

АВТОМАТИЗИЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ

2-Техническое оснащение производственных систем

РУДНЕВА Лора Юрьевна

Москва 2015\2016 уч.год

2.1. Принципы построения и примеры производственных систем

В зависимости от отрасли и типа производства производственные системы (ПС) создаются на базе различного оборудования: универсального, агрегатного, специального и специализированного, автоматов, полуавтоматов, обрабатывающих центров, станков с ЧПУ, объединенного гибкими или жесткими транспортными устройствами.

В зависимости от межстаночного транспорта можно классифицировать

ПС:

- а) со сквозным транспортом без перестановки изделия;
- б) с транспортной системой с перестановкой изделия;
- в) с транспортной системой с накопителями.

По видам компоновки (агрегатирования) различают ПС:

- а) однопоточную;
- б) параллельного агрегатирования;
- в) многопоточную;
- г) скомпонованную из роботизированных ячеек.

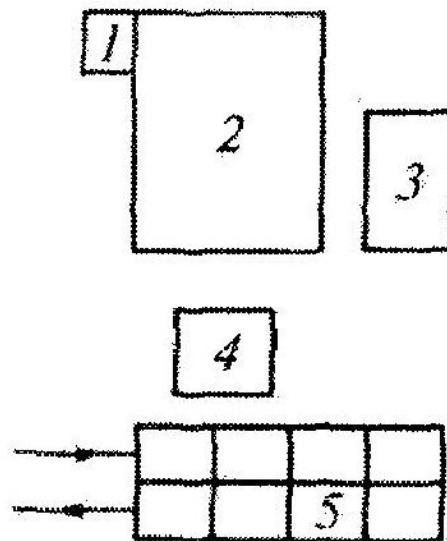


Рис. 2.1. Структурные компоненты производственного модуля:

- 1 – контрольно-измерительное устройство; 2 – станок с ЧПУ;
- 3 – управляющее устройство; 4 – погрузочно-разгрузочное устройство;
- 5 – транспортно-накопительное устройство

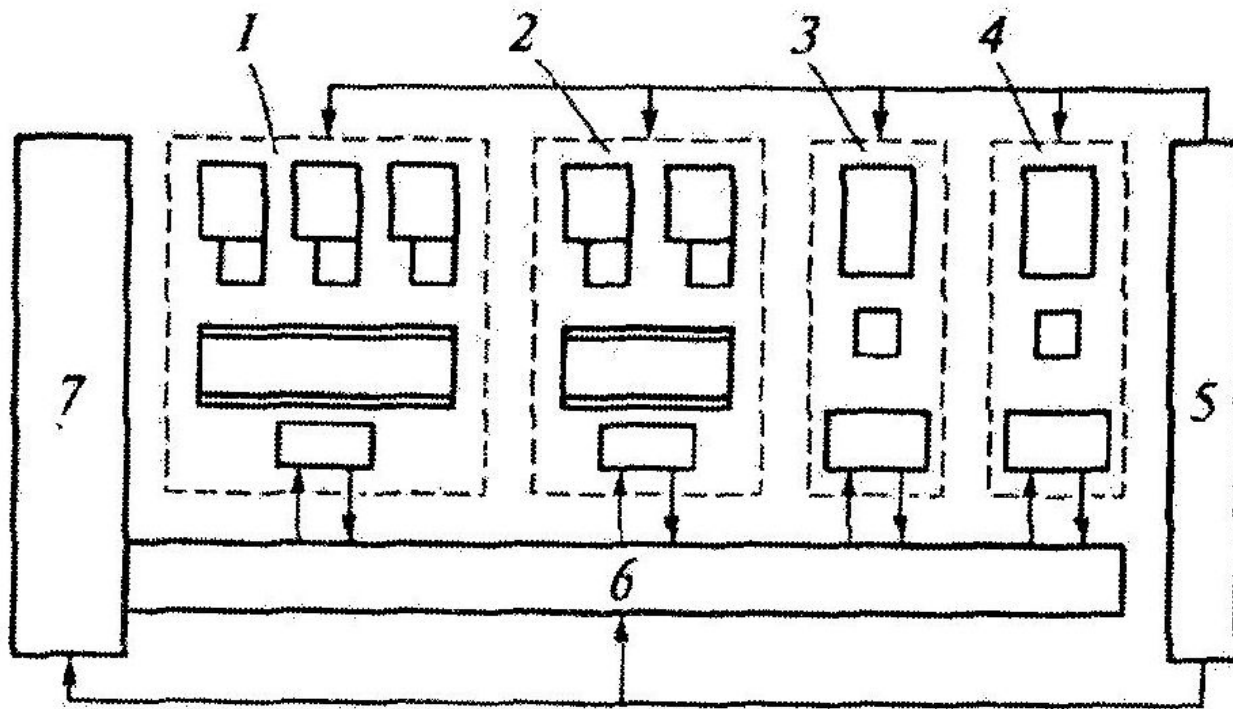


Рис. 2.3. Структурные компоненты гибкой автоматической линии:
 1, 2 – производственные ячейки (ГПЯ); 3, 4 – производственные модули (ГПМ); 5 – управляющая ЭВМ; 6 – транспортная система; 7 – склад

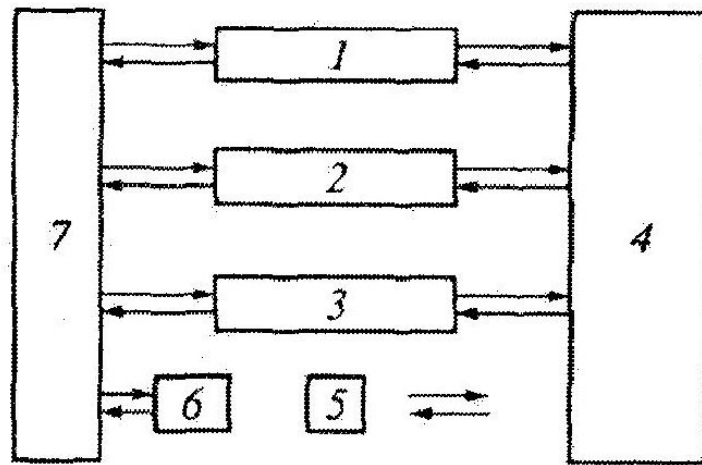


Рис. 2.4. Структурные компоненты гибкого производственного участка:

1, 2, 3 – гибкие автоматические линии (ГАЛ); 4 – склад; 5 – ГПИМ; 6 – ГПЯ; 7 – управляющая ЭВМ

Каждый структурный компонент гибких систем технически представляет собой законченное целое и имеет свою локальную систему управления, что позволяет ему эффективно функционировать как индивидуально, так и в составе переналаживаемого производства и, прежде всего, в составе цеха, состоящего из ПМ, ПЯ, АЛ, ПЛ, АУ, ПрУ и предназначенного для изготовления изделий заданной номенклатуры.

2.2. Выбор технологического оборудования и промышленных роботов для производственных систем

Выбор технических средств для производственных систем – один из важнейших этапов, определяющих структурно-компоновочные решения, организационные и технологические возможности, эксплуатационные расходы и другие показатели производства.

Выбор основного технологического оборудования

Анализ многообразия обрабатываемых деталей и известных производственных участков показывает, что можно выделить два основных типа ПрУ, отличающихся оборудованием, средствами транспортирования изделий, структурно-компоновочными решениями. Это участки для изготовления деталей типа тел вращения (валов, дисков, фланцев, шестерен) и корпусных деталей.

*Рекомендуемые модели станков с ЧПУ
для обработки деталей типа валов*

Максимальные параметры заготовки			Высота оси центров станка, мм		Модель станка
Диаметр, мм	Длина, мм	Масса, кг	Над станиной	Над суппортом	
20	250	2	250	125	1И611ПМФ3, 1П717Ф3
50	500	10	320	200	16Б16Т1, 1713Ф3, 16Б16Ф3
80	1000	40	400	250	16К20Т1, 1720ПФ3, 16К20Ф3
160	1400	160	630	400	16К30Ф3, 1740РФ3, 1Б732Ф3

*Рекомендуемые модели станков с ЧПУ
для обработки деталей типа дисков*

Максимальные параметры заготовки			Модель станка
Диаметр, мм	Длина, мм	Масса, кг	
160	100	10	1П717Ф3, 1П420ПФ40, 1Б40ПФ4
250	200	40	16Б16Т1, 16К20Ф3, 1720ПФ30
320	250	80	16К20Т1, 16К20Ф3, 1740РФ3
400	320	160	1П752МФ3, 1П756ДФ3, 1П717Ф3

Таблица 2.3

*Рекомендуемые модели токарных многоцелевых станков
для обработки деталей типа тел вращения*

Максимальные параметры заготовки			Модель станка
Диаметр, мм	Длина, мм	Масса, кг	
200	160	40	ИРТ180ПМФ4
220	500	150	СТМ220К
320	450	300	СТМ320К
400	1500	1500	1740РФ4
450	630	800	СТМ450
560	1000	1900	1757Ф4

Выбор промышленных роботов для обслуживания технологического оборудования

Одно из основных преимуществ промышленных роботов (ПР) — возможность быстро перенастраиваться для выполнения операций, различающихся последовательностью и характером действий. Поэтому их применение наиболее эффективно при частой смене изделий в условиях многономенклатурного серийного производства. Однако и в массовом производстве оснащение АЛ промышленными роботами для автоматизации установки и снятия деталей и их межстаночного транспортирования исключает необходимость создания при проектировании АЛ новых транспортных средств, что существенно снижает стоимость этих АЛ, повышает их гибкость и возможность комплектации изделий.

Приблизленно количество станков, обслуживаемых одним роботом, можно определить по формуле:

$$n_{cm} = \frac{t_{м.с.} \cdot K_3}{t_{зан}} + 1, \quad (2.1)$$

где $t_{м.с.}$ – машинное время работы оборудования;
 $t_{зан}$ – время работы ПР (смена инструмента, загрузка-выгрузка изделий;
 K_3 – поправочный коэффициент, учитывающий паузы, сбой в работе.
При циклической работе принимают $K_3 = 0,7$.

Для оптимизации рабочего цикла системы машин во времени составляют циклограмму, отражающую моменты начала и окончания рабочих и холостых операций (ходов), а также их взаимного расположения во времени (цикле). Сокращение цикла путем максимального совмещения времени рабочих ходов (t_p) и времени холостых ходов ($t_{хх}$) является целью составления циклограммы. Циклограмма может координировать работу как отдельных узлов и механизмов станка, так и совокупности станков и вспомогательного оборудования, входящих в ПС.

Методика построения циклограмм функционирования технологических комплексов

Рассмотрим методику на примере роботизированного технологического комплекса (РТК), циклограмма которого должна включать в выбранной последовательности все основные и вспомогательные операции (переходы) изготовления изделия, а также условные операции (переходы) для возможных изменений технологического маршрута.

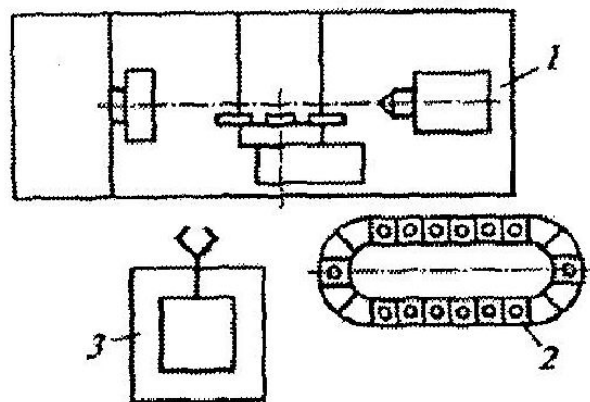


Рис. 2.5. Компоновка РТК:

1 – токарный полуавтомат мод. 16К20Ф3; 2 – тактовый стол ТС (накопитель заготовок и деталей); 3 – промышленный робот ПР мод. М20П.40.01

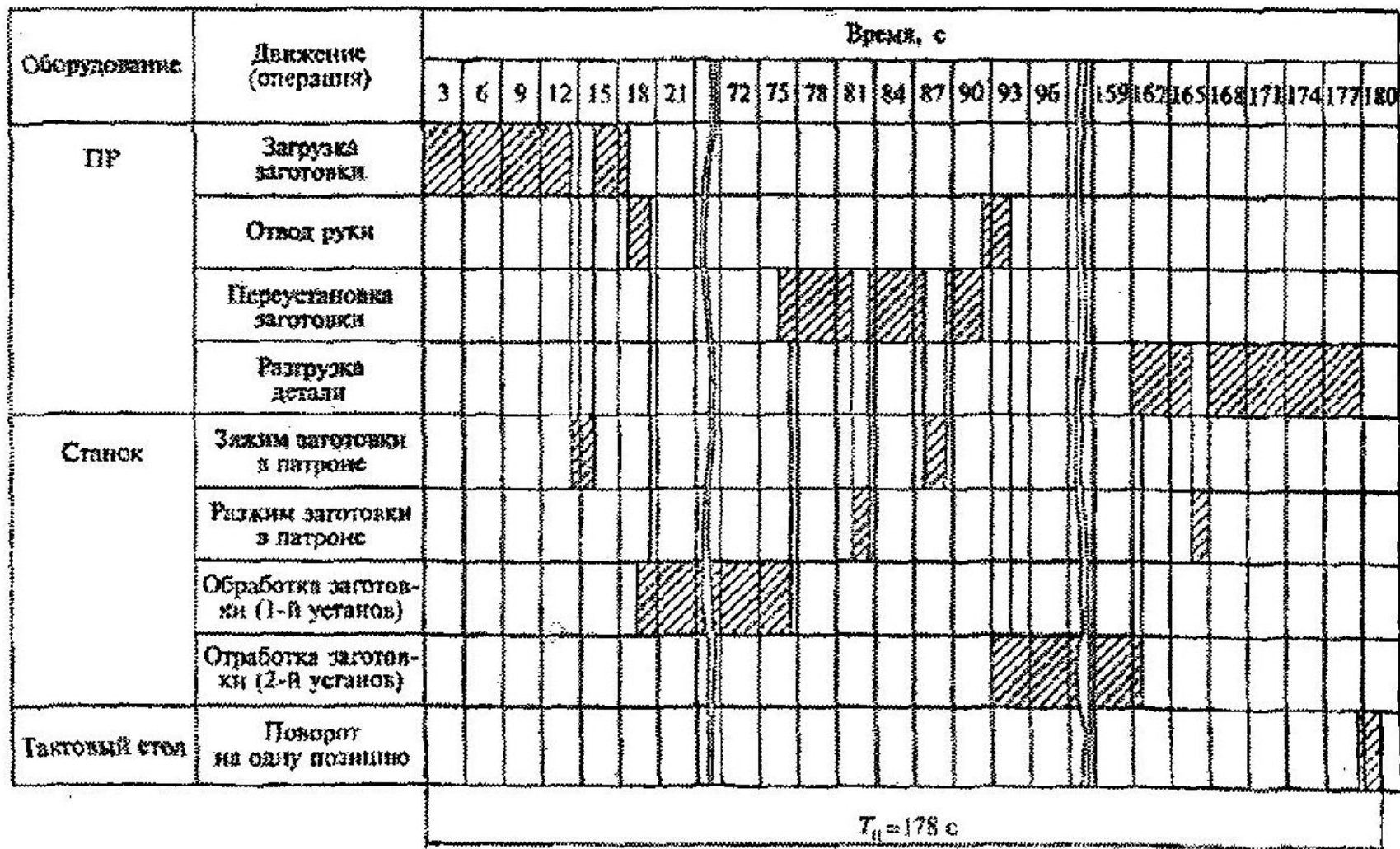


Рис. 2.6. Циклограмма работы (функционирования) РТК: $T_{ци}$ – время цикла, с

2.3. Расчет количества оборудования производственных систем в условиях поточного и непоточного производства

Потребное количество основного оборудования проектируемого участка подсчитывают отдельно по номенклатуре и каждому типоразмеру с учетом штучного времени ($T_{шт}$) по отдельным операциям технологического процесса, выполняемого на данном оборудовании, программы и номенклатуры выпускаемых деталей или изделий.

Потребное (расчетное) количество станков данного типоразмера C_p в условиях непоточного производства:

$$C_p = \frac{T_k}{\Phi_c}, \quad (2.2)$$

где T_k — трудоемкость (станкоемкость) обработки годового количества всех деталей на станках данного типоразмера в станко-часах; определяют по данным разработанного технологического процесса;

Φ_c — действительный (расчетный) годовой фонд времени работы станка в часах, определяемый по табл.2.6.

Таблица 2.6

Действительный годовой фонд времени работы оборудования механических и сборочных цехов при 41-часовой рабочей неделе

<i>Наименование</i>	Ф _с в час при числе рабочих смен		
	1	2	3
Металлорежущее оборудование	2030	4015	5960
Металлорежущее уникальное оборудование (сложные и тяжелые станки)	—	3890	5590
Автоматические линии, станки с ЧПУ	—	3725	5465

Таблица 2.7

Тип производства	$K_{з.о.ср.}$
Единичный	0,8 - 0,65 и выше
Серийный	0,75- 0,85 и выше
Массовый	0,65- 0,75 и выше

Таблица 2.8

Типоразмер станка	Номера закрепленных за станком деталей	Годовой выпуск, шт.	Норма времени на 1 деталь, мин.	Время на годовой выпуск, станко-час	Потребность в станках		Коэфф. загрузки станков
					C_p	$C_{п}$	
Итого							

Таблица 2.9.

Примерное отношение трудоемкости видов сборочных работ к общей трудоемкости сборки в %

Вид сборочных работ	Тип производства				
	единичное	подтипы серийного производства			массовое
		мелкосер.	среднесер.	крупносер.	
Слесарно-пригоночные	25-30	20-25	15-20	10-15	—
Узловая сборка	5- 10	10-15	20-30	30-40	45-60
Общая сборка	60-70	60-70	50-65	45-60	40-55

2.4. Автоматизация загрузки, транспортирования и складирования изделий в производственных системах

Транспортно-загрузочные, накопительные и складские устройства и системы широко используются в производственных системах различного уровня. Они предназначены для перемещения изделий с позиции на позицию, распределения изделий по потокам, их поворота, ориентации, межоперационного накопления и складирования. Характер работы, состав, конструкция, компоновка указанных устройств напрямую зависят от характеристик изделий и характера технологического процесса. Правильный выбор средств транспортирования, загрузки, накопления и складирования изделий непосредственно влияет на надежность, производительность и эксплуатационные затраты автоматизированных систем.

Загрузочные устройства производственных систем

Это группа целевых механизмов, включающая в себя подъемники, транспортеры-распределители, механизмы приема и выдачи изделий, лотковые системы, отводящие транспортеры, межоперационные накопители (бункорные и магазинные), автооператоры.

Магазинные загрузочные устройства в зависимости от способа транспортирования можно разбить на три класса:

- самотечные;
- принудительные (магазины-транспортеры);
- полусамотечные.

Транспортные устройства производственных систем

Предназначены для перемещения деталей и сборочных единиц с позиции на позицию, распределения деталей по потокам, поворота и ориентации деталей. Все транспортные устройства входят в состав производственных систем с жесткой и с гибкой связью.

Технические средства транспортных систем

Технические средства ТНС делятся на две группы: основное оборудование и вспомогательное.

Выбор и расчет транспортно-складских систем

Транспортно-складская система ТСС – это система взаимосвязанных транспортных и складских устройств для укладки, хранения, временного накопления, разгрузки и доставки предметов труда, технологической оснастки.

При создании ТСС решаются задачи не только хранения заготовок, деталей, инструмента, оснастки, но и выбора наиболее эффективных, рациональных компоновок оборудования и маршрутов перемещения грузов.

Существуют два основных конструктивных варианта построения ТСС: с совмещенными и отдельными транспортной и складской подсистемами.

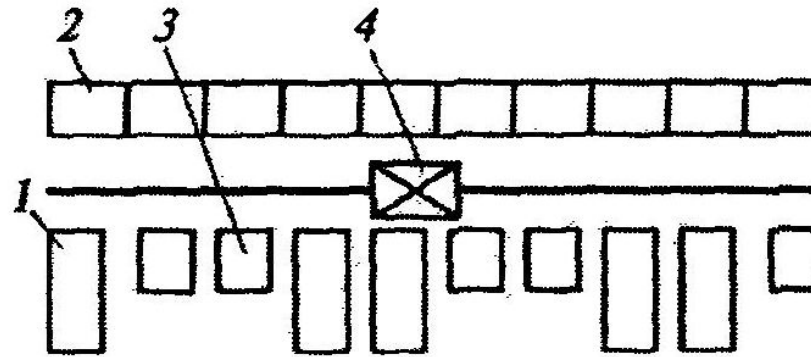


Рис. 2.7. Схема ПС с совмещенной транспортно-накопительной системой:

1 – станки; 2 – стеллаж – накопитель; 3 – перегрузочные столы; 4 – кран штабелер

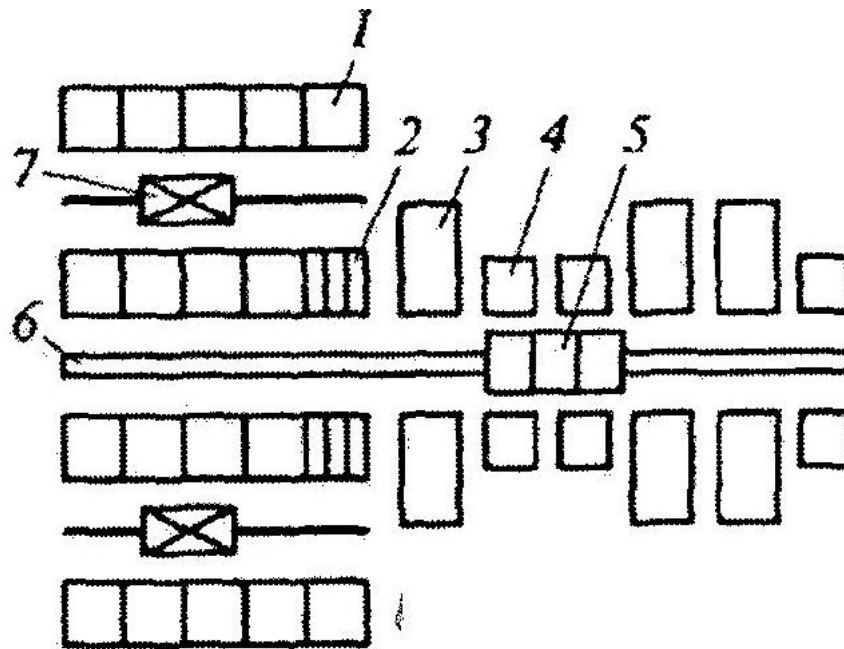


Рис. 2.8. Схема ПС с отдельной транспортно-накопительной системой:

1 - транспортный рельсовый путь; 2 - краны - штабелеры; 3 - стеллажные накопители; 4 - сборочные столы; 5 - станки; 6 - пристаночные накопители; 7 - транспортная тележка

При линейных компоновках ПС склады располагают в торцах производственного участка и оснащают стеллажными или мостовыми автоматическими кранами-штабелерами (см. рис.2.9). При небольших грузопотоках роботы-штабелеры используют как транспортно-складские роботы и для подачи заготовок на перегрузочные устройства. Мостовые краны-штабелеры используют при меньших грузопотоках и больших объемах хранения материалов, заготовок, готовых изделий.

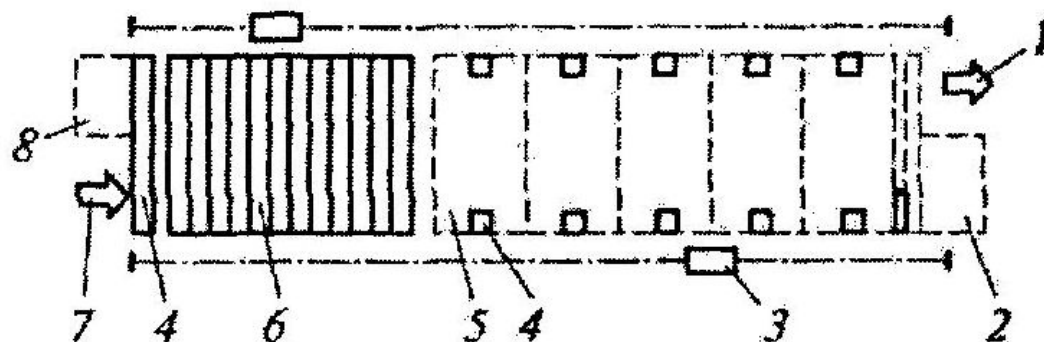


Рис. 2.9. Линейная компоновка склада ПС:

1 – мостовой складской робот; 2 – выход готовых и бракованных изделий; 3 – участок ОТК; 4 – выход отходов производства; 5 – производственный участок; 6 – перегрузочные устройства и накопители; 7 – участок входного контроля; 8 – поступление материалов, заготовок, инструмента, тары; 9 – склад материалов, заготовок, инструмента, тары, готовых изделий

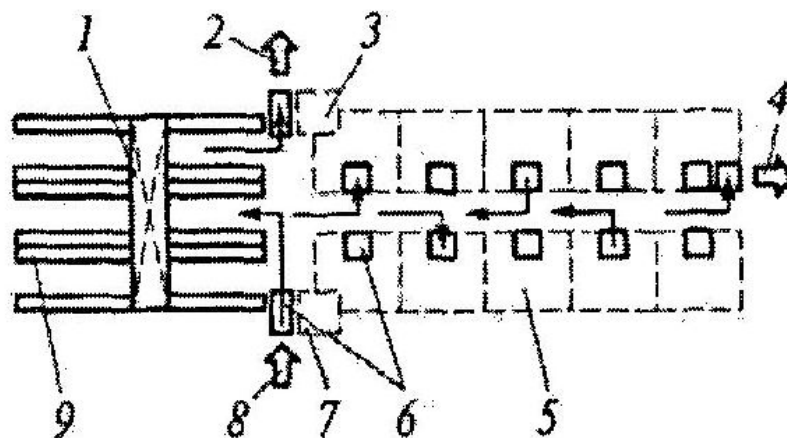


Рис. 2.10. Боковая компоновка склада ПС:

1 - выход готовых и бракованных изделий; 2 - участок ОТК; 3 - транспортно-складской робот; 4 - перегрузочные устройства и накопители; 5 - производственный участок; 6 - гравитационный склад заготовок, инструмента, готовых изделий; 7 - поступление материалов, заготовок, инструмента, тары; 8 - участок входного контроля

При проектировании автоматических складов определяют:

- функции склада;
- потребную вместимость;
- параметры склада;
- выбирают или проектируют нестандартное оборудование;
- выбирают системы автоматического управления;
- технико-экономические показатели.

2.5. Проектирование системы инструментообеспечения

Наиболее значительные потери времени при механической обработке изделий на станках связаны с транспортированием, установкой, закреплением, съемом, переточкой и наладкой инструмента и приспособлений. Поэтому обеспечение производительности, надежности, гибкости технологических процессов определяет роль и место системы инструментообеспечения (СИО) на производстве. В состав СИО входят не только режущий и вспомогательный инструмент, но и приборы настройки режущего инструмента и инструментальных головок вне станка, подсистема смены, транспортирования и накопления (складирования) инструментов, устройства для подналадки режущего инструмента и контроля его состояния.

Вопросы для самопроверки

1. Из какого оборудования могут быть созданы производственные системы?
2. Какие виды технологических линий применяются в различных типах производства?
3. Чем отличаются линии с гибкой связью от линий с жесткой связью?
4. Чем отличается промышленный робот ПР от автооператоров?
5. Какие условия учитываются при выборе ПР?
6. Что такое циклограмма функционирования?
7. В чем заключается методика построения циклограмм функционирования роботов и роботизированных ячеек?
8. Для чего предназначены магазинные и бункерные загрузочные устройства? Каковы их различия?
9. Какие виды транспортных устройств используются в ПС?
10. Что входит в состав технических средств транспортных систем?
11. Какие виды складов используются в условиях автоматизированного производства АП?
12. Назовите особенности работы инструмента в условиях АП.
13. Для чего необходимо кодирование инструментов на многооперационных станках с ЧПУ?
14. Какими методами производится настройка инструментов на станках?
15. В чем смысл подналадки инструмента на станке?

19. Какие технические средства, используются для контроля деталей и инструментов в ПС?
20. Для каких целей применяются КИМ?
21. Назовите основные факторы, определяющие выбор компоновки ПС.
22. Охарактеризуйте три основные группы компоновочных схем ПС.
23. Назовите формы организации производства в ПС.
24. Как располагаются участки механической обработки и сборки в сборочных цехах серийного производства?
25. Чем техническое обслуживание отличается от планово-предупредительного ремонта?
26. Назовите основные цели проведения планово-предупредительного ремонта.
27. Перечислите виды ремонтных работ.
28. основные факторы, влияющие на экономическую эффективность ПС.
29. В чем заключается основное условие экономической целесообразности разработки проекта ПС?
30. Назовите особенности оценки экономической эффективности ПС с различным уровнем автоматизации.