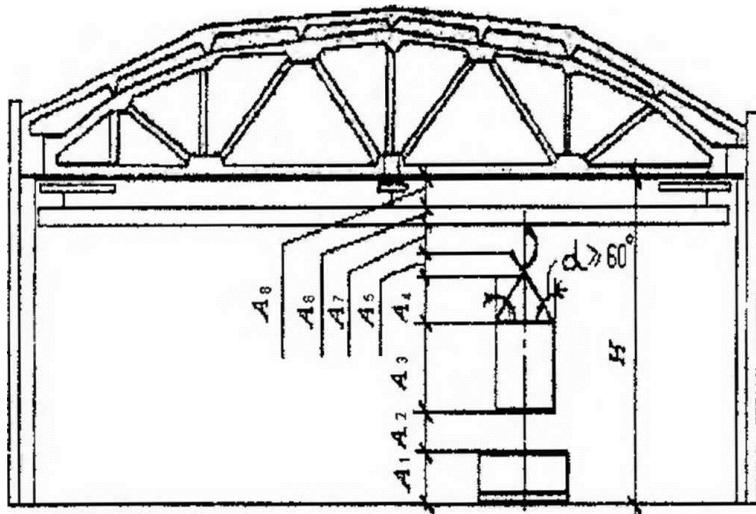


Рис- 14. Бескрановые пролеты, обслуживаемые подвесными кранами, конвейерами

4.7. Нормы размещения оборудования

Нормы размещения оборудования учитывают требования научной организации труда (НОТ) на рабочем месте и правил техники безопасности. При организации рабочих мест следует использовать «Межотраслевые требования НОТ при

«Технологическая подготовка производства»

проектировании”, а также типовые проекты ведущих отраслевых и проектно-технологических институтов:

- Типовые проекты организации рабочих мест газорезчиков и сварщиков”, ЦПКТБ НОТ, г. Москва;
- “Типовой проект организации рабочего места сварщика”, ВПТИтяжмаш, г. Москва;
- “Типовой проект организации рабочего места электросварщика на полуавтоматических линиях” (в среде углекислого газа), В1 ГГ Итяжмаш, г. Москва.

Нормы расстояний в табл. 21-31 указаны применительно к наиболее часто встречающемуся оборудованию (см. рис. 15-26). Все расстояния указаны от наружных габаритов оборудования, включающих крайние положения движущихся частей, оснастку, элементы механизации питания и управления, максимальные габариты обрабатываемых деталей, сварных узлов с учетом их установки и снятия.

Нормы расстояний учитывают возможность монтажа и демонтажа отдельных узлов при ремонте оборудования. При установке оборудования на индивидуальные фундаменты расстояния от колонн и между оборудованием принимать с учетом конфискации и глубины фундаментов оборудования и колонн.

Электрошкафы, пульты управления и т. п., расположение которых определено заводом-изготовителем, включаются в габарит оборудования. Расстояния для устанавливаемых вне габаритов оборудования электрошкафов, пультов управления и прочих элементов здания и оборудования принимать по ПУЭ.

При обслуживании оборудования мостовыми и подвесными кранами максимальное приближение этого оборудования к стенам и колоннам зданий определяется с учетом крайних положений крюка крана.

При организации роботизированных технологических комплексов и участков соблюдать требования ГОСТ 12.2.072-82.

Уменьшение расстояний, указанных в настоящих нормах, не допускается!

4.8. Условные обозначения к рис.15-26

«Технологическая подготовка производства»

А - расстояние между фронтом станка, тыльной и боковой стороной станка, подвеской транспортного конвейера, местом складирования, проездом;

Б - ширина зоны размещения однопостовых источников питания, силовых шкафов, шкафов управления, слесарных станков, контрольной оснастки, наждачных станков, фильтровентиляционных ацетатов, местных технологических вентиляционных установок и вакуумных систем отсоса;

В - длина зоны складирования, равная длине тары, деталей или сборочной единицы;

Г - ширина зоны складирования, равная ширине тары деталей или сборочной единицы;

Д - размер станка по длинной стороне детали, сборочной единицы;

Е - габарит станка по ширине детали, сборочной единицы;

Ж - ширина проезда;

И - ширина прохода;

К - расстояние от конструкции здания до боковой стороны оборудования;

Л - расстояние от конструкции здания до тыльной стороны оборудования;

М - проход между оборудованием и местом складирования;

И - расстояние от оборудования до подвески транспортного конвейера;

П - ширина зоны накопителя, конвейера (определяется конструктивно);

Р - расстояние между конвейером и оборудованием;

С - расстояние между конвейерами;

Т - расстояние между тыльной и боковой сторонами оборудования или стенов;

У - расстояние между тыльной и боковыми сторонами оборудования или стенов;

Ф - расстояние между стеном складирования и подвеской транспортного конвейера.

Таблица 21

Обозначение размеров	А	Д	Е	К	У
Расстояние между оборудованием и элементами здания, м	1,5-2,0	Определяется конструкцией изделия плюс	0,2-0,3	0,8-1,2	1,5-2,0

«Технологическая подготовка производства»

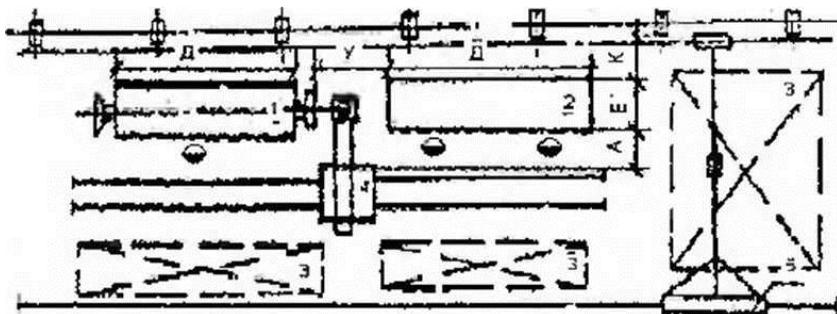


Рис. 15. Размещение стенов, кантователей для сварки крупногабаритных узлов: 1 - двухстоечный кантователь; 2 - стенд для сборки; 3 - место складирования; 4 - универсальная площадка для сварщика с подвижной стрелой; 5 - полукозловой кран

Таблица 22

Нормы расстояний

Обозначение размеров	А	В, Г, Д, Е	И	У
Расстояние между оборудованием и элементами здания, м	1,5-2,0	Определяется конструкцией изделия	2,0	2,0-3,0

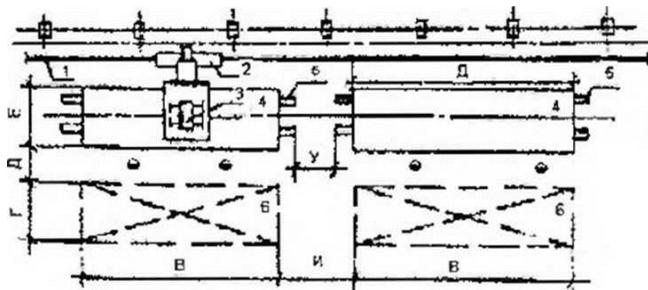


Рис. 16. Размещение установки велосипедной тележки для автоматической сварки продольных и кольцевых швов цилиндрических изделий: I - направляющий рельс;

2 - велосипедная тележка с балконом; 3 - сварочный автомат; 4 - сварочный узел; 5 - стенд роликовый механизированный; 6 - место складирования

Таблица 23

Нормы расстояний

Обозначение	А	Б	В, Г, Д, Е	Ж	И	К	Л	М	У
Расстояние между оборудованием и элементами здания, м	1,5-2,0	1,5	Определяется конструкцией изделия	3,0-5,0	2,0	1,2	1,2	1,5-2,0	0,8-12

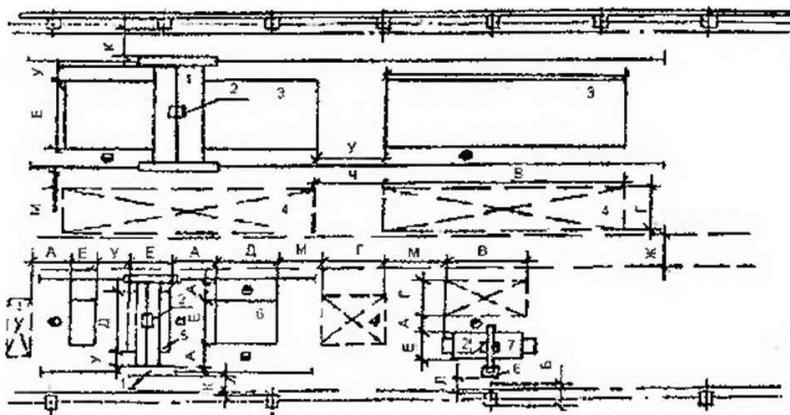
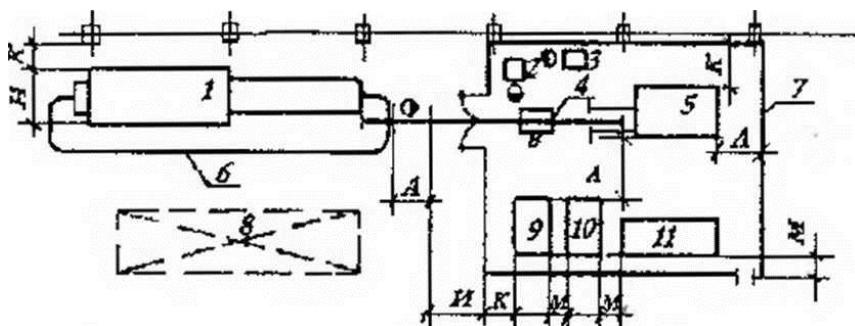


Рис. 17. Размещение установок автоматической сварки и резки с поворотными колоннами и самоходными порталами:] - портал самоходный; 2 - автомат сварочный или резак; 3 - универсальный цепной кантователь или стол термической резки; 4 - место складирования; 5 - стэнд; 6 - роликовый стэнд; 7 - кантователь; 8 - поворотная колонна

Таблица 24
Нормы расстояний

Обозначение размеров	А	К	Л	М	Н
Расстояние между оборудованием и элементами здания, м	1,2-1,5	1,2	1,2-2,0	0,8	0,3-0,5



«Технологическая подготовка производства»

Рис. 18. Размещение оборудования для электронно-лучевой сварки: 1 - моечно-сушильный агрегат; 2 - установка для размагничивания; 3 - пресс для запрессовки; 4 - монорельс; 5 - установка для электронно-лучевой сварки; 6 - подвесной грузоиссуший конвейер; 7 - ограждающие элементы помещения для электронно-лучевой сварки; 8 - место складирования; 9,10, И - шкафы управления и источники питания. Примечание. Размеры уточняются по паспортным данным оборудования.

Таблица 25

Нормы расстояний

Обозначение размеров	А	Л	М	И	Р
Расстояние между оборудованием и элементами здания, м	1,5-2,0	0,8-1,2	0,8-1,0	Определяется конструктивно	0,1

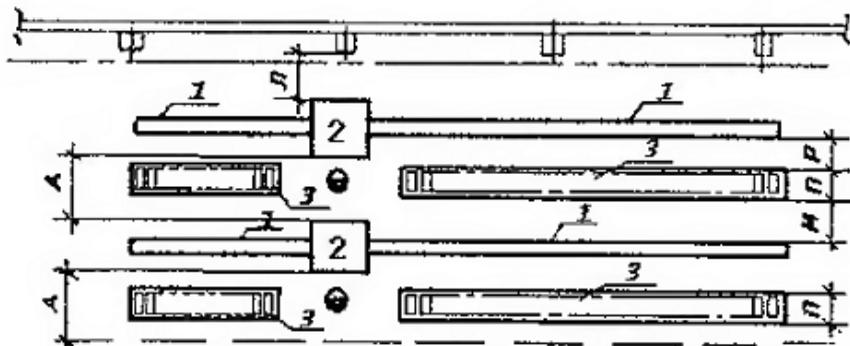
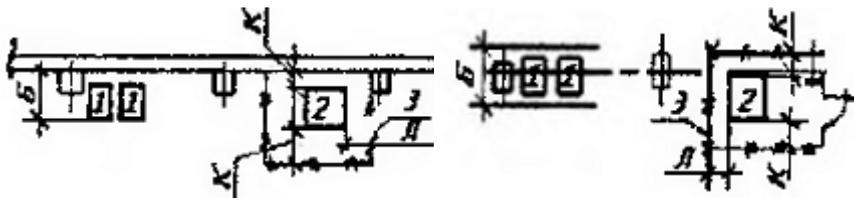


Рис. 19. Размещение оборудования для сварки длиномерных деталей: 1 - рольганг для подачи труб; 2 - установка для сварки труб; 3 - накопитель.

Таблица 26

Нормы расстояний

Обозначение размеров	Б	К	Л
Расстояние между оборудованием и элементами здания, м	1,3-1,5	0,8	0,8



«Технологическая подготовка производства»

Рис. 20. Размещение источников питания (рекомендуемое): 1 - однопостовой источник питания; 2 - многопостовой источник питания; 3 - ограждение сетчатое

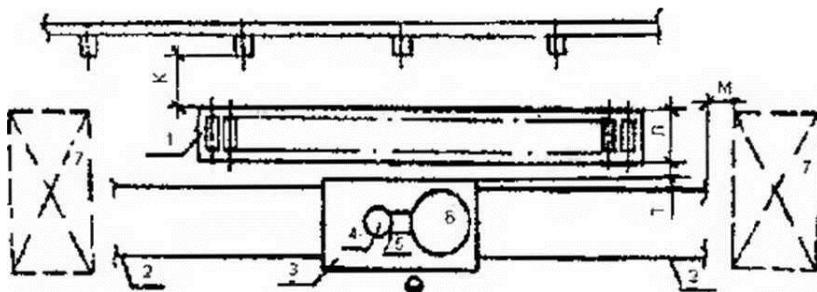
Примечания:

1. Размеры ограждения зависят от габаритов источника питания и условий их обслуживания.
2. При недостаточном количестве свободной площади между колоннами допускается размещение однопостовых источников на специальных балконах. При этом пусковая регулирующая аппаратура источников должна быть установлена на рабочих местах.

Таблица 27

Нормы расстояний

Обозначение размеров	К	М	П	Т
Расстояния между оборудованием и элементами здания, м	1,6	0,8	Определяется конструктивно	0,3-0,5



Рис, 21. Размещение установки электрошлаковой сварки: 1 - роликовый стэнд механизированный; 2 - направляющие рельсы; 3 - установочная тележка; 4 - колонна с реечным устройством; 5 - автомат сварочный; 6 - сварочный узел; 7 - место складирования

Таблица 28

Нормы расстояний

Обозначение размеров	А	И	К	Л	М	У	Т
Расстояние между оборудованием и элементами здания, м	1,2	0,8	1,0	0,8	1,0	1,0-2,0	0,8-1,0

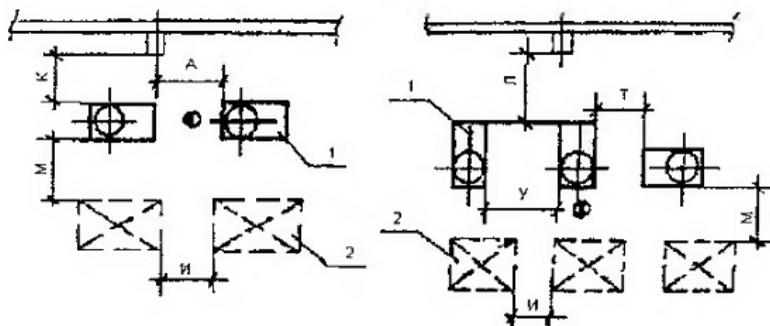


Рис. 22. Размещение автоматов для сварки кольцевых швов: 1 - сварочный автомат; 2 - место складирования

Таблица 29

Нормы расстояний

Обозначение размеров	A	K	P	C	У	П
Расстояние между оборудованием и	1,2-1,5	0,8	0,2-0,3	0,8-1,0	0,8-1,0	Определяется

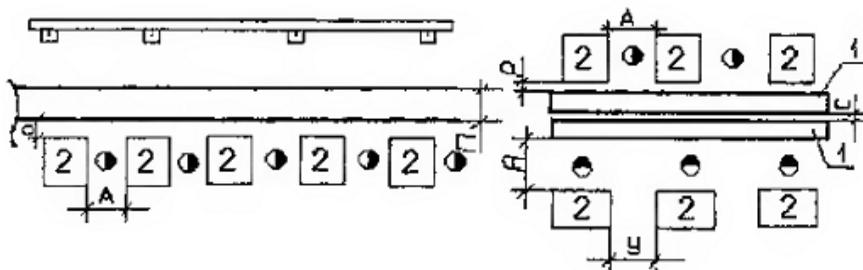


Рис. 23. Размещение напольных конвейеров: 1 - напольный конвейер; 2 - стол, оборудование

Таблица 30

Нормы расстояний

Обозначение размеров	A	И	M	H	П	Ф
Расстояние между оборудованием и элементами здания, м	1,2-2,0	0,8	0,8	0,5-0,8	Определяется конструктивно	0,2-0,3

«Технологическая подготовка производства»

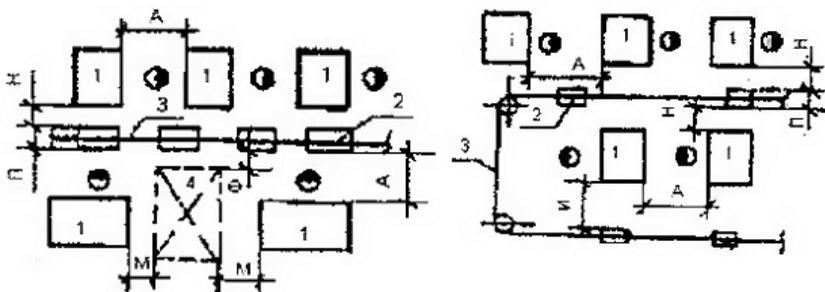


Рис. 24. Размещение подвесных конвейеров: 1 - оборудование; 2 - подвеска; 3 - конвейер; 4 - склад

Таблица 31

Нормы расстояний

Обозначение	A	B, Г	Ж	К	С
Расстояние между оборудованием и элементами здания, м	1,5-2,0	Определяется конструктивно	3,0-5,0	1,0	6,5-7,0

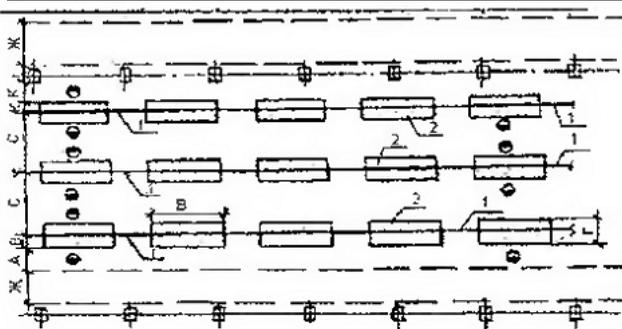


Рис. 25. Размещение конвейера сборки, рихтовки и отделки изделий: 1 - конвейер; 2 - обрабатываемое изделие

«Технологическая подготовка производства»

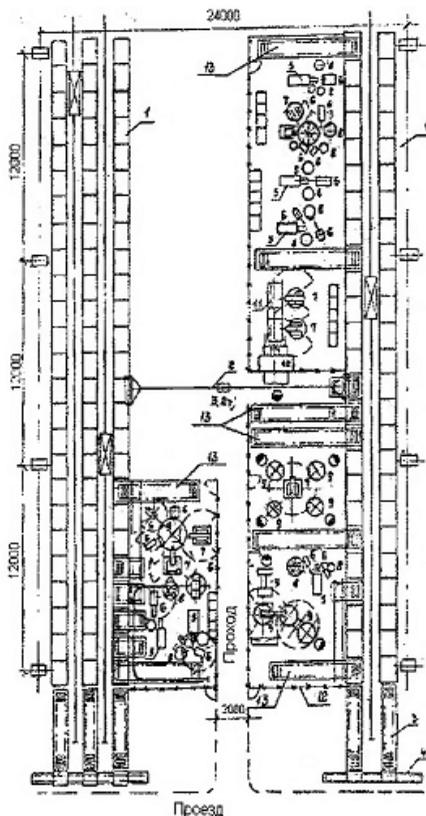


Рис. 26. Гибкий автоматический участок сварки мелких узлов: 1 - высотный склад штамповок и узлов; 2 - кран - балка; 3 - рольганг; 4 - цепной конвейер; 5 - машина сварочная универсальная; 6 - робот промышленный для загрузки; 7 ~ робот для сварки; 8 - накопитель; 9 - стол поворотный для приспособлений; 10 - многоэлектродная машина; 11 - конвейер доварки; 12 - ограждение; 13 - подающее транспортное устройство.

Таблица 32

Нормы ширины проездов

Вид проезда	Транспортные средства	Ширина, мм	
		при одностороннем движении	при двухстороннем движении
Магистральный	Напольное: лектротележки, электротягачи, электропогрузчики	-	4500
	автопогрузчики, автомашины, уборочные машины		5500

«Технологическая подготовка производства»

Магистральный для приборостроит	Все виды напольного электротранспорта	-	3000
Цеховой	Все виды напольного электротранспорта, кроме робокара	A+ 1400	2A+1600
Железнодорожный	Вагоны грузовые	6000	-
Пешеходный	-	-	1400

Примечания:

1. А - ширина груза (транспорта), мм
2. Перегрузочные платформы (тележки) на рельсовом пути не должны размещаться на проездах.
3. Количество и расположение проездов, проходов определяется компоновочным планом корпуса.
4. При вводе железнодорожного пути в здание должна быть обеспечена возможность обслуживания вагонов грузоподъемными механизмами (мостовыми кранами, кран-балками и т. д.), заезд локомотива в цех запрещается.
5. Расстояние от границы проезда тыльной стороны оборудования 500 мм по ГОСТ 12.3.020-80.

Пример размещения оборудования и средств автоматизации для сварки мелких узлов на гибком автоматическом участке (ГАУ) с использованием робототехники, высотных складов с штабелерами и автоматической выдачей деталей к рабочим позициям показан на рис. 14.

Расстояние от стен и колонн до оборудования следует принимать с учетом возможности обслуживания мостовым или подвесными кранами.

При расположении оборудования, рабочих мест у стен с остеклением, протирка которых производится с помощью напольных механизированных уборочных машин, ширина проезда определяется по габаритным размерам средств механизации, но не менее 1500 мм.

Нормы расстояний (см. табл. 17-27) между соседними единицами оборудования не распространяются па гибкие производственные системы, роботизированные и комплексно-автоматизированные участки. Эти расстояния определяются планом расположения оборудования конкретных участков, с учетом конструкции оборудования транспортно-складских систем, систем управления и условий обслуживания.

При создании роботизированных технологических

комплексов и участков следует соблюдать требования ГОСТ 12.2.072-82.

Глава 5. Нормы расхода, требования к параметрам и качеству материалов и энергоносителей

5.1. Основные материалы

Качество материалов регламентируется требованиями государственных и отраслевых стандартов.

К основным относятся материалы, присоединяемые и входящие в конструкции изделия методами сборки и сварки.

Порядок расчета расхода электродной проволоки приведен в прил. I.

5.2. Вспомогательные материалы

К вспомогательным материалам, не входящим в состав сварных единиц и изделий, относят флюсы, вольфрамовые и угольные электроды, упаковочные, смазочные, обтирочные и другие материалы.

Расход вспомогательных материалов следует принимать по ведомственным нормам расхода вспомогательных материалов.

Расход флюса (Φ) рассчитывается по следующей формуле:

$$\Phi = (1,2 - 1,4) \mathcal{E}, \quad (15)$$

где Φ , \mathcal{E} - расход флюса и электродной проволоки соответственно, кг.

5.3. Нормы расхода энергоносителей

5.3.1. Электроэнергия

Годовой расход электроэнергии при укрупненных расчетах определяется по следующим формулам:

«Технологическая подготовка производства»

$$W_{Г\text{ОД}} = P_M T_M, \quad (16)$$

$$P_M = P_H \sqrt{ПВ_H K_C}, \quad (17)$$

$$P_H = S_H \cos \varphi_H, \quad (18)$$

где P_M - максимальная расчетная нагрузка, кВт-ч;
 T_M - годовое количество часов использования максимума электрических нагрузок, ч;

P_H - номинальная (установленная) мощность, кВт-ч;

$ПВ_H$ - паспортная продолжительность включения;

K_C - коэффициент спроса;

S_H - паспортная мощность, кВ-А;

$\cos \varphi_H$ - коэффициент мощности.

Примечание. Значения T_M и принимать по отраслевым руководящим материалам.

5.3.2. Сжатый воздух

Требования к параметрам сжатого воздуха приведены в табл. 29.

Таблица 33
 Параметры сжатого воздуха

Параметры	Предельные значения	Примечания
Давление, МПа	0,4-0,6	-
Колебания давления, %	±15	По данным ВНИИгидро-привод, 1 'ОСТ 17433-80
Класс загрязненности	5	
Влажность, г/кг; абсолютная, кг	0,2-0,3 0,7-1,05	В установках силикагелевых, холодильных соответственно ГОСТ 297-80
относительная, %	80	

Расход сжатого воздуха при уточненных расчетах принимается по паспортным данным сварочного оборудования и по техническим характеристикам приспособлений и пневмоинструмента с учетом использования числа ходов, времени работы и т. д.

Расход сжатого воздуха при укрупненных расчетах

приведен в «рил. 2,

5.3.3. Газоснабжение (на технологические нужды)

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 сетчатыми ограждениями.

Устройство газовых коммуникаций должно соответствовать СНИП 2.04.08-87 «Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов для горючих, токсичных и сжиженных газов» и «Правилам безопасности в газовом хозяйстве».

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

Примечание: При периодических работах с часовым расходом газа до 10 м³ допускается осуществлять снабжение от одиночных баллонов при общем количестве не более пяти штук, устанавливаемых в помещениях, что должно оформляться соответствующим разрешением.

При разработке плана расположения оборудования потребителей однородных газов следует группировать.

При укрупненных расчетах расход газов и их смесей при дуговой сварке рекомендуется принимать по прил. 3, при газовой сварке по прил. 4.

5.3.4. Водоснабжение (на технологические нужды)

Система водоснабжения сварочного оборудования должна быть оборотной.

Расход воды и требования к качеству воды для охлаждения электродов, приборов и друг их элементов оборудования принимать по паспортным данным оборудования.

Для оборудования, к которому предъявляются требования повышенной стабильности параметров режимов сварки, применяется вода для охлаждения со следующими параметрами:

«Технологическая подготовка производства»

- жесткость не более 5 мг экв/л;
- в том числе карбонатная до 3,5 мг-экв/л;
- взвешенных частиц не более 20 мг/л;
- РН - 5,5-7,5 мг/л;
- удельное электрическое сопротивление не менее 2000 Ом/см.

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

Сброс воды от оборудования в оборотную систему должен быть по системе «слив без разрыва струи», т. е. с остаточным напором, если нет других указаний в стандарте или технических условиях на конкретную машину, при этом наличие датчиков давления и температуры охлаждающей воды обязательно.

Глава 6. Нормы запасов и складирования

Складирование, хранение и транспортировку заготовок и деталей следует осуществлять в оборотной унифицированной или специализированной таре (ящиках, поддонах, контейнерах), которая обеспечивает сохранность геометрических параметров заготовок.

Типы, основные параметры и размеры металлической производственной тары следует принимать по ГОСТ 14861-74.

Автоматизированные склады проектировать с учетом их работы в ГПС, учет грузов должен осуществляться ЭВМ.

6.1. Нормы запаса хранения узлов на складах цехов с крупносерийным и массовым производством

Величина запаса хранения деталей и сборочных единиц (в штуках или тоннах) определяется нормой запаса хранения и темпом производства по формуле

$$Q = N_x q, \quad (19)$$

где N_x - норма запаса хранения узлов, ч (см. табл. 34,35);
 q - темп производства, шт/ч или т/ч.

Таблица 34

Нормы запасов хранения деталей и сборочных единиц

«Технологическая подготовка производства»

Узлы	Нормы запаса хранения в зависимости от годового выпуска тыс. комплектов, ч				Способ хранения
	до 10	50	100	200 и более	
Склад перед окраской					
Крупные пространственно-объемные	-	1,50-2,0	-	-	Подвесной склад
Сварные конструкции (рамы, платформы, каркасы)	2-2,5	1,5-2	1,0-1,5	1,0	То же
Мелкие и средние	5-6	3,5-5	2,5-3	2-2,5	Подвесной или высотный стеллажный склад
Промежуточные склады перед сборкой и сваркой					
Крупные	2-3	1,5-2	1-1,5	0,5-1	В механизированном складе-накопителе
Средние	3-4	2-3	1,5-2	1-2	Подвесное или объемное в
Мелкие	14-16	8-10	5-8	2-3	Напольное в объемной таре или на

Примечания:

- Нормы запаса хранения приведены для поточного производства на один узел.
 - Если окрасочному производству необходим запас хранения больше указанных в таблице, площади для дополнительного хранения узлов в несгораемой таре следует предусмотреть в цехе окраски.
 - Тяжелые узлы массой более 500 кг хранятся без тары на полу или стеллажах.
 - Подвесное хранение следует применять при необходимости циркуляции запасов хранения на грузонесущем цепном или толкающем конвейере при автоматическом их учете, пополнении и расходовании.
 - При условии работы ГПС цеха сварки в три смены и цеха окраски в две смены запасы хранения узлов перед окраской должны быть рассчитаны не менее чем на восемь часов работы.
- Нормы запаса хранения деталей (штамповок) перед рабочими местами приведены в табл. 31.

Таблица 35

Нормы запаса хранения деталей

Детали (штамповки)	Нормы запаса напольного хранения в зависимости от годового выпуска в тыс. комплектов, ч				Способ хранения
	до 10	50	100	200 и более	
Крупные (панели пола, крыши, боковины, лонжероны и др.)	8-12	2-3	1,5-2	0,5-1,0	Специальная тара
Средние (поперечины рамы, панели бензобаков, корпуса глушителей, воздушных баллонов и др.)	10-16	4-5	2-3	1,5-2,0	Стандартная тара
Мелкие (кронштейны, патрубки, фланцы, усилители и др.)	недельный	до 3 суток	16	8	Стеллажи

Примечание. При открытом хранении грузов в сгораемой таре на стеллажах (в том числе на рис. 14) запас хранения не должен превышать сменной потребности.

6.2. Расчет нормы площадей складов цехов с крупносерийным и массовым производством

Площадь склада при хранении запаса в штабелях (m^2) следует определять по формуле

$$F = \frac{Q}{d\lambda}, \quad (20)$$

где Q - величина хранящихся деталей юти сборочных единиц, т;

d - грузоподъемность полезной площади склада, t/m^2 ;

λ - коэффициент использования площади склада (0,45-0,55).

Площадь склада при тарном хранении, m^2 , определяется выражением

$$F = \frac{Q}{h\lambda}, \quad (21)$$

где Q - вместимость тары, шт/ m^3 или t/m ;

$h = ib$ - высота штабеля, м (t - высота тары, м, по ГОСТ

14861-74; γ - количество ярусов, шт.);

λ - коэффициент использования площади склада (при проездах и проходах шириной $3,5^4$ м между блоками штабелей) принимать 0,5- 0,6 при обслуживании напольным транспортом и 0,55-0,7 при обслуживании верхним транспортом.

6.3. Расчет нормы площадей складов для цехов единичного, мелкосерийного и среднесерийного производства

Общая площадь складов рассчитывается по формуле

$$S = \frac{Q \cdot i}{q \cdot K \cdot 365},$$

где S - общая площадь склада, м²;

Q - годовое поступление материалов на склад, т;

i - норма запаса материалов, календарные дни;

q - средняя нагрузка на площадь складирования (площадь, непосредственно занятая хранящимся грузом на стеллажах и в штабелерах),

K - коэффициент использования площади склада;

365 - календарное число /щей в году.

Значения входящих в формулу величин приводятся в табл.

36.

Таблица 36
Нормы площадей складов

Склады	Габарит	Нормы запаса хранения и календарных днях		Способ хранения	Средняя нагрузка на площадь					
		единичное и мелкосерийное	средне серийное		Высота хранения, м					
Комплектации заготовок и деталей	Крупный	3-4	2-3	По штучно	3,0	-	-	-	-	-
				На стеллажах	-	-	2,5	4,0	6,0	8,0
	Средний и мелкий	4-6	3-4	В таре	-	3,0	-	-	-	-
				На стеллажах	-	-	2,5	4,0	6,0	8,0
Сварных * узлов	Крупный	3-4	2-3	По штучно	1,2	-	-	-	-	-
				На стеллажах	-	-	1,0	1,5	3,8	2,5
	Средний	4-6	3-4	В таре	-	1,5	-	-	-	-

«Технологическая подготовка производства»

	и мелкий		На стеллажах	-	1,0	1,5	1,8	2,5
--	----------	--	--------------	---	-----	-----	-----	-----

Примечания:

1. Приведенные в табл. 32 нагрузки на I м² площади складирования относятся к серийному производству. Для единичного и мелкосерийного производства -1.
2. Большие значения норм запаса принимать для производства с выпуском более 30 тыс. т.
3. Коэффициент использования площади при обслуживании напольным транспортом 0,3, при обслуживании верхним транспортом 0,4.

6.4. Нормы расчета площадей цеховых кладовых

Площади кладовых принимать по табл. 37.

Таблица 37

Площади кладовых

Кладовая	Назначение	Единица измерения	Площадь по типам производства, м ²	
			Мелко серийное, средне серийное	массовое, крупно серийное
Инструментально - раздаточная (ИРК)	Хранение и выдача инструмента, приборов, сменных рабочих органов оборудования	На единицу технологического оборудования	0,5	0,3
Вспомогательных материалов	Хранение и выдача вспомогательных материалов	То же	0,15	0,1
Сварочных материалов	Хранение и выдача электродов, флюсов,	На единицу оборудования дуговой, газовой сварки	0,2	0,1
Оснастки	Хранение и выдача	На один сварной узел	0,4	0,6
Контрольных пунктов ОТК	Хранение и выдача шаблонов, мастер-макетов, периодические измерения	На один контрольный стенд	5,0	15,0

Примечание. В нормах не учитываются вспомогательные помещения ремонтных служб.

6.5. Уровень механизации и автоматизации производства

Расчет уровня механизации и автоматизации производства следует производить по «Методическим указаниям по оценке степени и уровня автоматизации производства, предусматриваемой в проектах на строительство новых, реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий».

Уровни механизации и автоматизации основных технологических процессов должны составлять для мелкосерийного и серийного производства не ниже 0,55, для крупносерийного и массового производства не ниже 0,7.

6.6. Уровень специализации и кооперирования производства

При проектировании промышленных комплексов, промузлов, производственных объединений, их расширения и реконструкции предусматривается создание общего специализированного предприятия (или цеха в составе одной из предприятий) по производству металлоконструкций.

При наличии или строительстве в одном территориальном районе нескольких предприятий отрасли на одном или на нескольких из них для однотипной продукции создаются специализированные подразделения для кооперирования между ними.

В основу внутризаводской специализации следует принимать принцип групповой обработки деталей, подобных по конструктивному и технологическим признакам, организуя при этом специализированные поточно-механизированные линии, участки, оснащенные комплексными средствами механизации и автоматизации.

Для обеспечения передового технического уровня производства проектируемых цехов выявлять резервы повышения специализации и кооперирования путем анализа чертежей на технологичность, унификацию и нормализацию отдельных деталей и узлов расчетных программ.

6.7. Материалоемкость и энергоемкость продукции

В проектах следует применять мероприятия в целях снижения расходов основных и вспомогательных материалов и видов энергии.

Для снижения расходов основных материалов (сварочной проволоки) необходимо применять 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.

Применение сварочной проволоки с покрытием редкоземельными элементами позволяет также снизить расход ее до трех процентов.

Применение многостовых источников питания позволяет снизить потребление энергии на 3-5 %.

Применение промышленных роботов для контактной точечной сварки комплектно с клеммами со встроенным трансформатором позволяет снизить потребление энергии на 30-50 %.

Нормы энергоносителей на 1 т выпуска сварных конструкций для укрупненных расчетов приведены в табл. 38.

Таблица 38

Нормы энергоносителей

Энергоносители	Расход на 1 т выпуска	
	тонколистовых конструкций	толстолистовых конструкций
Электроэнергия, кВт/ч	500-900	100-300
Сжатый воздух, м ³	450-700	50-150
Углекислый газ, м ³	3-5	20-80
Вода (оборотная), м ³	10-50	2-10

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградов В.С. Технологическая подготовка производства сварных конструкций в машиностроении. М. «Машиностроение» 1981.- 224 с., ил.
2. Красовский А.И. Основы проектирования сварочных цехов: учебник для вузов по специальности

«Технологическая подготовка производства»

- «Оборудование и технология сварочного производства». - 4-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1980. - 319 с., ил..
3. Куркин С. А., Николаев Г. А. Технология изготовления, механизация Лукьянов В. Ф., Харченко В. Я., Людмирский Ю. Г. Изготовление сварных конструкций в заводских условиях. Серия: Высшее образование. 2009.
 4. Николаев Г.А., Куркин С.А., Винокуров В.А. Сварные конструкции. Технология изготовления. Автоматизация производства и проектирование сварных конструкций: учеб. пособие. - М.: Высш. шк., 1983. - 344 с.
 5. Проектирование машиностроительных цехов. Справочник. Под общей редакцией Ямпольского Е.С. В 3-х тт. Т. 3. М.: "Машиностроение", 1974.
 6. Сварка в машиностроении: Справочник. Т.1 /под ред. Н.А.Ольшанского. - М.: Машиностроение, 1978. - 504 с.
 7. Сварка в машиностроении: Справочник. Т.2 /под ред. Н.А.Ольшанского. - М.: Машиностроение, 1978. - 462 с.
 8. Сварные конструкции: расчет и проектирование/ под ред. Г.А.Николаева, М.: Высшая школа, 1990. - 446 с. Оборудование заводов металлических конструкций / Е. Л. Воронов [и др.]. - М.: Машиностроение, 1981. - 240 е.
 9. Красовский, А. Н. Основы проектирования сварочных цехов. - М.: Машгиз, 1952. ~ 460 с.
 10. Механизация котельно-заготовительного и сборочно-сварочного производств/ Д. Т. Логунов [и др.]. - М.: Машиностроение, 1989. - 320 с.
 11. Общемашиностроительные нормативы времени на сварку газовую, газэлектрическую и кислородно-флюсовую резку черных, коррозионно-стойких и цветных металлов. ~М.: Экономика, 1989. - 171 с.
 12. Общемашиностроительные нормативы времени на дуговую сварку. - М.: Колос, 1981.- 232 с.
 13. Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на дуговую сварку в среде защитных газов. - М.: Экономика, 1989. - 180 с.
 14. Общемашиностроительные нормативы времени на заготовительные работы по металлоконструкциям. - М.: НИИтруда, 1984. - 237 с.
 15. Общемашиностроительные нормативы времени на контактную сварку. - М.: Экономика, ! 989. - 86 с.
 16. Общемашиностроительные нормативы времени на

«Технологическая подготовка производства»

- слесарно- сборочныс работы при сборке металлоконструкций под сварку. - М.: ЦБИНТ, 1974.-96 с.
17. Обшемашиностроительные нормативы времени на электрошлаковую сварку. - М.: НИИтруда, 1982. - 154 с.
 18. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Фонды времени работы оборудования и рабочих. ОНТП 15-86. - М.: ВНИИТЭМР, 1986.-40 с.
 19. Повышение эффективности сварочного производства в машиностроении / А. Л. Исупов [и др.]. - М.: Машиностроение, 1992. - 224 с.