

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Е. В. Кузьмин, А. В. Савинов, В. И. Кузьмин

РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СВАРОЧНЫХ ЦЕХОВ И УЧАСТКОВ

Учебно-методическое пособие



Волгоград
2022

УДК 621.79 (075)

Р е ц е н з е н т ы:

Директор ИТЦ «Сварка и контроль», канд. техн. наук *О. А. Полесский*

Директор ООО «Хобэкс», канд. техн. наук *В. Я. Смелянский*

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Волгоградского государственного технического университета

Кузьмин, Е. В.

Расчет и проектирование сварочных цехов и участков: учебно-методическое пособие / Е. В. Кузьмин, А. В. Савинов, В. И. Кузьмин – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2022. – 88 с.
ISBN 978-5-9948

Изложены теоретическая часть, основные положения, нормы и требования при проектировании сварочных цехов и участков. Даны практические рекомендации по расчету и рациональному проектированию заготовительных и сборочно-сварочных участков, а также по планировке монтажных площадок сборки и сварки вертикальных цилиндрических резервуаров. Приведены содержание, порядок выполнения и задания к семестровой работе по разработке проектов сборочно-сварочных цехов, участков и монтажных площадок.

Предназначено для обучения студентов вузов по направлению «Машиностроение» профиля «Оборудование и технология сварочного производства».

Ил. 33. Табл. 10. Библиогр.: 32 назв.

ISBN 978-5-9948

© Волгоградский государственный
технический университет, 2022

ВВЕДЕНИЕ

Главной задачей производства является развитие и внедрение современных высокоэффективных технологий, обеспечивающих выпуск конкурентоспособной отечественной продукции. В настоящее время сварочное производство является одной из ведущих областей техники. Во всех отраслях машиностроения широко применяют высокопроизводительные и экономически эффективные технологические процессы сварки и наплавки, позволяющие получать высококачественные сварные изделия и конструкции. Достигнутый высокий современный уровень развития сварочной науки и техники служит прочной базой для значительного увеличения производительности труда, экономии материалов и энергоресурсов, а также повышения качества и снижения себестоимости продукции при ее высокой конкурентоспособности.

В последние годы отмечается постоянное усложнение объектов проектирования производства, что обуславливает появление новых направлений и видов проектных работ. При разработке проектов цехов и участков приходится учитывать возможность изменения номенклатуры продукции, подлежащей выпуску. Нормативная база, на основе которой разрабатывается проект, за период цикла проектирования (освоения мощности) значительно изменяется. Кроме того, высокие темпы развития науки и техники приводят к созданию более совершенных технологий и оборудования, которые требуют, как правило, изменения принятых решений.

В современных условиях предъявляются особые требования к разработке новых проектов и реконструкции действующих производств, к срокам и качеству выполняемых проектных работ. Проектирование становится сферой, в которой сочетаются новейшие достижения науки и преобразующей их в современные производственные системы: механизированные и автоматизированные участки, поточные линии и роботизированные ком-

плексы. Повышение технологического уровня решений, эффективности и качества проектов можно обеспечить только при условии непрерывного совершенствования процесса проектирования. Эффективность решения проектных задач во многом определяется уровнем применения компьютерных средств проектирования и моделирования, а также с использованием математических методов решения поставленных задач.

Данное учебное пособие предназначено для обучения студентов вузов по направлению «Машиностроение» профиля «Оборудование и технология сварочного производства».

Целью пособия является получение студентами теоретических знаний и практических навыков, необходимых при разработке проектов сборочно-сварочных цехов, участков и монтажных площадок, а также при выполнении практических занятий, семестровой работы и выпускной квалификационной работы.

1. ЗАДАЧИ И ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТАМ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

При проектировании новых или реконструкции действующих сварочных производств, относящихся к машиностроению, основной целью является обеспечение высокого качества выпускаемой продукции при минимальной металлоемкости и себестоимости ее изготовления, а также ее конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках. Для достижения этой цели при проектировании сборочно-сварочных цехов и участков необходимо решить следующие задачи:

1) Разработать технологический процесс сварочного производства, включающий выбор рациональных способов заготовки, сборки, сварки, контроля и внутрицеховой транспортировки сборочных единиц и готовых сварных изделий.

2) Определить требуемый качественный и количественный состав всех необходимых элементов производства для изготовления заданной сварной конструкции.

3) Рассчитать размеры цеха и разработать рациональную планировку с наиболее полной загрузкой оборудования, складочных и рабочих мест, составить разрез здания цеха.

4) Рассчитать себестоимость выпускаемой продукции, определить необходимые капитальные затраты и эксплуатационные расходы, а также сроки окупаемости производства будущей продукции.

Согласно действующим государственным стандартам, правилам, нормам и инструкциям проекты машиностроительных предприятий и их цехов (в том числе проекты сборочно-сварочных цехов) должны удовлетворять установленным общим требованиям.

К числу главных требований относится всемерное снижение сроков и стоимости строительства и его проектирования за счет использования

утвержденных типовых проектов и применения унифицированных пролетов, секций, строительных конструкций. Причем требуемый уровень качества выпускаемой продукции должен обеспечиваться не только в результате совершенствования производства, а главным образом за счет оптимизации проектных решений. При проектировании новых промышленных производств необходимо также предусмотреть возможность быстрой смены выпускаемой продукции на другую при минимальных дополнительных затратах.

Проекты сборочно-сварочных цехов обязательно должны удовлетворять требованиям Федеральных законов, правительственных постановлений, нормам технологического проектирования, правилам и стандартам, в том числе новым группам стандартов (ГОСТ Р 21.101–2020, ГОСТ 21.501–2018, ГОСТ 14.004–2009): ЕСКД – единая система конструкторской документации, ЕСТПП – единая система технологической подготовки производства, ОСТПП – отраслевая система технологической подготовки производства, СПДС – система проектной документации для строительства.

Кроме этого, при разработке проекта любого типа производства необходимо руководствоваться отраслевыми стандартами, строительными нормами, правилами и другой нормативно-технической документацией:

СНиП – строительные нормы и правила;

ОНТП – отраслевые нормы технологического проектирования;

СТО – стандарт организации;

СП – свод правил;

РД – руководящий документ.

При разработке также необходимо учитывать главную характеристику проектируемого к выпуску изделия – это технологичность, которая оказывает значительное влияние на технико-экономическую эффективность и рентабельность нового производства. Согласно ГОСТ 14.205–83 *технологичность* конструкции изделия (в том числе сварного) – это совокупность

свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ. Технологичность обеспечивается в процессе рационального проектирования конструкции с учетом возможного максимального использования в ней стандартизованных и нормализованных деталей и сборочных единиц. При этом основными технико-экономическими показателями являются: материалоемкость, трудоемкость, энергоемкость, длительность производственного цикла и цеховая себестоимость.

2. ТИПЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Согласно ГОСТ 14.004–2009 в машиностроении классификационная категория производства подразделяется по виду производства – признаку применяемого метода изготовления изделия. Примерами видов производства являются сварочное, литейное и т. д.

Кроме этого, в машиностроении классификационная категория производства подразделяется по типу производства – признакам широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска продукции. В машиностроении различают три основных типа производства: единичное, серийное и массовое. На практике часто серийное производство подразделяют еще на: мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное.

Согласно ГОСТ 3.1121–2012 тип производства можно определить по коэффициенту закрепления операций: $K_{30} = O/P$, где O – число различных операций; P – число рабочих мест, на которых выполняются операции.

При массовом и крупносерийном производстве $K_{30} \leq 10$; при серийном производстве $10 < K_{30} \leq 20$; при мелкосерийном производстве $20 < K_{30} < 40$; при единичном производстве K_{30} не регламентируется.

Еди́нчиное произво́дство отличается малым объемом выпуска одинаковых изделий, повторное изготовление и ремонт которых, как правило, не предусматривается. Для единичного типа производства характерны изготовление сложной, уникальной продукции, неустойчивость и разнообразность номенклатуры, индивидуальность технологии, применение универсального оборудования и оснастки, значительный удельный вес ручных работ, большая трудоемкость и длительность производственного цикла.

Рабочие места не имеют определенной специализации. Единичное производство распространено в тяжелом машиностроении, где изготавливается крупное уникальное металлургическое и химическое оборудование, прокатные станы, а также для предприятий, выпускающих морские суда, космические аппараты, большие резервуары, емкости, мачты и т. д.

Серийное производство отличается изготовлением или ремонтом изделий периодически повторяющимися партиями (сериями). В зависимости от числа изделий в партии и значения коэффициента закрепления операций различают мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное производство. Серийное производство характеризуется широким применением специализированного оборудования и оснастки, более высоким уровнем механизации и автоматизации производства, меньшей трудоемкостью и длительностью производственного цикла по сравнению с единичным производством. Серийное производство является основным типом машиностроительного производства. Примерно 80% всей продукции отечественного машиностроения изготавливается на заводах серийного производства, выпускающих станки, прессы, котлы, насосы, компрессоры и т. д.

Массовое производство характеризуется узкой номенклатурой и большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых или ремонтируемых продолжительное время, в течение которого на большинстве рабочих мест выполняется одна рабочая операция. Для массового производства коэффициент закрепления операций равен, как правило, единице.

Характерным для технологических процессов массового производства является высокий уровень использования средств автоматизации и комплексной механизации, поточных линий с применением роботизированных участков, станков с ЧПУ, систем, управляемых от ЭВМ. Типичным примером массового производства являются предприятия, на которых изготавливаются автомобили, тракторы, мотоциклы, электродвигатели, холодильники, стиральные машинки и т.д.

Основные сравнительные показатели и технико-экономические характеристики различных типов производств приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Сравнительная технико-экономическая характеристика типов производств

Показатели	Единичное производство	Серийное производство	Массовое производство
Номенклатура изготавливаемых изделий	Неограниченная	Ограниченная сериями	Один тип или несколько
Постоянство номенклатуры	Отсутствует	Ограниченное разнообразие	Постоянная
Объем выпуска	Малый (единичный)	Средний	Большой
Себестоимость продукции	Высокая	Средняя	Низкая
Применяемое оборудование	Универсальное	Универсальное и специальное	В основном специальное
Квалификация работников	Высокая	Средняя	В основном низкая
Закрепление деталей и операций за рабочими местами	Отсутствует	Частичное	Полное
Производственная специализация цехов и участков	Технологическая	Смешанная	Предметная

Анализ различных типов производств показывает – чем ближе проектируемое производство к массовому типу, тем быстрее происходит в нем продвижение изготавливаемых изделий, тем больше и равномернее загрузка

производственного оборудования, тем целесообразнее использование высокопроизводительных механизированных и автоматизированных способов сборки и сварки.

3. ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ КОМПОНОВКИ СВАРОЧНЫХ ЦЕХОВ

При разработке плана цеха (участка) критерием качества проектного решения является эффективность использования производственных площадей, удобство транспортировки заготовок и узлов, рациональная компоновка и наиболее полная загрузка оборудования и рабочих мест. На практике при проектировании сварочных цехов наиболее широкое применение нашли следующие типовые схемы планировок.

Схема цеха с продольным направлением производственного потока (рис. 3.1) применяется в основном для серийного производства относительно несложных металлоконструкций при небольшой и устойчивой номенклатуре выпускаемых изделий, реже может быть использована в единичном и массовом производстве также несложных изделий.

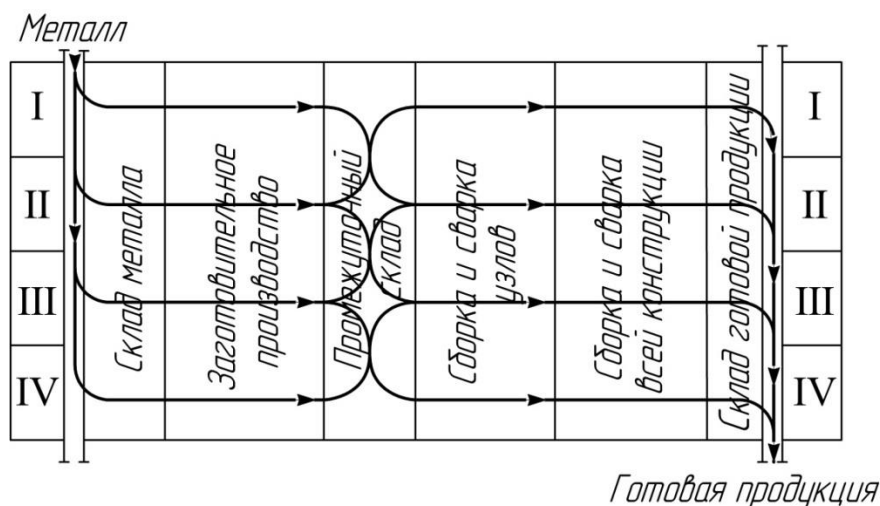


Рис. 3.1. Схема цеха с продольным направлением производственного потока

Направление производственного потока в цехе на всем его протяжении совпадает с направлением, заданном на плане завода. Продольное пе-

ремещение заготовок, сборочных единиц и изделий выполняется обычно мостовыми кранами – электрокарами, либо тележками по рельсовым путям. Металл со склада поступает в пролеты заготовительного производства *I...IV*, каждый из которых специализирован для обработки металла определенного сортамента. Например, в пролете *I* может быть размещено оборудование для обработки тонколистового материала (гильотинные ножницы, оборудование для гибки, формовки и вырубки отверстий). В пролете *II* может быть размещено оборудование для обработки металла средних и больших толщин (валцы, пресси-штамповое оборудование, установки для термической резки). В других пролетах могут располагаться участки для механической обработки заготовок (токарные, фрезерные, сверлильные и кромкострогальные станки), а также участки для обработки профильного проката и трубных заготовок.

Преимуществами схемы цеха с продольным направлением производственного потока являются:

- простота и ясность схемы грузопотоков;
- грузопоток совпадает с направлением технологического потока;
- отсутствие возвратных перемещений грузов;
- наличие промежуточного склада заготовок позволяет организовать их компактное хранение, обеспечить автоматизированный учет и комплектацию по заказам.

К недостаткам рассматриваемой схемы следует отнести возможность перемещения деталей, узлов и изделий из одного пролета в другой только в зоне промежуточного склада.

Схема цеха с продольным направлением производственного потока характерна для вагоностроительных заводов, а также для предприятий, выпускающих балочные, каркасные, рамные и другие конструкции.

Схема цеха со смешанным направлением производственного потока (рис. 3.2) характерна в основном для массового производства сложных од-

нотипных сварных конструкций. Основным отличием данной схемы планировки от схемы с продольным направлением производственного потока является расположение участка сборки и сварки всей конструкции перпендикулярно направлению, заданному на плане завода, т. е. участок сборки и сварки конструкции располагается в поперечном направлении по отношению к пролетам заготовительного производства и пролетам сборки и сварки узлов.

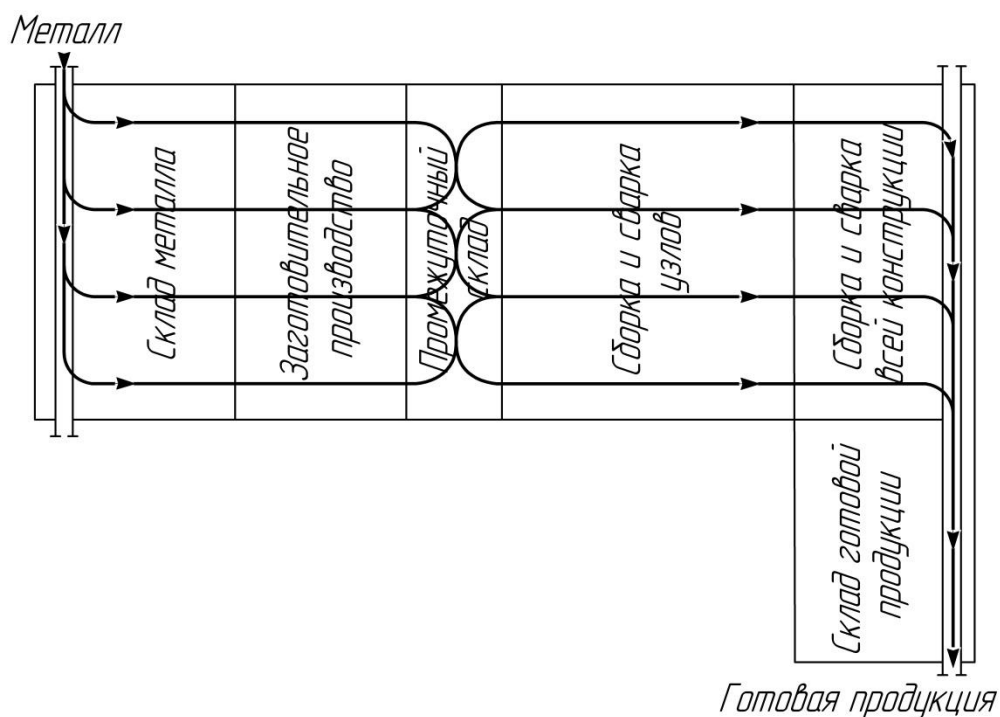


Рис. 3.2. Схема цеха со смешанным направлением производственного потока

В схеме планировки цеха со смешанным направлением производственного потока целесообразно, чтобы пролеты заготовительного производства и узловой сборки и сварки были специализированы по типам сварных узлов, а также, чтобы сборочные единицы выходя из продольных пролетов в поперечный пролет попадали точно на соответствующие рабочие места. Такая схема упрощает решение транспортных проблем в условиях массового и крупносерийного производств, а также в условиях поточных, автоматизированных и роботизированных технологических линий. Схема

цеха со смешанным направлением производственного потока характерна для автомобильных и тракторных заводов.

Схема цеха с петлевым направлением производственного потока (рис. 3.3) рекомендуется для серийного и массового производства однотипных и относительно несложных изделий. В данной схеме направление производственного потока отклоняется от заданного на плане завода в противоположную сторону только один раз. Это позволяет располагать участки цеха более компактно, например, проектировать склады по концам здания. Такая планировка цеха повышает эффективность использования промежуточного склада заготовок, для которого, как правило, требуется большая высота.

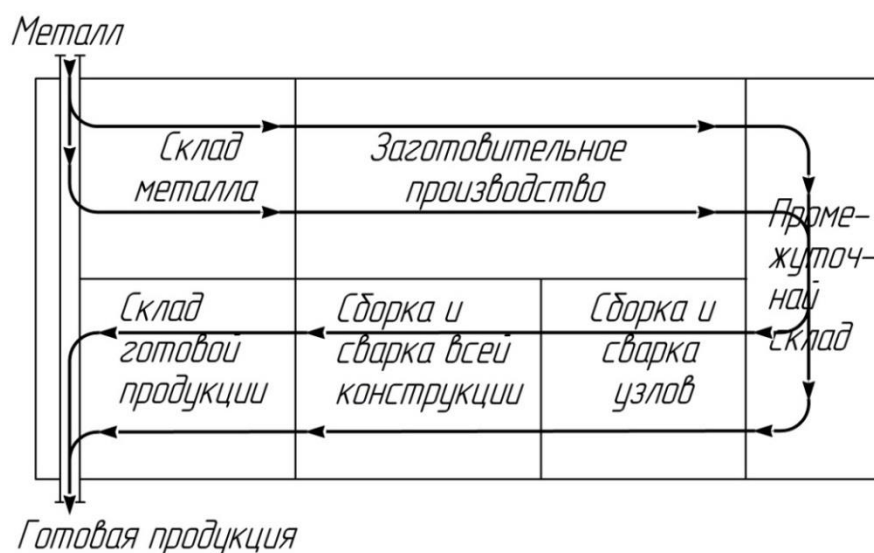


Рис. 3.3. Схема цеха с петлевым направлением производственного потока

Особенностью схемы является наличие одного рельсового пути по сравнению с другими схемами компоновки (в которых два пути – для ввоза и вывоза), что упрощает транспортировку металла, заготовок, готовой продукции. Схема цеха с петлевым направлением производственного потока характерна для предприятий, выпускающих оборудование для химической и газовой промышленности, транспортные средства.

4. СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ СВАРОЧНЫХ ЦЕХОВ

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

- склад металла;
- заготовительное производство;
- промежуточный склад заготовок (склад комплектации);
- участок сборки и сварки узлов конструкции;
- участок сборки и сварки всей конструкции;
- склад готовой продукции.

В зависимости от конкретных условий производства эти участки могут быть самостоятельными подразделениями, либо объединены в состав нескольких или даже одного цеха. Современные 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.

Склад металла, как правило, включает участки для хранения металла по типу проката (участки листового проката тонкого и толстого, профильного проката, труб) и видам заготовок (отливки, поковки, штамповки). Металл в цех поступает либо по железнодорожным путям, 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.

Заготовительное производство включает выполнение операций механической и термической резки листового и профильного проката, обработки кромок по сварку, гибки, вальцовки, пробития отверстий, штамповки заготовок. Основными задачами заготовительного производства явля-

ются: обеспечение качества и заданной точности заготовок, максимальное увеличение коэффициента использования металла, выбор наиболее рациональных и экономически выгодных технологических процессов обработки заготовок.

При выполнении заготовительных 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 (участки термической резки, механической резки, вальцовки, штамповки и др.).

Состав и структура заготовительного производства зависит прежде всего от годового объема выпуска соответствующей продукции, уровня его специализации, типа и формы организации процессов и других конкретных факторов. На крупных предприятиях создаются целые заготовительные производства, на средних – самостоятельные заготовительные цехи, на небольших – производственные участки. Так, на «АО АВТОВАЗ» существует свое металлургическое и пресловое производство.

Промежуточный склад (или склад комплектации) обычно имеет место на крупных заводах изготовления сварных конструкций, в особенности, когда производство имеет мелкосерийный характер и количество заготовок, подаваемых на сборку, может составлять более сотни штук. Наличие промежуточного склада позволяет осуществлять не только хранение, но и комплектование заготовок с последующей подачей на сборочно-сварочный участок. 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) и листовых заготовок больших габаритов.

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

Участок сборки и сварки узлов конструкции может быть оснащен как универсальным, так и специализированным сборочно-сварочным оборудованием с применением различных приспособлений и технологической оснастки. Целесообразно применение сварочных автоматических установок, роботов и робототехнических комплексов. Наличие большого количества рабочих мест требует хорошей организации напольного и верхнего транспорта с наиболее полной их загрузкой. Эффективно применение механизированных и автоматизированных поточных линий.

Участок сборки и сварки всей конструкции предназначен для сборки, монтажа, сварки и доводки изделия до готовой продукции. Также могут быть участки испытания и окончательного контроля перед выпуском готовой продукции.

На *складе готовой продукции*, как правило, осуществляют покраску, маркировку и комплектацию изделия для отправки заказчику.

5. СТАДИИ РАЗРАБОТКИ И СОДЕРЖАНИЕ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА

Основанием для проектирования является приказ отраслевого министерства (корпорации, компании), в котором указывается объект строительства нового производства, расширения, реконструкции или технического перевооружения действующего производства. В последние годы в соответствии с Федеральным законом о промышленной политике расши-

рена самостоятельность предприятий в решении вопросов технического перевооружения и реконструкции производства.

Порядок разработки, согласования, утверждения и состав проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений осуществляется согласно инструкции СНиП-11-01-95 Минстроя России. Данная инструкция предназначена для применения заказчиками (инвесторами), органами государственного управления и надзора, предприятиями, организациями, объединениями, иными юридическими и физическими лицами (в том числе зарубежными). В последние годы в соответствии с Законом о государственном предприятии значительно расширена самостоятельность предприятий в решении вопросов технического перевооружения и реконструкции производства.

Основным проектным документом на строительство промышленных объектов является, как правило, технико-экономическое обоснование (ТЭО) строительства. На основании утвержденного в установленном порядке ТЭО проекта строительства разрабатывается рабочая документация. Основным документом, регулирующим правовые и финансовые отношения, взаимные обязательства и ответственность сторон, является договор (контракт), заключаемый заказчиком с привлекаемыми им для разработки проектной документации проектными, строительными организациями, другими юридическими и физическими лицами. Неотъемлемой частью договора (контракта) должно быть *задание на проектирование*, которое при проектировании сварочного производства должно включать:

- характеристику сварных конструкций, предполагаемых к выпуску, с приложением чертежей изделий и технических условий на сборку и сварку;
- сведения об источниках снабжения металлом, заготовками, энергией, топливом и др.;
- годовую программу производства;

- требования по охране окружающей среды;
- характеристику автоматизированных систем управления производством и технологическими процессами.

Согласно СНиП-11-01-95 проект на строительство предприятий машиностроительного производства состоит из следующих основных разделов:

- 1) Общая пояснительная записка.
- 2) Генеральный план и транспорт.
- 3) Технологические решения.
- 4) Архитектурно-строительные решения.
- 5) Управление производством, предприятием и организация условий и охраны труда рабочих и служащих.
- 6) Инженерное оборудование, сети и системы.
- 7) Организация строительства.
- 8) Охрана окружающей среды.
- 9) Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны, мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций.
- 10) Сметная документация.

Общая пояснительная записка должна содержать обоснование для разработки проекта, исходные данные для проектирования, краткая характеристика предприятия и входящих в его состав производств, данные о проектной мощности и номенклатуре, качестве, конкурентоспособности, техническом уровне продукции, сырьевой базе, потребности в топливе, воде, тепловой и электрической энергии.

Генеральный план и транспорт должен содержать краткую характеристику района и площадки строительства; решения и показатели по генеральному плану (с учетом зонирования территории), внутриплощадочному и внешнему транспорту, выбор вида транспорта, основные планировочные решения, мероприятия по благоустройству территории; решения по распо-

ложению инженерных сетей и коммуникаций; организация охраны предприятия.

Технологические решения должны содержать данные о производственной программе; краткую характеристику и обоснование решений по технологии производства, данные о трудоемкости изготовления продукции, механизации и автоматизации технологических процессов; состав и обоснование применяемого оборудования; число рабочих мест и их оснащенность; характеристика межцеховых и цеховых коммуникаций.

Архитектурно-строительные решения должны содержать сведения об инженерно-геологических, гидрогеологических условиях площадки строительства; краткое описание и обоснование архитектурно-строительных решений по основным зданиям и сооружениям; обоснование принципиальных решений по снижению производственных шумов и вибраций, бытовому, санитарному обслуживанию работающих.

Управление производством, предприятием и организация условий и охраны труда рабочих и служащих. В этом разделе рассматриваются: организационная структура управления предприятием и отдельными производствами, автоматизированная система управления и его информационное, функциональное, организационное и техническое обеспечение; автоматизация и механизация труда работников управления; результаты расчетов состава работающих; число и оснащенность рабочих мест; санитарно-гигиенические условия труда работающих, а также мероприятия по охране труда и технике безопасности.

Инженерное оборудование, сети и системы должны содержать решения по водоснабжению, канализации, теплоснабжению, газоснабжению, электроснабжению, отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха.

Организация строительства. Настоящий раздел разрабатывается в соответствии с «СП 48.13330.2019. Свод правил. Организация строитель-

ства. СНиП 12-01-2004» и с учетом условий и требований, изложенных в договоре на выполнение проектных работ.

Охрана окружающей среды выполняется в соответствии с государственными стандартами, строительными нормами и правилами, утвержденными Минстроем России, нормативными документами Минприроды России и другими нормативными актами, регулирующими природоохранную деятельность.

Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны, мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций. Настоящий раздел выполняется в соответствии с нормами и правилами в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Сметная документация. Для определения сметной стоимости строительства предприятий, зданий и сооружений составляется сметная документация в соответствии с положениями и формами, приводимыми в нормативно-методических документах Минстроя России.

6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ И ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

При проектировании производственных зданий следует руководствоваться и соблюдать требования следующих нормативных документов, законов и постановлений:

- 1) СНиП 11-01-95. Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и состав проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений.
- 2) СП 56.13330.2011. Производственные здания.
- 3) СП 48.13330.2019. Организация строительства.
- 4) СП 112.13330.2011. Пожарная безопасность зданий и сооружений.

5) Федеральный закон № 384-ФЗ от 30.12.2009 г. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений.

6) Постановление Правительства РФ № 87 от 16.02.2008 г. (с изменениями в ред. от 28.04.2020 г.). О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию.

Основные элементы промышленного здания включают несущие и ограждающие конструкции. Несущие конструкции – это колонны, стропильные и подстропильные фермы, подкрановые балки, прогоны, на которые укладывается настил кровли. Ограждающие конструкции – это наружные и внутренние стены, перегородки, кровельный настил.

Каркас промышленного здания (цеха) и его характеристики показаны на рис. 6.1.

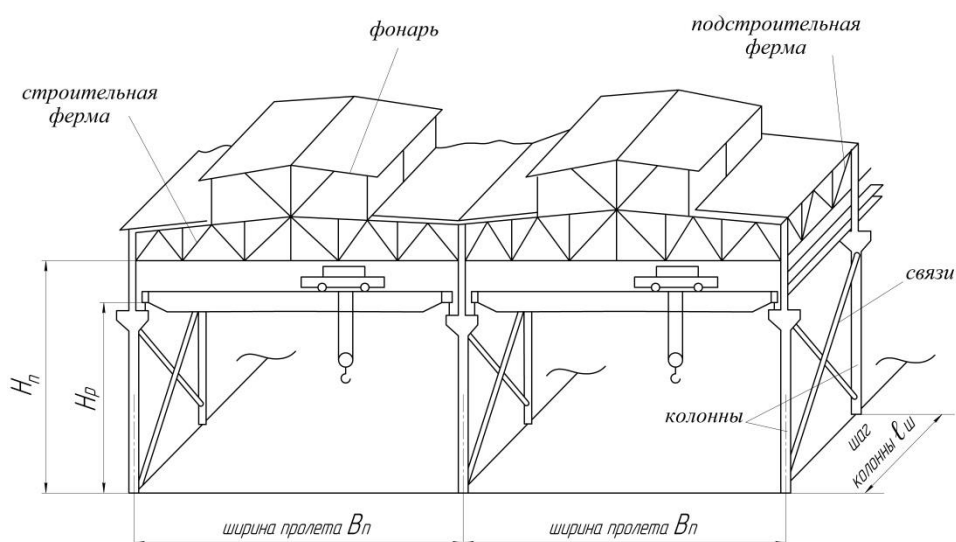


Рис. 6.1. Основные элементы строительных конструкций промышленного здания

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. Колонны одного ряда соединяются между собой подстропильными фермами, на которые опираются стропильные фермы. Связи по колоннам воспринимают

нагрузку от продольного торможения кранов, ветровую нагрузку и передают ее на фундаменты колонн. Фонари обеспечивают естественную вентиляцию и освещение пролетов.

Ширина пролета цеха $B_{\text{п}}$ и шаг колонн $l_{\text{ш}}$ (рис. 6.1) имеют определенные значения, которые должны строго соответствовать нормам технологического проектирования.

Высоту пролета цеха от уровня пола до нижней точки перекрытия обозначают $H_{\text{п}}$, а высоту от уровня пола до поверхности головки подкранового рельса обозначают $H_{\text{р}}$. Кроме этого, при составлении разреза цеха и расчете его высоты необходимо определить промежуточные высоты (рис. 6.2).

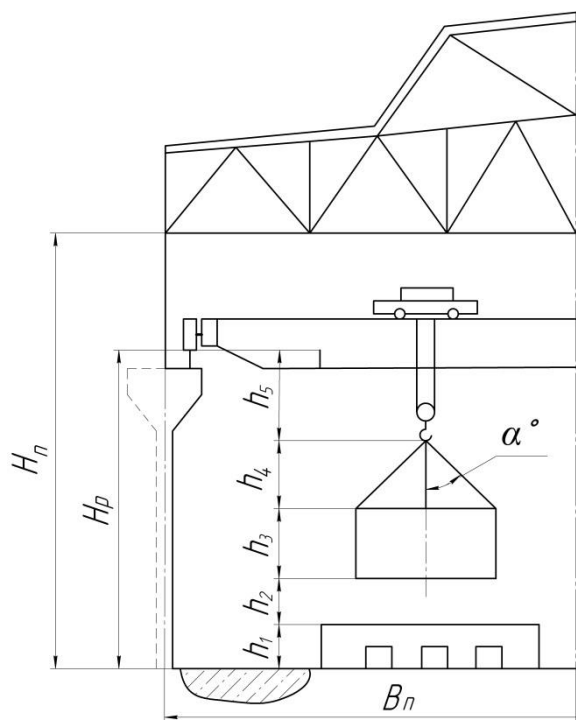


Рис. 6.2. Схема разреза цеха для определения высоты пролета:
 H_1 – наибольшая высота оборудования, установленного в цехе;
 H_2 – расстояние между наивысшей точкой оборудования (стеллажа) и наиболее низкой точкой перемещаемого краном груза;
 H_3 – наибольшая высота перемещаемого краном груза;
 H_4 – высота подвеса груза (зачалки);
 H_5 – расстояние от головки рельса до нижней точки крюка крана.

Обоснование выбора высоты пролета требует тщательного учета многих факторов. Увеличение высоты пролета $H_{п}$ существенно увеличивает стоимость здания, однако расширяет возможности производства, допуская изготовление крупногабаритных конструкций.

В связи с унификацией размеров элементов строительных конструкций ряд размеров высот пролета цеха должен соответствовать нормам технологического проектирования.

7. ОБЩАЯ МЕТОДИКА И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ПЛАНА ЦЕХА

7.1. Основные требования и содержание планировки цеха

Планировка цеха – это графическое изображение плана и разрезов проектируемого сборочно-сварочного цеха и расположения в нем всех элементов производства (оборудования, рабочих и складочных мест, подъемно-транспортных средств, поточных и автоматизированных линий, места подвода и отвода сред, направление грузопотока и др.).

При разработке планировок цехов машиностроительного производства (в том числе сборочно-сварочных цехов) необходимо соблюдать следующие основные требования:

- 1) Рациональное использование производственных площадей с наиболее полной загрузкой оборудования, подъемно-транспортных средств, рабочих и складочных мест.

- 2) Обеспечивать кратчайшие пути перемещения заготовок, деталей, узлов в процессе производства, исключая возвратные движения.

- 3) Грузопотоки должны не пересекаться между собой, а также не пересекать и не перекрывать основные проезды и проходы.

4) Необходимо стремиться к расположению производственного оборудования в порядке последовательности выполнения технологических операций и контроля.

5) Оборудование и оснастку необходимо размещать исходя из удобства работы и их обслуживания с соблюдением требований техники безопасности и охраны труда.

6) Размеры цеха и соответствующая допускаемая грузоподъемность подъемно-транспортных средств должны соответствовать нормам технологического проектирования и санитарным нормам по объёму производственного помещения для работающих.

7) Планировка должна обеспечивать удобства разборки оборудования при ремонте или демонтаже, а также возможность легкой перепланировки для организации производства новых изделий.

Для составления планировки цеха (участка) согласно ГОСТ Р 2.002–2019 выбирают следующие масштабы уменьшения: 1:5, 1:10, 1:20, 1:25, 1:50, 1:100 и 1:200.

При разработке плана цеха необходимо строго соблюдать нормы технологического проектирования, согласно которым расстояние между колоннами принимается равным 12 м, а ширина пролёта равна 18, 24 и 30 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 цеха шириной более 30 м требует особого технико-экономического обоснования.

Подкрановые балки, пути для подвешенного подъемно-транспортного оборудования, монтажные приспособления и т. д. на планировке цеха согласно ГОСТ Р 2.002–2019 должны обозначаться красным цветом.

На планировке цеха должны быть показаны:

- колонны с осями;
- производственное оборудование;
- подъемно-транспортные устройства;
- технологическая оснастка, рабочие столы, плиты, стеллажи и т. д.;
- место обслуживающего персонала (рабочее место);
- места для складирования заготовок, деталей и изделий;
- места промышленных подводок (электроэнергии, воды, сред и др.);
- проезд, направление грузопотока (производственного потока).

На планировке также должны быть даны общие габаритные размеры цеха (ширина, длина и высота), расстояние между колоннами. Кроме этого, на планировках следует указывать номера операций движения заготовок (деталей) согласно направления грузопотока.

Согласно ГОСТ 2.428–2012 для обозначения мест обслуживающего персонала и подвода промышленных сред используют следующие условные знаки (табл. 7.1).

Таблица 7.1

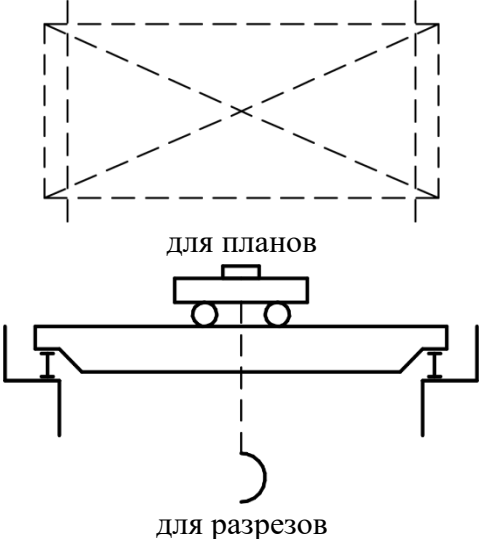
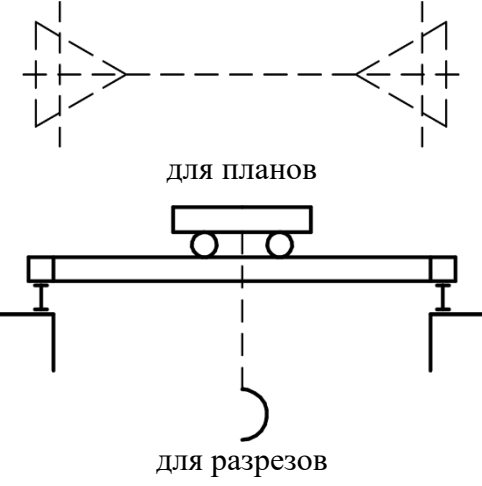
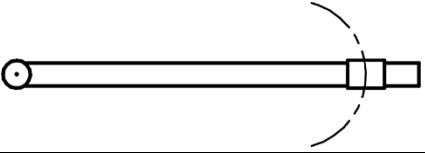
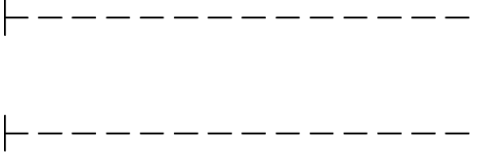
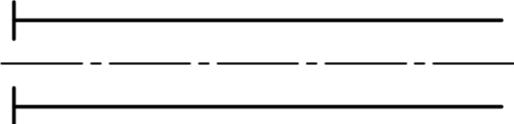
Условные обозначения мест обслуживающего персонала и подвода промышленных сред, применяемые на планировках цеха

 Место обслуживающего персонала	 Защитный газ
 Электроэнергия	 Природный газ
 Вентиляция	 Вакуум
 Сжатый воздух	 Вода
 Средства охлаждения (эмульсия)	 ⁷⁵ Горячая вода

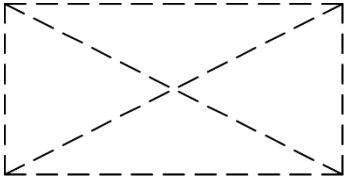
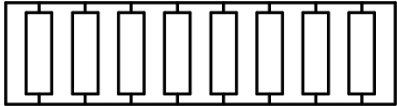


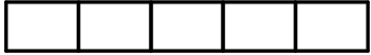


При составлении планировок следует применять условные изображения элементов согласно норм технологического проектирования (табл. 7.2).

Таблица 7.2

Условные обозначения элементов производства, применяемые на планировках цеха

Наименование	Условное обозначение
Кран мостовой	 <p>для планов</p> <p>для разрезов</p>
Кран мостовой однобалочный (кран-балка)	 <p>для планов</p> <p>для разрезов</p>
Кран консольный поворотный с электро-таблєю	
Путь подкрановый	
Путь рельсовый	

Продолжение табл. 7.2

Наименование	Условное обозначение
Место складирования заготовок изделий	
Конвейер роликовый (рольганг)	
Тележка рельсовая	
Колонна железобетонная, металлическая	
Стеллажи	
Робот промышленный, манипулятор	
Пульт управления	

Последовательность разработки плана сборочно-сварочного цеха (участка) сводится к следующему. Сначала необходимо выбрать схему компоновки и направления производственного потока (см. раздел 3). Затем подсчитывают общую площадь проектируемого цеха с предварительно размещенными сборочно-сварочными участками и отделениями, включая заготовительные и контрольные. Все это необходимо увязать с работой внутрицехового транспорта (верхнего и напольного) и комплексной механизацией и автоматизацией производственного потока.

После увязки планов всех отделений и участков окончательно принимают размеры цеха в соответствии с нормами технологического проектирования.

На планировке помимо общего плана необходимо показать разрез цеха, который выполняется в месте расположения самого высокого оборудования.

7.2. Расчет площади цеха

Для расчета ширины пролета проектируемого цеха предварительно составляют эскиз планировки оборудования, рабочих и складочных мест, проездов и проходов между ними. При этом расстояния между оборудованием, элементами зданий (колоннами и стенами), рабочими и складочными местами, а также ширину проездов и проходов устанавливают в соответствии с нормами технологического проектирования (табл. 7.3).

Таблица 7.3

Допускаемые пределы минимальных расстояний между оборудованием, складочными местами и элементами здания цеха

Определяемое расстояние	Допускаемые пределы значений, м
От колонн или стен здания до боковой стороны оборудования	1–3
От колонн или стен здания до тыльной стороны оборудования	1–2,5
От фронта оборудования до складочного места	1–1,6
Между боковыми сторонами оборудования	1-1,4
Между тыльными сторонами оборудование	1
Между складочными местами	1-1,4
Между боковой стороной оборудования и складочным местом	1-1,2
Между тыльной стороной оборудования и складочным местом	1
Ширина проезда вдоль пролета по его середине	3–4
Ширина проходов для работающих	1,4–1,6

Планировку оборудования, рабочих и складочных мест выполняют, как правило, рядами, располагаемыми вдоль пролета цеха. На производстве наиболее рациональным является двухрядное расположение линий рабочих и складочных мест.

При расположении складочных мест вдоль ряда (проезда) ширину пролета цеха $B_{\text{п}}$ определяют по следующей формуле (рис. 7.1):

$$B_{\text{п}} = 2(B_1 + B_{\text{м}} + B_2 + B_{\text{ск}}) + B_{\text{пр}}, \quad (1)$$

где: B_1 – расстояние от тыльной стороны рабочего места до оси продольного ряда колонны или стены здания цеха (обычно $B_1=1-2$ м; при $B_1 \geq 2$ м – в этих местах располагают стеллажи для инструментов, источники питания, баллоны с защитным газом и т. д.);

B_2 – расстояние между рабочим и складочными местами (принимают $B_2 = 1-1,6$ м);

$B_{\text{м}}$ – ширина рабочего места зависит от размеров оборудования (стенда) и изготавливаемого на нем изделия, а также следует включать ширину проходов по 1 м с каждой стороны оборудования;

$B_{\text{ск}}$ – ширина складочного места зависит от размеров складываемых заготовок, сборочных единиц и изделий (обычно равна, либо меньше площади, занимаемой оборудованием, стендом);

$B_{\text{пр}}$ – ширина проезда между двумя линиями рабочих мест (обычно принимают в пределах 3-4 м, что достаточно для встречного проезда двух электрокар).

При расположении складочных мест между рабочими местами ширину пролета цеха $B_{\text{п}}$ определяют по упрощенной формуле (рис. 7.2):

$$B_{\text{п}} = 2(B_1 + B_{\text{м}}) + B_{\text{пр}}, \quad (2)$$

После подстановки в формулы (1) и (2) числовых значений входящих в них величин, окончательный размер ширины пролета цеха округляют до стандартных значений, т. е. согласно норм технологического проектирования ширина цеха должна быть: $B_{\text{п}} = 18, 24$ или 30 м.

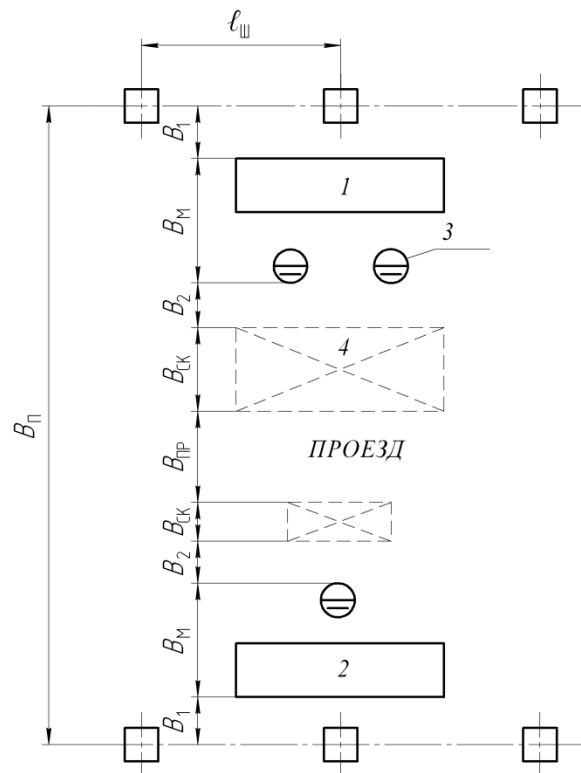


Рис. 7.1 – Схема планировки цеха при расположении складочных мест вдоль ряда (проезда): 1 – стенд для испытаний; 2 – сборочно-сварочный кантователь; 3 – место обслуживающего персонала; 4 – складочное место

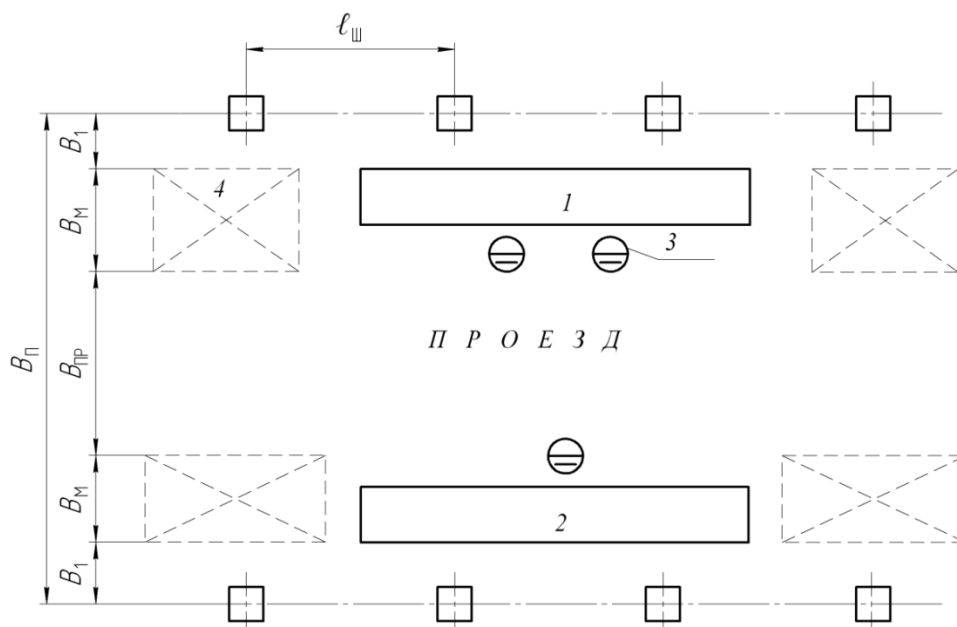


Рис. 7.2 – Схема планировки цеха при расположении складочных мест между рабочими местами: 1 – участок резки металла; 2 – сборочно-сварочный стенд; 3 – место обслуживающего персонала; 4 – складочное место

Расчет длины цеха (участка) L определяется как сумма размера каждого оборудования и расстояний между ними (рис.7.3):

$$L = \sum l_i \quad (3)$$

где l_i – размер оборудования, расстояние между ними, расстояние между колонной и оборудованием и т. д.).

Окончательная длина цеха принимается с учетом требований норм технологического проектирования, согласно которых шаг колонн нормализован и должен составлять 12 м.

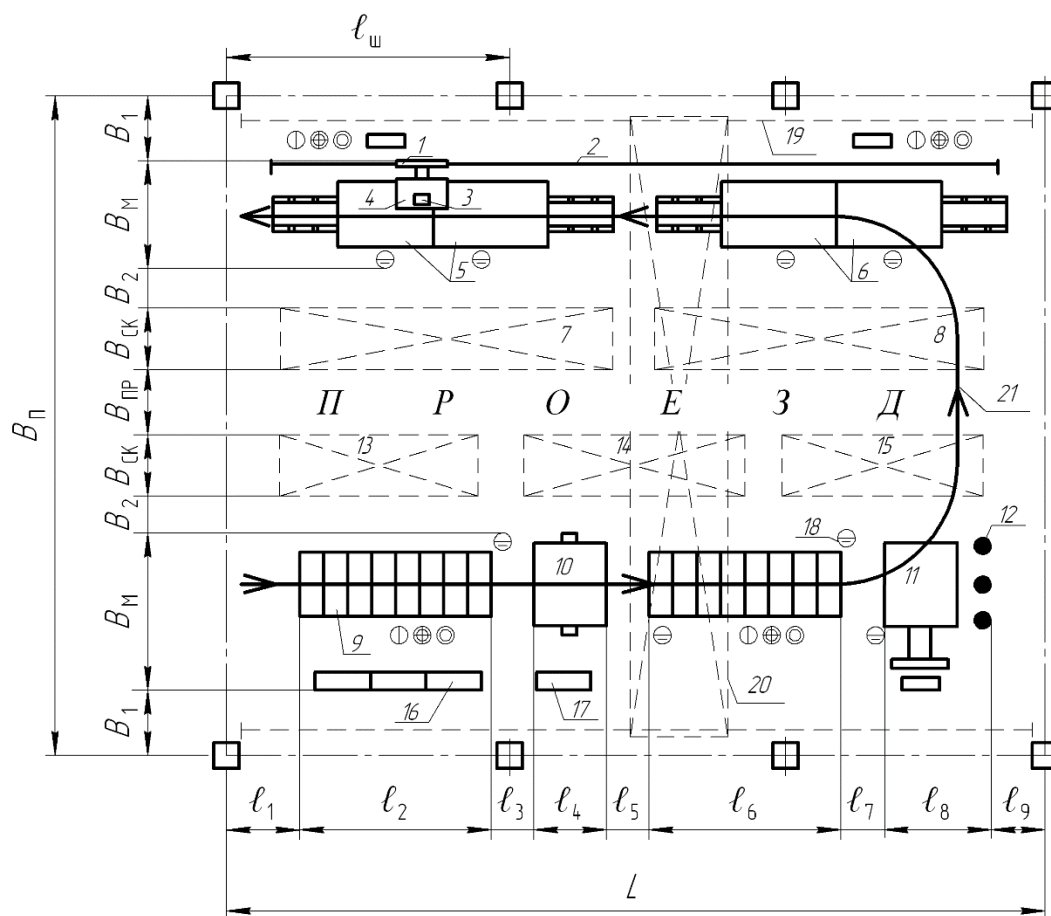


Рис.7.3. Планировка участка заготовки, сборки и сварки обечаек:

1 – велосипедная тележка; 2 – направляющий рельс; 3 – сварочный трактор (головка); 4 – балкон; 5,6 – обечайки на роликовом стенде под сборку и сварку; 7 – складочное место для сваренных обечаек; 8 – складочное место для собираемых обечаек; 9 – рольганг; 10 – гильотинные ножницы; 11 – листогибочная машина с откидным верхним валком; 12 – поддерживающее устройство; 13 – складочное место для поступающих листов; 14 – складочное место для обрезанных в размер листов; 15 – складочное место для вальцованных обечаек; 16 – стеллажи для инструментов и оснастки; 17 – шкаф управления; 18 – рабочее место; 19 – подкрановый путь; 20 – мостовой кран; 21 – направление грузопотока.

7.3. Расчет высоты цеха

Высота пролета проектируемого сборочно-сварочного цеха (участка) выбирается, исходя из подлежащих изготовлению в них изделий, габаритными размерами применяемого оборудования и наличием или отсутствием использования верхнего транспорта (мостовых кранов, кран-балок, подвесных тележек и т.д.).

При отсутствии верхнего транспорта (крана) высота пролета цеха $H_{\text{п}}$ от уровня пола до низа перекрытия рассчитывается следующим образом (рис.7.4):

$$H_{\text{п}} \geq h_1 + h_2 \geq 4,5 \text{ м}, \quad (4)$$

где: h_1 – наибольшая высота оборудования (стенда, стеллажа), установленного в цехе;

h_2 – расстояние между наивысшей точкой указанного оборудования и наиболее низкой точкой выступающих частей перекрытия цеха (принимают $h_2 = 0,4-1$ м);

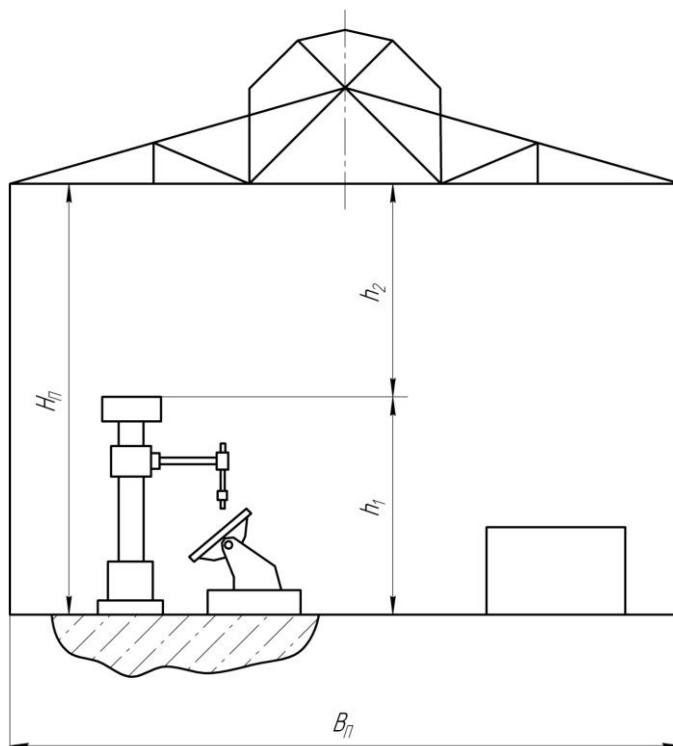


Рис. 7.4 – Схема разреза цеха для расчета высоты пролета при отсутствии верхнего транспорта (крана)

Согласно норм технологического проектирования высота производственных помещений (без верхнего транспорта) от пола до потолка должна составлять не менее 4,5 м.

При наличии верхнего транспорта высота пролета для сборочно-сварочного цеха (участка) рассчитывается следующим образом (рис.7.5):

$$H_p \geq h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 \quad (5)$$

$$H_{\text{п}} \geq H_p + h_6 + h_7, \quad (6)$$

где H_p – высота пролета цеха (участка) от пола до головки рельса подкранового пути;

$H_{\text{п}}$ – высота пролета цеха (участка) от пола до низа перекрытия;

h_1 – наибольшая высота сборочно-сварочного оборудования (стенда, установки), применяемого в цехе;

h_2 – расстояние между наивысшей точкой самого высокого оборудования, установленного в цехе, и наиболее низкой точкой поднятого груза (принимают $h_2 = 0,5-1$ м);

h_3 – наибольшая высота грузов, перемещаемых в цехе при помощи верхнего транспорта (крана);

h_4 – расстояние между наиболее высокой точкой груза и низкой точкой крюка крана (при креплении груза цепями или тросами принимают равным 0,5 ширины зачалки, но не менее 1 м);

h_5 – расстояние между наиболее низкой точкой крюка крана до головки рельса подкранового пути (зависит от конструкции крана, но должно быть не менее 0,75 м);

h_6 – расстояние от головки рельса подкранового пути до высшей точки тележки крана;

h_7 – расстояние между высшей точкой тележки крана и нижним уровнем затяжки стропил перекрытия (принимают 0,6-1,2 м);

α – угол между вертикалью и натянутыми стропами, которые удерживают на крюке крана груз (принимают $\alpha = 45^\circ$).

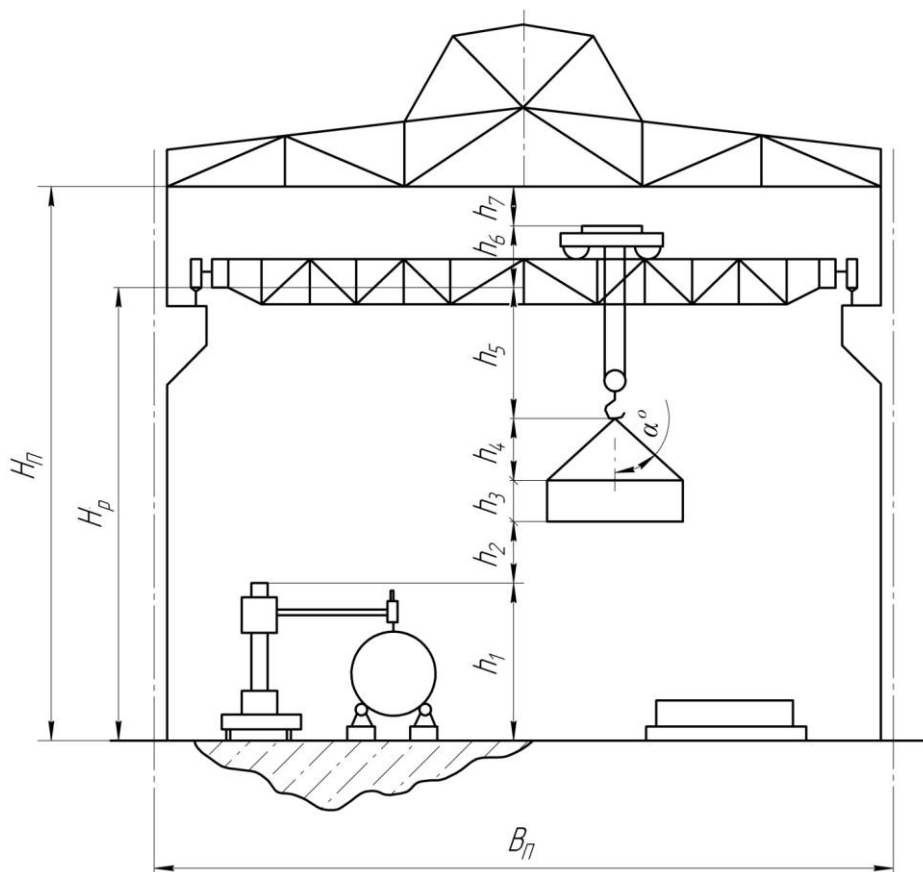


Рис. 7.5 – Схема разреза сборочно-сварочного цеха для расчета высоты пролета при наличии верхнего транспорта (крана)

Полученные по формулам (4), (5) и (6) значения высот $H_{\text{п}}$ и $H_{\text{р}}$ подлежат уточнению в процессе подробной разработки технологического плана и разреза цеха с учетом рекомендуемых размеров ширины и высоты пролета согласно норм технологического проектирования (табл. 7.4).

В дополнение к описанным выше расчетам полученные значения высоты пролета цеха должны быть проверены с точки зрения соблюдения санитарных норм для промышленных предприятий, согласно которым на каждого работающего должно приходиться не менее 15 м^3 объема производственного помещения.

При необходимости ввода в цех железнодорожных платформ и вагонов (например, для въезда в цеховые склады) высота до головки подкранового рельса $H_{\text{р}}$ должна составлять не менее 6 метров.

Таблица 7.4

Размеры ширины и высот пролетов и соответствующая допускаемая грузоподъемность подъемно-транспортных средств согласно норм технологического проектирования

Ширина пролета цеха $B_{п}$, м	Высота от пола до низа перекрытия $H_{п}$, м	Высота от пола до головки кранового рельса $H_{р}$, м	Грузоподъемность крана, т
<i>Оборудованные мостовыми кранами общего назначения</i>			
18	8,4	6,15	10
	9,6; 10,8	6,95; 8,15	10, 20
	12,6; 14,4	9,65; 11,45	10, 20, 30
24	8,4	6,15	10
	9,6; 10,8	6,95; 8,15	10, 20
	12,6; 14,4	9,65; 11,45	10, 20, 30
30	12,6	9,65	10, 20, 30
	14,4	11,45	20, 30
	16,2; 18	12,65; 14,45	30, 50
<i>Оборудованные подвесными и одностоечными кранами</i>			
18	6; 7,2		0,25; 0,5; 1; 2; 3; 5
	8,4; 9,6; 10,8; 12,6		
24	6; 7,2		0,5; 1; 2; 3; 5
	8,4; 9,6; 10,8; 12,6		

При изготовлении сварных конструкций большой массы (более 50 т) в цехах шириной 24 и 30 метров грузоподъемность мостовых кранов может быть увеличена при соответствующем обосновании.

Согласно норм технологического проектирования количество мостовых кранов определяется из расчета один кран на каждые 40-60 м длины пролета цеха. При этом при разработке плана цеха в каждом конкретном случае количество мостовых кранов уточняется с учетом экономической целесообразности и требований их наиболее полной загрузки.

8. ПРИМЕРЫ ПЛАНИРОВОК ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ И СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫХ УЧАСТКОВ И ОТДЕЛЕНИЙ

Заготовительные участки и отделения сборочно-сварочного цеха обычно располагают вдоль пролета. Исключение составляют лишь отдельные станки для обработки металла, устанавливаемые поперек ряда при расположении складочных мест между рабочими местами.

На рис. 8.1 показано размещение в пролете цеха заготовительного оборудования для резки металла.

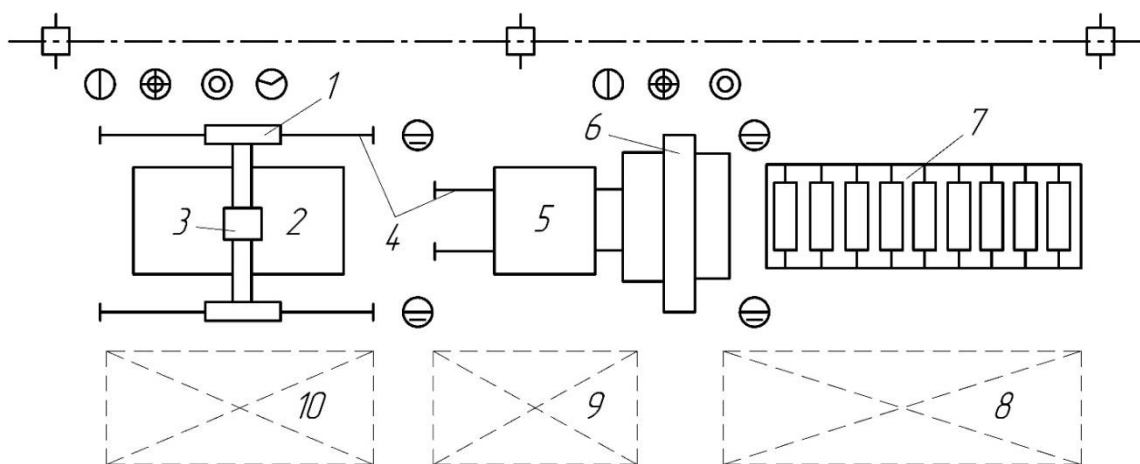


Рис.8.1. Планировка заготовительного участка резки металла разной толщины: 1 – портал самоходный; 2 – плита (стол) для резки металла; 3 – автомат-резак; 4 – направляющий рельс; 5 – тележка; 6 – гильотинные ножницы; 7 – рольганг; 8 – складочное место для исходных листов и заготовок; 9 – складочное место для разрезанного листового металла; 10 – складочное место для разрезанного толстого металла

Для случаев резки листового металла малой и средней толщины применяют гильотинные ножницы, а для резки толстых заготовок – самоходный портал с автоматами для газокислородной или плазменной резки. В зависимости от длины разрезаемых листов и соответствующей длины рольганга для резки длинных заготовок применяют планировку с расположением оборудования боковой стороной к колоннам и проезду (рис. 8.1).

Рациональная схема планировки участка сборки и сварки деталей и сборочных единиц на непрерывно действующем потоке представлена на рис. 8.2.

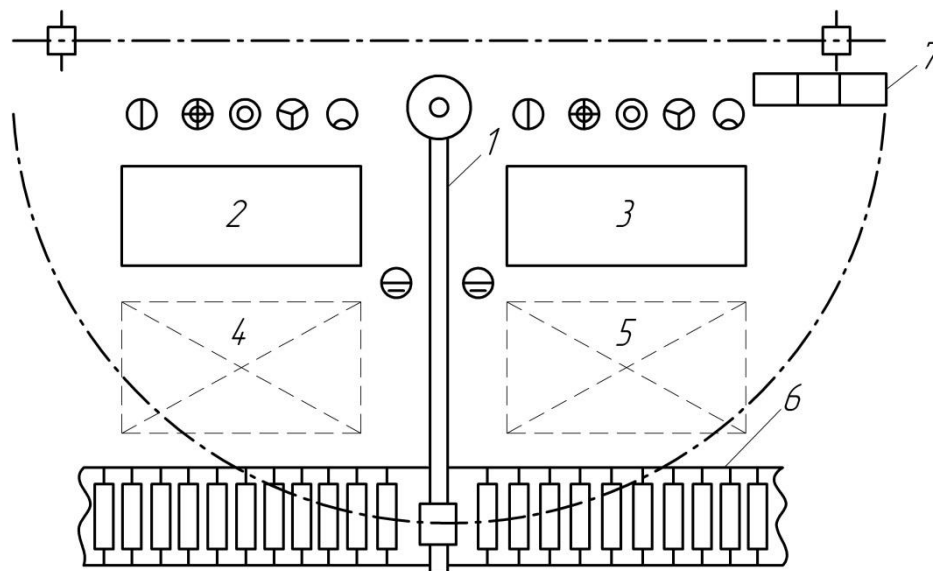


Рис.8.2. Планировка участка сборки и сварки деталей и сборочных единиц на потоке:

1 – кран консольный поворотный; 2,3 – плита сборочно-сварочная; 4,5 – складочное место; 6 – рольганг; 7 – стеллажи для инструментов

При такой планировке обычно располагают рядом два одинаковых рабочих места, на которых поочередно выполняются сборочные и сварочные операции без простоя производственного потока.

На рис. 8.3 показана типовая планировка участка сборки и автоматической дуговой сварки под флюсом цилиндрических изделий диаметром 1...4 м и длиной до 10 м. На правой стороне участка на роликовом стенде осуществляют сборку продольного стыка с помощью винтовых стяжек и струбцин с последующей автоматической сваркой обечаек. На левой стороне участка осуществляют сборку кольцевых стыков с помощью механизированной установки, передвигающейся на тележке, а затем производят автоматическую сварку обечаек.

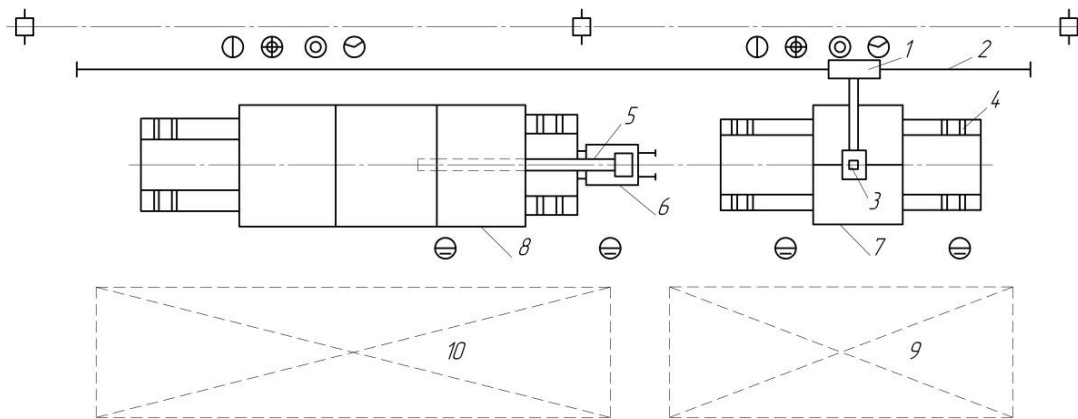


Рис.8.3. Планировка участка сборки и автоматической дуговой сварки под флюсом цилиндрических изделий:

1 – велосипедная тележка с балконом; 2 – направляющий рельс; 3 – сварочный автомат (головка); 4 – роликовый стенд; 5 – механизированная установка с пневмоприжимами; 6 – тележка; 7,8 – обечайки; 9 – складочное место для вальцованных обечайек; 10 – складочное место для сваренных обечайек

Пример планировки участка робототехнического комплекса дуговой сварки на потоке показан на рис. 8.4.

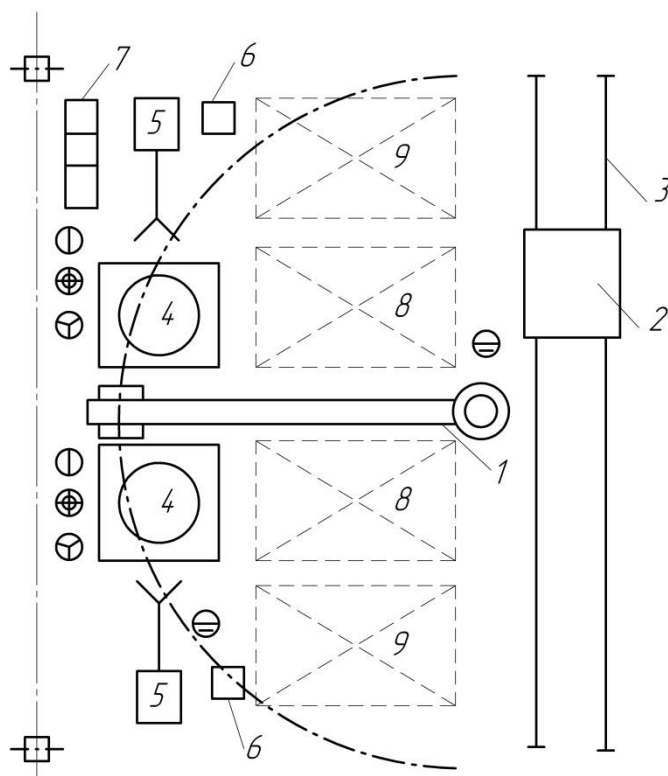


Рис.8.4. Планировка участка робототехнического комплекса дуговой сварки:

1 – кран консольный поворотный; 2 – тележка; 3 – рельсовый путь; 4 – манипулятор; 5 – сварочный робот; 6 – пульт управления; 7 – стеллажи; 8 – складочное место для исходных заготовок; 9 – складочное место для сваренных деталей

Представленная схема размещения оборудования и подъемно-транспортных средств обеспечивает высокую производительность и наиболее полную загрузки двух рабочих мест, оснащенных сварочными роботами и современными механизированными манипуляторами. При этом консольный поворотный кран с электроталью и передвижной тележкой обеспечивают непрерывность производственного потока.

На рис. 8.5 показана планировка участка поточной линии изготовления труб большого диаметра.

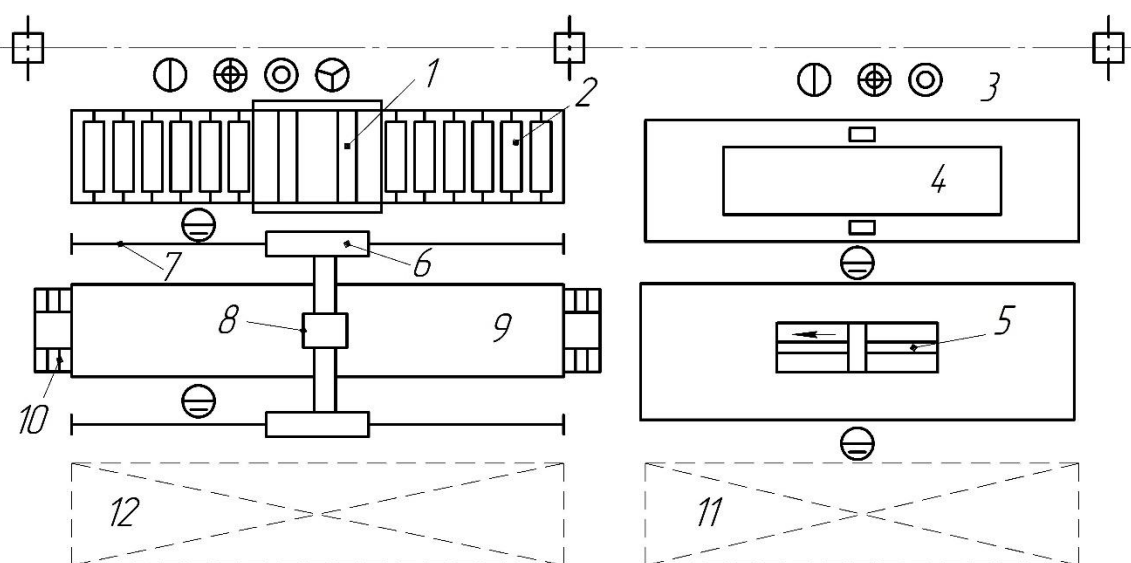


Рис.8.5. Планировка заготовительного, формовочного и сборочно-сварочного участка поточной линии изготовления труб большого диаметра:
 1 – листопрямляющая машина; 2 – рольганг; 3 – кромкострогальный станок;
 4 – стенд для обработки кромок листов; 5 – стан для формовки листа в трубную заготовку; 6 – портал самоходный; 7 – направляющий рельс; 8 – сварочный автомат; 9 – трубная заготовка под сварку; 10 – роликовый стенд; 11 – складочное место для трубных заготовок под сварку; 12 – складочное место для сваренных труб

На заготовительном участке, расположенном вдоль колонн, осуществляется правка поступающих листов и подготовка (строжка) кромок под сварку. Затем листы подаются на формовочный стенд для получения трубной заготовки. После этого выполняют автоматическую сварку под флюсом сначала наружного, а затем и внутреннего продольного шва.

На рис. 8.6 показана планировка участка поточной линии изготовления подкрановых балок.

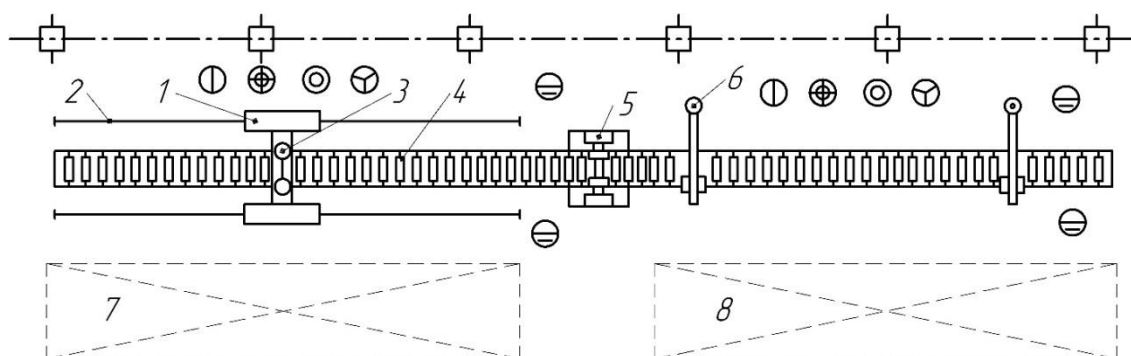


Рис.8.6. Планировка участка поточной линии сборки, сварки и правки подкрановых балок:

1 – портал самоходный с пневмоприжимами; 2 – направляющий рельс; 3 – сварочный автомат (головка); 4 – рольганг механизированный; 5 – стан для правки грибовидности полок балки; 6 – консольный кран поворотный с электроталью; 7 – складочное место для заготовок под сварку; 8 – складочное место для сваренных подкрановых балок

Высокая производительность технологического процесса осуществляется с помощью самоходного портала 1 с пневмоприжимами для сборки балки, оснащенного двумя автоматами 3 для сварки под флюсом, которые обеспечивают одновременную приварку полок к вертикальному листу. Правка грибовидности полок сваренной подкрановой балки осуществляется на специальном стане 5. Операции по кантовке балки на всех этапах ее изготовления осуществляются на отдельном участке с помощью двух консольных поворотных кранов 6, что позволяет обеспечивать непрерывность производственного потока.

9. РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА И ПЛАНИРОВКА МОНТАЖНОЙ ПЛОЩАДКИ ДЛЯ СБОРКИ И СВАРКИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРОВ

9.1. Основные положения и классификация резервуаров

Согласно определения по ГОСТ 31385–2016 *резервуар вертикальный цилиндрический стальной* – это наземное строительное сооружение, предназначенное для приема, хранения, измерения объема и выдачи жидкости. Большинство резервуаров предназначено для хранения нефти и нефтепродуктов. Вертикальные цилиндрические резервуары имеют объемы от 100 до 120000 м³. Изготавливают резервуары в основном из сталей марок Ст2 и Ст3, а также низколегированных сталей 09Г2С и 10ХСНД.

По конструктивным особенностям вертикальные цилиндрические резервуары делят на следующие типы (рис. 9.1):

- резервуар со стационарной крышей без понтона (РВС);
- резервуар со стационарной крышей с понтоном (РВСП);
- резервуар с плавающей крышей (РВСПК).

Конструкции резервуаров, оборудованные РВСП и РВСПК, позволяют сократить потери продуктов от испарения.

В зависимости от номинального объема, места расположения площадки строительства, прогнозируемой величины ущерба при возможной аварии, резервуары подразделяются на четыре уровня ответственности – класса опасности. Согласно СТО-СА-03-002-2009 минимальный класс опасности определяется номинальным объемом резервуара:

- класс 1 – резервуары объемом свыше 50000 м³;
- класс 2 – резервуары объемом от 10000 до 50000 м³;
- класс 3 – резервуары объемом от 1000 и менее 10000 м³;
- класс 4 – резервуары объемом менее 1000 м³.

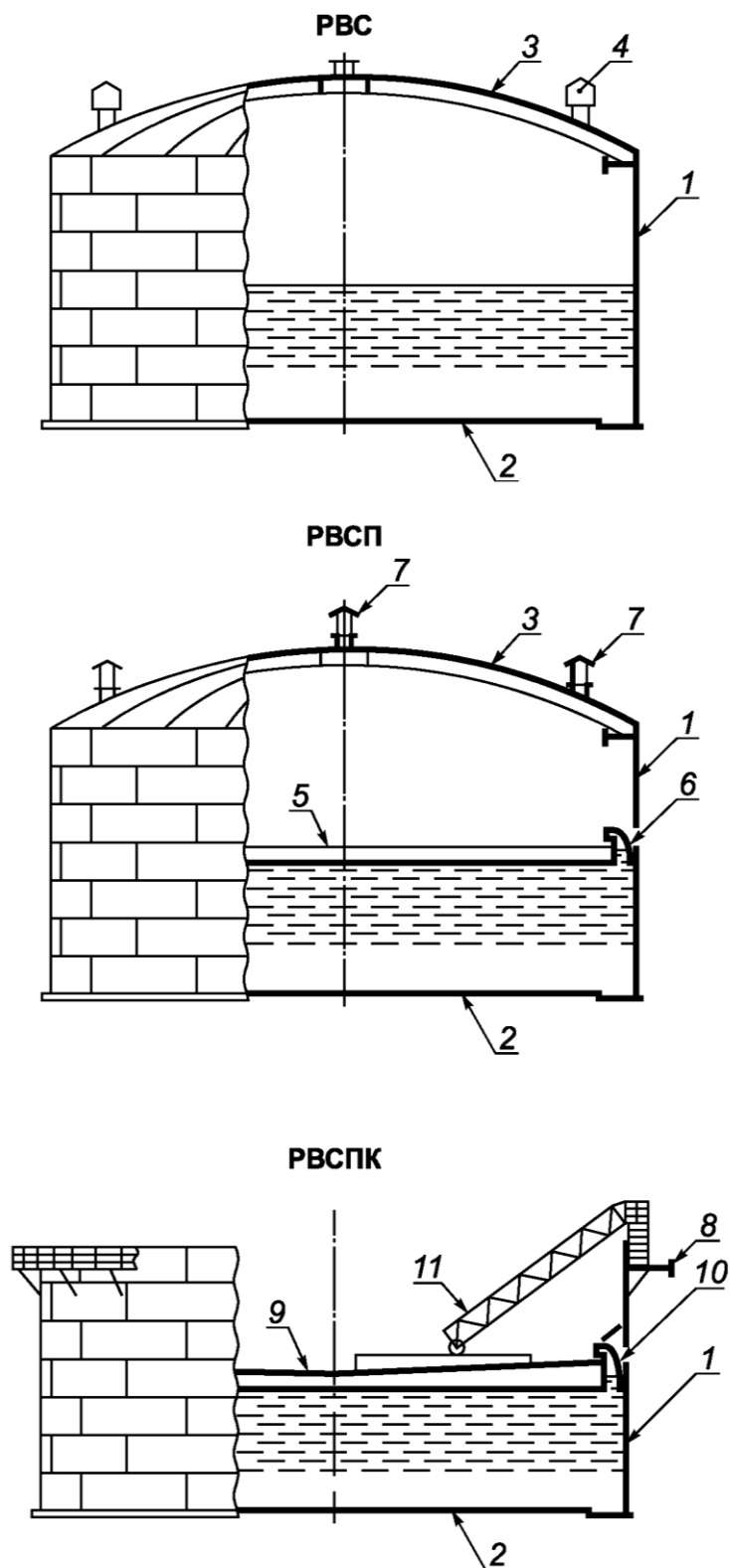


Рис. 9.1 – Типы вертикальных цилиндрических резервуаров:
 1 – стенка; 2 – днище; 3 – стационарная крыша; 4 – дыхательный клапан;
 5 – понтон; 6 – уплотняющий затвор; 7 – вентиляционный проем; 8 – ветровое
 кольцо; 9 – плавающая крыша; 10 – уплотняющий затвор с погодозащитным
 козырьком; 11 – катуная лестница

Класс опасности устанавливается Заказчиком в задании на проектирование и должен быть повышен для резервуаров, расположенных непосредственно по берегам рек, крупных водоемов и в черте городской застройки. Для резервуаров, предназначенных для хранения продуктов плотностью свыше 1.015 т/м^3 , класс опасности повышается на одну ступень.

По методам изготовления и монтажа листовых конструкций (стенки, днища, настила стационарных крыш, мембраны понтонов и плавающих крыш) резервуары делятся на следующие виды:

а) *резервуары рулонной сборки*, листовые конструкции которых изготавливаются и монтируются в виде рулонизируемых полотнищ;

б) *резервуары полистовой сборки*, изготовление и монтаж всех листовых конструкций которых ведется из отдельных листов;

в) *резервуары комбинированной сборки*, часть листовых конструкций которых изготавливаются и монтируются из отдельных листов, а часть – в виде рулонизируемых полотнищ.

Стенки и днища резервуаров всех типов объемом $\geq 10000 \text{ м}^3$ и толщиной более 16 мм должны изготавливаться и монтироваться методом полистовой сборки.

9.2. Требования к проектированию, монтажу резервуаров и обеспечению безопасности при проведении работ

Монтаж конструкций резервуаров должен осуществляться по утвержденной заказчиком проектной и рабочей документации, в соответствии с проектом производства работ и ППР с применением подъемных сооружений (ПС) с учетом требований СП 365.1325800.2017 и МДС 12-81.2007.

В ППР должны быть предусмотрены следующие основные разделы:

- строительный генеральный план монтажной площадки;
- транспортная схема;
- грузоподъемные сооружения и тяговые механизмы;

– технологические указания по монтажу и сварке металлоконструкций резервуара;

– приспособления и такелажная оснастка для монтажа металлоконструкций резервуара;

– оборудование, инструменты и материалы для производства монтажных и сварочных работ;

– виды и объемы контроля;

– мероприятия, обеспечивающие требуемую точность сборки элементов, пространственную неизменяемость конструкций;

– мероприятия, обеспечивающие прочность и устойчивость конструкций в процессе монтажа;

– требования к качеству сборочно-сварочных работ для каждой операции в процессе монтажа;

– технические условия и последовательность проведения прочностных (приемочных) испытаний резервуара;

– мероприятия по охране труда и промышленной безопасности.

Технологическая последовательность сборки элементов при монтаже конструкций резервуара должна быть определена в технологических картах, также входящих в состав ППР.

Перед началом разработки следует уточнить состав ППР в зависимости от перечня и объема выполняемых работ. Состав ППР должен быть утвержден заказчиком.

При производстве монтажных и сварочных работ, проведении испытаний резервуаров следует соблюдать ГОСТ 31385–2016. Работы по подъему, перемещению грузов должны выполняться в соответствии с ГОСТ 12.3.009–2008.

До начала монтажа резервуара должны быть проведены все работы по обустройству зоны монтажной площадки в соответствии со строительным генеральным планом, устройству и приемке основания и фундамента.

В процессе монтажа резервуара строительно-монтажной организацией следует проводить геодезический контроль точности геометрических параметров резервуаров, обеспечивающий соответствие проектной документации и нормативным документам. Производство геодезических работ и составление исполнительной геодезической документации следует выполнять в соответствии с СП 126.13330.2017.

На весь период монтажа конструкций резервуара организации, разработавшие проектную и рабочую документацию, в установленном заказчиком порядке должны осуществлять авторский надзор с ведением журнала авторского надзора.

При проведении работ на монтажной площадке необходимо выполнять следующие основные требования промышленной безопасности и охраны труда:

1) Все задействованные в работах должны быть обучены безопасным методам проведения работ (в том числе на монтаже), пройти инструктаж по технике безопасности и охране труда.

2) Погрузочно-разгрузочные работы и складирование грузов кранами на базах, складах, площадках должны выполняться по технологическим картам, разработанным с учетом ГОСТ 12.3.009–2008.

3) Перед доставкой материалов и заготовок к месту монтажа должны быть выбраны и подготовлены площадки для их разгрузки и хранения так, чтобы было безопасно и удобно перемещать при монтаже резервуара.

4) Монтажная площадка должна обеспечивать свободный доступ обслуживающего персонала и механизмов к конструкциям, быть с ограждением опасных зон и предупредительными знаками по ГОСТ 12.4.026–2015. Для прохода через траншеи необходимо проложить инвентарные трапы.

5) Проведение монтажных работ на высоте должно выполняться согласно «Правил по охране труда при работе на высоте» Минтруда России от 28.03.2014 г.

6) Запрещается проводить монтажные работы во время грозы, при установлении предельных значений температуры наружного воздуха для данного климатического района, а также запрещается производить работы по монтажу при скорости ветра более 10 м/с.

7) Выполнять требования пожарной безопасности, при проектировании и дальнейшей эксплуатации резервуара согласно ГОСТ 12.1.004-2006, СП 155.13130.2014.

8) При монтаже резервуара рабочие места сварщиков (палатка) и монтажников (леса-подмости) должны быть оснащены средствами местного пожаротушения, такими как огнетушители. Недалеко от рабочих мест монтажной площадки следует установить бочки с водой, ящики с песком и лопатами.

9) К проведению огневых работ на монтаже допускаются лица (электросварщики, газорезчики), прошедшие специальную подготовку и имеющие квалификационное удостоверение.

10) Порядок применения сварочного оборудования и технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов должен выполняться согласно РД 03-614-03 и РД 03-615-03.

11) Все металлические леса, электрооборудование и механизмы, которые могут оказаться под током, должны быть надежно заземлены.

12) Освещение при ведении работ внутри резервуара обеспечивают светильниками напряжением 12 В (типа переносных) с питанием от разделительных трансформаторов. Применение автотрансформаторов внутри резервуара запрещено.

13) Запрещается накапливать в зоне выполнения работ строительный мусор, горючие материалы и отходы. Должен быть организован регулярный вывоз мусора.

14) Для обеспечения безопасного ведения работ в период гидравлических испытаний водой необходимо в процессе наполнения или опорожнения резервуара, а также при перерывах в испытаниях (ночное время, время контрольной выдержки и т. п.) открывать смотровой и замерный люки на крыше резервуара.

9.3. Требования к основаниям и фундаментам для резервуаров

Все работы по устройству основания и фундамента должны быть закончены до начала монтажа резервуара. Приемка основания и фундамента резервуара должна проводиться заказчиком при участии представителей строительно-монтажной организации.

При приемке составляется акт, к которому должны быть приложены:

- исполнительная схема на основание и фундаменты;
- акты освидетельствования скрытых работ, предусмотренных проектной и рабочей документацией;
- копии сертификатов качества на использованные материалы;
- акты входного контроля на использованные материалы;
- протоколы лабораторных испытаний бетона.

Принимаемые основания и фундаменты должны соответствовать проектной и рабочей документации СП 45.13330.2017, СП 48.13330.2019 и ГОСТ 31385–2016. Согласно этим документам при приемке основания и фундамента должны быть проверены:

- правильность разбивки центра основания и осей резервуара;
- соответствие уклона основания значению, указанному в проектной и рабочей документации;
- отметки поверхности основания и фундамента;
- обеспечение отвода поверхностных вод от основания;

– соответствие гидроизоляционного слоя, указанному в проектной и рабочей документации;

– соответствие фундамента шахтной лестницы проекту (при наличии).

Устройство фундаментов под резервуары рекомендуется выполнять с применением следующих конструктивных решений:

- 1) Грунтовая подушка.
- 2) Кольцевой железобетонный фундамент.
- 3) Сплошная железобетонная плита.

Грунтовые подушки применяют в основном для небольших резервуаров объемом не более 1000 м³. Для устройства грунтовой подушки используют чистые и прочные сыпучие материалы – песок и щебень. Формирование подушки осуществляется слоями толщиной около 150 мм с утрамбовкой слоёв катками массой от 5 до 10 тонн. Высота подушки должна составлять не менее 0,5 м.

Кольцевой железобетонный фундамент (рис. 9.2) используется при наличии значительных контурных нагрузок по периметру стенки или при необходимости установки анкеров. Для резервуаров объемом 2000-3000 м³ под стенкой резервуара устанавливают железобетонное фундаментное кольцо шириной не менее 0,8 м и не менее 1,0 м – для резервуаров объемом более 3000 м³. Толщину кольца принимают не менее 0,3 м. При строительстве резервуаров в сейсмических районах наличие кольцевого железобетонного фундамента является обязательным, независимо от объема, шириной не менее 1,5 м, а толщину кольца принимают не менее 0,4 м.

Сплошная железобетонная плита (рис. 9.3) рекомендуется для резервуаров диаметром не более 15 м на не мёрзлых грунтах, для всех резервуаров на мёрзлых грунтах, а также для всех резервуаров при хранении в них этилированных бензинов, реактивного топлива или иных ядовитых продуктов. Для обнаружения возможных протечек продукта железобетонная плита должна иметь уклон не менее 1% от центра к периметру.

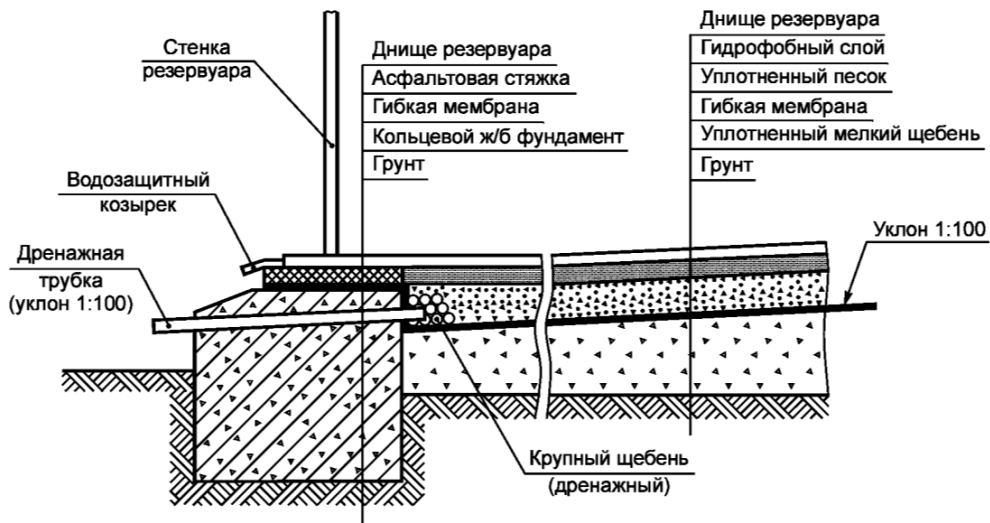


Рис. 9.2 – Кольцевой железобетонный фундамент

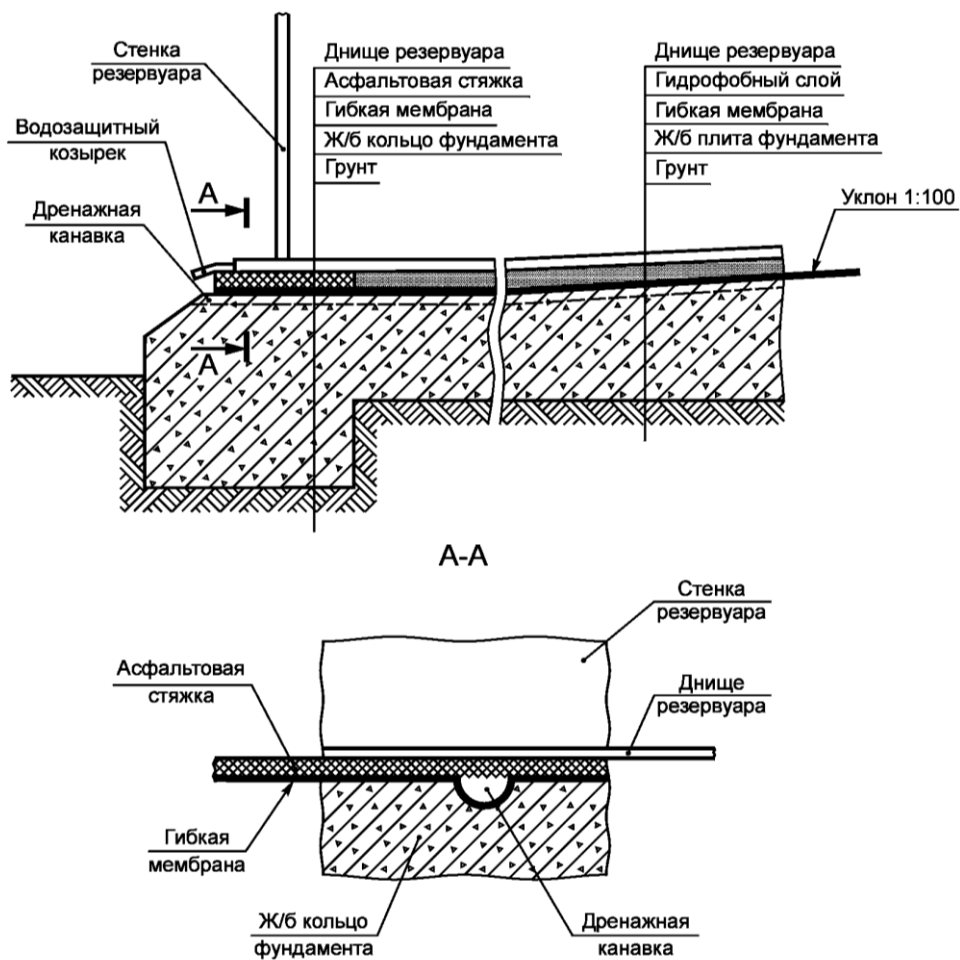


Рис. 9.3 – Сплошная железобетонная плита.

Под днищем резервуара должен быть предусмотрен гидроизолирующий слой, выполненный из асфальтобетона или песчаного грунта, пропитанного нефтяными вяжущими добавками. Толщина гидроизолирующего слоя под центральной частью днища – не менее 50 мм, под окрайкой днища – не менее 20 мм.

При устройстве фундамента резервуара должно быть предусмотрено проведение мероприятий по отводу грунтовых вод и атмосферных осадков из-под днища резервуара.

9.4. Последовательность проведения работ и приемка резервуаров

При изготовлении вертикальных цилиндрических резервуаров на монтаже необходимо соблюдать следующую последовательность работ:

- 1) Подготовка монтажной площадки и основания.
- 2) Сборка и сварка днища.
- 3) Монтаж, сборка и сварка вертикальной стенки.
- 4) Монтаж, сборка и сварка крыши.
- 5) Монтаж, сборка и приварка люков и патрубков
- 6) Монтаж, сборка и сварка лестницы, ограждения и обслуживающей площадки.
- 7) Испытания резервуара.

Все задействованные в работах люди должны быть обучены безопасным методам проведения соответствующих работ (в том числе на монтаже) и пройти инструктаж по охране труда.

Резервуары всех типов перед сдачей их заказчику для выполнения антикоррозионной защиты и монтажа оборудования подвергают гидравлическому испытанию по ГОСТ 31385-2016. Резервуары со стационарной крышей без понтона дополнительно испытывают на внутреннее избыточное давление и относительное разрежение.

Виды испытаний в зависимости от типа резервуаров приведены в табл. 9.1.

Таблица 9.1

Виды испытаний резервуаров по ГОСТ 31385–2016 в зависимости от их конструкции

Виды испытания	РВС	РВСП	РВСПК
1. Испытания герметичности корпуса резервуара при заливке водой	+	+	+
2. Испытания прочности корпуса резервуара при гидростатической нагрузке	+	+	+
3. Испытания герметичности стационарной крыши РВС избыточным давлением воздуха	+	–	–
4. Испытания устойчивости корпуса резервуара созданием относительного разрежения внутри резервуара	+	–	–
5. Испытания плавучести и работоспособности понтона или плавающей крыши	–	+	+
6. Испытания работоспособности и регулировка катушей лестницы	–	–	+
7. Испытания устойчивости основания резервуара с определением абсолютной и неравномерной осадки и по контуру днища, крена резервуара, профиля центральной части днища	+	+	+

Примечание: знак «+» означает, что испытание проводят, знак «–» - не проводят.

Гидравлическое испытание следует проводить наливом воды до верхнего проектного уровня и выдерживания под этой нагрузкой в течение следующего времени:

- 24 час. для резервуаров объемом до 10000 м³ включительно;
- 48 час. для резервуаров объемом свыше 10000 м³ по 20000 м³;
- 72 час. для резервуаров объемом свыше 20000 м³.

Резервуар считается выдержавшим гидравлическое испытание, если:

- в течение всего времени испытаний на поверхности стенки, в уторном шве, по краям днища и на плавающей крыше (понтоне) не появятся течи;
- уровень воды не снижается;
- осадка фундамента и основания резервуара стабилизировались;

- понтон (плавающая крыша) плавно движется, а превышение его глубины погружения составляет не более 10 % проектного значения;
- отклонения формы и размеров фундамента и основания, стенки, днища и крыши резервуара (после слива воды) не превышают предельных значений по ГОСТ 31385–2016.

9.5. Планировка и содержание монтажной площадки

Монтажная площадка представляет собой место, где ведутся строительные и монтажные работы. Монтажная площадка включает в себя комплекс производственных и бытовых зданий, площадок и других сооружений, обеспечивающих нормальное производство монтажных работ непосредственно на объекте строительства.

Зона монтажной площадки должна быть спланирована в соответствии со строительным генеральным планом – составной частью ППР. Требования к планировке монтажной площадки, к площадкам складирования, площадкам работы и перемещения кранов, к временным дорогам, помещениям и другим необходимым благоустройствам определяются проектом производства работ. План монтажной площадки в обязательном порядке должен быть согласован с заказчиком.

Подготовка монтажной площадки должна быть выполнена до начала строительно-монтажных работ и включать следующие работы:

- устройство не менее двух временных проездов (въездов) на монтажную площадку;
- подготовку площадок для работы и перемещения кранов и других механизмов в соответствии с ППР с применением ПС;
- подготовку площадки для размещения временных помещений (производственных, административных, бытовых и др.);
- подготовку площадок для общего складирования металлоконструкций и укрупнительной сборки металлоконструкций резервуара;

- устройство пандуса (пандусов) для накатывания рулонов на основание (фундамент) при рулонном методе монтажа резервуара;
- подводку технической воды, электроэнергии для работы кранов, механизмов, сварочного и другого оборудования, а также для освещения зоны монтажа;
- обеспечение средствами связи и пожаротушения;
- изготовление такелажной оснастки и стендов для временного хранения и укрупнительной сборки металлоконструкций резервуара;
- ограждение по всему периметру площадки и обозначение предупреждающими знаками согласно ГОСТ 12.4.026–2015.

Монтажная площадка должна иметь спланированную территорию для складирования металла, укрупнительной сборки узлов конструкций и оборудования крана, размещения такелажной оснастки и монтажных механизмов. Конструкции и оборудование размещают на монтажной площадке в соответствии с последовательностью их монтажа.

Площадь монтажной площадки определяют прежде всего исходя из габаритных размеров резервуара, складочных и рабочих мест, а также количества и состава подъемно-транспортных средств, монтажного и технологического оборудования.

При составлении планировок монтажных площадок следует применять условные изображения элементов производства согласно норм технологического проектирования (табл.9.2).

В процессе разработки проекта монтажной площадки предварительно составляют рабочий эскиз. Планировку начинают с обозначения резервуара, который располагается, как правило, в центре монтажной площадки. Вокруг резервуара размещают кольцевой железобетонный фундамент и утрамбованный насыпной грунт (с щебнем) для работы крана. Затем на планировке располагают площадки для подъемно-транспортных средств, складирования металла, конструкций, оборудования, такелажной оснастки.

Таблица 9.2

Условные обозначения элементов производства, применяемые
на планировках монтажных площадок

Наименование	Условное обозначение
Площадка бетонированная	
Площадка из насыпного грунта (щебенка)	
Площадка для хранения металла, заготовок, сборных конструкций и др.	
Административно-бытовые здания (вагончики)	
Ворота двустворчатые	
Шкаф (будка) электропитания	
Площадка (контейнер) для складирования строительного мусора	
Пожарный кран (подвод воды)	
Осветительные прожекторы	
Граница территории монтажной площадки	
Пожарный ящик с песком	
Пожарный щит с огнетушителем, лопатой, багром, ведром и др.	

Далее размещают временные дороги, административные и бытовые помещения (вагончики), шкафы электропитания, площадки под строительный мусор, баки с водой, средства пожаротушения, осветительные столбы и др. На заключительном этапе составления плана обозначают границу зоны ограждения территории монтажной площадки. Пример планировки монтажной площадки сборки и сварки вертикального цилиндрического резервуара для нефти и нефтепродуктов представлен на рис. 9.4.

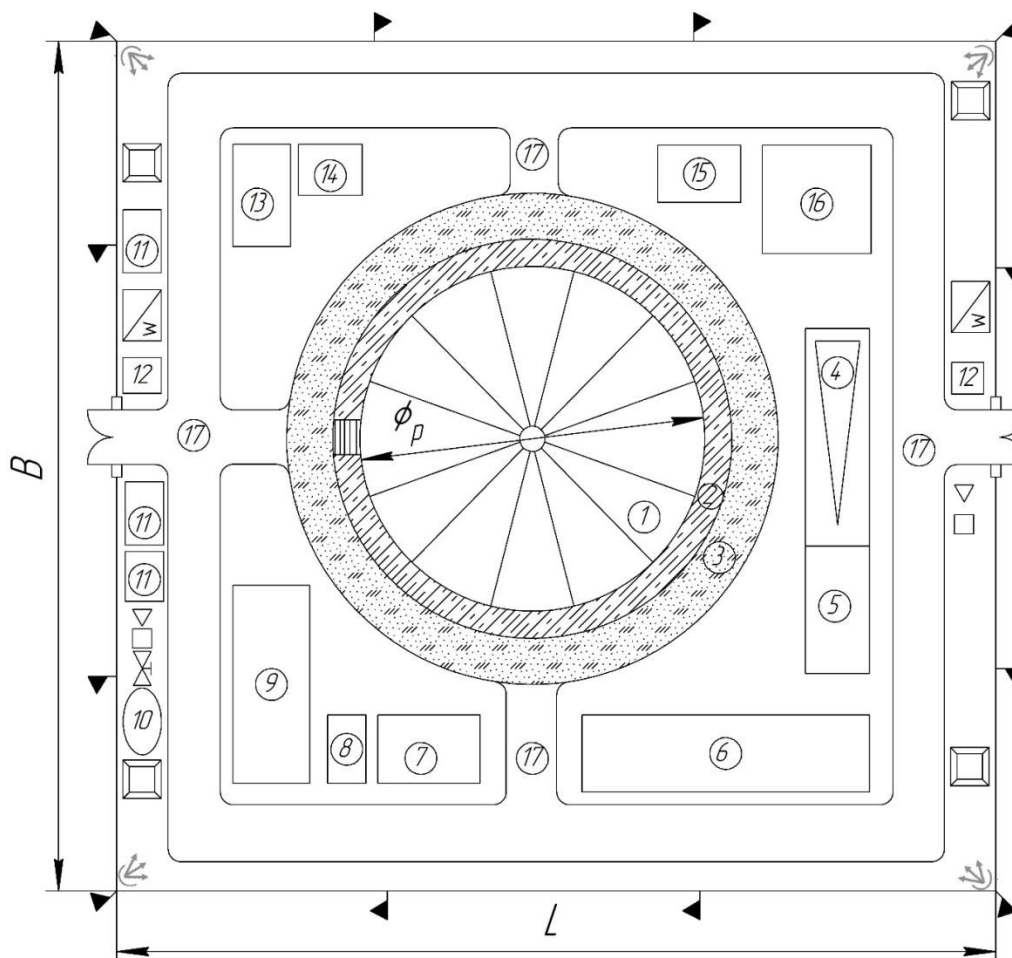


Рис. 9.4 – Планировка монтажной площадки сборки и сварки резервуара:
 1 – резервуар; 2 – кольцевой железобетонный фундамент; 3 – насыпная кольцевая площадка для работы крана; 4 – площадка сборки и сварки щитов крыши; 5 – склад листов для крыши; 6 – склад листов для стенки; 7 – склад такелажной оснастки и приспособлений для монтажа; 8 – грузозахватные механизмы и приспособления; 9 – стоянка для крана, бульдозера и автотранспорта; 10 – емкость с водой; 11 – административные и бытовые помещения (вагончики); 12 – КПП; 13 – склад сварочного и вспомогательного оборудования; 14 – склад сварочных и других материалов; 15 – склад профильного металла; 16 – склад листов для днища; 17 – дороги временные.

Расчет ширины B и длины L монтажной площадки определяется как сумма размеров всех элементов производства (склады, площадки, дороги и т.д.) и расстояний между ними. Подробно содержание планировки, расчет ширины и длины монтажной площадки приведены ниже в практическом занятии № 3 «Расчет и планировка монтажной площадки сборки и сварки вертикальных цилиндрических резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов».

После корректировки и увязки всех элементов производства назначают фактические размеры территории монтажной площадки (ширину и длину) и окончательно утверждают планировку участка сборки и сварки вертикального цилиндрического резервуара.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

РАСЧЕТ ПЛОЩАДЕЙ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫХ ЦЕХОВ И УЧАСТКОВ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Овладеть методикой рационального проектирования и расчета площадей сборочно-сварочных цехов и участков.

2. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

- 1) Изучить основы рационального проектирования оборудования и рабочих мест сборочно-сварочного цеха.
- 2) Рассчитать ширину и длину пролета цеха (участка) для заданного преподавателем варианта.
- 3) Осуществить рациональную планировку оборудования и рабочих мест для заданного цеха, участка или отделения.
- 4) Составить отчет и сделать выводы о проделанной работе.

3. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

При проектировании сборочно-сварочного цеха, участка или отделения планировку оборудования, складочных и рабочих мест выполняют рядами. На практике наиболее рациональным является двухрядное расположение оборудования и рабочих мест с расположением проезда по середине цеха.

При расположении складочных мест вдоль ряда (проезда) ширину пролета цеха $B_{\text{п}}$ определяют по следующей формуле (рис.1):

$$B_{\text{п}} = 2(B_1 + B_{\text{м}} + B_2 + B_{\text{ск}}) + B_{\text{пр}} , \quad (1)$$

где: B_1 – расстояние от тыльной стороны рабочего места до оси продоль-

- ного ряда колонны или стены здания цеха (обычно $B_1=1-2$ м; при $B_1 \geq 2$ м – в этих местах располагают стеллажи для инструментов, источники питания, баллоны с защитным газом и т. д.);
- B_2 – расстояние между рабочим и складочным местами (принимают $B_2 = 1-1,6$ м);
- B_M – ширина рабочего места зависит от размеров оборудования (стенда) и изготавливаемого на нем изделия, а также следует включать ширину проходов по 1 м с каждой стороны оборудования);
- $B_{ск}$ – ширина складочного места зависит от размеров складываемых заготовок, сборочных единиц и изделий (обычно равна, либо меньше площади, занимаемой оборудованием, стендом);
- $B_{пр}$ – ширина проезда между двумя линиями рабочих мест (обычно принимают в пределах 3-4 м, что достаточно для встречного проезда двух электрокар).

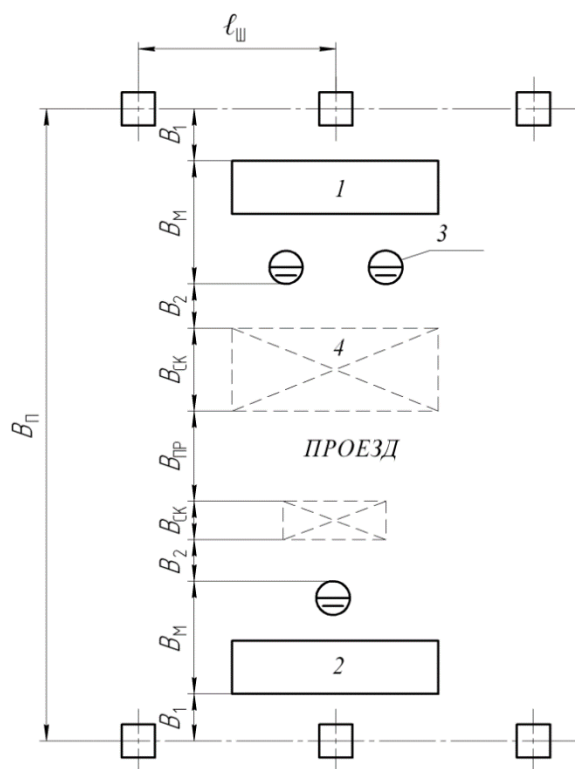


Рис. 1 – Схема планировки цеха при расположении складочных мест вдоль ряда (проезда): 1 – стенд для испытаний; 2 – сборочно-сварочный кантователь; 3 – место обслуживающего персонала; 4 – складочное место

При расположении складочных мест между рабочими местами ширину пролета цеха $B_{\text{п}}$ определяют по упрощенной формуле (рис. 2):

$$B_{\text{п}} = 2(B_1 + B_{\text{м}}) + B_{\text{пр}} , \quad (2)$$

После подстановки в формулы (1) и (2) числовых значений входящих в них величин, окончательный размер ширины пролета цеха округляют до стандартных значений, т. е. согласно норм технологического проектирования ширина цеха должна быть: $B_{\text{п}} = 18, 24$ или 30 м.

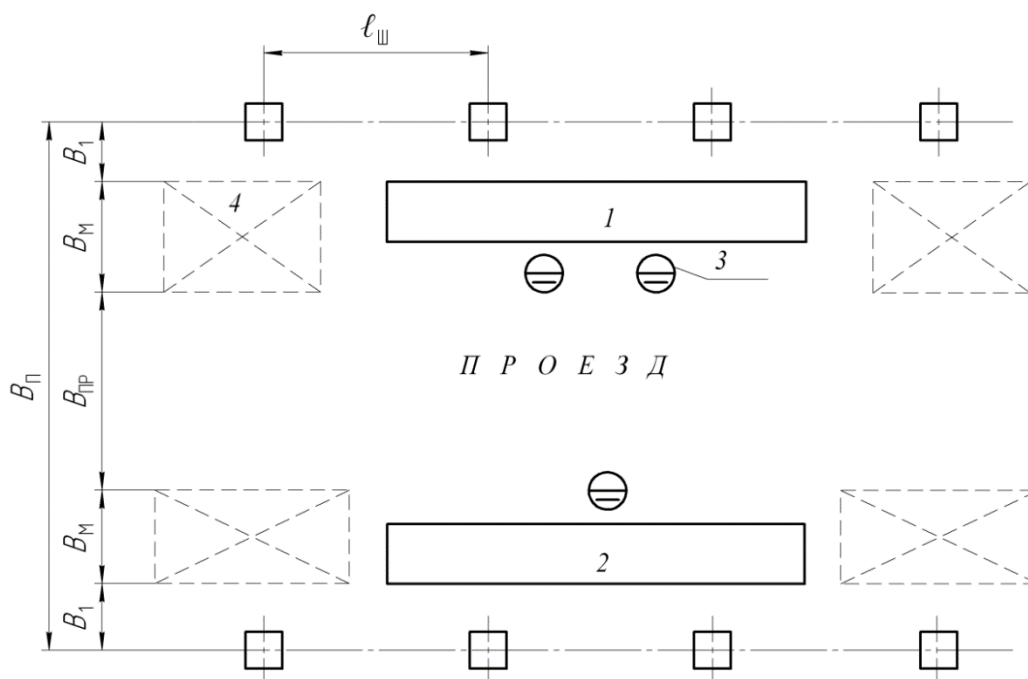


Рис. 2 – Схема планировки цеха при расположении складочных мест между рабочими местами: 1 – участок резки металла; 2 – сборочно-сварочный стенд; 3 – место обслуживающего персонала; 4 – складочное место

Расчет длины цеха (участка) L определяется как сумма размера каждого оборудования и расстояний между ними (рис. 3):

$$L = \sum \ell_i \quad (3)$$

где ℓ_i – размер оборудования, расстояние между ними, расстояние между колонной и оборудованием и т. д.).

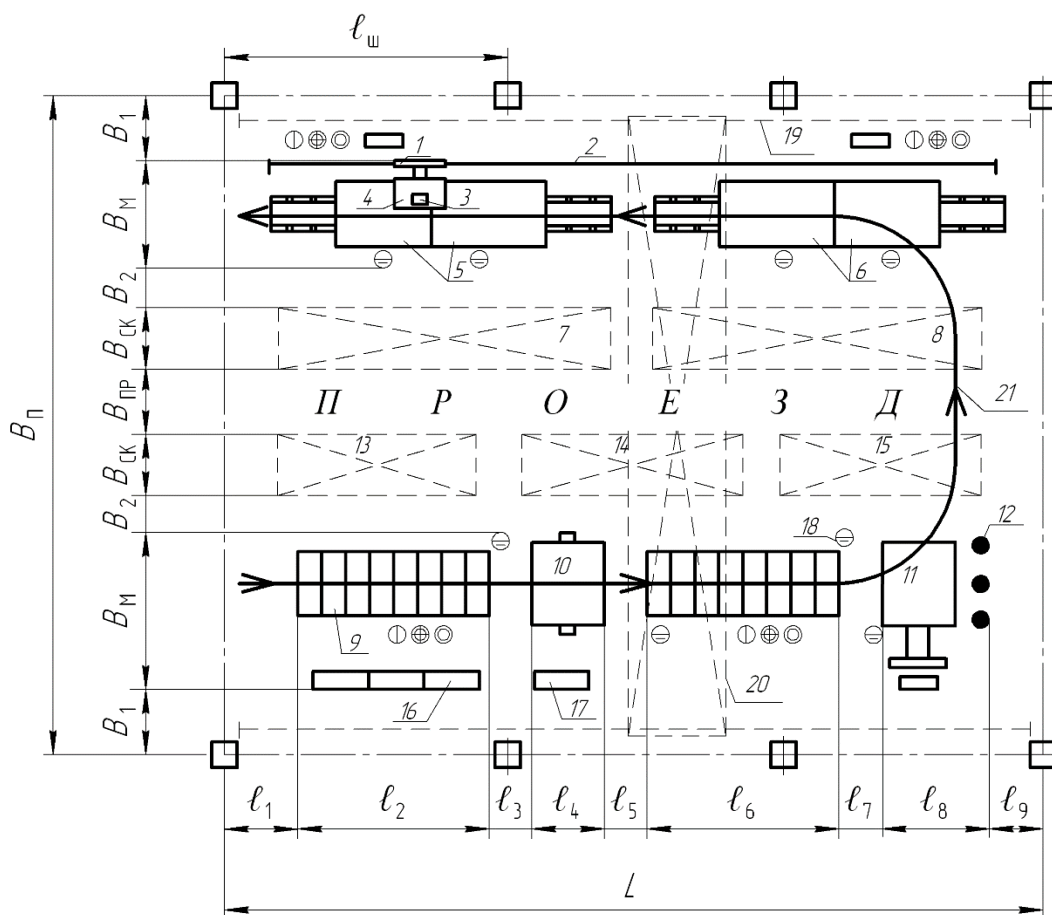


Рис. 3 – Планировка участка заготовки, сборки и сварки обечаек:

1 – велосипедная тележка; 2 – направляющий рельс; 3 – сварочный трактор (головка); 4 – балкон; 5,6 – обечайки на роликовом стенде под сборку и сварку; 7 – складочное место для сваренных обечаек; 8 – складочное место для собираемых обечаек; 9 – рольганг; 10 – гильотинные ножницы; 11 – листогибочная машина с откидным верхним валком; 12 – поддерживающее устройство; 13 – складочное место для поступающих листов; 14 – складочное место для обрезанных в размер листов; 15 – складочное место для вальцованных обечаек; 16 – стеллажи для инструментов и оснастки; 17 – шкаф управления; 18 – рабочее место; 19 – подкрановый путь; 20 – мостовой кран; 21 – направление грузопотока.











Для расчета ширины и длины пролета проектируемого цеха предварительно составляют эскиз планировки, на котором размещают основное и вспомогательное оборудование, рабочие и складочные места, проезды и проходы. При этом расстояния между оборудованием, элементами зданий (колоннами и стенами), рабочими и складочными местами, а также ширину проездов и проходов устанавливают в соответствии с нормами технологического проектирования (табл. 1).

Таблица 1 – Допускаемые пределы минимальных расстояний между оборудованием, складочными местами и элементами здания цеха

№	Определяемое расстояние	Допускаемые пределы значений, м
1	От колонн или стен здания до боковой стороны оборудования	1-3
2	От колонн или стен здания до тыльной стороны оборудования	1-2,5
3	Между боковыми сторонами оборудования	1-1,4
4	Между складочными местами	1-1,4
5	Между боковой стороной оборудования и складочным местом	1-1,2
6	Между тыльной стороной оборудования и складочным местом	1

Примечание: Меньшие значения указанных допустимых расстояний относятся к малогабаритным, а большие – к крупногабаритным (в плане) станкам, стендам и складочным местам.

На планировке цеха (участка) согласно ГОСТ 2.428–2012 для обозначения мест обслуживающего персонала и подвода промышленных сред используют следующие условные знаки:

	– место обслуживающего персонала		– средства охлаждения (эмульсия)
	– электроэнергия		– природный газ
	– сжатый воздух		– защитный газ
	– вентиляция		– городской газ
	– вода		– вакуум
	⁷⁵ – горячая вода		

На планировке цеха должны быть показаны:

- колонны с осями;
- производственное оборудование;
- подъемно-транспортные устройства;
- технологическая оснастка, рабочие столы, плиты, стеллажи и т. д.;
- место обслуживающего персонала (рабочее место);
- места для складирования заготовок, деталей и изделий;
- места промышленных подводок (электроэнергии, воды, сред и др.);
- проезд, направление грузопотока (производственного потока).

На планировке также должны быть даны общие габаритные размеры цеха (ширина, длина и высота), расстояние между колоннами. Кроме этого, на планировках следует указывать номера операций движения заготовок (деталей) согласно направления грузопотока.

Для составления планировки цеха (участка) согласно ГОСТ Р 2.002–2019 выбирают следующие масштабы уменьшения: 1:5, 1:10, 1:20, 1:25, 1:50, 1:100 и 1:200.

Согласно ГОСТ 2.428–2012 на планировке цеха (участка) габаритные контуры оборудования обозначаются основной линией. Подвижные части оборудования обозначают тонкой штрихпунктирной линией с двумя точками. Складочные места обозначаются пунктирной линией.

Подкрановые балки, пути для подвешенного подъемно-транспортного оборудования, монтажные приспособления и т. д. на планировке цеха согласно ГОСТ Р 2.002–2019 должны обозначаться красным цветом.

При проектировании цеха необходимо обеспечивать прямоточность технологического процесса, отсутствие возвратных перемещений заготовок и изделий, осуществлять наиболее полную загрузку оборудования и подъемно-транспортных устройств и их рациональное размещение.

Кроме этого, на планировке размеры цеха должны быть проверены с точки зрения соблюдения санитарных норм для промышленных предприя-

тий, согласно которым на каждого работающего должно приходиться не менее 15 м^3 объема производственного помещения.

4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 1) Титульный лист.
- 2) Цель работы.
- 3) Описать основные положения теоретической части, привести расчетные формулы, рисунки и таблицу 1.
- 4) Для заданного преподавателем варианта привести планировку и рассчитать ширину и длину пролета цеха (участка).
- 5) Сделать общие выводы по работе.

5. ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ

- 1) Исходя из каких условий рассчитывается ширина пролета цеха (участка)?
- 2) Как рассчитывается ширина пролета цеха (участка) при расположении складочных мест между рабочими местами?
- 3) Как рассчитывается ширина пролета цеха (участка) при расположении складочных мест поперек ряда?
- 4) Чему равна ширина пролета цеха согласно нормам технологического проектирования?
- 5) Как рассчитывается длина цеха (участка)?
- 6) Основные требования при проектировании цехов.
- 7) Какие санитарные нормы необходимо учитывать при проектировании цехов?
- 8) Чему равно расстояние между рабочими и складочными местами?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЫСОТЫ ПРОЛЕТА СВАРОЧНЫХ ЦЕХОВ И УЧАСТКОВ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Овладеть методикой рационального проектирования и расчета высоты пролета сварочных цехов и участков.

2. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

- 1) Изучить методику расчета высоты пролета различных типов сборочно-сварочных и заготовительных цехов.
- 2) Рассчитать высоту и осуществить планировку пролета цеха (участка) для заданного преподавателем варианта.
- 3) Составить отчет и сделать выводы о проделанной работе.

3. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Высота пролета проектируемого сборочно-сварочного цеха (участка) выбирается, исходя из подлежащих изготовлению в них изделий, габаритными размерами применяемого оборудования и наличием или отсутствием использования верхнего транспорта (мостовых кранов, кран-балок, подвесных тележек и т.д.).

При отсутствии верхнего транспорта (крана) высота пролета цеха $H_{\text{п}}$ от уровня пола до низа перекрытия рассчитывается следующим образом (рис. 1):

$$H_{\text{п}} \geq h_1 + h_2 \geq 4,5 \text{ м}, \quad (1)$$

где: h_1 – наибольшая высота оборудования (стенда, стеллажа), установленного в цехе;

h_2 – расстояние между наивысшей точкой указанного оборудования и наиболее низкой точкой выступающих частей перекрытия цеха (принимают $h_2 = 0,4-1$ м);

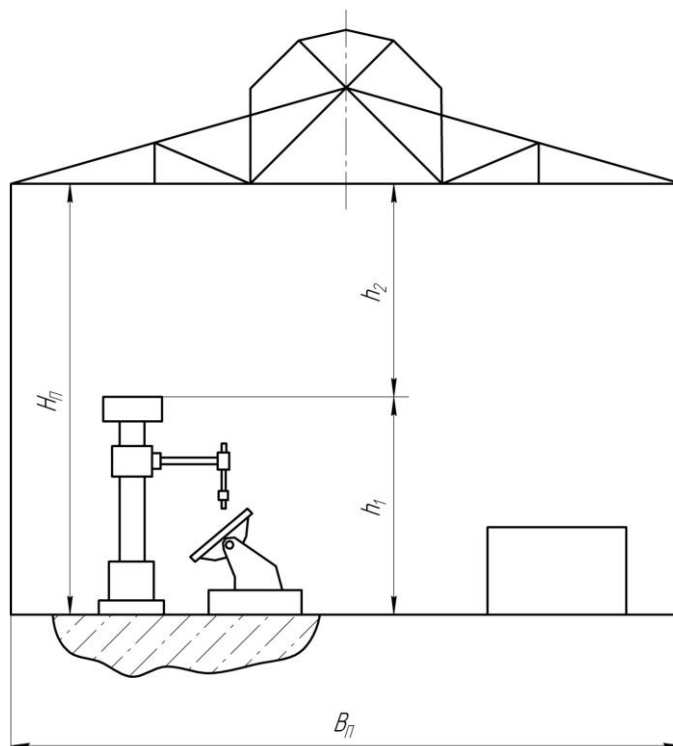


Рис. 1 – Схема разреза цеха для расчета высоты пролета при отсутствии верхнего транспорта (крана)

Согласно норм технологического проектирования высота производственных помещений (без верхнего транспорта) от пола до потолка должна составлять не менее 4,5 м.

При наличии верхнего транспорта высота пролета для сборочно-сварочного цеха (участка) рассчитывается следующим образом (рис. 2):

$$H_p \geq h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 \quad (2)$$

$$H_{п} \geq H_p + h_6 + h_7, \quad (3)$$

где H_p – высота пролета цеха (участка) от пола до головки рельса подкранового пути;

$H_{п}$ – высота пролета цеха (участка) от пола до низа перекрытия;

h_1 – наибольшая высота сборочно-сварочного оборудования (стенда,

- установки), применяемого в цехе;
- h_2 – расстояние между наивысшей точкой самого высокого оборудования, установленного в цехе, и наиболее низкой точкой поднятого груза (принимают $h_2 = 0,5-1$ м);
- h_3 – наибольшая высота грузов, перемещаемых в цехе при помощи верхнего транспорта (крана);
- h_4 – расстояние между наиболее высокой точкой груза и низкой точкой крюка крана (при креплении груза цепями или тросами принимают равным $0,5$ ширины зачалки, но не менее 1 м);
- h_5 – расстояние между наиболее низкой точкой крюка крана до головки рельса подкранового пути (зависит от конструкции крана, но должно быть не менее $0,75$ м);
- h_6 – расстояние от головки рельса подкранового пути до высшей точки тележки крана;
- h_7 – расстояние между высшей точкой тележки крана и нижним уровнем затяжки стропил перекрытия (принимают $0,6-1,2$ м);
- α – угол между вертикалью и натянутыми стропами, которые удерживают на крюке крана груз (принимают $\alpha = 45^\circ$).

При наличии верхнего транспорта высота пролета для заготовительного цеха (участка) рассчитывается следующим образом (рис. 3):

$$H_P \geq h_1 + h_2 + h_5 \quad (4)$$

$$H_{II} \geq H_P + h_6 + h_7 \quad (5)$$

Значения величин, входящих в формулы (4) и (5), те же, что и для формул (2) и (3).

Полученные по формулам (1-5) значения высот H_{II} и H_P подлежат уточнению в процессе подробной разработки технологического плана и разреза цеха с учетом рекомендуемых размеров ширины и высоты пролета согласно норм технологического проектирования (табл. 1).

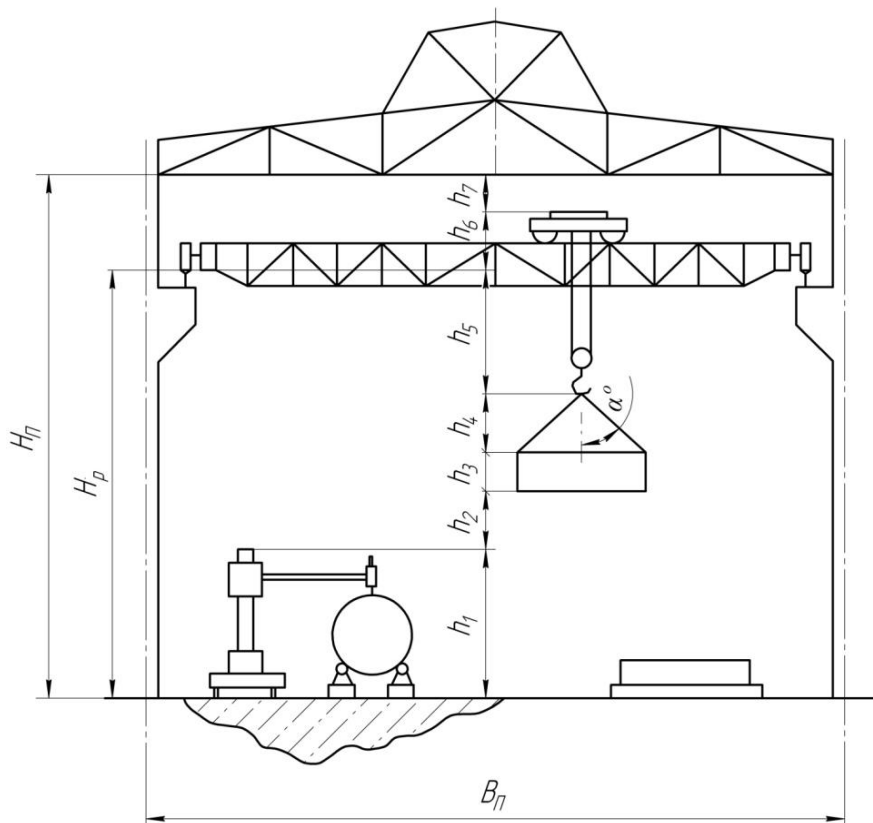


Рис. 2 – Схема разреза сборочно-сварочного цеха для расчета высоты пролета при наличии верхнего транспорта (крана)

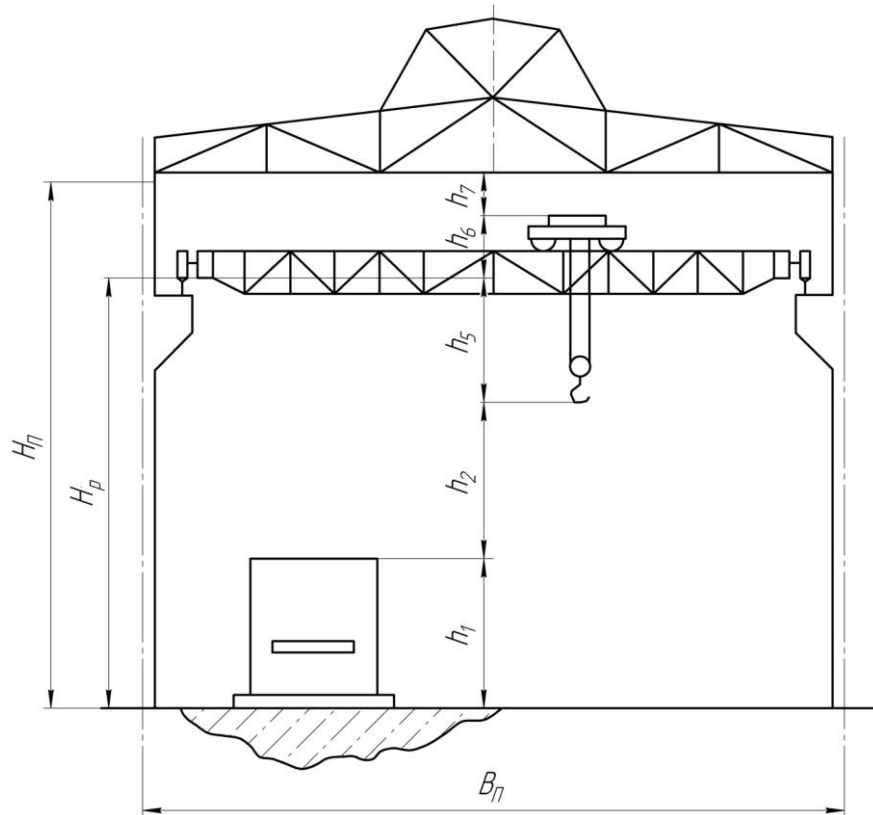


Рис. 3 – Схема разреза заготовительного участка для расчета высоты пролета при наличии верхнего транспорта (крана)

Таблица 1 – Выбор значений высот $H_{п}$ и $H_{р}$ пролета цеха и допускаемая грузоподъемность мостовых кранов согласно норм технологического проектирования

Высота от пола до низа перекрытия $H_{п}$, м	Высота от пола до головки рельса $H_{р}$, м	Грузоподъемность крана, Q , т	Шаг колонн ℓ , м	Ширина пролета цеха $B_{п}$, м
8,4	6,15	10	12	18
9,6; 10,8	6,95; 8,15	10, 20	12	18
12,6; 14,4	9,65; 11,45	10, 20, 30	12	18
8,4	6,15	10	12	24
9,6; 10,8	6,95; 8,15	10, 20	12	24
12,6; 14,4	9,65; 11,45	10, 20, 30	12	24
16,2; 18	12,65; 14,45	30, 50	12	24
12,6	9,65	10, 20, 30,	12	30
14,4	11,45	20, 30	12	30
16,2; 18	12,65; 14,45	30, 50	12	30

- Примечания: 1. Для цеха, оборудованного подвесными и односторонними кранами, (кран-балками) высота $H_{п}$ выбирается равной 6; 7,2; 8,4; 9,6; 10,8 и 12,6 м с грузоподъемностью до 5 т.
2. При проектировании в цехе железнодорожных платформ и вагонов $H_{р}$ должна составлять не менее 6 м.
3. При технологической необходимости высоту $H_{п} = 18$ м можно увеличить на величину, кратную 1,8 м.

Подкрановые балки, пути для подвешенного подъемно-транспортного оборудования, монтажные приспособления и т. д. на планировке цеха согласно ГОСТ Р 2.002–2019 должны обозначаться красным цветом.

4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 1) Титульный лист.
- 2) Цель работы.
- 3) Описать основные положения теоретической части, привести расчетные формулы, рисунки и таблицу 1.
- 4) Для заданного преподавателем варианта рассчитать высоту пролета и составить схему разреза цеха, участка или отделения.
- 5) Сделать общие выводы по работе.

5. ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ

- 1) Исходя из каких условий рассчитывается и выбирается высота пролета цеха (участка)?
- 2) Как рассчитывается высота пролета цеха (участка) при отсутствии верхнего транспорта?
- 3) Как рассчитывается высота пролета для сборочно-сварочного цеха (участка) при наличии верхнего транспорта?
- 4) Как рассчитывается высота пролета для заготовительного цеха (участка) при наличии верхнего транспорта?
- 5) Чему равна минимальная высота пролета для цеха при отсутствии верхнего транспорта и при наличии последнего?
- 6) Чему равна максимальная высота цеха от пола до низа перекрытия?
- 7) Какое минимальное расстояние между наивысшей точкой оборудования и наиболее низкой точкой поднятого груза?
- 8) Как рассчитать высоту цеха при проектировании в нем железнодорожных платформ и вагонов?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

РАСЧЕТ И ПЛАНИРОВКА МОНТАЖНОЙ ПЛОЩАДКИ СБОРКИ И СВАРКИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Овладеть методикой рациональной планировки и расчета размеров монтажной площадки сборки и сварки вертикальных цилиндрических резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов.

2. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

- 1) Изучить теоретическую часть и методику расчета площади монтажной площадки сборки и сварки вертикальных цилиндрических резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов.
- 2) Рассчитать площадь и осуществить рациональную планировку монтажной площадки сборки и сварки вертикального цилиндрического резервуара для заданного преподавателем варианта.
- 3) Составить отчет и сделать выводы о проделанной работе.

3. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Согласно определения по ГОСТ 31385–2016 *резервуар вертикальный цилиндрический стальной* – это наземное строительное сооружение, предназначенное для приема, хранения, измерения объема и выдачи жидкости. Большинство резервуаров предназначено для хранения нефти и нефтепродуктов. Вертикальные цилиндрические резервуары имеют объемы от 100

до 120000 м³. Изготавливают резервуары в основном из сталей марок Ст2 и Ст3, а также низколегированных сталей 09Г2С и 10ХСНД.

Основными элементами резервуара являются: цилиндрический корпус, днище и крыша (рис. 1).

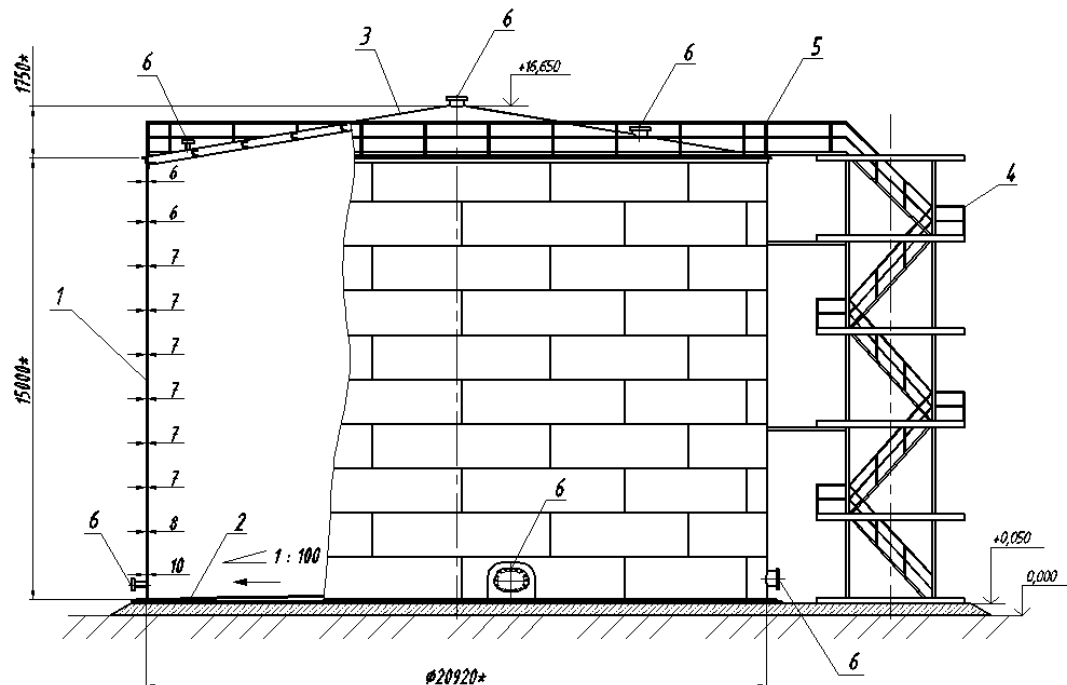


Рис. 1 – Вертикальный цилиндрический резервуар:
1 – стенка; 2 – днище; 3 – крыша; 4 – шахтная лестница;
5 – площадка с ограждениями; 6 – люки и патрубки

По конструктивным особенностям вертикальные цилиндрические резервуары делят на следующие типы:

- резервуар со стационарной крышей без понтона (РВС);
- резервуар со стационарной крышей с понтоном (РВСП);
- резервуар с плавающей крышей (РВСПК).

Конструкции резервуаров, оборудованные РВСП и РВСПК, позволяют сократить потери продуктов от испарения.

В зависимости от номинального объема, места расположения площадки строительства, прогнозируемой величины ущерба при возможной аварии, резервуары подразделяются на четыре уровня ответственности –

класса опасности. Согласно СТО-СА-03 -002-2009 минимальный класс опасности определяется номинальным объемом резервуара:

класс 1 – резервуары объемом свыше 50000 м³;

класс 2 – резервуары объемом от 10000 до 50000 м³;

класс 3 – резервуары объемом от 1000 и менее 10000 м³;

класс 4 – резервуары объемом менее 1000 м³.

Класс опасности устанавливается заказчиком в задании на проектирование и должен быть повышен для резервуаров, расположенных непосредственно по берегам рек, крупных водоемов и в черте городской застройки. Для резервуаров, предназначенных для хранения продуктов плотностью свыше 1.015 т/м³, класс опасности повышается на одну ступень.

По методам изготовления и монтажа листовых конструкций (стенки, днища, настила стационарных крыш, мембраны понтонов и плавающих крыш) резервуары делятся на следующие виды:

а) резервуары рулонной сборки, листовые конструкции которых изготавливаются и монтируются в виде рулонизируемых полотнищ;

б) резервуары полистовой сборки, изготовление и монтаж всех листовых конструкций которых ведется из отдельных листов;

в) резервуары комбинированной сборки, часть листовых конструкций которых изготавливаются и монтируются из отдельных листов, а часть - в виде рулонизируемых полотнищ.

Стенки и днища резервуаров всех типов объемом ≥ 10000 м³ и толщиной более 16 мм должны изготавливаться и монтироваться методом полистовой сборки.

На монтажной площадке в процессе изготовления вертикальных цилиндрических резервуаров необходимо соблюдать следующую последовательность работ:

- подготовка монтажной площадки и основания;
- сборка и сварка днища;

- монтаж, сборка и сварка вертикальной стенки;
- монтаж, сборка и сварка крыши;
- монтаж, сборка и приварка люков и патрубков;
- монтаж, сборка и сварка лестницы, ограждения и обслуживающей площадки;
- испытания резервуара.

До начала монтажа резервуара должны быть проведены все работы по обустройству зоны монтажной площадки в соответствии со строительным генеральным планом, устройству и приемке основания и фундамента. Для установки резервуаров в качестве оснований применяют грунтовую подушку, сплошную железобетонную плиту и кольцевой железобетонный фундамент.

Грунтовые подушки применяют в основном для небольших резервуаров объемом не более 1000 м³. Для устройства грунтовой подушки используют чистые и прочные сыпучие материалы – песок и щебень. Высота подушки должна составлять не менее 0,5 м.

Сплошная железобетонная плита рекомендуется для резервуаров диаметром не более 15 м на не мёрзлых грунтах и для всех резервуаров на мёрзлых грунтах, а также для всех резервуаров при хранении в них этилированных бензинов.

Кольцевой железобетонный фундамент используется при наличии значительных контурных нагрузок по периметру стенки или при необходимости установки анкеров. Для резервуаров объемом 2000-3000 м³ под стенкой резервуара устанавливают железобетонное фундаментное кольцо шириной не менее 0,8 м и не менее 1,0 м – для резервуаров объемом более 3000 м³. Толщину кольца принимают не менее 0,3 м.

Типичная конструктивная схема широко применяемого основания из кольцевого железобетонного фундамента показана на рис. 2.

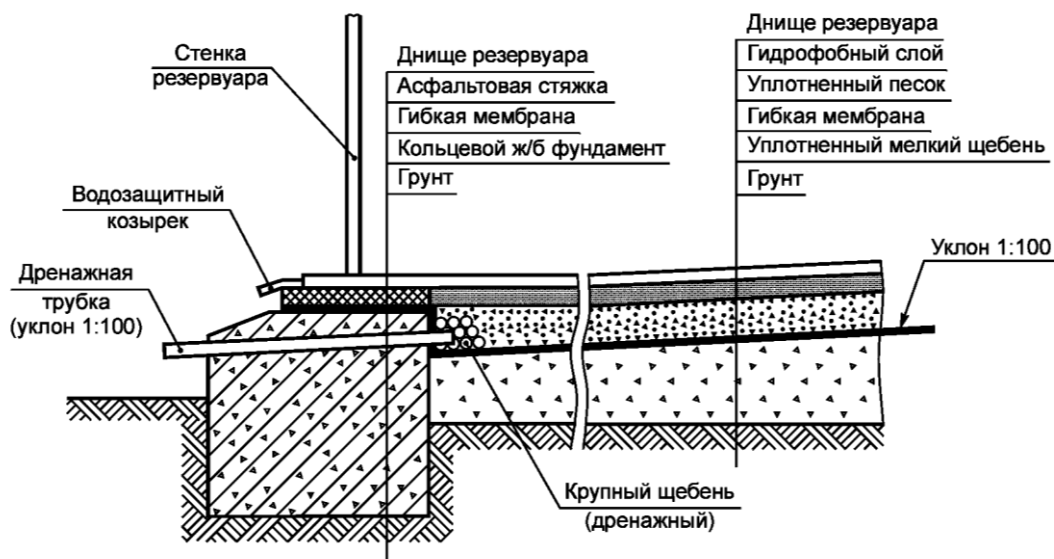


Рис. 2 – Кольцевой железобетонный фундамент

Под дном резервуара должен быть предусмотрен гидроизолирующий слой, выполненный из асфальтобетона или песчаного грунта, пропитанного нефтяными вяжущими добавками. Толщина гидроизолирующего слоя под центральной частью дна – не менее 50 мм, под окрайкой дна – не менее 20 мм.

При устройстве фундамента резервуара должно быть предусмотрено проведение мероприятий по отводу грунтовых вод и атмосферных осадков из-под дна резервуара.

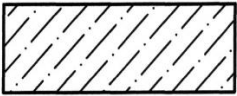
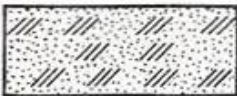


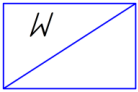

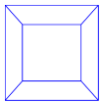
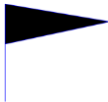
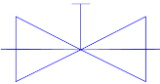



Монтажная площадка представляет собой место, где ведутся строительные и монтажные работы. Монтажная площадка включает в себя комплекс производственных и бытовых зданий, площадок и других сооружений, обеспечивающих осуществление технологического процесса непосредственно на объекте строительства. Требования к планировке монтажной площадки, к площадкам складирования, площадкам работы и перемещения кранов, к временным дорогам, помещениям и другим необходимым благоустройствам определяются проектом производства работ. План монтажной площадки должен быть согласован с заказчиком.

Подготовка монтажной площадки должна быть выполнена до начала строительно-монтажных работ и включать следующие работы основные работы:

- устройство не менее двух временных проездов (въездов) на монтажную площадку;
- подготовку площадок для работы и перемещения кранов, техники и других механизмов;
- подготовку площадки для размещения временных помещений (производственных, административных, бытовых и др.);
- подготовку площадок для общего складирования металлоконструкций и укрупнительной сборки металлоконструкций резервуара;
- подводу технической воды, электроэнергии для работы кранов, механизмов, сварочного и другого оборудования, а также для освещения зоны монтажа;
- обеспечение средствами связи и пожаротушения;
- ограждение по всему периметру площадки и обозначение предупреждающими знаками.

В процессе разработки проекта монтажной площадки предварительно составляют рабочий эскиз. Планировку начинают с обозначения резервуара, который располагается, как правило, в центре монтажной площадки. Вокруг резервуара размещают кольцевой железобетонный фундамент и утрамбованный насыпной грунт (с щебнем) для работы крана. Затем на планировке располагают площадки для подъемно-транспортных средств, складирования металла, конструкций, оборудования, такелажной оснастки. Далее размещают временные дороги, административные и бытовые помещения (вагончики), шкафы электропитания, площадки под строительный мусор, баки с водой, средства пожаротушения, осветительные столбы и др. На заключительном этапе составления плана обозначают границу зоны ограждения территории монтажной площадки.

При составлении планировок монтажных площадок применяют следующие условные изображения элементов производства:

<p>Площадка бетонированная</p> 	<p>Площадка из насыпного грунта</p> 
<p>Площадка для хранения металла</p> 	<p>Административно-бытовые помещения (вагончики)</p> 
<p>Шкаф (будка) электропитания</p> 	<p>Осветительные прожекторы</p> 
<p>Площадка для строительного мусора</p> 	<p>Граница монтажной площадки</p> 
<p>Пожарный кран (подвод воды)</p> 	<p>Ворота двустворчатые</p> 
<p>Пожарный ящик с песком</p> 	<p>Пожарный щит с огнетушителем, лопатой, багром, ведром и др.</p> 

Площадь монтажной площадки определяют прежде всего исходя из габаритных размеров резервуара, складочных и рабочих мест, а также количества и состава подъемно-транспортных средств, монтажного и технологического оборудования.

Ширину B участка монтажной площадки определяют по следующей формуле (рис. 3):

$$B = 2(B_{\text{д}} + B_{\text{к}} + B_{\text{б}}) + D_{\text{р}} + B_1 + B_2 + B_3 + B_4 + B_5, \quad (1)$$

где: $B_{\text{д}}$ – ширина временных дорог;

$B_{\text{к}}$ – ширина кольцевой насыпной площадки для работы крана;

B_B – ширина бетонированной кольцевой площадки под резервуар;

D_p – диаметр резервуара;

B_1, B_5 – расстояние между ограждением зоны монтажной площадки и временной дорогой;

B_2, B_4 – ширина площадки для складирования строительного мусора;

B_3 – ширина емкости с водой.

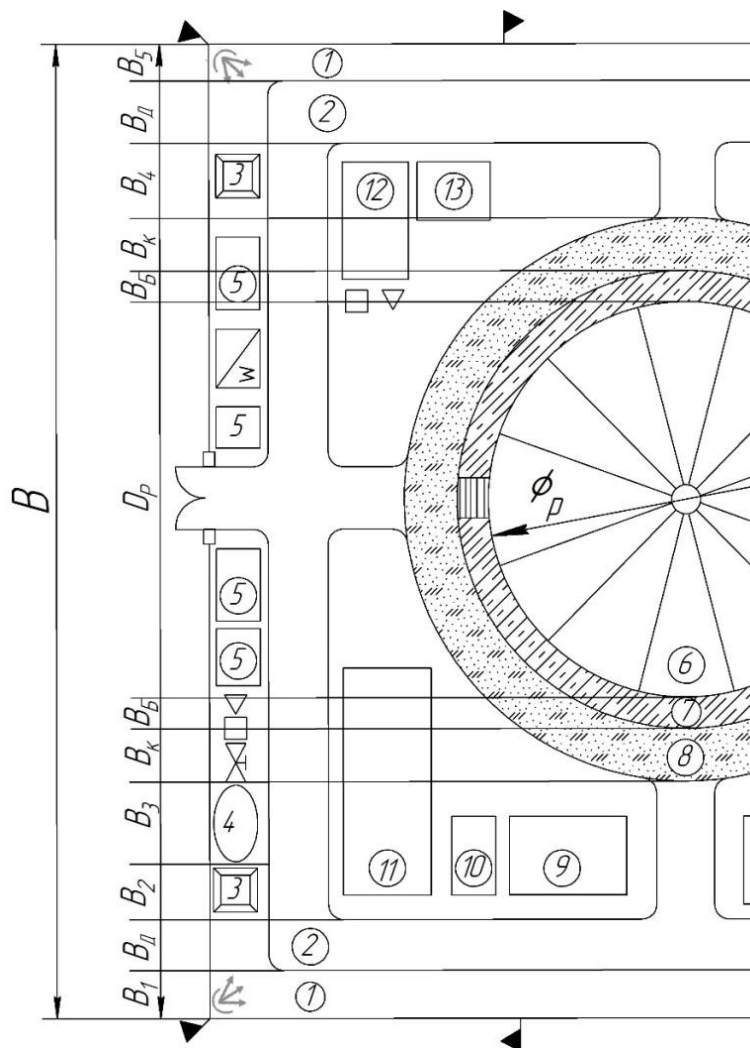


Рис. 3 – Схема планировки для расчета ширины монтажной площадки:

1 – зона ограждения монтажной площадки; 2 – дороги временные; 3 – площадка для складирования строительного мусора; 4 – емкость с водой; 5 – административные и бытовые помещения; 6 – резервуар; 7 – кольцевой железобетонный фундамент; 8 – площадка для работы крана; 9 – склад такелажной оснастки и приспособлений; 10 – грузозахватные механизмы и приспособления; 11 – стоянка автотранспорта; 12 – склад сварочного и вспомогательного оборудования; 13 – склад сварочных и других материалов.

Расчет длины L монтажной площадки определяется как сумма размеров всех элементов производства (склады, площадки, дороги и т.д.) и расстояний между ними (рис. 4):

$$L = \sum \ell_i \quad (3)$$

где ℓ_i – размер первого, второго и последующих элементов производства, расположенных по длине монтажной площадки.

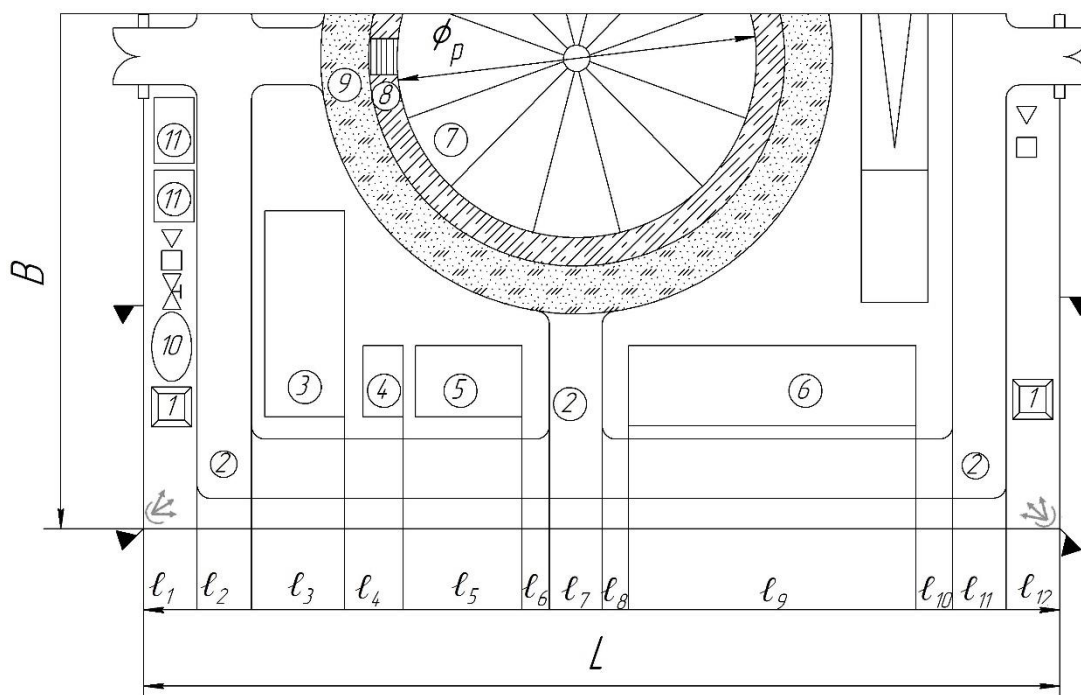


Рис. 4 – Схема планировки для расчета длины монтажной площадки:
 1 – площадка для строительного мусора; 2 – дороги временные; 3 – стоянка автотранспорта; 4 – грузозахватные механизмы и приспособления; 5 – склад такелажной оснастки и приспособлений; 6 – склад листов для стенки; 7 – резервуар; 8 – кольцевой железобетонный фундамент; 9 – площадка для работы крана; 10 – емкость с водой; 11 – административные и бытовые помещения (вагончики)

После корректировки и увязки всех элементов производства назначают фактические размеры территории монтажной площадки (ширину и длину) и окончательно утверждают планировку участка сборки и сварки вертикального цилиндрического резервуара.

Пример планировки монтажной площадки сборки и сварки вертикального цилиндрического резервуара для нефти и нефтепродуктов представлен на рис. 5.

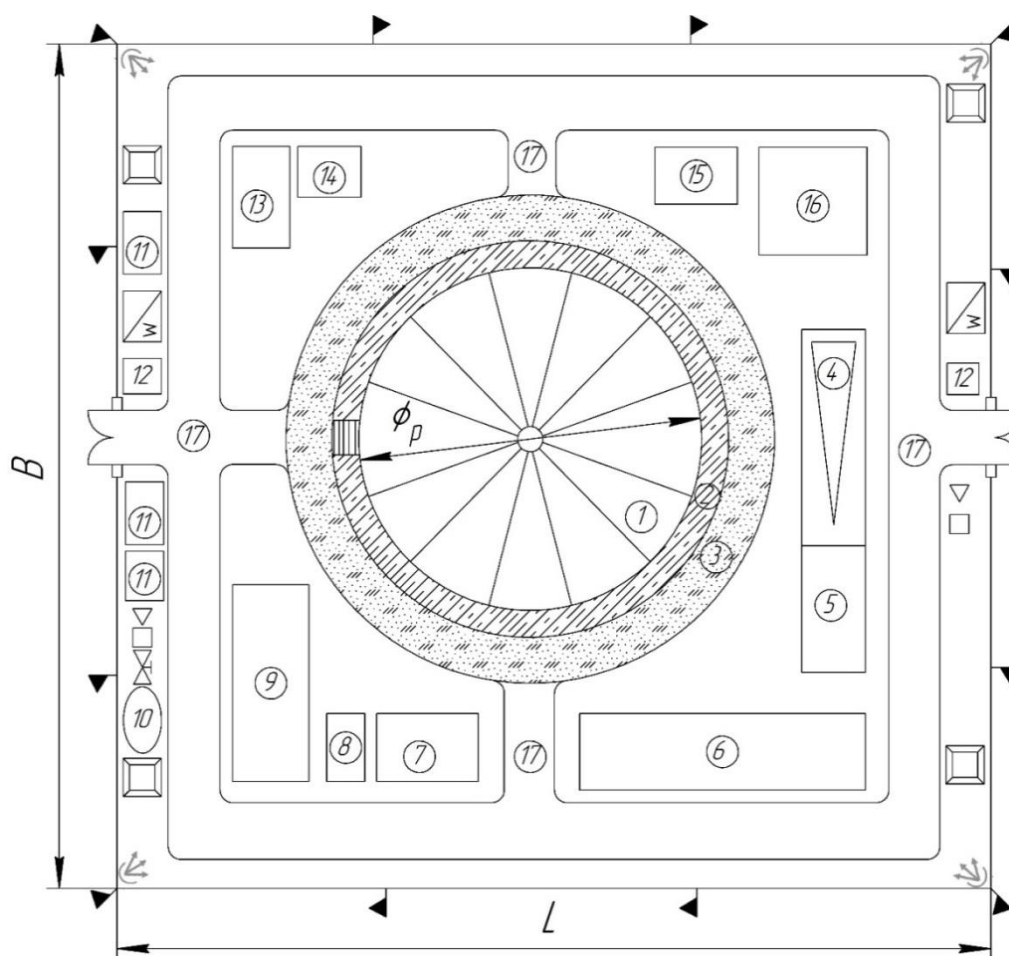


Рис. 5 – Планировка монтажной площадки сборки и сварки резервуара:
 1 – резервуар; 2 – кольцевой железобетонный фундамент; 3 – насыпная кольцевая площадка для работы крана; 4 – площадка сборки и сварки щитов крыши; 5 – склад листов для крыши; 6 – склад листов для стенки; 7 – склад такелажной оснастки и приспособлений для монтажа; 8 – грузозахватные механизмы и приспособления; 9 – стоянка для крана, бульдозера и автотранспорта; 10 – емкость с водой; 11 – административные и бытовые помещения (вагончики); 12 – КПП; 13 – склад сварочного и вспомогательного оборудования; 14 – склад сварочных и других материалов; 15 – склад профильного металла; 16 – склад листов для днища; 17 – дороги временные.

Резервуары всех типов перед сдачей их заказчику для выполнения антикоррозионной защиты и монтажа оборудования подвергают гидравлическому испытанию по ГОСТ 31385-2016. Резервуары со стационарной крышей без понтона дополнительно испытывают на внутреннее избыточное давление и относительное разрежение.

4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 1) Титульный лист.
- 2) Цель работы.
- 3) Описать основные положения теоретической части, привести расчетные формулы, рисунки и таблицу с условными обозначениями.
- 4) Для заданного преподавателем варианта составить планировку и рассчитать размеры монтажной площадки сборки и сварки резервуара.
- 5) Сделать общие выводы по работе.

5. ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ

- 1) Из каких основных элементов состоит конструкция вертикального цилиндрического резервуара?
- 2) Какие типы вертикальных цилиндрических резервуаров применяют для хранения нефти и нефтепродуктов?
- 3) На какие классы опасности делятся вертикальные цилиндрические резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов?
- 4) На какие методы изготовления и монтажа подразделяют вертикальные цилиндрические резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов?
- 5) Перечислить последовательность технологических операций при изготовлении резервуаров на монтажной площадке.
- 6) Какие конструктивные схемы оснований применяют для установки вертикальных цилиндрических резервуаров?
- 7) Как условно изображают элементы производства при составлении планировок монтажных площадок?
- 8) Как рассчитывается ширина монтажной площадки?
- 9) Как рассчитывается длина монтажной площадки?

СЕМЕСТРОВАЯ РАБОТА

РАСЧЕТ И ПЛАНИРОВКА СБОРОЧНО СВАРОЧНЫХ ЦЕХОВ, УЧАСТКОВ И МОНТАЖНЫХ ПЛОЩАДОК

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Овладеть методикой расчета, компоновки и рациональной планировки сборочно-сварочных цехов, участков и монтажных площадок.

Данная семестровая работа является разделом «Планировка сборочно-сварочного участка» выпускной квалификационной работы бакалавра.

2. СОДЕРЖАНИЕ СЕМЕСТРОВОЙ РАБОТЫ

Типовая структура семестровой работы по планировке участка сборки и сварки конструкций должна содержать следующие листы и разделы:

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- основные требования при проектировании сварочных цехов (площадок);
- расчет длины и ширины пролета участка (монтажной площадки);
- расчет высоты пролета участка;
- планировка и компоновка участка (монтажной площадки);
- заключение;
- список использованной литературы;
- приложение.

Примечания:

Введение – должно содержать краткое назначение и техническую характеристику изделия, в какой отрасли применяется, из каких узлов (деталей) состоит, условия работы.

Приложение – прикладывается чертеж планировки участка, монтажной площадки в формате А4 (на рис.1-2 приведены примеры планировок).

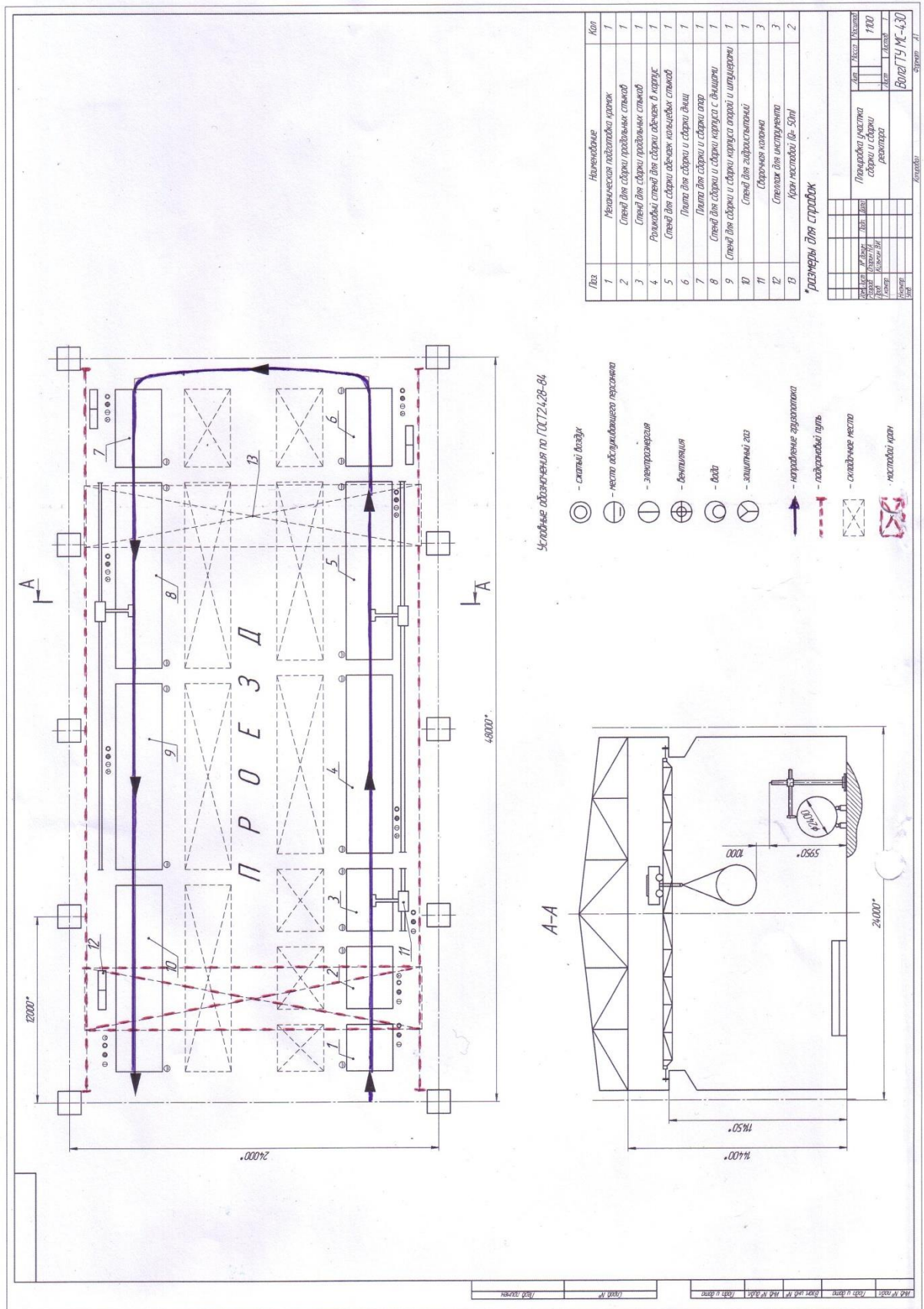


Рис. 1 – Пример планировки участка сборки и сварки реактора

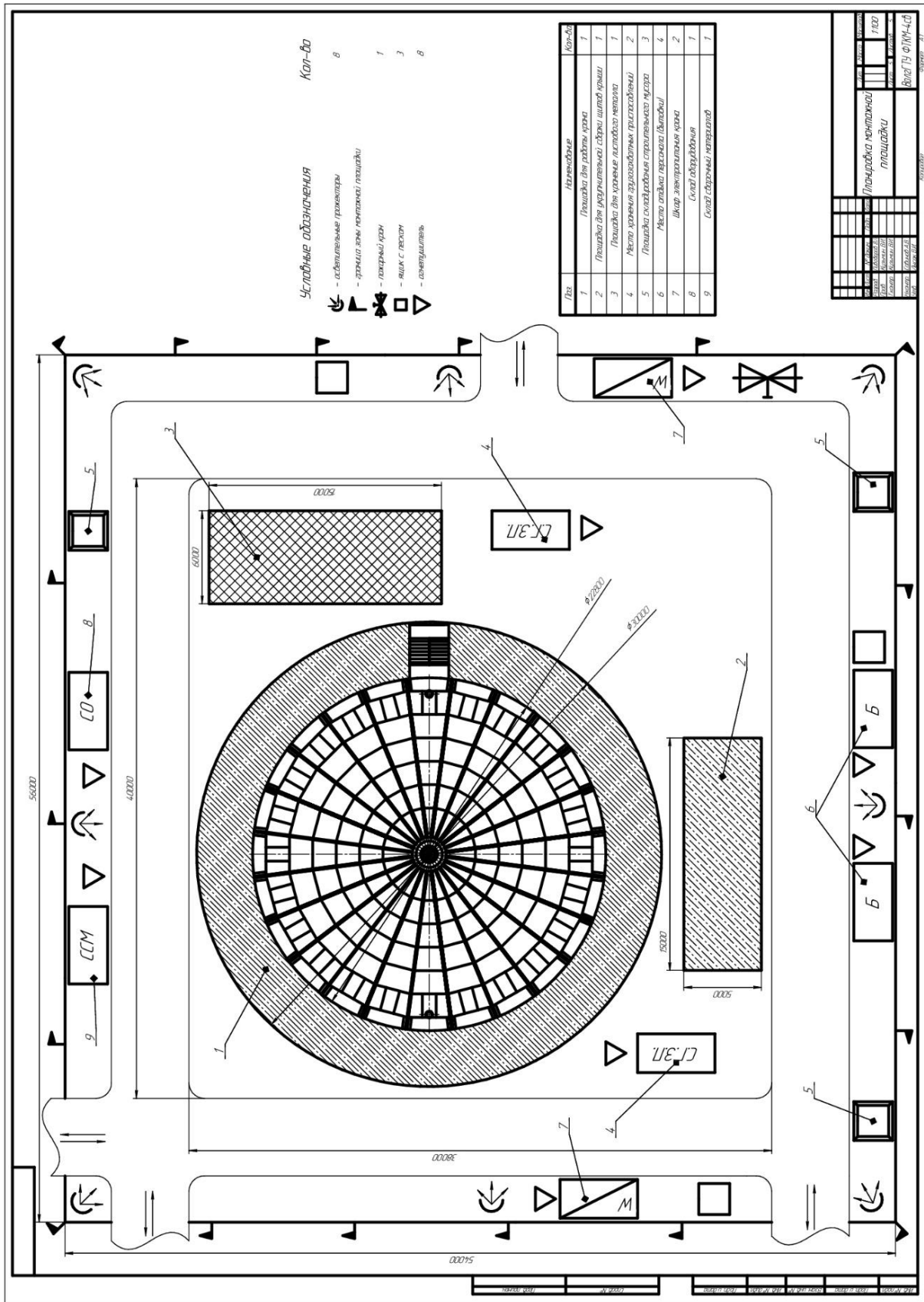


Рис. 2 – Пример планировки монтажной площадки сборки и сварки резервуара

3. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ СЕМЕСТРОВЫХ РАБОТ

№ задания	Название темы семестровой работы
1	Расчет и планировка участка сборки и сварки стального теплообменника диаметром 3000 мм и длиной 8000 мм
2	Расчет и планировка участка сборки и сварки стальной ректификационной колонны диаметром 1800 мм и длиной 5600 мм
3	Расчет и планировка участка сборки и сварки стропильной фермы высотой 2200 мм и длиной 20000 мм
4	Расчет и планировка участка сборки и сварки стальной емкости диаметром 2100 мм и длиной 5100 мм
5	Расчет и планировка участка сборки и сварки стального газгольдера диаметром 2800 мм и длиной 7600 мм
6	Расчет и планировка участка сборки и сварки подкрановой двутавровой балки высотой 1000 мм и длиной 18000 мм
7	Расчет и планировка участка сборки и сварки рамы железнодорожного вагона шириной 3000 мм и длиной 23400 мм
8	Расчет и планировка участка сборки и сварки секции буровой вышки размером 4000x 3500 мм и высотой 10000 мм
9	Расчет и планировка участка сборки и сварки стального теплообменника диаметром 2400 мм и длиной 9600 мм
10	Расчет и планировка участка сборки и сварки стропильной фермы высотой 2800 мм и длиной 24000 мм
11	Расчет и планировка участка сборки и сварки стальной емкости диаметром 3500 мм и длиной 8000 мм
12	Расчет и планировка участка сборки и сварки реактора диаметром 2800 мм и длиной 7600 мм
13	Расчет и планировка монтажной площадки сборки и сварки резервуара вертикального стального для хранения нефтепродуктов объемом $V=5000 \text{ м}^3$, внутренним диаметром $D= 22800 \text{ мм}$ и высотой стенки $H=15000 \text{ мм}$
14	Расчет и планировка монтажной площадки сборки и сварки резервуара вертикального стального для хранения нефтепродуктов объемом $V=10000 \text{ м}^3$, внутренним диаметром $D= 28500 \text{ мм}$ и высотой стенки $H=18000 \text{ мм}$
15	Расчет и планировка монтажной площадки сборки и сварки двух резервуаров вертикальных стальных для хранения нефтепродуктов объемом $V=10000 \text{ м}^3$, внутренним диаметром $D= 34000 \text{ мм}$ и высотой стенки $H=12000 \text{ мм}$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Куркин, С. А. Сварные конструкции. Технология изготовления, механизация, автоматизация и контроль качества в сварочном производстве / С. А. Куркин, Г. А. Николаев – М.: Высшая школа, 1991. – 398 с.
2. Лукьянов, В. Ф. Изготовление сварных конструкций в заводских условиях / В. Ф. Лукьянов, В. Я. Харченко, Ю. Г. Людмирский. – Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 314 с.
3. Красовский, А. Н. Основы проектирования сварочных цехов / А. Н. Красовский. – М.: Машиностроение, 1980. – 319 с.
4. Проектирование автоматизированных участков и цехов: учебник / под ред. Ю. М. Соломенцева. – М.: Высшая школа, 2000. – 272 с.
5. Металлические конструкции: учебник / под ред. Ю. И. Кудишина. – М.: Академия, 2007. – 688 с.
6. Кузьмин, Е.В. Технология производства сварных конструкций: учеб. пособие / В. И. Кузьмин, И. В. Зорин, В. И. Кузьмин, О. А. Полесский. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2021. – 92 с.
7. Кузьмин, В. И. Проектирование и технология производства сварных конструкций и оснастки: учеб. пособие / В. И. Кузьмин, А. П. Пеев, Е. В. Кузьмин. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2016. – 80 с.
8. ГОСТ Р 21.101–2020. Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации. М.: Стандартинформ, 2020. – 65 с.
9. ГОСТ 21.501-2018. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений. М.: Стандартинформ, 2018. – 65 с.
10. ГОСТ 14.004–2009. Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий (переиздание) М.: Стандартинформ, 2009. – 9 с.
11. ГОСТ 3.1121–2012. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на типовые и групповые технологические процессы (переиздание). М.: Стандартинформ, 2012. – 203 с.
12. ГОСТ Р 2.002–2019. Требования к моделям, макетам и темплетам, применяемым при проектировании. М.: Стандартинформ, 2019. – 8 с.
13. ГОСТ 2.428-2012. Правила выполнения темплетов (переиздание). М.: Стандартинформ, 2012. – 51с.
14. ГОСТ 31385–2016. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2016. – 91 с.
15. ГОСТ 12.3.009–2008. Система стандартов безопасности труда. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности (переиздание). М.: Стандартинформ, 2008. – 8 с.
16. ГОСТ 12.4.026–2015. Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. М.: Стандартинформ, 2017. – 83 с.
17. ГОСТ 12.1.004-2006. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования (переиздание). М.: Стандартинформ, 2006. – 64 с.

18. ГОСТ 21.112-2003. Система проектной документации для строительства. Подъемно-транспортное оборудование. Условные изображения (переиздание). М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 6 с.
19. ГОСТ 21.201–2020. Система проектной документации для строительства. Условные графические изображения элементов зданий, сооружений и конструкций (переиздание). М.: Стандартинформ, 2020. – 20 с.
20. СНиП 11-01-95. Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и состав проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений. – М. : Государственный комитет РФ по делам строительства.– 1995.– 17 с.
21. ОНТП 09-96. Отраслевые нормы технологического проектирования предприятий автомобильной промышленности. Сборочно-сварочные цехи. – М.: Минпром России, 1997. – 17 с.
22. СП 48.13330.2019. Организация строительства СНиП 12-01-2004. М.: Стандартинформ, 2020. – 62 с.
23. СП 56.13330.2011 (с изменениями в ред. от 18.08.2016 г.). Производственные здания. – М.: Минстрой России, 2016. – 19 с.
24. СП 112.13330.2011. Пожарная безопасность зданий и сооружений. – М.: Минстрой России, 2011. – 29 с.
25. СП 365.1325800.2017. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для хранения нефтепродуктов. Правила производства и приемки работ при монтаже. М.: Стандартинформ, 2018. – 72 с.
26. СП 126.13330.2017. Геодезические работы в строительстве. М.: Стандартинформ, 2018. – 54 с.
27. СП 155.13130.2014. Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности. – М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2013. – 51 с.
28. СП 45.13330.2017. Земляные сооружения, основания и фундаменты. М.: Минстрой России, 2017. – 212 с.
29. СТО-СА-03-002-2009. Правила проектирования, изготовления и монтажа вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов. – М.: Ростехэкспертиза, 2009 – 216 с.
30. МДС 12-81.2007. Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства и проекта производства работ. М.: ФГУП ЦПП, 2007–10 с.
31. РД 03-614-03. Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов. – М.: ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2015. – 64 с.
32. РД 03-615-03. Документы системы аттестации сварочного производства на объектах, подконтрольных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору (САСв Ростехнадзора). Аттестация сварочных технологий. Серия 03. Выпуск 55. – М.: Научно-технический центр по безопасности в промышленности, 2008. – 270 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ЗАДАЧИ И ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТАМ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА	5
2. ТИПЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА	7
3. ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ КОМПОНОВКИ СВАРОЧНЫХ ЦЕХОВ	10
4. СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ СВАРОЧНЫХ ЦЕХОВ	14
5. СТАДИИ РАЗРАБОТКИ И СОДЕРЖАНИЕ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА	16
6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ И ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	20
7. ОБЩАЯ МЕТОДИКА И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ПЛАНА ЦЕХА	23
8. ПРИМЕРЫ ПЛАНИРОВОК ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ И СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫХ УЧАСТКОВ И ОТДЕЛЕНИЙ	36
9. РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА И ПЛАНИРОВКА МОНТАЖНОЙ ПЛОЩАДКИ ДЛЯ СБОРКИ И СВАРКИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРОВ	41
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1. РАСЧЕТ ПЛОЩАДЕЙ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫХ ЦЕХОВ И УЧАСТКОВ	57
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2. РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЫСОТЫ ПРОЛЕТА СВАРОЧНЫХ ЦЕХОВ И УЧАСТКОВ	64
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3. РАСЧЕТ И ПЛАНИРОВКА МОНТАЖНОЙ ПЛОЩАДКИ СБОРКИ И СВАРКИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ	70
СЕМЕСТРОВАЯ РАБОТА	81
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	85

Учебное издание

Евгений Владимирович **Кузьмин**
Александр Васильевич **Савинов**
Владимир Иванович **Кузьмин**

РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СВАРОЧНЫХ ЦЕХОВ И УЧАСТКОВ

Учебно-методическое пособие

Редактор *Н. Н. Кваша*

Темплан 2022 г. Поз. №

Подписано в печать – 2022 Формат 60×84 1/16. Бумага газетная.

Гарнитура Times. Печать офсетная. Усл. печ. л. Уч.-изд. л.

Тираж 100 экз. Заказ

Волгоградский государственный технический университет
400005, Волгоград, просп. В. И. Ленина, 28, корп. 1 .

Отпечатано в типографии ИУНЛ ВолгГТУ .
40005, Волгоград, просп. В.И. Ленина, 28, корп. 7.