

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Часть II

**Методические указания
к практическим и лабораторным работам
для студентов направления подготовки
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»**



Севастополь
СевГУ
2019

УДК 621.797
П79

Р е ц е н з е н т:

А.О. Харченко - канд. техн. наук, профессор
кафедры «Технология машиностроения»

Составитель: В.Б. Богуцкий

П79 Проектирование машиностроительного производства: метод. указания к практическим и лабораторным работам для студентов направления подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» по дисциплине «Проектирование машиностроительного производства». Часть II / Сост. В.Б. Богуцкий, – Севастополь: СевГУ, 2019. – 50 с.

Методические указания предназначены для оказания помощи студентам при выполнении практических и лабораторных работ по дисциплине «Проектирование машиностроительного производства».

УДК 621.797

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Технология машиностроения», протокол № 15 от 28 мая 2019 г.

Допущено учебно-методическим отделом Политехнического института СевГУ в качестве методических указаний.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Практическая работа 6. Определение состава и количества оборудования станочного комплекса ГПС.....	4
2. Практическая работа 7. Определение структуры и состава автоматической транспортно-складской системы ГПС. Компоновка ГПС.....	10
3. Лабораторная работа 1 Проектирование компоновки участка механической обработки.....	22
4. Лабораторная работа 2. Проектирование планировки административно-бытовых помещений цеха машиностроительного предприятия.....	30
5. Лабораторная работа 3 Проектирование компоновки механического цеха.....	36
Рекомендуемая литература.....	43
Приложение.....	44

Практическая работа 6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА И КОЛИЧЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ СТАНОЧНОГО КОМПЛЕКСА ГПС

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Получить практические навыки определения состава и количества оборудования станочного комплекса гибкой производственной системы (ГПС).

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Станочный комплекс ГПС может быть представлен в виде отдельных одно- и многоцелевых станков с ЧПУ, гибких производственных модулей (ГПМ), роботизированных технологических комплексов (РТК). При подборе станков для ГПС пользуются двумя принципами: принципом взаимодополняющих станков и принципом взаимозаменяющих станков.

Принцип взаимодополняющих станков соответствует их традиционному набору и расположению на участке в технологической последовательности. Недостатком производства, построенного на этом принципе, является низкая технологическая надежность, потому что выход из строя какого-либо станка, имеющегося в составе ГПС в единственном экземпляре, сразу же уменьшает номенклатуру выпускаемых деталей.

Принцип взаимозаменяющих станков состоит в том, что для обработки поверхностей различных деталей используются станки одной модели (одной группы). Выход из строя какого-либо станка в этом случае приведет лишь к некоторому снижению производительности ГПС, но не к сужению номенклатуры выпускаемых деталей. Применение этого принципа является наиболее эффективным, если гибкое производство построено на основе многооперационных станков. При этом все станки можно загрузить только выполнением одних операций, а можно на разных станках выполнять последовательный ряд операций по изготовлению одновременно одной, двух или более деталей разных наименований.

Там, где невозможно использование одного из приведенных принципов, построение ГПС осуществляют по смешанному принципу. Выбор вида станков, их специализации по числу управляемых координат и определение их количества в составе ГПС по выпуску деталей заданной номенклатуры осуществляются на основе разработанных технологических процессов на типовые детали по следующей формуле:

$$K = \frac{C_{cp}}{T_{cp}},$$

где C_{cp} – средняя станкоемкость, приходящаяся на каждый станок, мин;
 T_{cp} – средний такт выпуска деталей, мин; K – число станков по виду оборудования.

$$C_{cp} = \frac{C_1 + C_2 + \dots C_n}{n},$$

где n – число типовых деталей; C_i – станкоемкость, приходящаяся на каждый станок по обработке i -го представителя типовых деталей, мин.

$$C_i = \sum_{j=1}^p t_{onj},$$

где t_{oni} – оперативное время по выполнению перехода на рассматриваемом станке, мин; p – число всех переходов, выполняемых на рассматриваемом станке по обработке деталей.

$$t_{oni} = t_{oi} + t_{м-вi} + t_{yi},$$

где t_{oi} – основное время на выполнение перехода, мин; $t_{м-вi}$ – машинно-вспомогательное время, связанное с выполнением перехода (быстрый подвод и отвод инструмента, автоматическая смена инструмента и т.д.), мин; t_{yi} – вспомогательное время на снятие – установку заготовки, мин.

$$T_{cp.} = \frac{60 \cdot \Phi_0 \cdot K_{исп.}}{N_{год}},$$

где Φ_0 – годовой фонд времени оборудования, ч; $K_{исп.}$ – коэффициент использования оборудования по машинному времени; $N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, шт.

Расчетное значение K по каждому виду оборудования округляют в сторону большего целого числа.

При получении большого значения коэффициента загрузки отдельных видов станков ($K_{исп.} \geq 0,9$) следует перевести обработку части поверхностей на однотипные станки с меньшей загрузкой (принцип взаимодополняющих станков). Недогрузка оборудования на 20...25 % позволяет иметь некоторый запас производительности ГПС, который может быть использован для освоения новых деталей.

Пример расчета станочной системы ГПС.

Задача. Определить состав и структуру ГПС автоматизированного производства корпусных деталей. Детали-представители от групп обрабатываемых деталей представлены на рисунке 1.

Исходные данные для проектирования. Сведения о продукции: корпусные детали 75-ти наименований (рисунок 1) с габаритными размерами от 100 до 400 мм из алюминиевых сплавов типа АЛ-9, изготавливаемые в условиях автоматизированного мелкосерийного производства месячными партиями 20...30 шт. Средний годовой объем выпуска деталей $N_r = 12744$ шт. Заготовки получены литьем в кокиль и штамповкой. Заготовки, полученные литьем, обрабатываются только по плоскостям разъема (чистовая обработка), полученные штамповкой – по всем наружным поверхностям. Отклонения от параллельности и перпендикулярности поверхностей

Из анализа технических условий на изготовление можно сделать следующие выводы:

– высокие требования к соосности ступенчатых отверстий и большое их количество с достаточно высокими требованиями к точности межосевого расстояния требуют обработки их также с одной установки на многооперационных станках с ЧПУ;

– наличие глубоких отверстий требует выделения их обработки на отдельном специализированном станке для глубокого сверления.

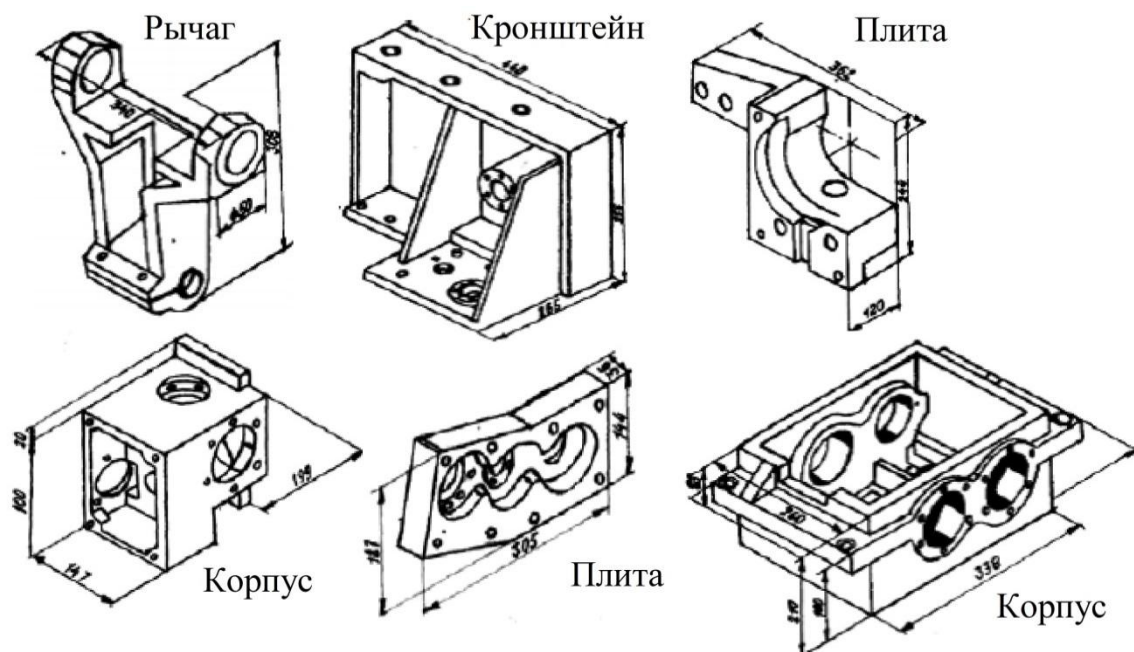


Рисунок 1. Детали-представители корпусных деталей для обработки на станках ГПС

6

этих деталей наибольшая и составляет около 87 % общей трудоемкости обработки всей номенклатуры деталей.

Таблица 1. Анализ номенклатуры обрабатываемых деталей

Показатель	Группа деталей по габаритным размерам				Всего
	1...160 мм	2...250 мм	3...320 мм	4 св. 320 мм	
Число наименований деталей	35	28	3	9	75
Трудоемкость годовой программы, тыс. станко-ч	71,8	59,9	4,92	14,78	151,4
Число станков с ЧПУ (ориентировочно)	3,3	2,7	0,22	0,77	6,92

Соответственно от каждой группы выбираются типовые детали, включающие в себя все встречающиеся виды обрабатываемых поверхностей и их сочетания, характеризующие необходимую точность и требования к качеству обработки для данной группы. В связи с большим объемом деталей, вошедших в первые две группы, выбираем по две типовых детали от каждой группы: *A* и *B* от первой группы и *C* и *D* – от второй.

На основе проведенного анализа технологических процессов механической обработки типовых деталей можно сделать следующие выводы:

- обработка корпусных деталей должна осуществляться за одну установку на станках, выполняющих фрезерные, сверлильные и расточные операции, т.е. на многооперационных станках;

- для единого подхода ко всем технологическим процессам ось шпинделя всех станков следует располагать горизонтально и параллельно плоскости координат *X* и *Z*. Это дает возможность, кроме четырех линейных управляемых координат, получить еще две управляемые круговые координаты *A* и *B* за счет установки поворотных столов с вертикальной или горизонтальной осью вращения;

- сверление глубоких отверстий должно осуществляться отдельно на специализированном станке для глубокого сверления ружейными сверлами;

- часть деталей номенклатуры при обработке базируется перпендикулярно плоскости стола и оси шпинделя (детали *A* и *B*). Другая часть устанавливается базой на стол станка. При таком расположении для обработки деталей могут быть использованы трех-, четырех- и пятикоординатные станки для выполнения фрезерно-сверлильно-расточных операций и специализированный станок для глубокого сверления;

- основная номенклатура деталей проходит обработку по одному из двух маршрутов: черновая обработка на пятикоординатном станке, получистовая обработка на пятикоординатном станке и получистовая обработка на шестикоординатном станке (для заготовок, полученных штамповкой)

и обработка на пятикоординатном станке, чистовая обработка на шестикоординатном станке и сверление отверстий на станке для глубокого сверления (для заготовок, полученных точным литьем в кокиль).

Меньшая часть деталей номенклатуры, пропуская тот или иной станок, сохраняет общую последовательность обработки.

Таким образом, анализ технологии обработки позволяет выявить типы станков, необходимые для обработки всей номенклатуры деталей, подлежащих изготовлению на комплексе, их специализацию по числу управляемых координат, а также трудоемкость обработки на каждом из них, необходимую для последующего расчета числа станков ГПС.

Расчет числа оборудования по каждому типу станков осуществляется по приведенным выше формулам. Необходимые данные для расчета (средняя станкоемкость) берутся из технологических процессов обработки типовых деталей ($\Phi_0 = 4025$ часов, $K_{исп} = 0,9$, $N_{год} = 12744$ шт.). В таблице 2 приведены данные расчета по рассматриваемым в примере деталям состава оборудования станочного комплекса.

$$T_{cp} = \frac{4025 \cdot 0,9}{12744} = 0,284ч \approx 17 мин.$$

Таблица 2. Число станков по каждому типу.

Многооперационный станок для фрезерно-сверлильно-расточных операций:	Станкоемкость на станок, мин				Средняя станкоемкость, мин	$K_{расч}$	
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>		Вариант 1	Вариант 2
Четырехкоординатный	35,8	10,0	7,4	8,1	15,3	0,9	–
Пятикоординатный	77,5	41,0	41,8	25,2	46,4	2,7	3,6
Шестикоординатный	28,1	14,9	25,8	10,1	19,5	1,15	1,15
Специализированный для глубокого сверления	15,8	7,7	6,2	–	9,8	0,58	0,58

Таким образом, для обработки всей номенклатуры деталей необходим станочный комплекс в составе одного четырехкоординатного станка, трех пятикоординатных станков и одного шестикоординатного станка для обработки с одной установки всех каналов ружейными сверлами.

Недозагрузка станков комплекса позволяет иметь запас производительности, который необходим для освоения новых деталей.

Подбираем станки из числа имеющихся с учетом габаритов обрабатываемых деталей и числа управляемых координат. Окончательный состав станочного комплекса из серии станков выглядят следующим образом: пятикоординатные станки модели СМ 630 Ф 44 – 4 станка; шестикоординатные станки модели СМ 400 Ф 45 – 2 станка; пятикоординатный специализированный станок для глубокого сверления модели СГ 400 Ф 45 – 1 станок. Каждый из станков имеет магазин инструментов по 60 инструментов.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 3.1. Изучить методические указания к практической работе.
- 3.2. Выбрать и обосновать принцип подбора станков для ГПС.
- 3.3. Получить исходные данные для проектирования (номенклатура обрабатываемых деталей, программа выпуска, типовые техпроцессы).
- 3.4. Выполнить анализ номенклатуры обрабатываемых деталей, сформулировать выводы и подобрать типы станков.
- 3.5. Рассчитать количество станков каждого типа.
- 3.6. Подобрать марки станков с учетом габаритов обрабатываемых деталей и числа управляемых координат.

4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 4.1. Цель работы.
- 4.2. Исходные данные для расчета.
- 4.3. Результаты анализа номенклатуры обрабатываемых деталей, выбранные типы станков.
- 4.4. Расчет количество станков каждого типа.
- 4.5. Выводы по работе.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 5.1. Область применения ГПС.
- 5.2. Исходные данные для определение числа оборудования станочного комплекса ГПС.
- 5.3. В чем состоит принцип взаимодополняющих станков?
- 5.4. Принципы выбора вида станков по их специализации и числу управляемых координат.
- 5.5. Что такое средняя станкоемкость оборудования?
- 5.6. В чем состоит принцип взаимозаменяющих станков?
- 5.7. Методика расчета оперативного времени при работе на станках с ЧПУ.
- 5.8. Порядок построения циклограммы работы ГПС.
- 5.9. Что входит в состав оперативного времени при выполнении технологического перехода на станке в составе ГПС?
- 5.10. Как определяется число станков по виду оборудования
- 5.11. Поясните понятие – «Коэффициент использования оборудования по машинному времени».
- 5.12. Что является критерием оптимальности компоновки станочной системы ГПС?

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ И РАСЧЕТ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСКОЙ СИСТЕМЫ ГПС. КОМПОНОВКА ГПС

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Получить практические навыки определения структуры и расчета автоматической транспортно-складской системы ГПС.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Автоматическая транспортно-складская система (АТСС) в ГПС предназначена выполнять следующие функции: хранить в накопителях большой вместимости (складе) межоперационные заделы деталей и автоматически транспортировать их в заданный адрес по командам от ЭВМ; транспортировать детали от станка к станку, а также на позиции разгрузки и загрузки; оперативно пополнять накопители небольшой вместимости, установленные около каждого станка; транспортировать обработанные детали на позиции контроля и возвращать их для продолжения дальнейшей обработки или на позиции разгрузки – загрузки.

Различают следующие схемы транспортирования деталей: разомкнутую, замкнутую и совмещенную. По конструктивному исполнению склады бывают стеллажного, элеваторного, магазинного типов и конвейеры.

Наиболее часто применяют склады стеллажного типа. В состав АТСС стеллажного типа входят: стеллаж-накопитель спутников с заготовками, транспортные средства (штабелеры), позиции загрузки, разгрузки и контроля. Стеллажи АТСС располагаются, как правило, вдоль линии станков ГПС. Различные схемы компоновок стеллажей-накопителей спутников приведены на рисунке 1.

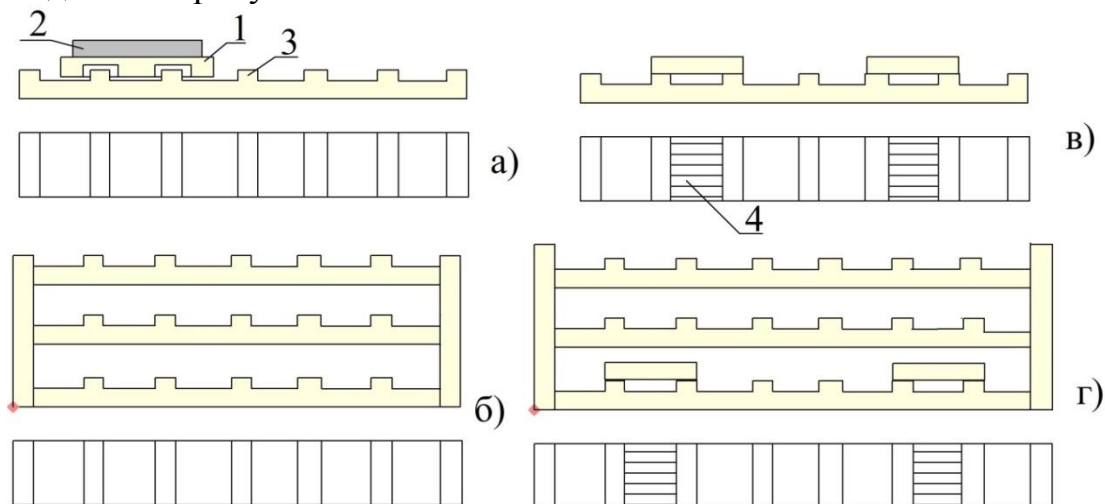


Рисунок 1. Схемы компоновки стеллажей-накопителей: а – одноярусного однорядного; б – многоярусного однорядного; в – одноярусного двухрядного; г – многоярусного двухрядного; 1 – спутник; 2 – заготовка; 3 – ложементы ячейки накопителя; 4 – передающие окна

Определение характеристики стеллажа-накопителя. Основной расчетной характеристикой стеллажа является его вместимость, которая определяется исходя из числа спутников, необходимого для полной загрузки станков во время работы комплекса.

Расчеты основных параметров АТСС целесообразно производить исходя из числа среднестатистических величин трудоемкости обработки деталей и их месячной программы выпуска на предприятии. Это позволит при смене обрабатываемой детали обеспечить загрузку ГПС, близкой к расчетной.

Максимальное число деталиустановок различных наименований (число серий), которые могут быть обработаны на комплексе в течение месяца, равно:

$$K_{\max} = \frac{60 \cdot \Phi_{cm} \cdot n_{cm}}{t_{об} \cdot N},$$

где Φ_{cm} – месячный фонд отдачи станка, ч ($\Phi_{cm} = 305$ ч); n_{cm} – число станков, входящих в ГПС; $t_{об}$ – средняя трудоемкость обработки одной деталиустановки, мин; N – средняя месячная программа выпуска деталей одного наименования.

Полученное число деталиустановок (число возможных серий) определяет число ячеек в стеллаже. С точки зрения унификации зажимных элементов приспособлений, захватных устройств, размеров ячеек стеллажей, в ГПС рекомендуется осуществлять обработку различных деталей на приспособлениях-спутниках однотипной конструкции и размерами установочных поверхностей.

Для обеспечения нормальной работы ГПС необходим запас ячеек в накопителе, равный примерно 10 % от $K_{\max}$.

Наиболее рациональной компоновкой стеллажа является многоярусная двухрядная схема, которая позволяет значительно сократить размеры автоматизированного склада и в то же время обеспечить удобное обслуживание его, расположив соответствующие транспортные механизмы и отделения с обеих сторон (рисунок 1, з).

Пример расчета вместимости стеллажа-накопителя. Число деталиустановок различных наименований, которые могут быть обработаны на комплексе, по формуле (2.4) при средней трудоемкости обработки одной деталиустановки (табл. 3.3) $t_{об} = 0,7$ ч, месячной программе $N = 20$ шт. и месячном фонде работы одного станка в две смены $\Phi_{cm} = 305$ ч, составит:

$$K_{\max} = \frac{60 \cdot 305 \cdot 7}{46,4 \cdot 20} \approx 140 \text{ шт.}$$

С учетом 10%-ного запаса число ячеек в стеллаже должно быть

$$n_{яч} = 140 + 14 = 164 \text{ шт.}$$

Выбираем одноярусный двухрядный стеллаж-накопитель (рис. 1). При размерах ячеек (куб) 0,5 м стеллаж предварительно имеет следующие размеры: длина – 41 м; ширина – 1,0 м; высота – 0,5 м.

Расчет числа позиций загрузки и разгрузки. Функционально позиции загрузки, где производится установка заготовки в приспособление-спутник, и разгрузки, где обработанная деталь снимается с приспособления, могут быть либо разделены, либо совмещены. При разделении функций должно быть на участке минимум два рабочих места.

Расчет необходимого числа позиций загрузки и разгрузки производят по формуле

$$n_{\text{поз}} = \frac{t \cdot K_{\text{дет}}}{60 \cdot \Phi_{\text{поз}}},$$

где t – средняя трудоемкость операций на позиции (только загрузки или разгрузки, если операции разделены, и суммарная, если обе операции выполняются на одной позиции), мин; $K_{\text{дет}}$ – число деталиустановок, проходящих через позицию в течение месяца, шт.; $\Phi_{\text{поз}}$ – месячный фонд времени работы позиции, ч.

$$K_{\text{дет}} = K_{\text{наим}} \cdot N,$$

где N – средняя месячная программа выпуска деталей одного наименования $K_{\text{наим}}$, шт.

Для расчетов можно использовать следующие значения трудоемкостей операций по загрузке (t_z) и разгрузке (t_p) деталей: $t_z = 5$ мин; $t_p = 3$ мин, $\Phi_{\text{поз}} = \Phi_{\text{см}} = 305$ ч (при двусменной работе оборудования).

Расчетное значение числа позиций загрузки и разгрузки округляют в сторону большего целого числа. Для надежности работы ГПС целесообразно выполнять позиции загрузки и разгрузки взаимозаменяемыми. При выходе из строя одной позиции, вторая в этом случае продолжит обслуживание ГПС с большей загрузкой.

Пример расчета числа позиций загрузки и разгрузки. Расчет числа позиций загрузки и разгрузки с разделением функций загрузки и разгрузки при $t_{\text{загр}} = 5$ мин, $t_p = 3$ мин, при числе деталиустановок равном 20, обрабатываемых на комплексе в течение месяца:

$$K_{\text{дет}} = 152 \cdot 20 = 3040 \text{ шт.} \quad n_{\text{поз.з}} = \frac{5 \cdot 3040}{305 \cdot 60} = 0,83 \quad n_{\text{поз.р}} = \frac{3 \cdot 3040}{305 \cdot 60} = 0,5.$$

Итак, при разделении функций требуется одна позиция загрузки с коэффициентом использования $K_{\text{исп}} = 83$ % и одна позиция разгрузки с $K_{\text{исп}} = 50$ % . Для надежной работы комплекса целесообразным является выполнить эти позиции взаимозаменяемыми, т.е.

$$n_{\text{поз.р}} = \frac{(5 + 3) \cdot 3040}{305 \cdot 60} = 1,34 \approx 2 \quad \text{с загрузкой каждой из них } K_{\text{исп.}} = 67 \text{ \%}.$$

При выходе из строя одной из позиций другая возьмет на себя ее функции по обслуживанию комплекса.

Определение числа подвижных транспортных механизмов АТСС.

Работа автоматизированного комплекса, оснащенного накопителем для хранения спутников, позициями загрузки – разгрузки спутников и позициями контроля, требует организации доставки спутников с позиции на станки и обратно. Эти функции выполняют подвижные транспортные механизмы-штабелеры ШТ-1 и ШТ-2 (рисунок 2), расположенные по обе стороны стеллажа.

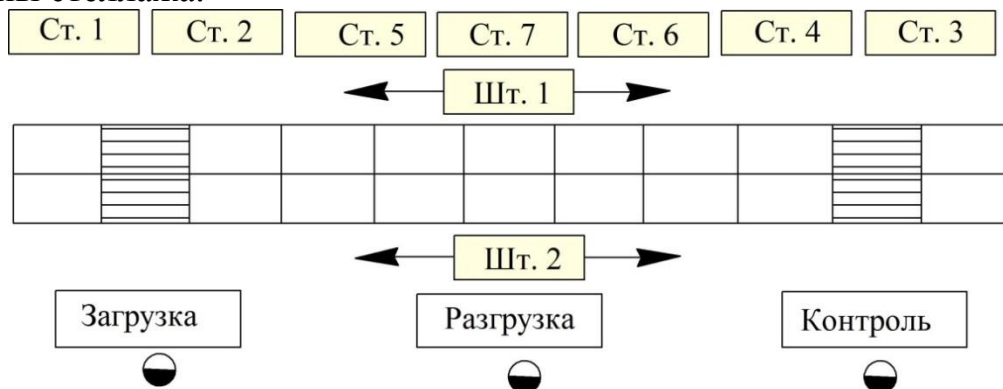


Рисунок 2. Компоновка станочной системы ГАП со стеллажом-накопителем, штабелерами, позициями загрузки, разгрузки и контроля

Расчет числа штабелеров, расположенных со стороны станков.

Штабелер, расположенный со стороны станков, должен передавать спутник с заготовками со стеллажа на станок, со станка на станок и со станка на стеллаж.

Для определения числа штабелеров со стороны станков необходимо знать усредненный маршрут обработки деталей по станкам, который наносится на предварительной компоновке станочной системы. Знание маршрута позволяет определить общее число перемещений спутников со станка на станок в течение, например, месяца. Зная число обрабатываемых деталеустановок, число выходящих на контроль и возвращающихся деталеустановок по станкам, можно подсчитать число перемещений штабелера, расположенного со стороны станков.

Зная расстояние между станками и скорость движения штабелера, можно рассчитать суммарное время $T_{\text{обсл}}$ работы штабелера со стороны станков

$$T_{\text{обсл}} = \frac{K_{\text{стел-ст}} t_{\text{стел-ст}} + K_{\text{ст-ст}} t_{\text{ст-ст}}}{60},$$

где $K_{\text{стел-ст}}$ – число перемещений между стеллажом и станками; $K_{\text{ст-ст}}$ – число перемещений между станками; $t_{\text{стел-ст}}$ – среднее время, затрачиваемое на передачу спутника со стеллажа на станок и обратно, мин; $t_{\text{ст-ст}}$ – среднее время, затрачиваемое на передачу спутника со станка на станок, мин.

Время выполнения штабелером одной передачи спутника ($t_{\text{стел-ст}}$ или $t_{\text{ст-ст}}$) равно:

$$t_{\text{стел-ст}} = t_{\text{ст-ст}} = t_1 + t_2,$$

где t_1 – время отработки кадра «Подойти и взять спутник», мин; t_2 – время отработки кадра «Подойти и поставить спутник», мин.

$$t_1 = t_k + t_{\text{под}} + t_{\text{в.с.}} \quad t_2 = t_k + t_{\text{под}} + t_{\text{п.с.}},$$

где t_k – время расчета и передачи кадра команды от ЭВМ в устройство ЧПУ штабелера, мин; $t_{\text{под}}$ – время подхода штабелера к заданной точке, мин; $t_{\text{в.с.}}$ – время работы цикловой автоматики по выполнению команды «Взять спутник», мин; $t_{\text{п.с.}}$ – то же «Поставить спутник», мин.

Время t_k колеблется в пределах $t_k = 1,5 \dots 10$ с; время $t_{\text{в.с.}} = t_{\text{п.с.}} = 0,15 \dots 0,25$ мин.

Время подхода штабелера к заданной точке

$$t_{\text{под}} = \frac{L_x}{V_x} + \frac{L_y}{V_y},$$

где L_x и L_y – соответственно длина перемещения штабелера по осям x и y , м; V_x и V_y – соответственно скорость перемещения штабелера по осям x и y , м/мин.

Для расчетов можно принимать: $V_x = 60$ м/мин; $V_y = 6$ м/мин.

Рассчитав суммарное время обслуживания станков, можно определить число штабелеров для выполнения этой работы (при $K_{\text{шт}} > 1$ необходимо принимать два штабелера):

$$K_{\text{шт1}} = \frac{T_{\text{обсл}}}{\Phi_{\text{шт}} \cdot 60},$$

где $\Phi_{\text{шт}}$ – фонд работы штабелера, ч.

Пример расчета числа штабелеров, обслуживающих станки. Число деталиустановок $K_{\text{дет}} = K_{\text{наим}} N = 152 \cdot 20 = 3040_{\text{шт.}}$

Из них должно быть проконтролировано деталиустановок

$$K_{\text{дет.к}} = \frac{K_{\text{дет}}}{n} = \frac{3040}{5} = 608_{\text{шт.}}$$

где $K_{\text{дет}}$ – число деталиустановок, обрабатываемых на комплексе за месяц, шт.; n – число деталиустановок, через которое деталь выводится на контроль, шт.

При этом каждая деталиустановка должна пройти контроль трижды: два межоперационных и один в конце обработки, т.е. число выводимых на контроль деталиустановок и возвращаемых снова на комплекс для дальнейшей обработки составляет

$$K_{\text{дет.к}} = \frac{2}{3} 608 \cdot 3 = 1220_{\text{шт.}}$$

Таким образом, число перемещений деталиустановок со стеллажа на станок и обратно или число таких же перемещений штабелера составит:

$$K_{\text{стел}} = 2(3040 + 1220) = 8520_{\text{шт.}}$$

Все описанные и рассчитанные перемещения деталиустановок с учетом маршрутных технологий их обработки, (два маршрута), приводятся в виде таблицы (таблица 1.). Горизонтальные строки этих матриц соответствуют числу перемещений по адресу, к которому движется штабелер, а вертикальные столбцы – адресу, от которого движется штабелер.

Таблица 1. Перемещения деталиустановок по рассматриваемым вариантам технологического маршрута обработки.

Станки, к которым движется штабелер	Станки, от которых движется штабелер							
	Ст-1	Ст-2	Ст-3	Ст-4	Ст-5	Ст-6	Ст-7	Стеллаж
Станки расположены по конструктивному признаку								
Ст-1	–	–	–	–	–	–	–	1540
Ст-2	360	–	–	–	–	–	–	600
Ст-3	400	–	–	–	–	–	–	640
Ст-4	320	–	–	–	–	–	–	510
Ст-5	140	350	350	240	–	–	–	220
Ст-6	20	350	350	240	–	–	–	220
Ст-7	–	60	130	180	410	240	–	530
Стеллаж	300	200	210	170	890	940	1550	–
Станки расположены по типовому технологическому маршруту								
Ст-1	–	–	–	–	–	–	–	1090
Ст-2	510	–	–	–	–	–	–	555
Ст-3	–	–	–	–	–	–	–	1090
Ст-4	–	–	510	–	–	–	–	555
Ст-5	325	695	–	–	–	–	–	220
Ст-6	–	–	325	695	–	–	–	220
Ст-7	–	185	–	185	325	325	–	530
Стеллаж	255	185	255	185	915	915	1550	–

При длине склада 40 м средневзвешенная длина перемещения штабелера до станка составляет $l_{cp} = 15$ м.

Принимаем: $V_x = 60$ м/мин; $V_y = 6$ м/мин; $t_{вс} = t_{нс} = 0,25$ мин.

Тогда по формулам $t_{стел-ст} = t_{ст-ст} = t_1 + t_2$, $t_1 = t_k + t_{нод} + t_{в.с}$; $t_2 = t_k + t_{нод} + t_{н.с}$,

$t_{нод} = \frac{L_x}{V_x} + \frac{L_y}{V_y}$ (где t_1 – время отработки кадра «Подойти и взять спутник», мин; t_2 – время отработки кадра «Подойти и поставить спутник», мин, t_k – время расчета и передачи кадра команды от ЭВМ в устройство ЧПУ штабелера, мин, $t_k = 1,5 \dots 10$ с; $t_{нод}$ – время подхода штабелера к заданной точке, мин; $t_{в.с}$ – время работы цикловой автоматики по выполнению команды «Взять спутник», мин; $t_{н.с}$ – «Поставить спутник», мин. ($t_{в.с} = t_{н.с} = 0,15 \dots 0,25$

мин) время выполнения одной операции передачи спутника со стеллажа на станок и обратно составит: $l_{стел-ст} = 1,4$ мин.

Время, затрачиваемое штабелером на передачу спутников с одного станка на другой, при средневероятной величине длины перемещения $l_{cp} = 15$ м составляет (по тем же формулам): $t_{ст-ст} = 1,22$ мин.

Согласно формуле и данным таблицы 1 время обслуживания штабелером станочного комплекса составит:

$$T_{обс} = \frac{8520 \cdot 1,4 + 4140 \cdot 1,22}{60} = 283 \text{ час.}$$

При месячном фонде работы штабелера $\Phi_{ш} = 305$ ч потребуется их число:

$$K_{шт1} = \frac{T_{обс}}{\Phi_{ш}} = \frac{283}{305} = 0,92 \approx 1,0.$$

Получен очень высокий коэффициент загрузки штабелера. Если технические данные выбранного или проектируемого штабелера не могут обеспечить такой надежности в работе, то необходимо установить еще один штабелер со стороны станочного комплекса.

Расчет числа штабелеров, расположенных со стороны позиций загрузки, разгрузки и контроля.

Штабелер ШТ-2 (рисунок 2) расположенный со стороны позиций загрузки, разгрузки и контроля, должен подавать свободные спутники на позицию загрузки, устанавливать загруженные спутники в стеллаж, доставлять спутники с деталями на позиции контроля и разгрузки. Для определения числа штабелеров со стороны позиций необходимо прежде всего установить число перемещений штабелеров в этой зоне, которое определяется числом деталиустановок, обрабатываемых на комплексе, и числом деталиустановок, выводимых на позицию контроля. Зная расстояние между позициями и скорость передвижения штабелеров, можно определить суммарное время работы штабелера со стороны позиций:

$$T'_{обсл} = \frac{K_{стел-поз} t_{стел-поз} + K_{поз-поз} t_{поз-поз}}{60},$$

где $K_{стел-поз}$ и $K_{поз-поз}$ — соответственно число перемещений между стеллажом и позициями; $t_{стел-поз}$ и $t_{поз-поз}$ — соответственно среднее время передачи спутника со стеллажа на позицию и с позиции на позицию, мин.

Время на передачу спутника, затрачиваемое штабелером, работающим со стороны позиций, определяется аналогично работе штабелера со стороны станков по тем же формулам с учетом соответствующих расстояний между позициями по осям X и Y.

Для определения числа перемещений между позициями и стеллажом составляется таблица и строится график ориентировочных перемещений штабелера.

Число штабелеров со стороны позиций определяется по формуле

$$K_{шт2} = \frac{T'_{обсл}}{\Phi_{шт} \cdot 60},$$

где $T_{обсл}$ – суммарное время работы штабелеров со стороны позиций, мин;
 $\Phi_{шт}$ – фонд работы штабелера, ч.

Пример расчета числа штабелеров, обслуживающих позиции загрузки, разгрузки и контроля. В рассматриваемом примере возможны два варианта размещения и обслуживания позиций загрузки, разгрузки и контроля: по первому варианту позиции загрузки и разгрузки разделены, по второму варианту функции позиции загрузки – разгрузки совмещены. Для каждого из этих вариантов составлена таблица перемещений штабелеров со стороны этих позиций (таблица 2).

Таблица 2. Перемещения штабелеров по рассматриваемым вариантам обслуживания позиций загрузки, разгрузки и контроля

Позиции, к которым движется штабелер	Позиции, от которых движется штабелер				
	Загрузка	Разгрузка	Контроль 1	Контроль 2	Стеллаж
Функции позиций загрузки и разгрузки разделены					
Загрузка	–	1540	–	–	1500
Разгрузка	–	–	305	305	2430
Контроль 1	–	–	–	–	915
Контроль 2	–	–	–	–	915
Стеллаж	3040	1500	610	610	–
Функции позиций загрузки и разгрузки совмещены					
Загрузка – разгрузка 1	–	–	305	–	1215
Загрузка – разгрузка 2	–	–	–	305	1215
Контроль 1	–	–	–	–	915
Контроль 2	–	–	–	–	915
Стеллаж	1520	1520	610	610	–

Расположение позиций загрузки, разгрузки и контроля принимаем аналогичным расположению станочного комплекса, поэтому на этапе технического предложения среднее время перемещения штабелера со стороны позиций можно принять равным времени перемещению штабелеров со стороны станков.

Сравнение данных таблицы 2 показывает, что при объединении функций позиций загрузки и разгрузки значительно сокращается число перемещений штабелера.

Если принять, что время передачи спутника со стеллажа на станок примерно равно времени передачи спутника со стеллажа на позицию, т.е. $t_{стел.поз} = 1,4$ мин, а время передачи спутника со станка на станок – времени передачи с позиции на позицию, т.е. $t_{поз-поз} = 1,2$ мин, то суммарное время

работы штабелера, расположенного со стороны позиций загрузки, разгрузки и контроля:

по первому варианту:

$$T'_{\text{обс1}} = \frac{K_{\text{стел-поз}} t_{\text{стел-поз}} + K_{\text{поз-поз}} t_{\text{поз-поз}}}{60} = \frac{11520 \cdot 1,4 + 2150 \cdot 1,2}{60} = 312 \text{ час.}$$

по второму варианту

$$T'_{\text{обс2}} = \frac{K_{\text{стел-поз}} t_{\text{стел-поз}} + K_{\text{поз-поз}} t_{\text{поз-поз}}}{60} = \frac{8520 \cdot 1,4 + 610 \cdot 1,2}{60} = 211 \text{ час.}$$

Число штабелеров:

по первому варианту

$$K_{\text{шт2(1)}} = \frac{T'_{\text{обс}}}{\Phi_{\text{ш}}} = \frac{312}{305} = 1,02 \approx 2,0;$$

по второму варианту

$$K_{\text{шт2(2)}} = \frac{T'_{\text{обс}}}{\Phi_{\text{ш}}} = \frac{211}{305} = 0,69 \approx 1,0.$$

Расчеты показывают целесообразность объединения функций позиций загрузки и разгрузки. При этом число обслуживающих штабелеров равно одному с загрузкой.

Разработка компоновки ГПС.

Расположение станков в технологической последовательности при наличии автоматизированной складской системы транспортирования заготовок в ГПС является необязательным. Окончательная компоновка станочной системы принимается только после разработки АТСС. Критерием оптимальности компоновки станочной системы ГАП является минимальное время суммарных перемещений транспортных средств АТСС по обеспечению функционирования ГПС. Варианты возможных компоновок станочной системы ГПС корпусных деталей приведены на рисунках 2 - 4.

Для выявления всех суммарных перемещений составляются матрицы ориентировочных перемещений подвижных механизмов АТСС, на основе анализа осуществленного с точки зрения минимальных суммарных перемещений транспортных средств, принимается решение об окончательной компоновке станочной и транспортной системах ГПС и разрабатывается схема компоновки этих систем. Компоновка станочной и транспортной систем ГПС вычерчивается в масштабе на компьютере с применением программного обеспечения (например, КОМПАС-3D) или в ручную на миллиметровой бумаге.

Схема разрабатывается с вычерчиванием всех элементов и их расположения друг относительно друга в одном масштабе. На схеме пунктирными линиями указываются основные перемещения транспортных средств АТСС и маршруты перемещения заготовок по станкам.

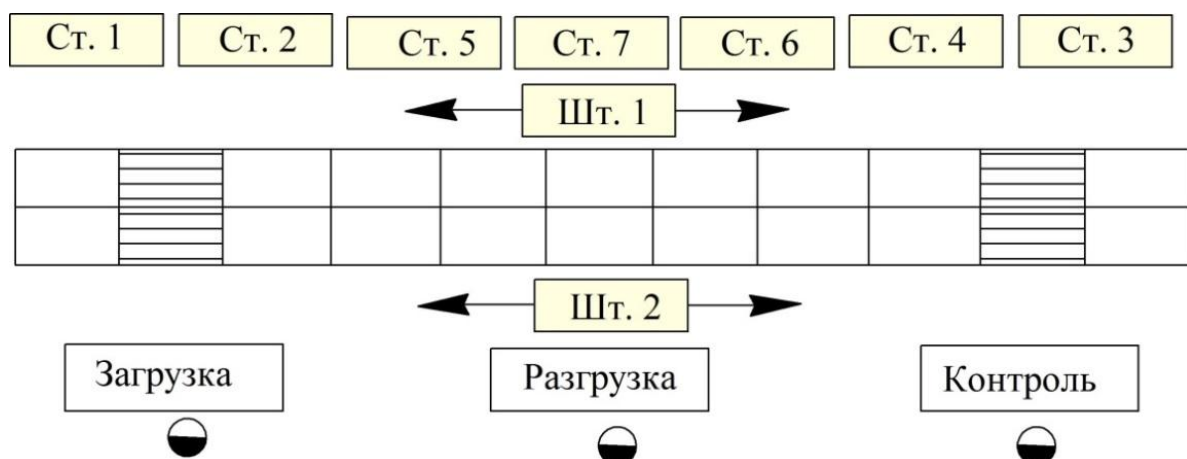


Рисунок 2. Предварительная компоновка станочной системы ГПС со стеллажом-накопителем, штабелерами, позициями загрузки, разгрузки и контроля

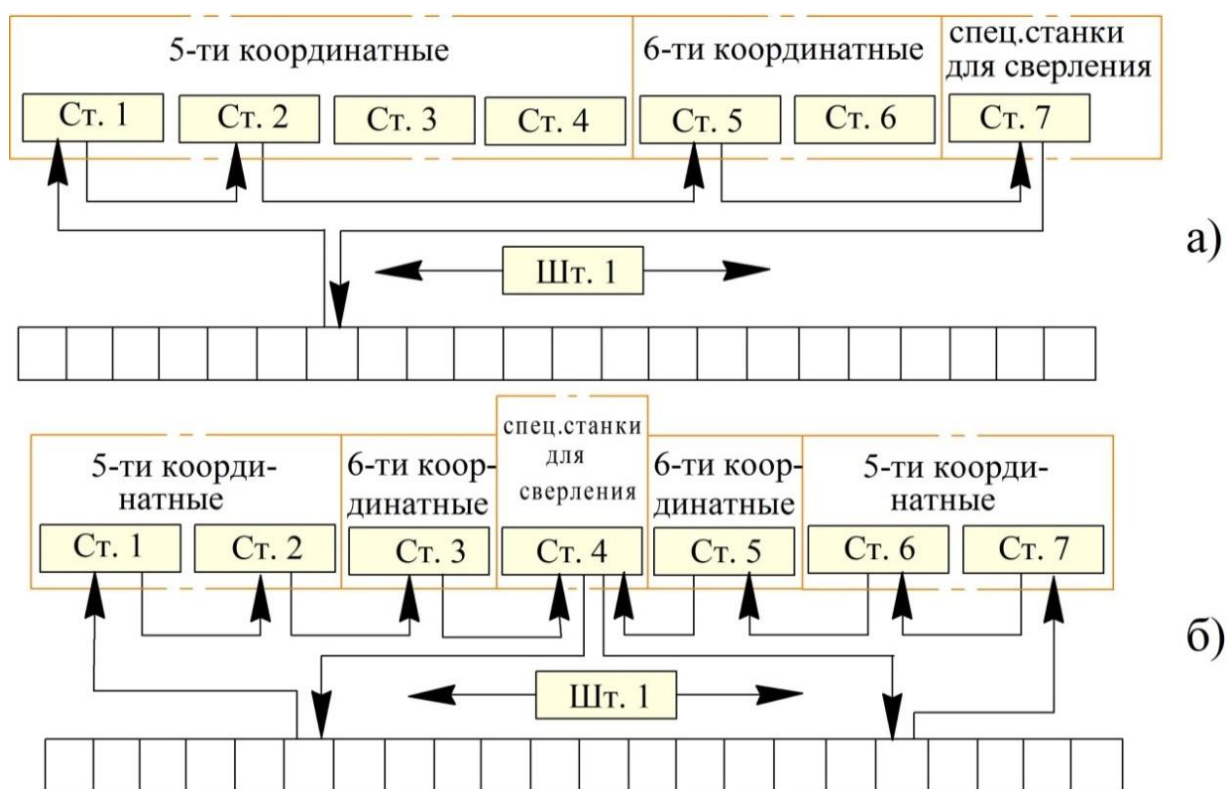


Рисунок 3. Схемы расположения станочной системы ГПС и штабелера:
 а) сгруппированных по конструктивному признаку б) сгруппированных по типовому технологическому маршруту

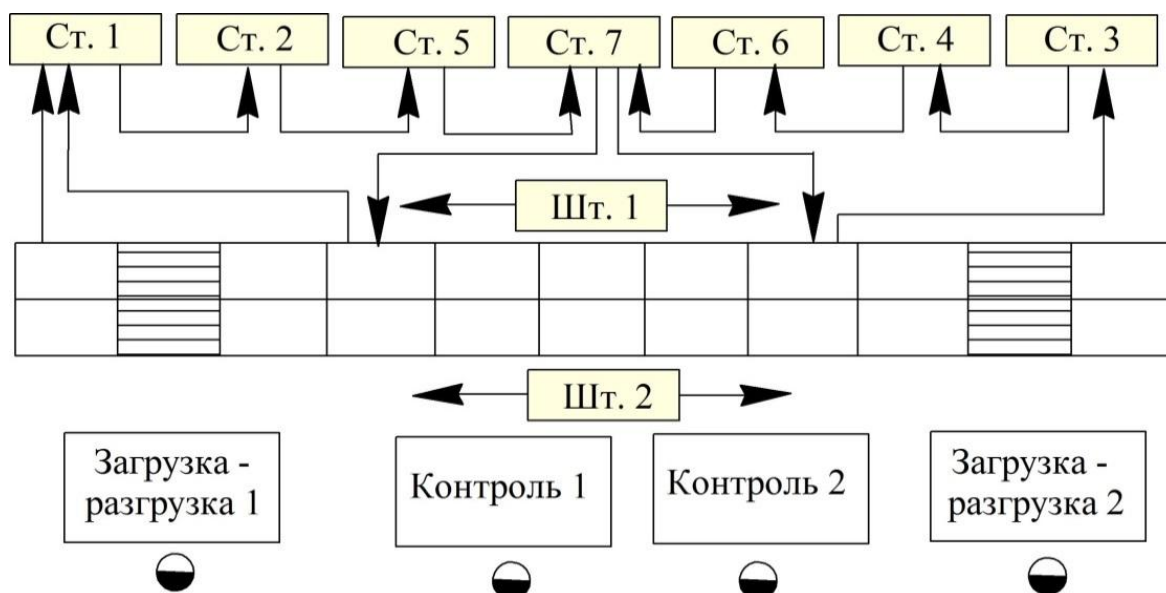


Рисунок 4. Схема компоновки станочной и транспортной систем ГПС со станками, сгруппированными по технологическому признаку и двухрядным одноярусным стеллажом-накопителем с объединенными функциями позиции загрузки – разгрузки спутников

Станки, стеллаж-накопитель, штабелеры и отделения загрузки, разгрузки и контроля допускается на проектной стадии обозначать прямоугольниками, соответствующим габаритным размером этих систем. Пример компоновки ГПС по изготовлению корпусных деталей приведен на рисунке 5.

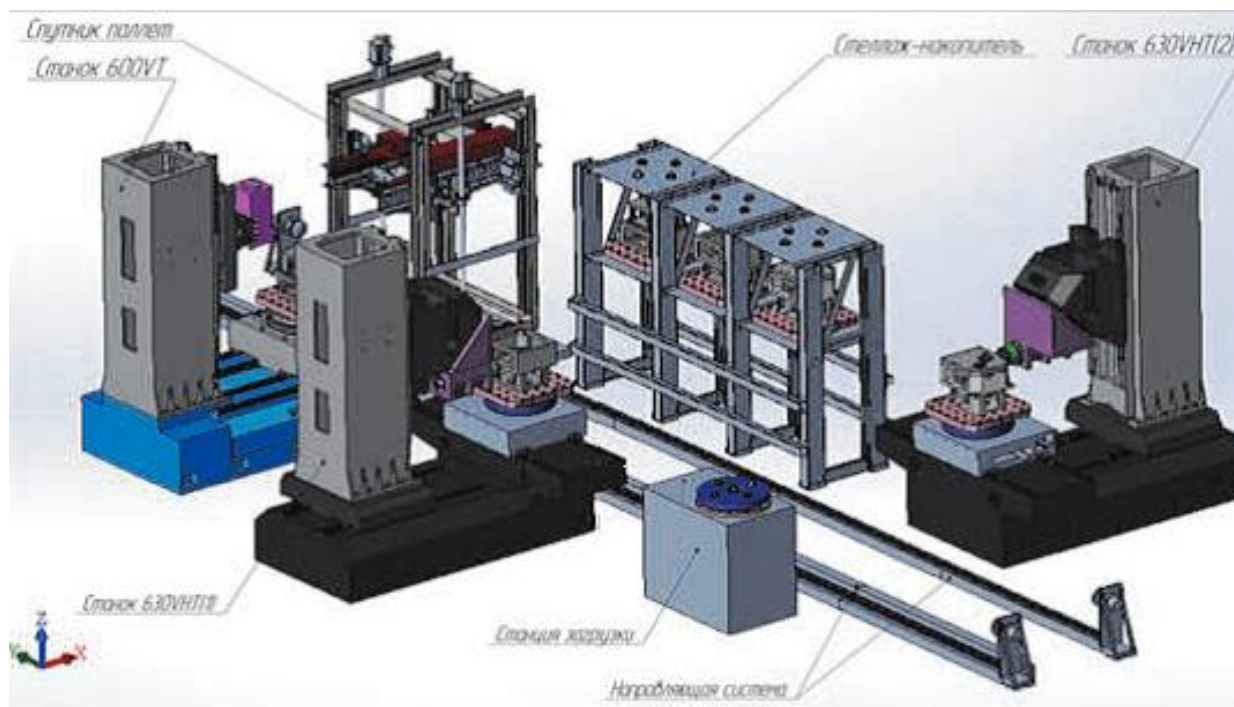


Рисунок 5. Пример компоновки ГПС

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 3.1. Изучить методические указания к практической работе.
- 3.2. Из практической работы 6 выбрать исходные данные для расчета АТСС.
- 3.3. Выбрать и обосновать структуру АТСС.
- 3.4. Выбрать тип и рассчитать вместимость стеллажа-накопителя.
- 3.5. Рассчитать число позиций загрузки и разгрузки.
- 3.6. Рассчитать число штабелеров, расположенных со стороны станков
- 3.7. Рассчитать число штабелеров, расположенных со стороны позиций загрузки, разгрузки и контроля.
- 3.8. Построить компоновку ГПС.

4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 4.1. Цель работы.
- 4.2. Исходные данные для расчета.
- 4.2. Обоснование структуры АТСС.
- 4.3. Обоснование типа и расчет вместимости стеллажа-накопителя.
- 4.4. Расчет числа позиций загрузки и разгрузки.
- 4.5. Расчет числа штабелеров, расположенных со стороны станков.
- 4.6. Расчет числа штабелеров, расположенных со стороны позиций загрузки, разгрузки и контроля.
- 4.7. Компоновка ГПС.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 5.1. Назначение автоматической транспортно-складской системы в ГПС.
- 5.2. Основные функции АТСС
- 5.3. Виды складов конструктивному исполнению
- 5.4. Методика определения характеристики стеллажа-накопителя
- 5.5. Методика расчета числа штабелеров АТСС.
- 5.6. Методика расчета числа позиций загрузки и разгрузки АТСС.
- 5.7. Что является критерием оптимальности компоновки станочной системы ГПС?
- 5.8. Что является основой для расчетов основных параметров АТСС?
- 5.9. Как определяется число подвижных транспортных механизмов АТСС?
- 5.10. Когда определяется окончательная компоновка станочной системы ГПС?
- 5.11. Как рассчитывается число позиций загрузки и разгрузки АТСС?
- 5.12. Виды основных компоновок ГПС.
- 5.13. Порядок построения компоновок ГПС.

Лабораторная работа 1

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПОНОВКИ УЧАСТКА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Получить практические навыки разработки планировки участка механической обработки машиностроительного предприятия.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Планировка участка – это план расположения производственного, подъемно-транспортного и другого оборудования, инженерных сетей, рабочих мест, проездов, проходов и т. д. Технологическая планировка производится при проектировании участков и коренной перестройке (реконструкции) технологического процесса.

Планировка выполняется в масштабах 1:50, 1:100 или 1:200. При разработке планировки должны учитываться следующие требования:

- размещение оборудования производится в соответствии с принятой формой организации технологических процессов.

- расположение оборудования, проходов и проездов должно гарантировать удобство и безопасность работы; возможность монтажа и демонтажа, ремонта оборудования; удобство подачи заготовок и инструмента; удобство уборки отходов.

- расположение оборудования должно быть увязано с применяемыми подъемно-транспортными средствами.

- в планировках должны быть предусмотрены кратчайшие пути перемещения заготовок, деталей, узлов в процессе производства, исключая возвратные движения. Грузопотоки не должны пересекаться между собой, а также не пересекать и не перекрывать основные проезды, проходы и дороги

- на планировке должно быть показано все оборудование и устройства, относящиеся к рабочему месту: станки и другое производственное оборудование; место расположения рабочего у станка во время работы; верстаки, рабочие столы, подставки; места у станков для обработанных деталей, заготовок и материалов; транспортные устройства, относящиеся к рабочему месту; площадки для контроля и временного хранения деталей.

Производственный инвентарь (плиты разметочные, верстаки, столы, стеллажи) изображаются на плане по контуру габарита с простановкой внутри контура условных обозначений.

В планировке, помимо оборудования, указываются: наружные и внутренние стены и перегородки; окна, двери, ворота; тоннели, каналы, люки в полу; колонны с осями и обозначением их номера. В планировке должны быть указаны следующие необходимые размеры: длина и ширина пролета, шаг колонн, ширина поперечных проходов и проездов; общая длина и ши-

рина цеха; длина и ширина вспомогательных помещений; привязка оборудования к элементам здания.

Принципы расположения технологического оборудования

При создании производственных участков возможны два варианта размещения технологического оборудования: линейный и круговой. Типовые схемы расположения технологического оборудования (ТО) приведены на рисунке 1.

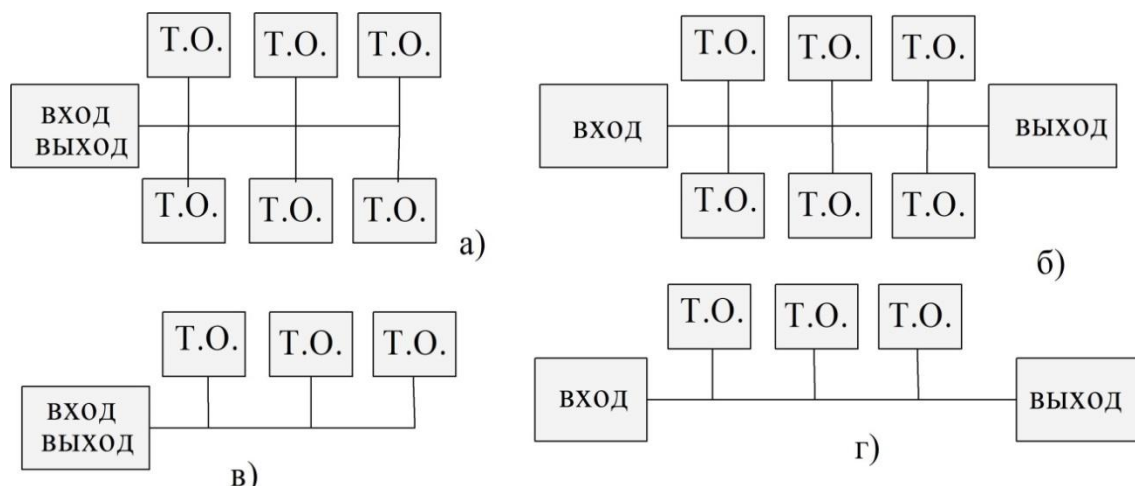


Рисунок 1. Типовые схемы расположения технологического оборудования

Линейный вариант размещения оборудования может быть реализован при расположении оборудования вдоль, поперек трассы межоперационного транспорта и под углом к ней. Преимущества линейного способа размещения оборудования следующие: наличие свободных зон для обслуживания оборудования; рациональное размещение оборудования с учетом прямоугольной сетки колонн.

Наиболее удобное и распространенное расположение технологического оборудования – вдоль транспортной трассы.

Поперечное расположение применяют в случае, когда достигается лучшее использование площади или когда при продольном расположении получаются слишком длинные линии.

Кольцевое расположение технологического оборудования целесообразно для многостаночного обслуживания с помощью промышленных роботов, работающих в цилиндрической системе координат, но создает трудности для использования межоперационного транспорта и инженерных коммуникаций, а также требует больших площадей.

Оптимальное значение мощности грузопотока достигается при двустороннем расположении оборудования вдоль транспортной трассы.

Основные принципы размещения станков:

➤ Участки, занятые станками, должны быть, по возможности, наиболее короткими. В машиностроении длина участков составляет 40...80 м. Зоны заготовок и готовых деталей включаются в длину участка.

➤ Технологические линии могут располагаться как вдоль пролетов, так и поперек.

➤ Станки вдоль участка могут располагаться в два, три и более рядов. При расположении станков в два ряда между ними должен быть предусмотрен проход (проезд) для транспорта. При трехрядном размещении станков возможны либо два (рисунок 2, а), либо один проход, который находится между одинарными и сдвоенными рядами станков (рисунок 2, б). Для подхода к станкам сдвоенного ряда (станки при этом расположены друг к другу тыльными сторонами), расположенным у колонн, между станками оставляют поперечные проходы. При четырехрядном расположении устраивают два прохода: у колонн станки располагают в один ряд, а сдвоенный ряд – посередине (рисунок 2, в).

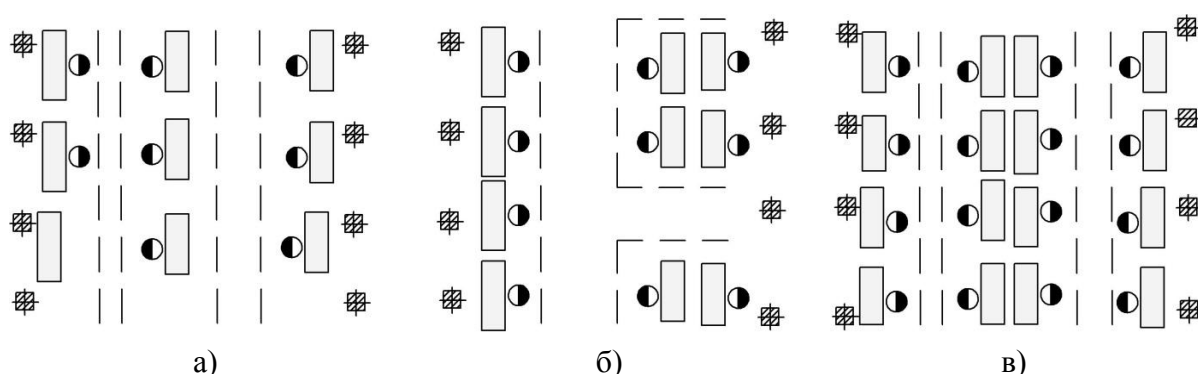


Рисунок 2. Расположение станков: а) трехрядное с двумя проходами;
б) трехрядное с одним проходом; в) четырехрядное с двумя проходами

Станки по отношению к проезду могут располагаться вдоль, поперек (рисунок 3, а) и под углом (рисунки 3, б и 4, а). Наиболее удобно располагать станки вдоль проезда и при фронтальном обращении станков к проезду. При поперечном расположении станков затрудняется их обслуживание, поэтому нужно предусматривать поперечные проезды. Загрузочная сторона станков, использующих в качестве заготовки прутки, должна быть обращена к проезду; у остальных станков сторона с приводом обращена к стене или колоннам.

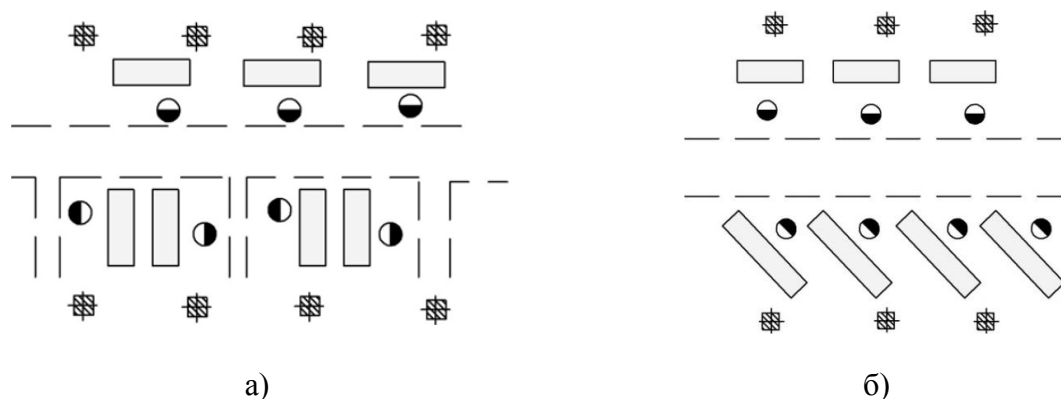


Рисунок 3. Расположение станков по отношению к проезду:
а) вдоль и поперек; б) под углом

➤ Для лучшего использования площади револьверные станки, прутковые автоматы, протяжные, расточные, продольно-фрезерные и продольно-шлифовальные станки располагают под углом или в шахматном порядке (рисунок 4, б).

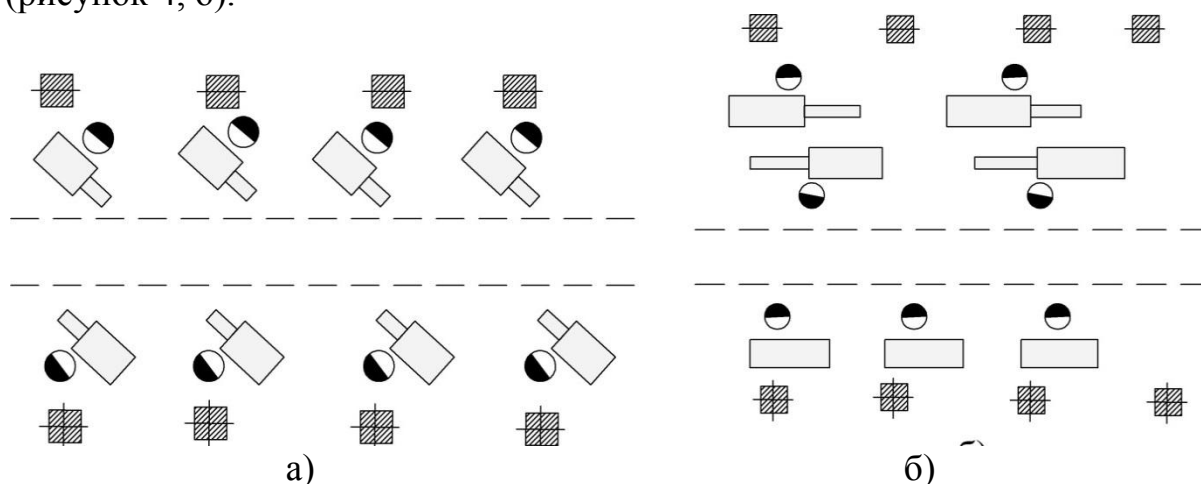


Рисунок 4. Расположение станков по отношению к проезду: а) под углом; б) в шахматном порядке

➤ Станки по отношению друг к другу могут располагаться фронтально, «в затылок» или тыльными сторонами (рисунок 5).

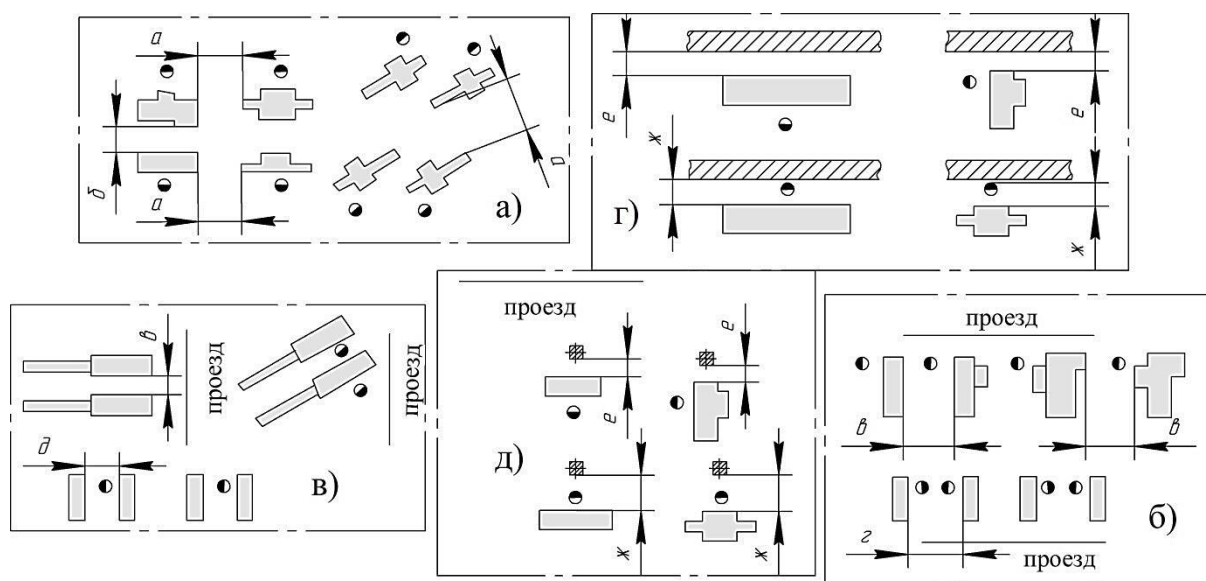


Рисунок 5. Расположение станков с учетом нормированных расстояний (величины нормированных расстояний приведены в таблице А.3, Приложение А)

➤ Крупные станки не следует размещать у окон, чтобы избежать затемнения цеха;

➤ При поперечном расположении станков затруднено их обслуживание (подача заготовок, обмен инструментов, приемка деталей и т.д.) так как приходится предусматривать поперечные проходы для доставки деталей на тележках или электрокарах к рабочим местам.

➤ Станки в поточных линиях с применением рольгангов или других конвейеров могут устанавливаться относительно них параллельно (рисунок 6, а), перпендикулярно (рисунок 6, б), либо могут быть встроены в линию рольганга или конвейера (рисунок 6, в).

➤ Крупные станки не следует устанавливать у окон, так как это приводит к затемнению цеха.

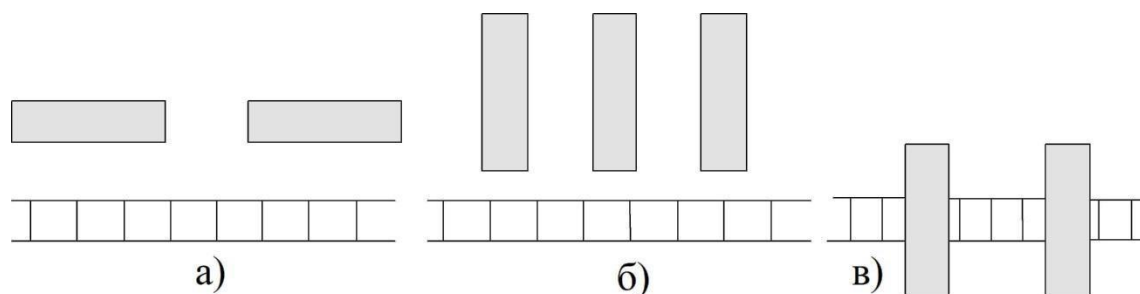


Рисунок 6. Расположение станков в конвейерных поточных линиях

Расстояние между станками, а также между станками и элементами зданий для различных вариантов расположения оборудования, а также ширина проездов в зависимости от различных видов транспорта (см. рисунок 5) регламентированы нормами технологического проектирования, приведенными в таблицах А.1, А.2, А.3, Приложение А.

При определении расстояний между станками, от станков до стен и колонн задания нужно учитывать следующее:

➤ расстояния берутся от наружных габаритных размеров станков, включающих крайние положения движущихся частей, открывающихся дверей и постоянных ограждений станков;

➤ для тяжелых и уникальных станков (габаритом свыше 16000×6000 мм) необходимые расстояния устанавливаются применительно к каждому конкретному случаю;

➤ при установке станков на индивидуальные фундаменты расстояние станков от колонн, стен и между станками принимаются с учетом конфигурации и глубины фундаментов станков, колонн и стен;

➤ при разных размерах двух рядом стоящих станков расстояние между ними принимается по наибольшему из этих станков;

➤ при монтаже станки устанавливают в линию по выступающим деталям, что облегчает уборку помещения и доступ к станкам для обслуживания, а также вывоз любого станка с участка;

➤ при обслуживании станков мостовыми кранами или кран-балками расстояние от стен и колонн до станков принимают с учетом возможности обслуживания станков при крайнем положении крюка крана.

При выборе ширины проездов учитывается следующее:

➤ расстояния берут от наружных габаритов станков, включающих крайние положения движущихся частей, открывающихся дверей и постоянных ограждений станков;

➤ под размером транспортируемых деталей или тары с деталями следует понимать размер в направлении, перпендикулярном к проезду (по ширине проезда);

➤ ширина проездов при транспортировке электропогрузчиками дана с учетом возможности их поворота на 90°;

➤ при размерах транспортируемых деталей (в направлении, перпендикулярном к проезду) свыше 3 м – ширина проезда и расстояние между рядами станков назначается индивидуально для каждого конкретного случая;

➤ при особой необходимости и соответствующем обосновании данные нормы можно увеличивать, чтобы добиться свободной транспортировки наиболее крупных станков при ремонте или замене их новыми;

➤ если станки расположены у стен, что усложняет уборку с проезда механизированными средствами, необходимо вдоль стены предусмотреть проезд шириной 3000 мм;

➤ рекомендуют применять одностороннее движение в проездах; двустороннее допускается только тогда, когда обоснована его необходимость.

Расстояния между станками, между станками и элементами зданий для различных вариантов расположения оборудования, а также ширину проездов в зависимости от различных видов транспорта регламентируют нормами технологического проектирования.

Нормы расстояния не учитывают каналов для транспортировки стружки, промышленных проводок (вода, пар, сжатый воздух и т. д.), площадок для хранения крупных и тяжелых деталей и устройств для транспортировки деталей (местные краны, рольганги и т. д.), которые следует учитывать в каждом в каждом случае.

Основные требования к оформлению планировок

Планировка оформляется согласно требований ЕСКД. Элементы здания на технологической планировке можно не штриховать. Строительные размеры конструкций здания, оконных и дверных проемов и т. п. на технологических планировках не указывают.

На планировке показываются:

➤ строительные элементы: стены наружные и внутренние, колонны, перегородки (с указанием их типа), дверные и оконные проемы, ворота, подвалы, тоннели, и т. п.;

➤ технологическое оборудование и основной производственный инвентарь: расположение станков, машин и прочих видов оборудования : плит, верстаков, стендов, складочных площадок материалов, заготовок, полуфабрикатов и мест для контроля деталей, магистральные и внутрицеховые проезды,

➤ подъемно-транспортные устройства: мостовые, балочные, консольные и прочие краны (с указанием их грузоподъемности), конвейеры, рольганги, монорельсы, подъемники;

Оборудование на плане изображают условным упрощенным контуром в предельных размерах с учетом крайних положений движущихся частей станка, открывающихся дверей и кожухов. Внутри контура габарита оборудования (а для мелкого оборудования – вне контура на выносной полке) указывают модель оборудования.

Образец выполнения планировки участка механической обработки показан на рисунке 7.



Рисунок 7. Пример планировки участка механического цеха

Станки на планировке должны быть привязаны размерами к колоннам цеха или к соседним станкам (в этом случае показанные на планировке размеры должны образовывать размерную цепь).

Не следует делать привязку по габариту станка, представляющему собой условный контур на плане цеха.

Оборудование нумеруют сквозной порядковой нумерацией, которую следует вести на плане по отделениям и участкам цеха последовательно слева направо и затем сверху вниз. Каждая единица оборудования должна иметь свой отдельный номер, даже если тип оборудования повторяется. В спецификации допустимо объединять в одной строке несколько рядом стоящих одинаковых станков одного отделения.

Подъемно-транспортное оборудование небольших цехов вносится и нумеруется в общей спецификации после технологического оборудования.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

3.1. Изучить методические указания к практической работе.

3.2. Используя данные таблицы А.4, Приложение А, для полученного варианта задания определить количество и типы станков на проектируемом участке.

3.3. Укрупненно рассчитать площадь проектируемого производственного участка.

3.4. Выбрать и вычертить сетку колонн фрагмента производственного цеха, на котором расположен производственный участок в масштабе 1:100 с применением программного обеспечения (программа КОМПАС 3D или аналог).

3.5. Выбрать из библиотеки (или создать свои) темплеты станков для проектируемого участка.

3.6. Выполнить расстановку производственного оборудования участка.

3.7. Оформить чертеж планировки участка механического цеха с указанием расположения оборудования, проездов и проходов.

4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

4.1. Цель работы.

4.2. Исходные данные к работе.

4.3. Расчет производственной площади проектируемого участка.

4.4. Чертеж планировки участка механического цеха с указанием расположения оборудования, проездов и проходов.

4.5. Выводы по работе.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

5.1. Требования, которые должны учитываться при разработке планировки участка цеха.

5.2. Факторы, определяющие принципы расположения технологического оборудования.

5.3. Назовите основные принципы размещения станков.

5.4. Факторы, определяющие расстояния между станками, до стен и колонн здания.

5.5. Как формируется сетка колонн производственного цеха?

5.6. Как оборудование показывается на планировке участка механического цеха?

5.7. Факторы, определяющие выбор ширины проездов на планировке участка механического цеха.

5.8. Как могут располагаться станки по отношению к проезду?

5.9. В каких случаях реализуется кольцевой принцип расположения технологического оборудования?

5.10. Что показывается на планировке участка механического цеха помимо оборудования?

5.11. Требования к оформлению планировок производственных участков.

Лабораторная работа 2

ПЛАНИРОВКА АДМИНИСТРАТИВНО-БЫТОВЫХ ПОМЕЩЕНИЙ ЦЕХА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Получить практические навыки разработки планировки площадей занятых помещениями для административно-конторского персонала и санитарно-бытовых помещений механического (механосборочного) цеха.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Помещения для административно-конторского персонала и санитарно-бытовые помещения цеха относятся к группе вспомогательных помещений. В их состав входят:

- цеховые административно-конторские службы,
- цеховые инженерные службы,
- помещения для санитарно – гигиенического обслуживания: гардеробные блоки для хранения уличной, домашней и рабочей одежды, душевые, умывальные и другие помещения и устройства местного обслуживания (уборные, курительные, помещения, для личной гигиены женщин, для обогрева и отдыха, устройства питьевого водоснабжения);
- помещения и устройства для санитарной обработки рабочей одежды (сушки, обеспыливания, обезвреживания и ремонта).
- помещения общественных организаций;
- помещения для принятия пищи (столовые, буфеты и др.).

Проектирование вспомогательных помещений ведут на основе норм проектирования (СНиП 2.09.04-87), руководящих материалов и типовых решений.

Размещение вспомогательных помещений производится с учетом санитарных норм и минимальной затраты времени работающими на выполнение всех надобностей, не связанных с непосредственной работой.

При этом необходимо стремиться к наиболее полному и целесообразному использованию площадей и объемов здания, предусматривать расположение части вспомогательных помещений на антресолях и технических этажах. Высота помещений, размещенных в производственных зданиях, должна быть не менее 3 м, от пола до потолка, и не менее 2,5 м, от пола до низа выступающих конструкций.

Вспомогательные помещения могут располагаться в пристройках к основным: в отдельно стоящих зданиях (рисунок 1, а); в пристройках, примыкающих торцами (рисунок 1, б); в пристройке к торцовой части здания (рисунок 1, в); в пристройке к продольной части здания (рисунок 1, г).

На предприятиях машиностроения, они должны располагаться, как правило, в пристраиваемых зданиях. Расстояние от рабочих мест до быто-

вых помещений не должно быть более 75 м. Отдельно стоящие вспомогательные здания строятся для производств со значительными вредностями.

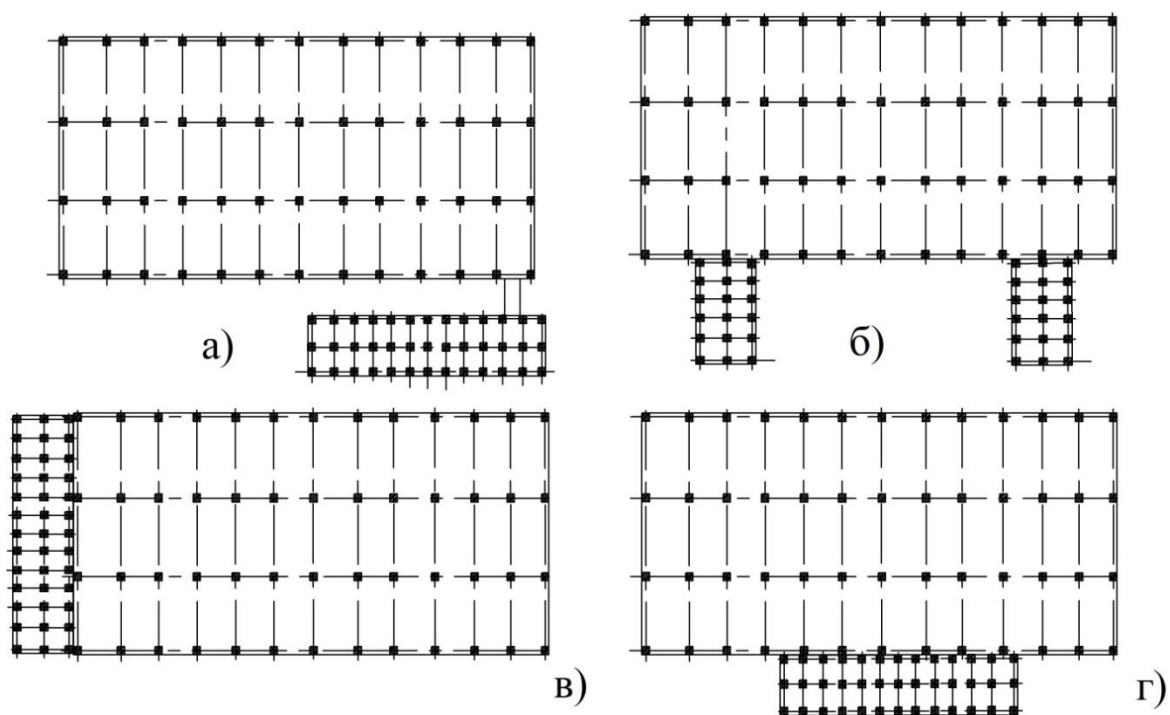


Рисунок 1. Варианты расположения служебно-бытовых помещений относительно производственных

Пристраиваемые и отдельно стоящие вспомогательные здания административно-бытового назначения komponуются из унифицированных типовых секций, которые характеризуются шириной 6 и 8 м, длиной 36, 48 и 60 м, сеткой колонн 6х6 м, 6х8 и числом этажей 2, 3 и 4. Высота этажей принимается равной 3,3 и 4,2 м. Высота 4,2 м принимается: при размещении лабораторий и вспомогательных отделений на первом этаже; при площади помещений более 300 м²; при глубине помещений конструкторских бюро более 6 м.

Блокировка всех вспомогательных помещений в одном пристроенном здании целесообразна при сравнительно небольших производствах. В этом случае расстояние от наиболее удаленных рабочих мест до бытовых помещений не превышает предельных расстояний (75 м).

На первом этаже обычно располагают умывальные, столовые, уборные, медпункты, гардеробные и душевые, часть вспомогательных отделений цехов и лаборатории, а в верхних этажах административно-конторские и инженерные службы, пункты питания, помещения для общественных организаций и другие.

При расположении цехов в многоэтажном здании служебно-бытовые помещения размещаются в том же здании, но отделяются от производственных помещений капитальной стеной.

Общие правила планировки санитарно-бытовых помещений.

1. Необходимо стремиться к уменьшению потерь рабочего времени из-за излишней протяженности путей до уборных, душевых, умывальных, здравпунктов и др.

2. Рекомендуются «зальная» планировка и блокирование типовых гардеробных и умывальне – душевых секций.

3. Гардеробные для домашней и рабочей одежды, умывальные, душевые и уборные должны быть отдельными для мужчин и женщин.

4. Душевые, умывальные и уборные не допускается размещать над рабочими помещениями административно-конторских и инженерных служб, общественных организаций, пунктов питания и тому подобные.

5. Не допускается установка санитарных приборов (умывальников, душевых кабин и так далее) у наружных стен здания, так как увлажнение последних приводит к значительному ухудшению теплозащитных свойств стен и к антисанитарному состоянию помещений.

6. Пункты питания, здравпункты, как правило, должны освещаться естественным светом. В остальных помещениях допускается освещение вторым светом или искусственное освещение.

7. Должна быть продумана четкая схема движения рабочих через бытовые помещения к рабочим местам и обратно, исключая встречу людей, одетых в загрязненную рабочую одежду, с людьми, одетыми в чистую одежду.

Стены, двери и оборудование санитарных узлов должны быть облицованы такими материалами, которые при смывании с них грязи не меняют цвет и с которых стекает вся влага. Обязательна установка поливочных кранов с горячей и холодной водой для мытья полов, стен и оборудования.

Гардеробные блоки проектируются по зальной системе гардеробных из расчета обслуживания в каждом зале не более 400...500 человек. Гардеробные предназначены для хранения уличной, домашней и рабочей одежды, отдельно мужской и женской. Нормами установлены три способа хранения одежды: закрытый, открытый и смешанный. При первом способе одежда всех видов хранится в закрытых шкафах; при втором - на вешалках и в открытых шкафах; при смешанном - один вид одежды хранится на вешалках, а другой - в закрытых шкафах. Способ хранения устанавливается заданием на проектирование или решается при проектировании. При выборе способа хранения одежды для машиностроительных предприятий рекомендуется хранить уличную одежду на открытых вешалках в вестибюле, а домашнюю и рабочую – в двух отдельных шкафах полезной площадью 250 x 500 мм, с хранением рабочей одежды в одном шкафу, а домашней — в другом.

В типовых проектах бытовых пристроек каждый зал гардеробной разбит на блоки-ячейки, снабженные необходимыми санитарно-техническими устройствами (умывальники, душевые).

В блоках размещены двойные шкафы для хранения уличной и домашней одежды и одинарные шкафы для хранения рабочей одежды. Габаритные размеры двойных шкафов 350 х 500 х 1800 мм; одинарных — 250х500х1800 мм. В пристройках устанавливают душевые кабины закрытого типа с местами для переодевания. Число кранов для умывания — один на десять человек, независимо от специальности работающих и выполняемых ими операций технологического процесса. При гардеробных предусмотрены устройства для уборки с использованием холодной и горячей воды всех помещений гардероба. В гардеробных рекомендуется также устанавливать приспособления для чистки обуви, сушки волос, зеркала.

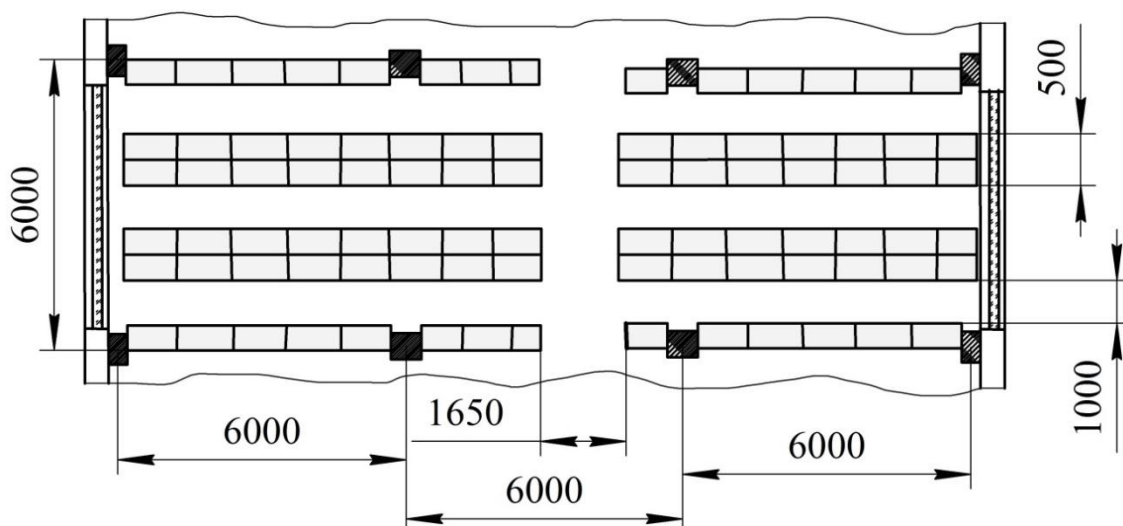


Рисунок 2. План расположения шкафов

Гардеробные блоки для работающих в термоконстантных помещениях должны располагаться в непосредственной близости от производственных помещений и соединяться с ними посредством тамбуров — шлюзов. Проход из гардеробных блоков в термоконстантные помещения через другие «не режимные» помещения не допускается.

Курительные помещения предусматриваются в тех случаях, когда по условиям производства курение в производственных помещениях не допускается, а также при объеме производственного помещения не более 50 м³.

Питьевое водоснабжение должно предусматриваться в виде напольных и настенных фонтанчиков, автоматов с газированной водой и других устройств. Устройства питьевого водоснабжения размещают в проходах производственных помещений, в помещениях для отдыха, в вестибюлях и других местах на расстоянии от рабочих мест не более 75 м.

Здравпункты предусматриваются на предприятиях со списочным количеством работающих 500 человек и более. Они оказывают первую помощь, контролируют санитарное состояние и соблюдение санитарно-

гигиенических норм и правил на производстве. Здравпункты располагаются на первых этажах вспомогательных или производственных зданий, вблизи цехов с наибольшим количеством работающих.

В механосборочных цехах создают фельдшерский пункт при числе работающих 300 – 800, а в цехах с повышенной опасностью в отношении травматизма и профессиональных заболеваний – при меньшем числе работающих.

Служебные помещения цеха. В состав служебных помещений цеха входят:

- помещения для административно-конторского персонала и инженерно-технических служб:
- кабинеты начальника и заместителей начальника цеха с помещениями для их секретарей;
- планово-диспетчерское бюро (ПДБ);
- бюро труда и зарплаты;
- бухгалтерии;
- табельная и др.

В состав инженерно-технических служб входят:

- технологические бюро или отделы цеха;
- конструкторские бюро;
- цеховые лаборатории;
- кабинеты техники безопасности и др.

Примеры планировки помещений административно-конторского персонала и санитарно-бытовых помещений показаны на рисунке 3.

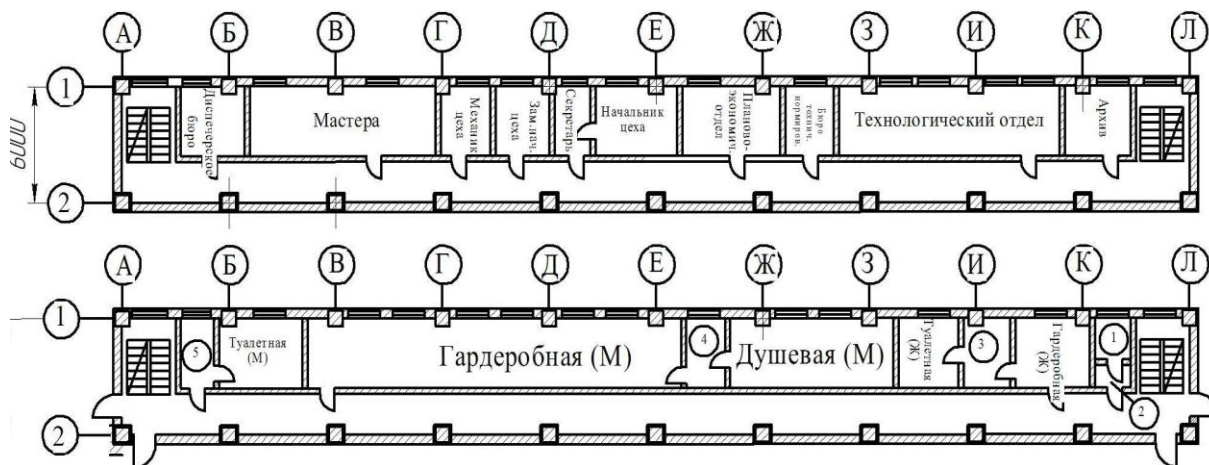


Рисунок 3. Пример планировки санитарно-бытовых и административно-конторских помещений

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

3.1. Изучить методические указания к практической работе.

3.2. Используя результаты расчетов по практической работе 5, подготовить исходные данные для планировки площадей занятых помещениями

для административно-конторского персонала и санитарно-бытовых помещений механического (механосборочного) цеха.

3.3. Выбрать и вычертить сетку колонн пристройки к производственному цеху, в которой расположены помещения административно-конторского персонала и санитарно-бытовые помещения в масштабе 1:100 с применением программного обеспечения (программа КОМПАС 3D или аналог).

3.4. Вычертить планировку помещений для административно-конторского персонала и санитарно-бытовых помещений в масштабе 1:100 с применением программного обеспечения (программа КОМПАС 3D или аналог).

3.5. Оформить чертеж планировки помещений для административно-конторского персонала и санитарно-бытовых помещений.

4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

4.1. Цель работы.

4.2. Исходные данные для планировки площадей занятых помещениями для административно-конторского персонала и санитарно-бытовых помещений механического (механосборочного) цеха.

4.3. Чертеж планировки помещений санитарно-бытовых и административно-конторских помещений для административно-конторского персонала и санитарно-бытовых помещений.

4.4. Выводы по работе.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

5.1. Состав административно-конторских помещений цеха.

5.2. Документы, являющиеся основанием для определения санитарного режима, состава и оборудования санитарно-бытовых и административно-конторских помещений.

5.3. Правила планировки и размещения санитарно-бытовых помещений.

5.4. Рекомендации по размещению санитарно-бытовых и административно-конторских помещений относительно производственных площадей цеха.

5.5. Назначение гардеробных блоков и порядок их проектирования.

5.6. Правила планировки и размещения административно-конторских помещений цеха.

5.7. Какие помещения входят в перечень помещений для санитарно-гигиенического обслуживания?

5.8. Что указывается на планировке санитарно-бытовых и административно-конторских помещений

Лабораторная работа 3

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПОНОВКИ МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Получить практические навыки проектирования компоновки механического цеха машиностроительного предприятия.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Компоновочным планом, или компоновкой цеха называется план, выполненный в заданном масштабе (обычно 1:100, 1:200 или 1:400, в зависимости от размера принятого здания) с нанесенными на нем границами производственных и вспомогательных участков, служебно-бытовых помещений, магистральных проездов, но без изображения детального расположения оборудования. Назначение компоновочного плана — взаимная увязка входящих в состав цеха отделений и участков, выбор оптимального направления производственного процесса, внутрицехового транспорта, грузовых и людских потоков, а также рациональное размещение вспомогательных и служебно-бытовых помещений. Все основные технологические размеры (ширина и длина пролетов, шаг колонн, высота пролета до подкрановых путей) на компоновочном плане проставляются в миллиметрах.

На компоновочном плане указывают габариты здания, маркировку осей здания, стены капитальные наружные и внутренние перегородки (в одну линию), сетку колонн пролетов, отметки фундаментов колонн; границы между цехами и участками; вспомогательные службы, помещения, устройства; магистральные проезды, вводы железнодорожных путей; цеховые подъемно-транспортные средства.

Расположение оборудования на компоновочном плане, как правило, не показывают. В отдельных случаях, когда расположение основного оборудования влияет на компоновочные решения (например, поточные станочные или автоматические линии), на компоновочных планах может быть показано размещение основных групп оборудования.

На компоновочном плане указывают длину и ширину здания, ширину пролетов, шаг колонн.

Разработка компоновочного плана производится с учетом следующих требований:

- ❖ обеспечение прямоточности производственного процесса, начиная от склада или места поступления заготовок и заканчивая отправкой готовой продукции;
- ❖ минимизация путей движения продукции на всем протяжении процесса производства;
- ❖ использование наиболее экономичных видов транспорта;
- ❖ компактное расположение участков и цехов;

- ❖ размещение участков с вредными выделениями и пожароопасных у наружных стен здания;

- ❖ возможность последующего расширения производства.

На компоновочном плане указывается:

- взаимное расположение отделений, цехов, участков, магистральные и цеховые проезды и проходы, въезды для транспорта.

- число и грузоподъемность используемых кранов;

Все отделения цеха на плане необходимо располагать по ходу общего производственного процесса выдерживая следующие **правила**:

- При единичном и серийном производстве цеховой склад металла и заготовок вместе или смежно с заготовительным отделением размещают в начале цеха (поперек пролетов цеха или в отдельном пролете, перпендикулярном к пролетам цеха); при поточном производстве складские площадки для заготовок находятся в начале каждой поточной линии.

- Вдоль склада или складских площадок поперек пролетов цеха устраивают проезд шириной от 4 м и более в зависимости от применяемых транспортных средств.

- Станочное отделение располагают на основной площади цеха; при значительной длине технологической линии устраивают поперечные проходы шириной не менее 4 м.

- В конце станочного отделения поперек всех пролетов устраивают поперечный проезд шириной не менее 4 м в зависимости от применяемых средств транспорта.

- Далее в удобных местах размещают контрольное отделение цеха или контрольные.

- В единичном и серийном производствах параллельно контрольному отделению, поперек пролетов, размещают склад готовых деталей и смежно с ним — межоперационный, если он предусмотрен; в поточном производстве для готовых деталей предусматривают площадки под склады либо подвесные или напольные конвейеры.

- Внутрицеховые проезды и проходы совмещают с основными архитектурными осями интерьера или располагают параллельно этим осям.

- Каналы, туннели, напольные транспортеры и конвейеры располагают параллельно осям колонн здания.

- Внутренние стены, перегородки большой высоты должны проходить по осям колонн.

- Вспомогательные отделения механического цеха располагают вдоль наружных стен.

Административно-служебные и бытовые помещения цехов размещают в пристройках к производственным зданиям (обычно с торца здания) или в отдельных зданиях (в последнем случае к ним обязательно должны быть предусмотрены крытые переходы). Для них используют унифициро-

ванные типовые секции с сеткой колонн 6×6 м. Ширина пристройки – 12 м. Длина унифицированных секций составляет 36, 48 и 60 м. Предусмотрены варианты двух-, трех- и четырехэтажных пристроек. Высоту этажа принимают равной 3,3 м. На первом этаже могут размещаться вспомогательные отделения, в этом случае высота первого этажа составляет 4,2 м.

Основные принципы выбора типа здания для механических цехов

На выбор здания влияют следующие факторы: характер и размеры объектов производства, объем производства, характер технологического процесса и применяемого оборудования; типы и грузоподъемность подъемно-транспортных средств; метеорологические условия, а также требования в отношении освещенности рабочих мест; условия удаления и отвода атмосферных осадков; перспективы расширения завода (цеха, участка), применяемые строительные материалы.

Каждое здание состоит из отдельных конструктивных элементов. К ним относятся фундаменты, стены, колонны, перекрытия, покрытия (крыши), лестницы, перегородки, двери, окна, фонари, ворота и др.

Фундаменты, стены, колонны, перекрытия, покрытия, воспринимающие нагрузки от веса находящихся в здании людей, оборудования, от снега, ветра или от других частей здания, на них опирающихся, называют несущими конструкциями здания.

Кроме несущих, различают также ограждающие конструкции зданий. К ограждающим конструкциям относят наружные стены, покрытия, окна, двери, ворота.

Основные объемно-планировочные параметры здания – **пролет, шаг, высота этажа.**

Для организации механосборочного производства преимущественно используются одноэтажные здания, так как в этом случае облегчается установка тяжелого металлорежущего оборудования, а также упрощаются транспортные связи между отдельными цехами. Если для производства требуется относительно мелкое оборудование целесообразно применять многоэтажные здания.

Промышленные здания состоят из железобетонных или металлических конструкций. В соответствии с основными положениями по унификации габаритных схем предусматриваются здания прямоугольной формы, состоящие из нескольких параллельных пролетов.

Планы и поперечные разрезы унифицированных типовых секций промышленных зданий приведены в таблице Б.1, Приложение Б.

Технологические характеристики зданий

Часть здания, ограниченная в продольном направлении двумя параллельными рядами колонн, называется пролетом. Машиностроительное

производство, как правило, размещается в зданиях, имеющих несколько пролетов.

Ширина пролета – расстояние между осями колонн в поперечном направлении пролета – выбирается из унифицированного ряда величин и принимается одинаковой для всех пролетов цеха и достаточной для рационального размещения станков. В зависимости от габаритных размеров оборудования и используемых транспортных средств ширина пролета составляет: для легкого машиностроения – 12 и 18 м, для среднего – 18 и 24 м, для тяжелого – 24, 30 и 36 м.

Шаг колонн – расстояние между осями колонн в продольном направлении – зависит от рода применяемого материала для зданий, его конструкции и нагрузок. Принимается равным 6, 9, 12 м. Расстояние между осями колонн в поперечном и продольном направлении образует сетку колонн (рисунок 1).

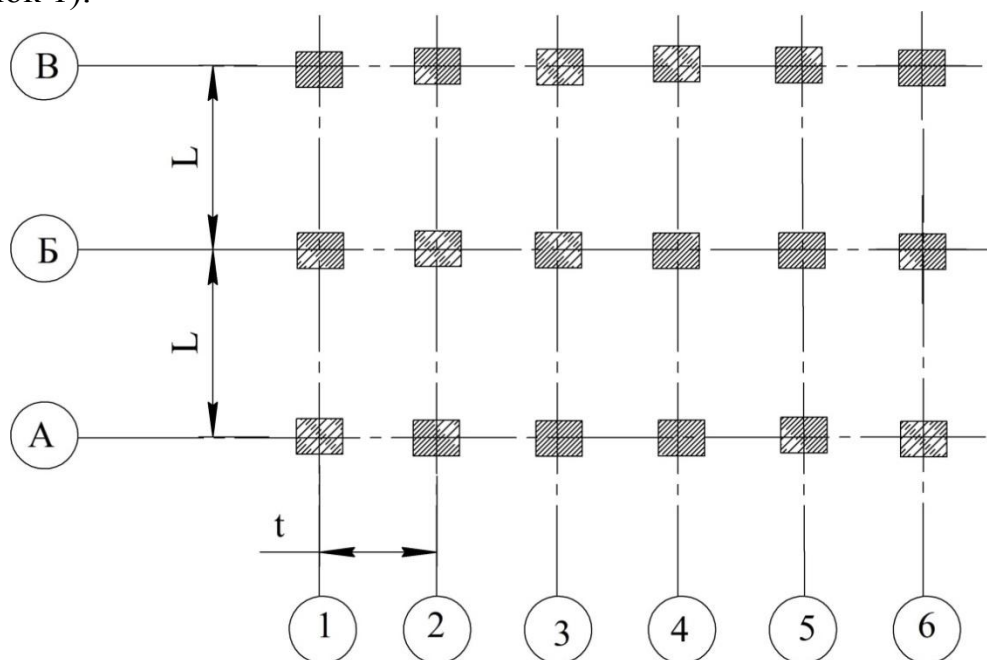


Рисунок 1. Сетка колонн (план пролета)

В механических цехах наиболее часто применяются сетки 18×6, 24×6, 18×12 и 24×12. В тяжелом машиностроении применяются сетки 30×6 и 36×6.

Высота пролета – это расстояние от пола до нижней части несущей конструкции. Она выбирается из ряда унифицированных значений по рассчитанной высоте H_1 головки кранового рельса.

Высота головки кранового рельса определяется по схеме (рисунок 2) в зависимости от максимальной высоты оборудования h_1 , минимального расстояния между оборудованием и перемещаемым грузом h_2 , высоты перемещаемого груза h_3 , высоты крана h_4 :

$$H_1 = h_1 + h_2 + h_3 + h_4,$$

где h_1 – максимальная высота оборудования, м – определяется с учетом крайних положений подвижных частей станка, но не должна быть менее 2,3 м; h_2 – минимальное расстояние между оборудованием и перемещаемым грузом, не менее 400 мм; h_3 – высота перемещаемого груза, м; h_4 – высота крана, то есть расстояние от предельного верхнего положения крюка до горизонтальной линии, проходящей через вершину головки рельса, м, принимается по стандартам электрических мостовых кранов в пределах 0,5...1,6 метров в зависимости от грузоподъемности крана. Высота бескрановых пролетов составляет 6...8,4 м, крановых – 10,8...19,8 м.

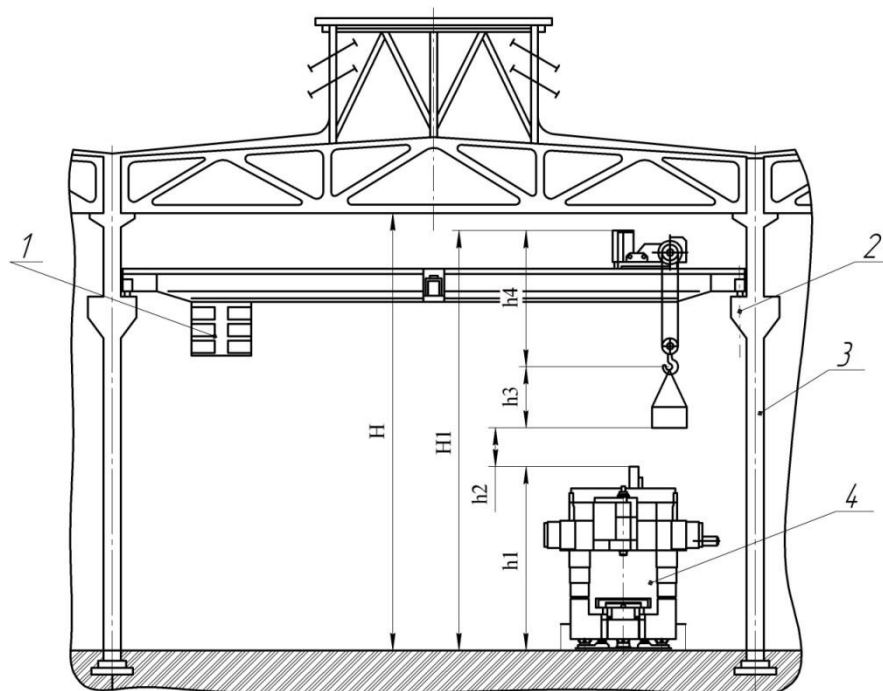


Рисунок 2. Поперечный разрез пролета: 1 – кабина крана; 2 – ось подкрановых путей; 3 – продольная разбивочная ось (колонна); 4 – технологическое оборудование

Основные элементы конструкции здания

Перекрытия. Наибольшее распространение получили перекрытия балочной конструкции состоящие из длинномерных плит перекрытия, уложенных по ригелям каркаса (балкам), выходящим в нижнее помещение со стороны потолка в виде ребер перекрытия. Для балочных перекрытий применяются сборные железобетонные плиты шириной от 600 до 2000 мм.

Стены. По материалу стены делят на стены из различных видов каменной кладки, крупнопанельные и облегченные из различных материалов. Промышленные здания с крупнопанельными стенами чаще всего выполняют с ленточным остеклением фасада.

Двери. Двери подразделяются на внутренние и наружные, они могут быть глухими или остекленными. Соответственно направлению открывания двери подразделяются на правые и левые. Открываются двери только на выход.

Фонари (рисунок 3) устанавливаются на покрытиях промышленных зданий и предназначены для освещения рабочих мест, удаленных от окон, и вентиляции помещений. Фонари располагаются вдоль пролета цеха. Наиболее широко распространены прямоугольные фонари, позволяющие ограничить проникновение прямых солнечных лучей в помещение через остекление и упростить конструкцию навески переплетов. Размеры в конструктивных схемах фонарей унифицированы.

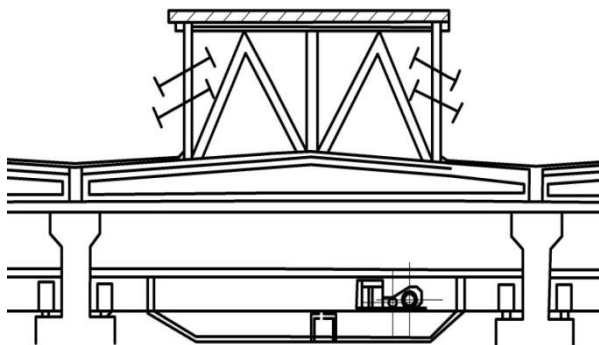


Рисунок 3. Аэрационный фонарь

Окна имеют значительные размеры и предназначены для освещения и вентиляции. От площади оконных проемов, системы переплетов в них и характера остекления зависят степень инсоляции. Аэрация решается в основном за счет принудительной вентиляции и в меньшей мере – за счет воздухообмена через окна и фонари в покрытии здания. Для остекления проемов в стенах производственных зданий устанавливают оконные переплеты или заполняют проемы стеклоблоками. Низ окна располагают на 1,2 м от пола.

Перегородки. Чаще всего в производственных помещениях устраивают перегородки, высота которых не превышает 2.. 2,5 м (для цеховых конторок, инструментальных и т. д.).

Ворота. Размеры ворот зависят от габаритов грузов и транспортных средств, для пропуска которых эти ворота предназначены. В зависимости от требований заводской технологии размеры ворот должны приниматься и с учетом действующих типовых размеров, мм: 2,4 х 2,4; 3,0 х 3,0; 3,6 х 3,0; 3,6 х 3,6; 3,6 х 4,2; 4,8 х 5,4. Во всех случаях размеры проемов ворот кратны 600 мм. Наименьшая ширина ворот не менее 1,8 м и должна превышать наибольшую ширину транспортных средств не менее чем на 400 мм. Высота ворот не менее 2,4 м и должна превышать высоту транспортных средств не менее чем на 200 мм.

Примеры компоновок механических цехов показаны на рисунках Б.1...Б.3 Приложение Б, пример выполнения поперечного сечения пристройки для размещения бытовых и служебных помещений – на рисунке Б.4, Приложение Б.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

3.1. Изучить методические указания к практической работе.

3.2. Используя результаты расчетов по практическим работам 2 - 5 и лабораторным работам 1, 2 подготовить исходные данные для проектирования компоновки механического цеха.

3.3. По таблице Б.1, Приложение Б выбрать параметры унифицированных типовых секций производственного здания цеха.

3.4. Рассчитать высоту производственного здания цеха.

3.5. Выбрать и вычертить сетку колонн механического цеха в масштабе 1:200 с применением программного обеспечения (программа КОМПАС 3D или аналог).

3.6. Выполнить компоновку механического цеха с указанием производственных участков, вспомогательных отделений, помещений для административно-конторского персонала и санитарно-бытовых помещений.

3.7. Оформить чертеж компоновки механического цеха.

3.8. Сформулировать выводы по работе.

4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

4.1. Цель работы.

4.2. Исходные данные для проектирования компоновки механического цеха.

4.3. Перечень участков механической обработки, вспомогательных отделений и административно-бытовых помещений механического цеха.

4.4. Расчет высоты производственного здания цеха.

4.5. Чертеж компоновки механического цеха.

4.6. Выводы по работе.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

5.1. Что называется компоновочным планом цеха?

5.2. Сформулируйте назначение компоновочного плана цеха.

5.3. Что указывается на компоновочном плане цеха?

5.4. Какие требования учитываются при разработке компоновочного плана цеха?

5.5. В каком порядке располагаются отделения цеха?

5.6. Основные принципы выбора типа здания для механических цехов.

5.7. Как рассчитывается высота пролета цеха?

5.8. Назовите основные элементы конструкции здания.

5.9. Где размещают административно-служебные и бытовые помещения цехов?

5.10. Раскройте понятие – сетка колонн, как она обозначается?

5.10. Порядок работы с библиотекой цехов программы КОМПАС.

5.12. Последовательность построения сетки колонн в программе КОМПАС.

Рекомендуемая литература

1. Смирнов, А.М. Организационно-технологическое проектирование участков и цехов учебное пособие / А.М. Смирнов, Е.Н. Сосенушкин.- Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 228 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93717>.
2. Проектирование автоматизированных участков и цехов/ В.П.Вороненко, В.А.Егоров, М.Г.Косое и др. Под ред Ю.М.Соломенцева. М.: Высшая школа, 2000 - 272с. Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/67632/>
3. Киселев Е.С. Выполнение технологических планировок механосборочных и вспомогательных цехов на ПЭВМ/Е.С.Киселев , В.В Богданов Учебное пособие. Ульяновск: УлГТУ, 2001.- 96 с Режим доступа: <https://lib-bkm.ru/load/11-1-0-270>
4. Киселев Е.С. Проектирование механосборочных и вспомогательных цехов машиностроительных предприятий: Учебное пособие. Ульяновск: УлГТУ,1999. 118 с. Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/159/26159/files/609.pdf>
5. Хватов, Б.Н. Гибкие производственные системы. Расчет и проектирование : учеб. пособие / Б.Н. Хватов. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 112 с. Режим доступа: <http://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2008/hvatov-a.pdf>
6. Хватов, Б.Н. Проектирование машиностроительного производства. Технологические решения : учебное пособие / Б.Н. Хватов, А.А. Родина. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. – 144 с.Режим доступа: <http://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2013/hvatov-a.pdf>
7. Горшков, Э.В. Проектирование цехов (участков) машиностроительных производств. Учебное пособие по выполнению курсовой работы и специальной части ВКРБ / Э.В. Горшков, Д. И. Симисинов Екатеринбург: Изд-во. УГГУ, 2016. 24 с. Режим доступа: http://www.ursmu.ru/upload/doc/2016/02/15/Metod_PUMP_15.03.01_MASH_20.03.2015.pdf
8. Выжигин А.Ю. Гибкие производственные системы/ А.Ю. Выжигин М.: Машиностроение, 2009. - 288 с. Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/1619905/>
9. ОНТП 14-93 Нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки (доработка онтп-14-93) механообрабатывающие сборочные цехи Режим доступа: http://www.infosait.ru/norma_doc/46/46493/
10. СНиП 2.09.04-87. Административные и бытовые здания. <https://docplan.ru/Index2/1/4294854/4294854786.htm>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1. Нормы расстояний между станками и от станков до стен и колонн зданий.

Расстояния			Габариты станков, мм			
			до 1800× 800	до 4000× 2000	до 8000× 4000	до 16000× 6000
Между станками по фронту «а»			700	900	1500	2000
Между тыльными сторонами станков «б»			700	800	1200	1500
Между станками при поперечном расположении к проезду	При расположении станков «в затылок» «в»		1300	1500	2000	–
	При расположении станков фронтом друг к другу и обслуживании одним рабочим	одного станка «г»	2000	2500	3000	–
		двух станков «д»	1300	1500	–	–
От стен или колонн здания до	тыльной или боковой стороны станка «е»		700	800	900	1000
	фронта станка «ж»		1300	1500	2000	–

Таблица А.2. Нормы ширины магистральных проездов в механических и сборочных цехах

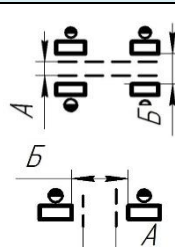
Схема	Вид транспорта	Грузоподъемность, т.	Расстояние	
			А, мм	Б, мм
	Электрокары	до 1	3000	3400
		до 3	3500	4000
		до 5	4000	4500
	Электропогрузчики с подъемными вилами	до 0,5	3500	4000
		до 1	4000	4500
		до 3	5000	5500
	Грузовые автомашины	до 1	4500	5000
		до 5	5500	6500

Таблица А.3. Нормативные расстояния между станками.

Расстояние	Наибольший из габаритных размеров станка в плане			
	до 1,8 м	1,8...4,0 м	4,0...8,0 м	св. 8,0 м
а	1,6/1,0	1,6/1,0	2,0/1,0	2,0/1,0
б	0,5	0,5	0,5	0,5
в	0,5	0,5	0,7/0,5	1,0/0,5
г	1,7/1,4	1,7/1,6	2,6/1,8	2,6/1,8
д	0,7	0,8	1,0	1,3/1,0
е	0,9	0,9	1,3/1,2	1,8/1,2
ж	2,1/1,9	2,5/2,3	2,6	2,6
з	1,7/1,4	1,7/1,6	1,7	1,7
и	2,5/1,4	2,5/1,6	–	–
к	0,7	0,7	–	–
л	1,6/1,3	1,6/1,5	1,6/1,5	1,6/1,5
м	0,7	0,8	0,9	1,0/1,9
н	1,2/0,9	1,2/0,9	1,2/0,9	1,2/0,9

Таблица А.4. Варианты заданий к работе «Проектирование компоновки участка механической обработки».

№ варианта	Тип участка	Количество станков
1	Зуборезный участок	20
2	Токарный участок	19
3	Шлифовальный участок	17
4	Участок обработки крупногабаритных валов	17
5	Участок обработки корпусов	19
6	Участок обработки станин токарных станков	16
7	Сверлильный участок	16
8	Участок обработки валов-шестерен	14
9	Участок обработки зубчатых колес	19
10	Участок обработки шатунов	17
11	Фрезерный участок	16
12	Участок обработки коленчатых валов	17
13	Участок обработки станин фрезерных станков	18
14	Участок обработки шпинделей	18
15	Участок обработки блоков цилиндров	17
16	Участок обработки гильз	19
17	Участок валов	19
18	Участок обработки корпусных деталей	20
19	Участок обработки рычагов	19
20	Зуборезный участок	20
21	Участок обработки гильз	16
22	Участок обработки пластин	19
23	Участок обработки втулок	19
24	Участок обработки крепежа	16
25	Участок обработки шарниров	17

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.

Таблица Б.1. Параметры унифицированных типовых секций

Категория секций	Планы секций	Сетка колонн, м	Площадь секций, м ²	Наличие кранов	Схема поперечных разрезов секций	Высота пролета, грузоподъемность
Основные		18×12	10368	Бескрановые		6; 7,2 м (5 т)
		24×12	5184			10,8 (20 т); 16,2 (30 т)
Дополнительные		24×12	3456	Крановые		10,8 (20 т)
		24×12	1728			16,2 (30 т)
		30×12	2160			16,2; 18 (50 т)

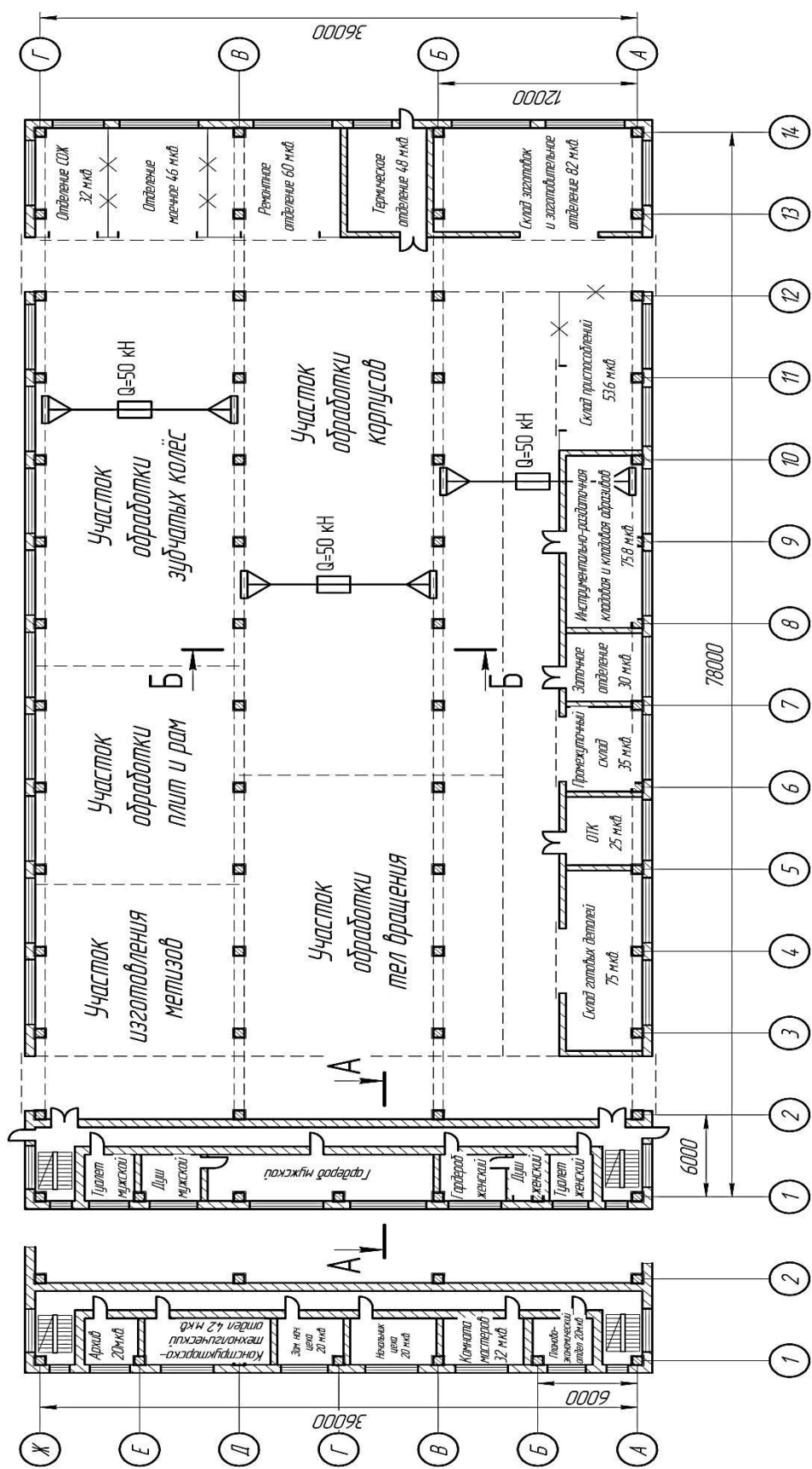


Рисунок Б.1.1. Пример компоновки механического цеха для условий серийного производства

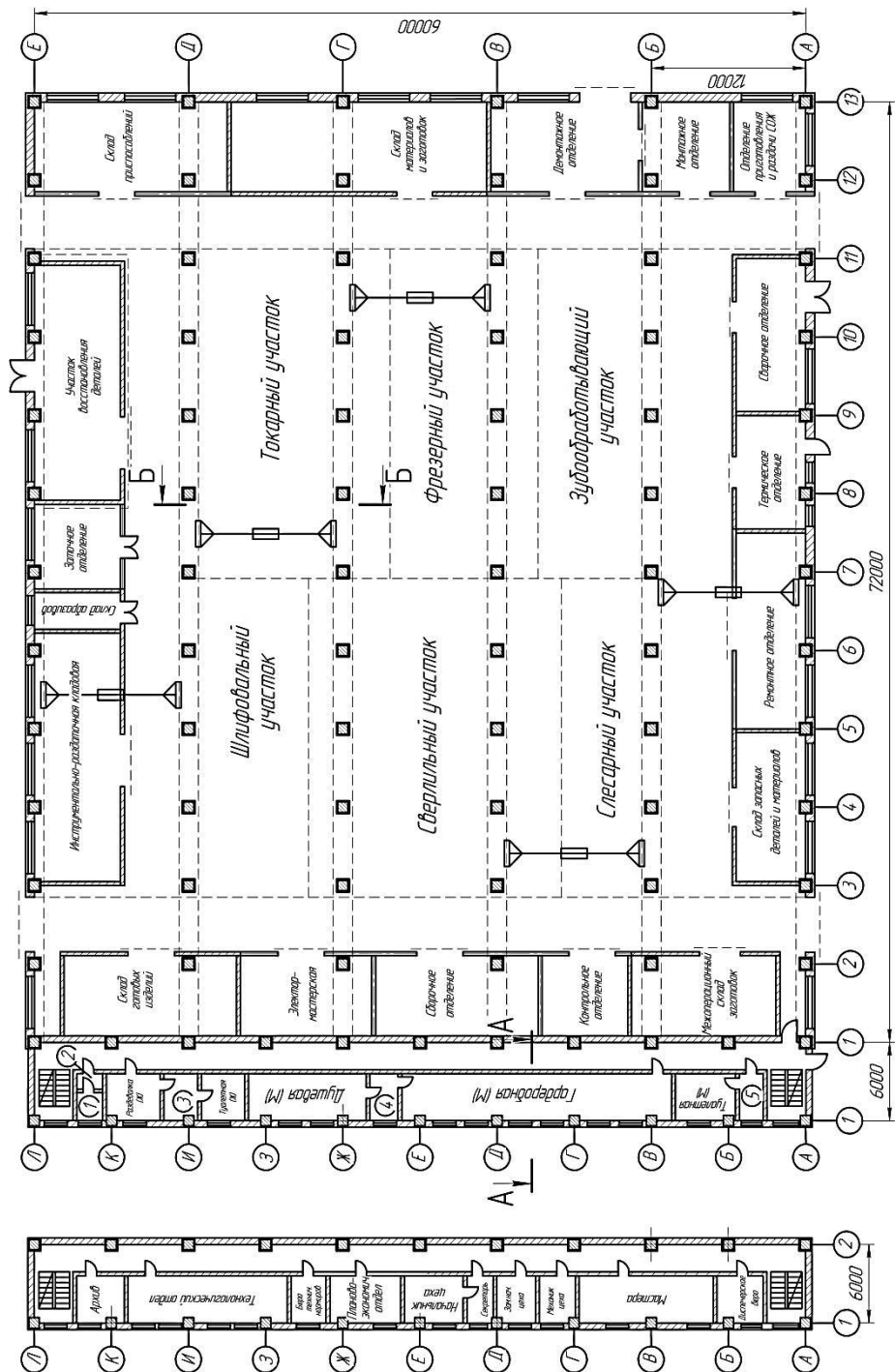


Рисунок Б.2. Пример компоновки ремонтно-механического цеха.

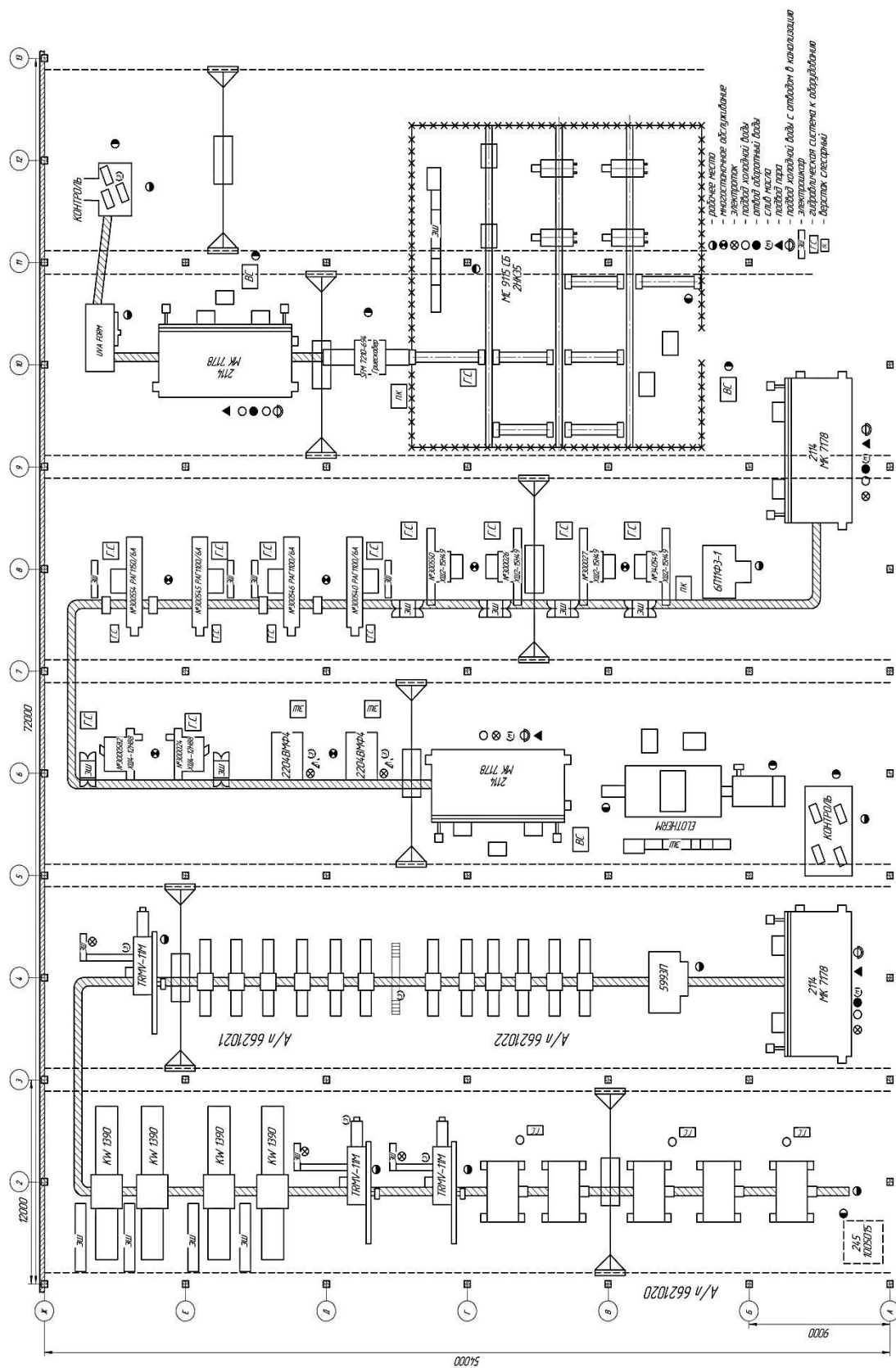


Рисунок Б.3. Пример компоновки автоматической линии.

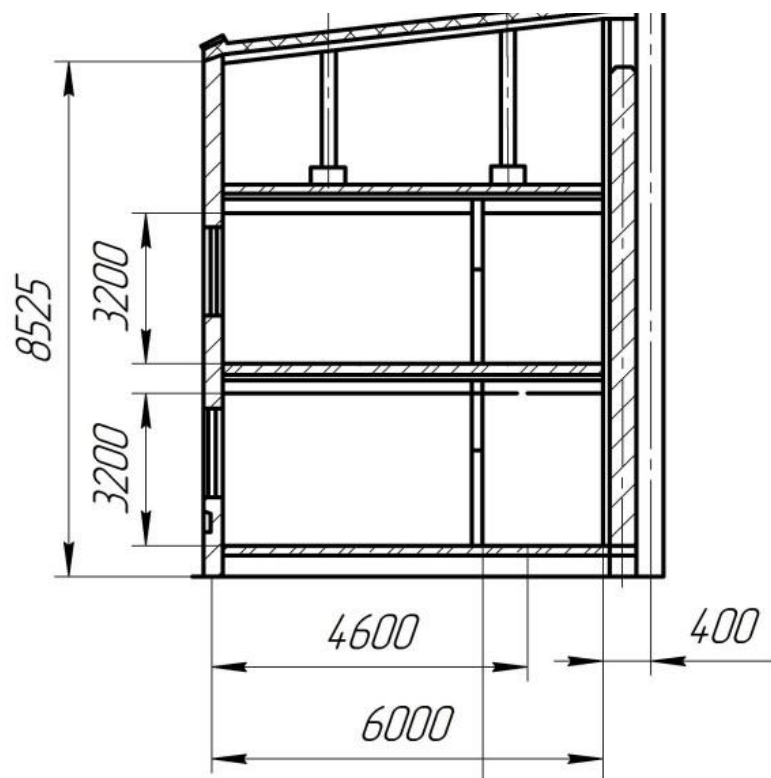


Рисунок Б.4. Пример выполнения поперечного сечения пристройки для размещения бытовых и служебных помещений механического цеха.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Часть II

*Методические указания
к практическим и лабораторным работам*

Составитель: **Богущий** Владимир Борисович

Издается в авторской редакции

Изд. № 216/19. Объем 3,75 п.л.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»