

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Кафедра «Машины и аппараты химических
и силикатных производств»**

Основы механизации

Лекции

**для студентов специальности 1-36 07 01 «Машины и аппараты
химических производств
и предприятий строительных материалов»**

ст. преп., к.т.н. Петров Олег Алексеевич

Минск 2009

1. ВВЕДЕНИЕ.

План лекции: Назначение и задачи дисциплины, её место и роль в подготовке инженеров-механиков. Механизация, как одно из направлений интенсификации технологических процессов. Перспективы использования машин-автоматов, автоматических линий, роботов и робототехнических комплексов. Роль ЭВМ и микропроцессорной техники в создании гибких автоматизированных производств.

Химическая промышленность (ХП) и промышленность строительных материалов (ПСМ) являются одними из основных составляющих в хозяйственном комплексе нашей страны.

Но решение ряда социально-экономических программ требует не только увеличения объемов производства, но и выхода на новый качественный уровень. Это может быть достигнуто путём широкого внедрения новой современной техники, наиболее прогрессивных технологических процессов, комплексной механизации и автоматизации производства. Весьма важным является также сокращение энергопотребления и охрана окружающей среды.

Механизация производства – замена ручных средств труда машинами и механизмами с применением для их действия различных видов энергии, тяги в отраслях материального производства или процессах трудовой деятельности.

К техническим средствам М. п. относятся рабочие машины с двигателями и передаточными устройствами к ним, совершающие заданные операции, а также все др. машины и механизмы, непосредственно не участвующие в этих операциях, но необходимые для того, чтобы данный процесс производства мог вообще совершаться, например вентиляционные и насосные установки.

В зависимости от степени оснащения производственных процессов техническими средствами и рода работ различают частичную и комплексную М. п.

При частичной М. п. механизмируются отдельные производственные операции или виды работ, главным образом наиболее трудоёмкие, при сохранении значительной доли ручного труда, особенно во вспомогательных погрузочно-разгрузочных и транспортных работах.

На современных промышленных предприятиях для механизации ручных процессов необходимо применение системы, состоящей из транспортирующих машин и различных устройств, работающих в сочетании с технологическим оборудованием. Такие системы наиболее эффективны экономически и наиболее совершенны по техническому уровню, когда они включают в себя полный комплекс машин и устройств, обеспечивающих механизированное перемещение изделий на всем протяжении технологической линии от первой до последней операции, как на основных, так и на вспомогательных участках производства, включая механизацию погрузки и разгрузки с ликвидацией физического труда рабочих. Такая наиболее совершенная форма механизации называется комплексной. При её внедрении труд рабочих сводится только к управлению машинами и контролю их работы, выполнению отдельных механических операций и проведению планово-предупредительного ремонта (ППР) оборудования.

При комплексной автоматизации работа всего комплекса транспортных машин, различных вспомогательных устройств и технологических машин на всём протяжении технологического процесса происходит автоматически, при помощи различных приборов и устройств автоматического управления, контроля и регулирования, включая в отдельных более сложных производствах управляющие ЭВМ и мик-

ропроцессорную технику. При этом участие человека проявляется лишь в установлении программы работы комплекса машин, в настройке машин и приборов управления, в наблюдении и контроле их работы, в проведении ППР оборудования и приборов.

Развитие комплексной механизации и автоматизации привело к созданию гибких автоматизированных производств и робототехнических комплексов (РТК), т. е. производств быстро перестраиваемых на выпуск новой продукции. Таким образом, основные компоненты для развития гибких автоматизированных производств и робототехнических комплексов, следующие:

1. Технологическое оборудование с программным управлением.
2. Микропроцессоры (МП), как универсальное гибкое средство для обработки информации.
3. Роботы, как универсальное гибкое средство для манипуляционных действий, требующихся как для выполнения ряда основных технологических операций (сборка, сварка, окраска и т.п.), так и многочисленных вспомогательных операций по обслуживанию различного технологического оборудования.

В настоящее время отечественные предприятия ХП и ПСМ всё активнее внедряют комплексную механизацию и автоматизацию, а также роботизацию производства. Это позволяет освободить человека от физически тяжелых, однообразных и лишённых интеллектуального содержания операций, зачастую превращая рабочего человека в оператора, повышая тем самым и престижность труда.

Повышенный интерес к механизации и автоматизации производства определяется социальными, экономическими и техническими аспектами их внедрения в производство:

- 1) в социальном плане это обусловлено тем, что планы развития хозяйственного комплекса значительно обгоняют интенсивность прироста трудовых ресурсов;
- 2) экономический аспект определяется тенденцией к непрерывному возрастанию стоимости рабочей силы;
- 3) технический – ростом номенклатуры выпускаемой продукции.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ХП И ПСМ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИН-АВТОМАТОВ ДЛЯ ИХ МЕХАНИЗАЦИИ

Классификация технологических процессов.

План лекции: *Классификация процессов в зависимости от характера взаимодействия орудий труда и объектов обработки. Прерывно-операционные и непрерывно-операционные технологические процессы.*

Процесс обработки сырья, полуфабрикатов, изделий, в результате которого происходит качественное изменение обрабатываемого объекта, называется технологическим.

В зависимости от вида оборудования, используемого для выполнения технологических процессов, различают машинные, аппаратные и смешанные технологические процессы.

При машинных процессах изделие обрабатывается путём воздействия на него рабочих органов машины (механическое измельчение, прессование, перемешивание

и т. п.). Для таких процессов применяются соответственно дробилки или мельницы, прессы, мешалки и др.

Для аппаратных технологических процессов характерно статическое состояние элементов используемого оборудования. Процесс ведётся в определённом рабочем пространстве аппарата. Основным содержанием процесса является изменение физико-химических свойств или теплового состояния объекта. К таким процессам относятся химические реакции, процессы нагревания, выпарки, ректификации, намагничивания, автоклавной обработки и т. д.

В некоторых аппаратах могут применяться подвижные рабочие органы, которые интенсифицируют протекание процесса (мешалки в реакторах, вращающиеся печи и др.), однако наличие движущихся устройств не изменяет основной сути процесса.

Для смешанных процессов характерно применение и машинного и аппаратного оборудования используемого последовательно или параллельно. Например, при изготовлении изделий из реактопластов производится горячее прессование изделия в замкнутой форме. В этом случае процесс формования – механический, идёт одновременно с тепловым процессом (нагревание) и химическим (поликонденсация). Подобное происходит при прессовании стеклоизделий, изготовлении резинотехнических, силикатных, асбестоцементных изделий.

Автомат (греч. – самодействующий), в широком смысле, – это такое искусственно созданное устройство (машина, аппарат, прибор, приспособление), которое позволяет осуществлять определённую функцию (действие, процесс) без непосредственного участия человека.

Объектом нашего рассмотрения являются технологические машины-автоматы и автоматические линии ХП и ПСМ. В этом оборудовании осуществляются главным образом машинные и некоторые смешанные технологические процессы.

Основой для проектирования или выбора машины-автомата является детальное изучение процесса, а при наличии нескольких способов его проведения – выбор оптимального варианта.

Технологические процессы также классифицируют по характеру взаимодействия между орудиями труда и объектом обработки. Это влияет на структурную и кинематическую схему машины, конструкцию её рабочих органов, производительность и возможность её универсального использования.

Существует 4 класса технологических процессов в зависимости от характера взаимодействия орудий труда и объектов обработки.

К технологическим процессам I класса относятся процессы, в которых рабочий орган касается объекта обработки теоретически в одной точке. К таким процессам условно можно отнести: механическую обработку резцом (отпрессованные из пластмасс изделия, фарфоровые изоляторы); точечная сварка (высокочастотная сварка полимерной пленки электродом в виде ролика) и др. Для осуществления этих процессов движение рабочего органа относительно объекта обработки должно быть сложным, и, следовательно, должна быть сравнительно сложной кинематическая схема механизма, воспроизводящего траекторию точки контакта.

В технологических процессах II класса взаимодействие между рабочим органом и объектом обработки происходит по линии. Примерами такого взаимодействия являются вальцевание, каландрирование, прокатка стекла, механическая обработка фасонным резцом. Траектория движения рабочего органа относительно изделия

проще, чем траектория при процессах I класса; кинематическая схема машины для осуществления такого процесса более простая.

В технологических процессах III класса рабочий орган и объект обработки соприкасаются по поверхности (штамповка, прессование, литье под давлением и т.п.). Движение рабочего органа относительно объекта обработки простейшее, обычно поступательное.

К технологическим процессам IV класса относятся процессы объемного взаимодействия объекта обработки с рабочей средой. Представителями этого класса являются аппаратные процессы (химическая полировка, травление, нагревание, намагничивание, пропитка и т.п.). Рабочее движение объекта обработки заменяется в них транспортным движением, обеспечивающим перемещение изделия в рабочем объеме аппарата.

Из сказанного следует, что чем выше класс технологического процесса, тем проще кинематические цепи, обеспечивающие относительное движение рабочих органов и изделия, т.е. тем проще машина.

Элементарный характер относительных движений позволяет в ряде случаев значительно ускорить процесс обработки и повысить производительность. Упрощение схемы и конструкции машины при прочих равных условиях приводит к уменьшению ее стоимости и повышению надежности работы. Таким образом, использование технологического процесса более высокого класса позволяет снизить капитальные затраты на изготовление машины и стоимость ее эксплуатации.

Следовательно, если имеется возможность изготовить изделие различными технологическими процессами, то нужно отдать предпочтение тому, который соответствует более высокому классу. Следует заметить, что конструкция рабочего органа (инструмента) с повышением класса технологического процесса может усложняться.

Для прерывно-операционных техн. процессов характерно наличие пауз между отдельными операциями и прерывистое воздействие рабочих органов на объект обработки. При прерывно-операционном процессе производятся большей частью штучные объекты.

Для непрерывно-операционных характерно отсутствие пауз между отдельными последовательными этапами процесса, а следовательно непрерывное воздействие на объект обработки. По такого рода технологическим процессам обычно производятся нештучные изделия.

Структура машинного технологического процесса

Технологический процесс обработки изделия состоит из отдельных операций, которые делятся на основные и вспомогательные. В результате проведения основных операций меняется состояние или свойства объекта обработки. Вспомогательными операциями являются загрузочно-разгрузочные, установочные, съёмные, транспортировочные.

Время, необходимое для выполнения всех основных и вспомогательных операций называется технологическим циклом и обозначается T_T . Во многих технологических процессах время на вспомогательные операции составляет существенную часть от T_T . Оно может быть существенно сокращено путём применения механических средств для всех операций технологического процесса.

В неавтоматизированном оборудовании все вспомогательные операции или их часть выполняются вручную, поэтому T_T не является постоянной величиной (человеческий фактор: внимание, квалификация и т. п.). В машинах-автоматах $T_T = \text{const}$, т. е. длительность технологического цикла практически не зависит от рабочего.

Для машинного технологического процесса характерна непрерывная циклическая повторяемость всех основных и вспомогательных операций. Однако могут быть и внецикловые операции, которые связаны с необходимостью время от времени заправлять машину материалом, менять инструмент, убирать бракованные изделия, очищать и протирать штамп и т. д.

Проектирование машины-автомата начинается с разработки технологического процесса, для чего необходим предварительный анализ всех цикловых операций. При таком исследовании определяют оптимальные режимы для каждой операции: перемещение рабочих органов, скорость их движения, усилия действующие на рабочие органы, их температура и т. д. Эти данные можно получить путём экспериментов или путём критического рассмотрения неавтоматизированного оборудования. Многие операции поддаются теоретическим расчётам.

Машины-автоматы и автоматические линии.

Полуавтомат – машина, в которой без участия человека выполняются все операции технологического цикла за исключением операций загрузки и выгрузки. Для повторения технологического цикла необходима команда от рабочего.

Машина-автомат – рабочая машина, в которой все основные и вспомогательные операции технологического процесса осуществляются без участия человека.

Дальнейшее развитие механизации и автоматизации производства привело к комплексной автоматизации, т. е. созданию автоматических линий, цехов-автоматов и заводов-автоматов.

Автоматическая линия – система машин-автоматов расположенных в последовательности, определяемой технологическим процессом и объединённых системой управления и транспортирования.

Автоматические линии нуждаются в наладке и контроле со стороны обслуживающего персонала.

Несмотря на достигнутые успехи в области механизации и автоматизации производственных процессов в промышленности, целый ряд основных и вспомогательных технологических операций, таких, как загрузка-разгрузка единичного оборудования, поточных и автоматических линий, окраска, дробеструйная обработка, нанесение защитных покрытий и ряд операций сварки до недавнего времени не удавалось автоматизировать, используя для этого традиционные средства. Экономически эффективное решение этой проблемы стало возможным с интенсивным развитием промышленных роботов.

Промышленный робот (ПР) – универсальная машина-автомат для осуществления механических действий, подобных тем, которые производит человек, выполняющий физическую работу. Такая машина позволяет оперативно переходить на выполнение новых операций и состоит из одного или нескольких манипуляторов (механических рук), управляющего устройства, осуществляющего автоматическое управление манипуляторами и, когда это требуется, средствами передвижения (произвольного типа).

Цели и технико-экономические предпосылки механизации (автоматизации).

Механизация и автоматизация производства преследует решение следующих основных задач:

1. Увеличение производительности труда.

Это достигается снижением времени, расходуемого на выполнение вспомогательных, а в некоторых случаях и основных операций.

2. Снижение себестоимости продукции

При механизации и автоматизации производственных процессов выполнение трудоёмких и утомительных вспомогательных операций перекладывается с рабочих на машину. Расходы на заработную плату сокращаются. Но персонал, обслуживающий машины-автоматы и автоматические линии должен иметь более высокую квалификацию. Кроме того, вследствие повышения сложности машин возрастает их стоимость.

3. Улучшение качества и повышение стабильности продукции.

Если отдельные операции технологического процесса выполняются вручную, то из-за ряда индивидуальных особенностей человека продукция не является однородной (неточности при дозировке, неправильная установка заготовки и т. д.). В машинах-автоматах и автоматических линиях качество продукции при заданных условиях работы машины остаётся стабильным и после наладки не зависит от субъективных особенностей человека.

4. Улучшение условий труда и повышение безопасности работы.

В том случае, когда человек не принимает непосредственного участия в выполнении технологических операций – значительно улучшаются условия труда (выделение токсичных паров, газов, высокие температуры, пыль и т. д.).

В ряде производств полная автоматизация и роботизация является единственным средством, обеспечивающим возможность выполнения процесса (экстремальная робототехника).

Полная А. п. – высшая степень автоматизации, которая предусматривает передачу всех функций управления и контроля комплексно-автоматизированным производством автоматическим системам управления (АСУ). Она проводится тогда, когда автоматизируемое производство рентабельно, устойчиво, его режимы практически неизменны, а возможные отклонения заранее могут быть учтены, а также в условиях недоступных или опасных для жизни и здоровья человека.

Автоматизация также позволяет снизить производственные площади на единицу выпускаемой продукции, уменьшить объём незавершённого производства, ускорить движение (оборачиваемость) оборотных средств.

Необходимость механизации и автоматизации массового производства сомнений не вызывает. Наибольшие трудности возникают при мех-ии и авто-ии мелкосерийного и индивидуального производства. В ряде случаев необходимость автоматизации, как упомянуто выше, обуславливается характером производства (взрывоопасность, токсичность и т. п.). В других случаях необходим расчёт экономической эффективности, которая определяется ростом производительности общественного труда.

Наибольшая эффективность мех-ии и авто-ии будет иметь место при уменьшении удельных капиталовложений (по сравнению с аналогичным неавтоматизиро-

ванным производством), уменьшении удельных затрат труда у производителя, уменьшении затрат у потребителя в процессе эксплуатации изготовленных изделий (при повышении надежности и долговечности изделий, изготовленных на автоматизированном оборудовании).

Для штучного машинного производства экономическую эффективность автоматизации приближенно можно оценить по уравнению

$$K = n \cdot D \cdot [t_{u1}(C_{p1} + H_1) - t_{u2}(C_{p2} + H_2)]$$

где K – капитальные затраты в рублях на автоматизацию за вычетом стоимости высвобожденного оборудования, которое может быть использовано при выполнении других технологических процессов;

n – срок окупаемости капитальных затрат;

D – годовая программа выпуска изделий после автоматизации;

t_{u1}, t_{u2} – штучное время изготовления до и после автоматизации;

C_{p1}, C_{p2} – основная заработная плата рабочих до и после автоматизации;

H_1, H_2 – накладные расходы на основную заработную плату.

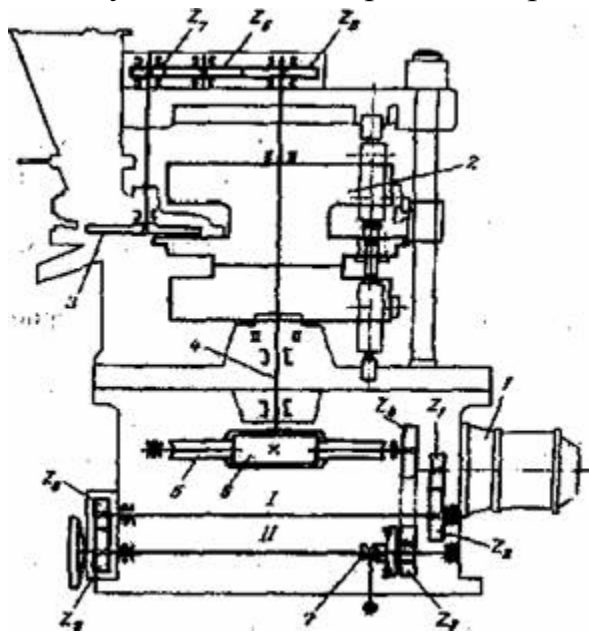
Приведенная формула не учитывает экономию, получаемую предприятием от улучшения качества продукции после автоматизации, сокращения производственных площадей, уменьшения организационных потерь и т. п.

Имеются нормативные показатели срока окупаемости в различных отраслях промышленности: в ХП – от 3 до 5 лет, в ПСМ – 4÷6 лет, в машиностроении – 5 лет.

Кинематические схемы и циклограммы машин-автоматов.

Кинематические схемы.

Кинематическая схема машины-автомата (КС) даёт исчерпывающее представление о передаче движения от двигателей к исполнительным механизмам и от их ведущих звеньев к рабочим органам машины-автомата.



КС машины позволяет уяснить взаимодействие исполнительных механизмов машины, выполняющих как основные, так и вспомогательные операции. В кинематических схемах приводятся все данные, необходимые для расчета абсолютных и относительных перемещений и скоростей отдельных рабочих органов машины, а также данные о параметрах двигателей.

Обычно КС машин-автоматов изображают на плоскости в пределах контура машин, причем отдельные кинематические цепи расположены соответственно их размещению в машине. Пространственные кинематические схемы используют в тех случаях, когда на

плоской схем нельзя отобразить особенности кинематики машины. В некоторых случаях приходится приводить конструктивные чертежи отдельных узлов машины.

Для многооперационных машин циклического действия КС всей машины довольно сложна. Поэтому для них часто составляется КС привода и КС исполнительных механизмов. Это облегчает выполнение КС частей машины в соответствии со стандартом и оправдано тем, что в большинстве машин привод представляет собой обособленную конструкцию, кинематика которой может разрабатываться независимо от кинематики остальных механизмов.



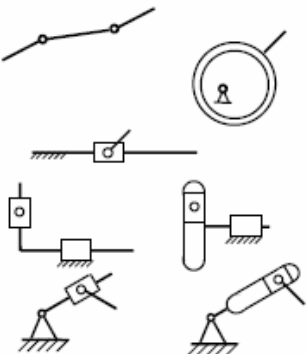
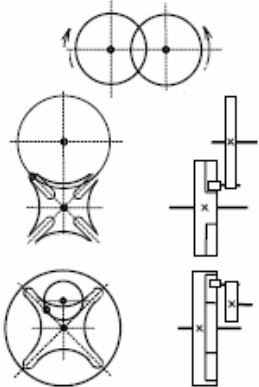
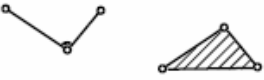
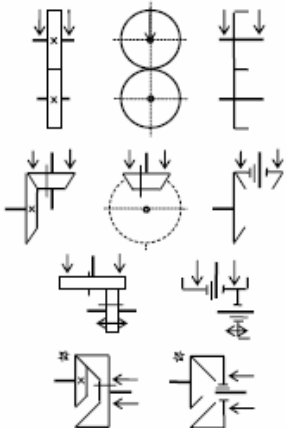
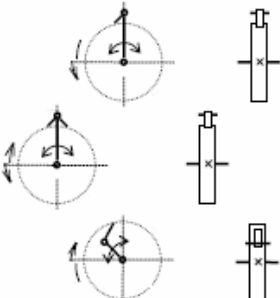
На КС привода указывают мощность привода N , частоту вращения, диаметры шкивов, числа зубьев зубчатых колёс, звёздочек. Все валы нумеруют римскими цифрами. Все остальные элементы схемы нумеруются арабскими цифрами в порядке обхода схемы по часовой или против часовой стрелки.

КС исполнительных механизмов циклического действия изображают в масштабе с точным соблюдением относительного расположения звеньев и пар. На схеме наносят размеры между неподвижными шарнирами, а также между ними и осевыми линиями поступательно движущихся звеньев. Кроме того, указывают углы изогнутых звеньев. Звенья нумеруются арабскими цифрами, а их размеры заносятся в таблицу. Направление вращения ведущего звена указывают стрелкой.

НЕКОТОРЫЕ УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ, ХАРАКТЕРА И НАПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЙ В КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМАХ ПО ГОСТ 2.770-68

Обозначения элементов машин и механизмов в схемах,
вычерчиваемых в ортогональных проекциях

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
1. Вал, валик, ось, стержень, шатун и т.п.		е) сферическая (шаровая)	
2. Неподвижное звено. Для указания неподвижности любого звена часть его контура покрывают штриховкой		ж) сферическая с пальцем	
3. Соединение частей звена а) неподвижное б) неподвижное, допускающее регулировку в) неподвижное соединение детали с валом, стержнем		з) карданный шарнир	
Кинематическая пара а) вращательная б) вращательная многократная, например, двукратная в) поступательная г) винтовая д) цилиндрическая		и) плоскостная	
		к) трубчатая (шар-цилиндр)	
		л) точечная (шар-плоскость)	
		5. Подшипник качения и скольжения на валу (без уточнения типа): а) радиальные б) упорные	
		6. Подшипники скольжения: а) радиальные б) радиально-упорные: односторонние двусторонние в) упорные: односторонние двусторонние	
		7. Подшипники качения а) радиальные б) радиально-упорные: односторонние двусторонние в) упорные: односторонние	

<p>19. Звено рычажных механизмов двухэлементное:</p> <p>а) кривошип, коромысло, шатуны</p> <p>в) эксцентрик</p> <p>в) ползун</p> <p>г) кулиса</p>		<p>22. Мальтийские механизмы с радиальным расположением пазов у мальтийского креста</p> <p>а) общее обозначение</p> <p>б) с наружным зацеплением</p> <p>в) с внутренним зацеплением</p>	
<p>20. Звено рычажных механизмов трехэлементное</p> <p>Примечания:</p> <p>1. Штриховку допускается не наносить</p> <p>2. Обозначение многоэлементного звена аналогично двух- и трехэлементному</p>		<p>23. Передачи фрикционные</p> <p>а) с цилиндрическими роликами</p> <p>б) с коническими роликами</p> <p>в) торцевые (лобовые) регулируемые</p> <p>г) с коническими роликами регулируемые</p>	
<p>21. Храповые зубчатые механизмы</p> <p>а) с наружным зацеплением односторонние</p> <p>б) с наружным зацеплением двусторонние</p> <p>в) с внутренним зацеплением односторонние</p>			

Циклограммы.

Для осуществления работы машины циклического действия необходимо, чтобы её рабочие органы перемещались с определенными скоростями и ускорениями, а сами перемещения производились в строгой последовательности. Последовательность операций, выполняемых отдельными исполнительными механизмами машины-автомата, отображается в циклограмме. Циклограмма машины-автомата – графическое изображение программы его работы. Циклограмма машины представляет собой совокупность циклограмм исполнительных механизмов, каждая из которых показывает интервалы движения и выстоя (останова) соответствующего рабочего органа исполнительного механизма за кинематический цикл.

Циклограммы выполняются в определённом масштабе времени (например, 1 сек. в 1 мм чертежа) или в масштабе углов поворота распределительно-управляющего вала (1 угловой градус в 1мм чертежа).

Т. к. в большинстве машин-автоматов степень неравномерности вращения распределительно-управляющего вала незначительна, то его угловую скорость принимают постоянной. Тогда $\varphi = \omega \cdot t$, где φ , ω и t – соответственно угол поворота, угловая скорость ведущего звена и время его поворота.

Обычно также T_k равно времени одного полного оборота распределителя, поэтому $2\pi = \omega \cdot T_k$. Это позволяет изображенные в циклограмме соотношения между интервалами перемещений считать справедливыми и для соответствующих углов поворота распределителя.

По форме графического изображения циклограммы могут быть прямоугольными, линейными и круговыми.

В машинах-автоматах, ведущие звенья исполнительных механизмов которых приводятся от одного вала (называемого главным или распределительным), можно

использовать круговую циклограмму, в которой циклограммы отдельных механизмов представлены концентрическими кольцами, разделенными радиальными лучами на центральные углы, соответствующие интервалам движения соответствующих механизмов.

В прямоугольной циклограмме циклы отдельных механизмов представлены вытянутыми по горизонтали прямоугольниками. Основания этих прямоугольников соответствуют интервалам движения рабочего органа, выраженным в единицах времени или в углах поворота распределительного вала. Высота прямоугольника выполняется без учета какого-либо масштаба. В середине каждого прямоугольника помещается надпись или условное обозначение соответствующего перемещения или выстоя рабочего органа.

Линейные циклограммы отличаются от прямоугольных циклограмм тем, что в них отображен процесс перемещения рабочих органов; интервалу выстоя соответствует прямая, параллельная оси абсцисс, интервалам движения – наклонные прямые, у которых наносят поясняющие надписи. Угол наклона линий выбирается произвольно.



Синхронные диаграммы представляют собой дальнейшее развитие линейных циклограмм: для отдельных исполнительных механизмов вместо условного изображения перемещений строятся графики перемещений их рабочих органов по углу поворота распределительного вала с соблюдением масштаба. Такая диаграмма дает полное представление об относительном движении рабочих органов (или других звеньев исполнительных механизмов) и используется при проектировании циклограмм тех исполнительных механизмов, которые взаимодействуют между собой. В частности, построение синхронных диаграмм позволяет «уплотнять» циклограммы машины, что приводит к сокращению длительности рабочего цикла и повышению производительности машины.

Пользуясь циклограммой, легко определить в каком из интервалов находится каждый рабочий орган в заданный момент времени или при заданном положении рабочего звена механизма. Для этого в прямоугольной и линейной циклограммах достаточно провести вертикаль через точку на абсциссе, соответствующую времени или углу поворота ведущего звена основного механизма, а в круговой – радиальный луч, образующий с начальным лучом угол определяющий заданное положение ведущего звена данного механизма.

Анализ циклограмм машин-автоматов в сопоставлении с кинематической схемой машины позволяет уяснить взаимодействие исполнительных механизмов, правильность в соотношении интервалов движения рабочих органов, их соответствие технологическому процессу, вскрыть резервы сокращения рабочего цикла машины.

При проектировании схем управления машин-автоматов циклограмма является основным документом, определяющим последовательность действия исполнительных механизмов.

ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ОРГАНЫ МАШИН-АВТОМАТОВ

Рычажные, кулачковые, клиновые

Применение рычажных механизмов в качестве исполнительных в машинах-автоматах обусловлено возможностью их использования для передачи значительных усилий (звенья рычажных механизмов соединены между собой низшими кинематическими парами). Как известно, в низших кинематических парах контакт звеньев происходит по поверхностям; усилие, передаваемое с одного звена на другое, распределяется по поверхности, благодаря чему механизм более долговечен, чем при точечном или линейном контакте. Высокая долговечность характерна и для подшипников качения, которые могут использоваться в качестве вращательных кинематических пар рычажных механизмов. Это позволяет применять рычажные механизмы в тех случаях, когда выполнение рабочих операций связано с преодолением значительных технологических сопротивлений. Наиболее часто для выполнения таких функций используются кривошипно-ползунные и коленно-рычажные механизмы.

Широко используются рычажные механизмы, часто в комбинации с кулачковыми, в тех случаях, когда необходимо получить сложные наперед заданные траектории точек рабочих органов автомата. Примерами таких механизмов являются механизмы замыкания полуформ упомянутых индивидуальных вулканизаторов, форматоров-вулканизаторов, механизмы складывающихся барабанов инерционного типа в шинном производстве и т.п.

К достоинствам рычажных механизмов следует также отнести и то обстоятельство, что они надежно работают при высоких скоростях и хорошо переносят динамические нагрузки.

Основными недостатками рычажных механизмов являются: большая сложность их кинематических схем, а следовательно, и конструкций; трудности в создании простых и надежных механизмов, позволяющих получить движение с остановками ведомого звена при непрерывном движении ведущего звена.

В машинах-автоматах используются рычажные механизмы как с непрерывным вращательным движением ведущего звена, так и с ведущим звеном, имеющим неполное вращение или возвратно-поступательное движение. Часто рычажные механизмы используются в комбинации с гидроприводом (механизмы смыкания в различных автоматах для производства изделий из пластмасс и резинотехнических изделий).

Общие вопросы анализа и синтеза рычажных механизмов достаточно хорошо разработаны современной наукой о механизмах.

Следует заметить, однако, что нет и не может быть готовых решений на все случаи, которые могут встретиться в практике расчета и конструирования рычажных исполнительных механизмов; ценность разработанных методов синтеза механизмов заключается в том, что они вооружают общими принципами решения вопроса об определении размеров того или иного типа механизмов, так же как существующие атласы и справочники по механизмам лишь ориентируют проектанта в возможных вариантах решений. В связи с этим весьма часто приходится при проектировании исполнительных механизмов машин-автоматов задачу выбора типа механизма и определения его размеров решать заново, сообразуясь с теми конкретными параметрами, которые определяются условиями выполнения заданной операции технологического процесса, а также свойствами, присущими механизмам различных типов.

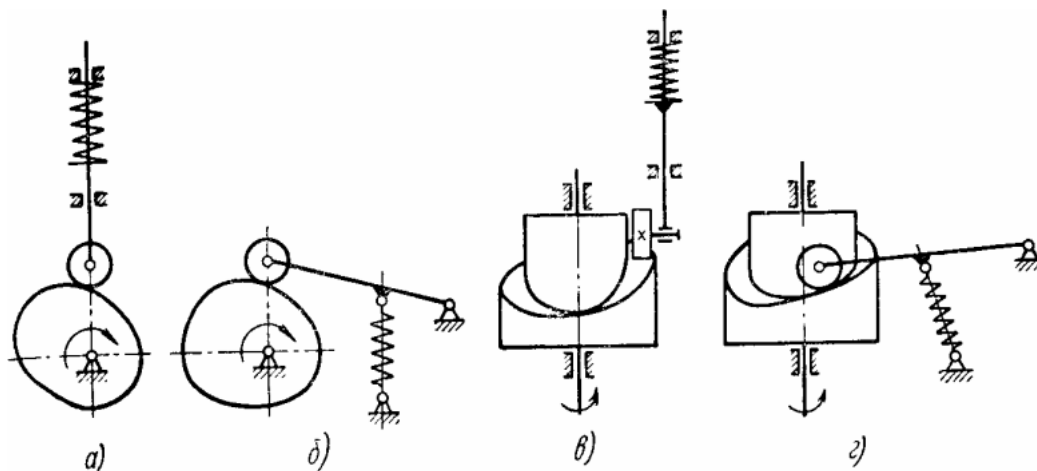
Рычажные механизмы, применяемые в машинах-автоматах химических производств, весьма разнообразны; наиболее распространены кривошипно-ползунные, коленно-рычажные и рычажно-кулачковые механизмы.

Кулачковые механизмы широко используются в качестве исполнительных механизмов машин-автоматов. Это обусловлено их достоинствами: возможностью воспроизведения разнообразных законов движения ведомого звена, в том числе и движения с остановками при непрерывном вращении ведущего звена (кулачка) путем соответствующего его профилирования; сравнительной простотой и малыми габаритами механизмов, так как в большинстве случаев ведущее звено (кулачок) непосредственно (или через ролик), соединено с ведомым звеном; простотой осуществления согласованной работы нескольких механизмов в машинах-автоматах.

Недостатки кулачковых механизмов являются следствием наличия в них высшей пары: на поверхности соприкосновения кулачка с толкателем могут возникать значительные контактные напряжения, что приводит к снижению долговечности механизма и износу рабочих поверхностей.

Наиболее распространенные типы кулачковых механизмов (рис. 5) – это плоские дисковые и пространственные цилиндрические, в которых кулачки вращаются, а ведомые звенья (толкатели) совершают возвратно-поступательное (рис. 5, а, в) или возвратно-вращательное (рис. 5, б, г) движение.

Схемы кулачковых механизмов (с силовым замыканием)



а – дисковый кулачок с поступательно движущимся толкателем; б – дисковый кулачок с качающимся толкателем; в – цилиндрический кулачок с поступательно движущимся толкателем; г – цилиндрический кулачок с качающимся толкателем

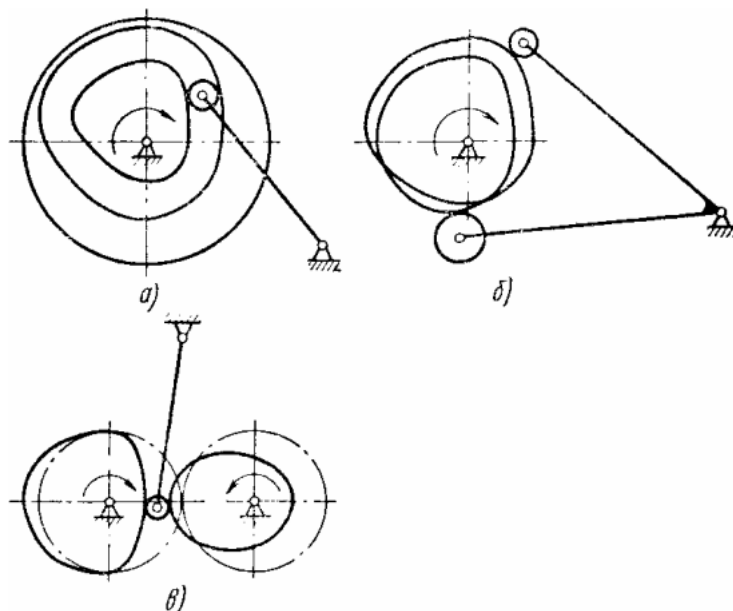
В кулачковых механизмах машин-автоматов наряду с роликовыми применяются и другие типы толкателей – плоские и грибовидные.

Постоянный контакт между кулачком и толкателем осуществляется путем силового или кинематического замыкания высшей пары.

Силовое замыкание высшей пары обеспечивается силами тяжести толкателя или, что встречается значительно чаще, пружинами, прижимающими толкатель к кулачку (рис. 5). В быстроходных механизмах усилие пружины может быть значительным, так как оно должно исключить возможность отрыва толкателя от кулачка под действием сил инерции толкателя. Введение пружины усложняет конструкцию механизма и дополнительно нагружает кинематические пары, что приводит к снижению коэффициента полезного действия.

Некоторые способы кинематического замыкания высшей пары представлены на рис. 6. Следует отметить, что широко распространенный пазовый кулачок не позволяет полностью избавиться от ударов из-за наличия зазора в пазу. По этой причине при перемене направления движения толкателя, а также и при отрыве толкателя от кулачка под действием сил инерции происходит переход точки контакта ролика с одного профиля на другой: с внешнего на внутренний или наоборот.

Схемы кинематического замыкания высшей пары в кулачковых механизмах



a – пазовый кулачок с роликовым толкателем; *б* – спаренные кулачки с двухроликовым толкателем; *в* – парные кулачки с двухсторонней кинематической связью

Рис.

В кулачковых механизмах машин-автоматов возможны такие случаи, когда ведущее звено (кулачок) и последнее ведомое звено (рабочий орган) разделены большим расстоянием. В этом случае между толкателем и рабочим органом приходится вводить специальную кинематическую цепь для передачи движения, что при наличии других исполнительных механизмов создает трудности компоновки автомата. Для передачи движения в подобных случаях можно использовать разработанный Г.А. Шаумяном шариковый привод – калиброванную трубку, заполненную шариками и цилиндрическими роликами из закаленной стали. Толкатель передает усилие на шарики, которые для уменьшения трения находятся в масляной среде. Ведомое звено подпружинено; таким образом, после преодоления усилия толкатель возвращается в первоначальное положение. Трубку изгибает в нужном направлении, и ее концы закрепляются. Передаваемое усилие не воспринимается находящейся в трубке смазывающей жидкостью, поэтому высоких требований к герметизации не предъявляется.

Кулачковые механизмы в машинах-автоматах используются преимущественно для выполнения вспомогательных операций технологического цикла или тех основных технологических операций, которые не связаны с преодолением значительных сопротивлений.

Выбор типа кулачкового механизма зависит от характера движения ведомого звена, которое нужно осуществить, от конструктивных соображений – расположения осей ведущего и ведомого звена; расположения ведомой кинематической цепи и др.

В машинах-автоматах химических производств клиновые механизмы используются как исполнительные механизмы, осуществляющие замыкание пресс-форм при изготовлении изделий из пластмасс и резины. Клиновые механизмы позволяют создавать значительные усилия на ведомом звене и при определенных параметрах обладают свойством самоторможения.

Рассмотрим схему трехзвенного (клинового) механизма и планы сил при различных ведущих звеньях (рис. 7). Соотношения сил P_2 и P_3 , расположенных к звеньям 2 и 3 этого механизма, выражаются зависимости:

при ведущем звене 2

$$P_3 = \frac{\cos \varphi_{12} \cdot \cos(\alpha + \varphi_{12} + \varphi_{23})}{\cos \varphi_{13} \cdot \sin(\alpha + \varphi_{12} + \varphi_{23})} \cdot P_2;$$

при ведущем звене 3

$$P_2 = \frac{\cos \varphi_{12} \cdot \cos(\alpha - \varphi_{12} - \varphi_{23})}{\cos \varphi_{13} \cdot \sin(\alpha - \varphi_{12} - \varphi_{23})} \cdot P_3.$$

Перемещения клиньев 2 и 3 связаны уравнением

$$s_3 = s_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha. \quad (1)$$

В приведенных формулах α – угол подъема клина 2, φ_{12} , φ_{13} , φ_{23} – углы трения между соответствующими звеньями.

В общем виде

$$\varphi_{nm} = \operatorname{arctg} f_{nm},$$

где f_{nm} – коэффициент трения в поступательной паре, образованной звеньями n и m .

В том случае, когда $\varphi_{12} = \varphi_{13} = \varphi_{23} = \varphi$, т.е. коэффициенты трения во всех поступательных парах равны между собой, получим:

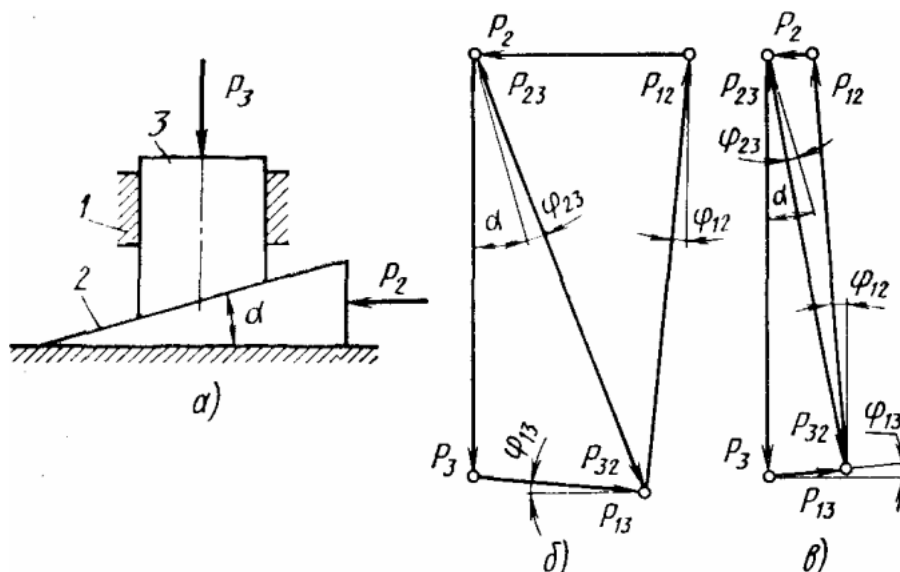
при ведущем звене 2

$$P_3 = \frac{P_2}{\operatorname{tg}(\alpha + 2 \cdot \varphi)};$$

при ведущем звене 3

$$P_2 = P_3 \cdot \operatorname{tg}(\alpha - 2 \cdot \varphi). \quad (2)$$

Трехзвенный клиновой механизм



a – схема; b – план сил для случая, когда ведущим является звено 2; v – план сил для случая, когда ведущим является звено 3

Рис.

Самоторможение рассматриваемого трехзвенного механизма в направлении силы P_3 , имеет место в том случае, когда

$$P_2 \leq 0.$$

С учетом уравнения (2) условие самоторможения может быть записано в виде

$$\alpha \leq 2 \cdot \varphi.$$

Разновидностью клинового механизма является байонетный (штыковой) за-твор, нашедший широкое применение в различных конструкциях вулканизаторов.

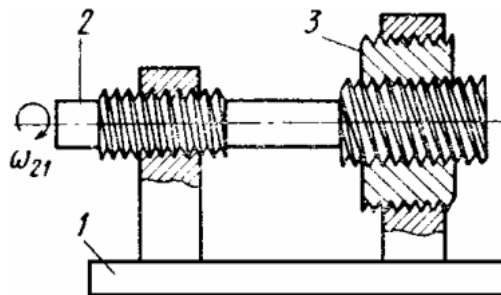
Трехзвенный винтовой механизм (рис. 8) в общем случае имеет в своем со-ставе три винтовые пары, образованные звеньями 1 – 2, 2 – 3 и 3 – 1, у которых ход винта за один оборот равен соответственно h_2 , h_3 и h_1 . Ход винта можно выразить через шаг и число заходов :

$$h = k \cdot t.$$

Перемещение s_{21} звена 2 относительно стойки 1 может быть выражено через соответствующий угол поворота α_{21} :

$$s_{21} = h_2 \cdot \frac{\alpha_{21}}{2\pi}.$$

Трехзвенный винтовой механизм



1 – стойка; 2, 3 – винты

Рис.

Осевая скорость связана с угловой скоростью уравнением

$$v_{21} = h_2 \cdot \frac{\omega_{21}}{2\pi}. \quad (3)$$

Аналогично можно записать

$$s_{32} = h_3 \cdot \frac{\alpha_{32}}{2\pi};$$

$$v_{32} = h_3 \cdot \frac{\omega_{32}}{2\pi}; \quad (4)$$

$$s_{31} = h_1 \cdot \frac{\alpha_{31}}{2\pi};$$

$$v_{31} = h_1 \cdot \frac{\omega_{31}}{2\pi}. \quad (5)$$

Если принять ход правой нарезки положительным, а левой нарезки – отрицательным, то перемещение

$$s_{31} = s_{21} + s_{32},$$

причем знаки величин s_{21} , s_{32} и s_{31} определяются в соответствии с направлением нарезки.

Осевые скорости связаны уравнением

$$v_{31} = v_{21} + v_{32}.$$

Подставляя в последнее уравнение значения v_{21} , v_{32} и v_{31} из формул (3), (4), (5), получим

$$h_1 \cdot \omega_{31} = h_2 \cdot \omega_{21} + h_3 \cdot \omega_{32}. \quad (6)$$

Угловая скорость ω_{32} может быть получена из уравнения

$$\omega_{31} = \omega_{21} + \omega_{32},$$

откуда

$$\omega_{32} = \omega_{31} - \omega_{21}.$$

Подстановка этого выражения в уравнение (6) позволяет определить

$$i_{23} = \frac{\omega_{21}}{\omega_{31}} = \frac{h_1 - h_3}{h_2 - h_3}.$$

Перемещение s_{31} можно выразить через угол поворота звена 2:

$$s_{31} = h_1 \cdot \frac{\alpha_{31}}{2\pi} = h_1 \cdot \frac{\alpha_{21}}{2\pi \cdot i_{23}},$$

откуда

$$s_{31} = \frac{h_2 - h_3}{1 - \frac{h_3}{h_1}} \cdot \frac{\alpha_{21}}{2\pi}$$

и

$$v_{31} = \frac{h_2 - h_3}{1 - \frac{h_3}{h_1}} \cdot \frac{\omega_{21}}{2\pi}.$$

Трехзвенные винтовые механизмы в качестве исполнительных механизмов машин-автоматов химических производств обычно используются в виде, отличающемся от рассмотренного тем, что одна винтовая пара заменена вращательной, а вторая – поступательной (рис.).

Шарики винтовые передачи (ШВП)

В шариковинтовых передачах винт и гайку разделяют ряды шариков, катящихся в углублениях резьбы винта. Гайка имеет механизм возврата, благодаря чему



осуществляется рециркуляция шариков при вращении.

Главное предназначение ШВП заключается в преобразовании вращательного движения винта в поступательное движение гайки, при этом соблюдается высочайшая точность и производительность.

Детали ШВП изготавливают из высокоуглеродистых сталей, которые подвергаются индукционной закалке, что снижает механические напряжения и обеспечивает высокую плавность работы.

ШВП успешно используются в робототехнике, приводных механизмах, высокоточных устройствах для транспортировки, производства пластмасс и упаковки, в станкостроении, и других областях современного машино- и приборостроения.

К недостаткам можно отнести сложность изготовления, а следовательно их относительно высокую стоимость.

Механизмы прерывистого вращательного движения

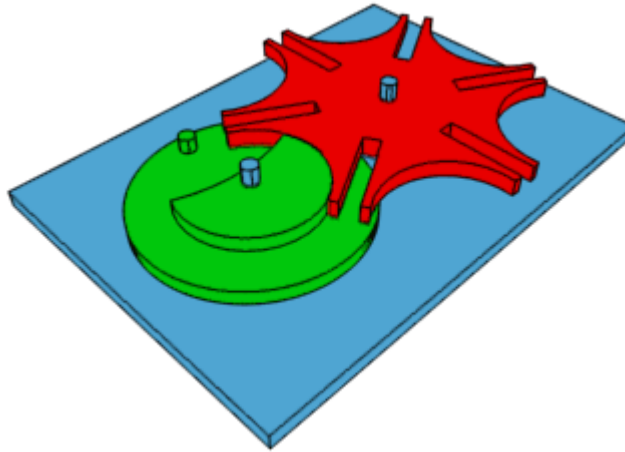
Механизмы поворота применяются: 1) когда объект обработки перемещается из одной позиции в другую периодически. 2) В тех случаях, когда перемещение происходит по дуге окружности, т.е. в машинах револьверного типа.

В таких машинах-автоматах объект обработки должен точно фиксироваться в определенном положении на время выполнения основной технологической операции. Поэтому механизмы поворота используются в совокупности с механизмами фиксации, если они сами не выполняют эту функцию.

Наиболее широко в машинах-автоматах ХП и ПСМ для этой цели используются мальтийские механизмы, рычажно-храповые механизмы и их модификации, а также механизмы неполных зубчатых колес.

Мальтийские механизмы с внешним и внутренним зацеплением

Мальтийский механизм с внешним зацеплением позволяет осуществлять



прерывистое вращательное движение ведомого звена и его фиксацию в период выстоя.

Механизм состоит из двух подвижных звеньев – кривошипа 2 и креста 3, соединенных вращательными парами со стойкой 1. При работе механизма отсутствуют жесткие удары, однако при большой угловой скорости кривошипа появляются значительные динамические нагрузки, которые вызывают быстрый износ пазов креста. Точность фиксации положения ведомого звена невысока.

Условие безударного входа пальца кривошипа в паз выполняется в том случае, если окружная скорость пальца в момент входа направлена по оси паза, т.е. угол между кривошипом и осью паза должен равняться 90° .

При вращении кривошипа с постоянной угловой скоростью ω_2 крест вращается с переменной угловой скоростью. После поворота кривошипа на угол φ_1 палец выходит из паза, и крест, повернувшись за время зацепления на угол ψ_1 , останавливается, пока палец вновь не войдет в зацепление со следующим пазом. Заодно с кривошипом вращается фиксирующий сектор, который в период выстоя креста предотвращает его поворот под действием сил, приложенных к кресту или к деталям, соединенным с ним.

В период поворота креста кинематически эквивалентным является кривошипно-кулисный механизм (рис. б), в котором сохраняется длина кривошипа r , а расстояние между осями вращения кривошипа и кулисы L равно межосевому расстоянию мальтийского механизма. Таким образом, угловое перемещение креста, его угловую скорость и ускорение следует рассчитывать по формулам для кривошипно-кулисного механизма с качающейся кулисой.

Если крест имеет постоянный угловой шаг, то при z пазах

$$\psi_1 = \frac{2 \cdot \pi}{z}.$$

Из прямоугольного треугольника ABC (рис. 4, б), который соответствует звеньям мальтийского механизма в начальном положении, т.е. входу пальца кривошипа в паз креста,

$$\frac{\varphi_1}{2} = \frac{\pi}{2} - \frac{\psi_1}{2},$$

откуда

$$\varphi_1 = \pi - \psi_1$$

и

$$\varphi_1 = \pi \cdot \frac{z-2}{z}.$$

Из последнего уравнения следует, что в мальтийском механизме число пазов $z \geq 3$. Обычно используются мальтийские механизмы с $z = 4 \div 12$.

Угол поворота кривошипа за время выстоя креста

$$\varphi_0 = 2 \cdot \pi - \varphi_1 = \pi \cdot \frac{z+2}{z}.$$

При постоянной угловой скорости кривошипа отношение времени останова t_0 креста ко времени его движения t_1 пропорционально отношению соответствующих углов φ_0 и φ_1 :

$$\frac{t_0}{t_1} = \frac{\varphi_0}{\varphi_1} = \frac{z+2}{z-2}.$$

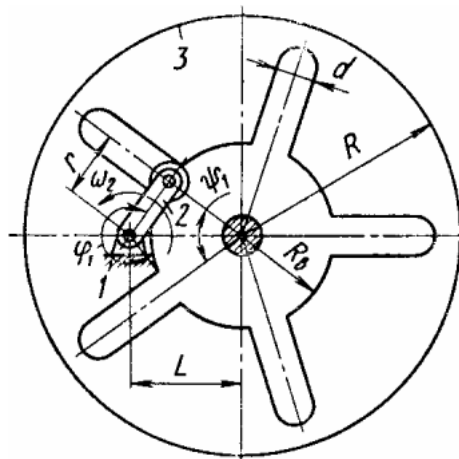
Принимая во внимание, что в машинах-автоматах револьверного типа основные технологические операции выполняются во время остановки креста (т.е. когда транспортное движение отсутствует), и полагая, что t_0 известно, кинематический цикл мальтийского механизма можно рассчитать по формуле

$$T_K = t_0 + t_1 = \frac{2 \cdot z}{z+2} \cdot t_0.$$

Циклограмма мальтийского механизма с $z = 4$ показана на рис. 4, в. Из формулы следует, что при заданном t_0 меньшую длительность кинематического цикла имеют мальтийские механизмы с небольшим z . В некоторых случаях для уменьшения времени поворота между мальтийским механизмом с небольшим числом пазов и поворотным столом ставят зубчатую передачу. Такая конструкция приводит к большим погрешностям по углу поворота стола. Помимо того, использование мальтийских механизмов с малым z нежелательно из-за значительных инерционных сил, которые будут нагружать не только элементы кинематических пар мальтийского механизма, но и передачу, соединяющую его с поворотным столом.

Применяются также мальтийские механизмы с внутренним зацеплением (рис. 5). Их недостаток – увеличение продолжительности поворота креста на угол $\psi_1 = \frac{2 \cdot \pi}{z}$, так как угол поворота кривошипа за этот период $\varphi_1 = \pi + \psi_1$. Однако усилие с кривошипа на паз креста передается на большем расстоянии от оси его вращения, чем при внешнем зацеплении, благодаря чему при равном передаваемом моменте уменьшаются усилие между роликом и крестом и износ паза.

Мальтийский механизм с внутренним зацеплением ($z = 5$)



1 – стойка; 2 – кривошип; 3 – крест

Рис.

Для мальтийского механизма с внутренним зацеплением угол поворота кривошипа за время поворота креста

$$\varphi_1 = \pi \cdot \frac{z+2}{z},$$

а угол поворота кривошипа при высоте креста

$$\varphi_0 = \pi \cdot \frac{z-2}{z}.$$

Следовательно,

$$\frac{t_0}{t_1} = \frac{\varphi_0}{\varphi_1} = \frac{z-2}{z+2}$$

и

$$T_K = \frac{2 \cdot z}{z-2} \cdot t_0.$$

При малом числе пазов резко ухудшаются динамические свойства мальтийских крестов, в особенности с внешним зацеплением. С увеличением числа пазов при прочих равных условиях уменьшается угол ψ_1 , следовательно, возрастают габариты креста мальтийского механизма с внешним зацеплением и уменьшаются в случае внутреннего зацепления. Длительность кинематического цикла для мальтийского механизма с внутренним зацеплением значительно больше, чем для механизма с внешним зацеплением при равном количестве пазов z и одинаковой длительности выстоя t_0 .

Обычный материал деталей креста и оси ролика – сталь 40Х (50÷60HRC) (0.4% С, ≈1% хрома), ролика (пальца) – сталь ШХ15 (62 HRC). (под Шипникова, 1.5% хрома) или стали 20Х (цементированной и закаленной до HRC 56÷62).

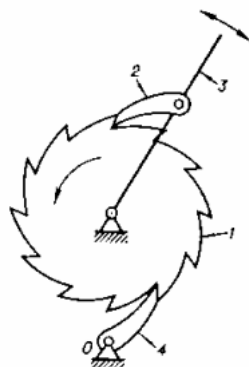
Храповые зубчатые механизмы

Храповые механизмы позволяют получить прерывистое вращение ведомого звена с широким интервалом углов поворота.

Храповой механизм не обеспечивает фиксацию ведомого звена, в связи с чем оно должно быть снабжено фиксатором.

Если храповые механизмы используются в качестве механизмов поворота, то ведущим звеном является собачка, установленная на подвижном звене (например на коромысле) а ведомым – храповое колесо.

Храповик, зубчатый механизм для преобразования возвратно-вращательного движения в прерывистое вращательное движение в одном направлении. Х. м. состоит из храпового колеса 1 (рис.), собачки 2, которая прижимается к зубу колеса 1 под действием пружины или собственного веса, ведущего рычага 3 и стойки 0. При движении рычага против часовой стрелки собачка поворачивает храповое колесо на некоторый угол. При обратном движении рычага собачка проскальзывает

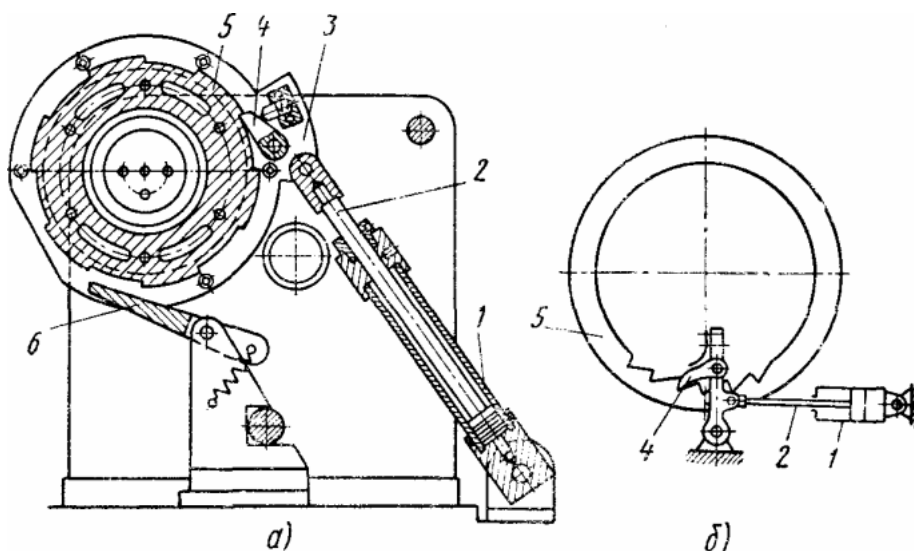


на один или несколько зубьев, а храповое колесо удерживается от обратного вращения дополнительной собачкой 4.

Поворот ведомого звена всегда совершается на угол, кратный угловому шагу храпового колеса $360^\circ/z$ (где z – число зубьев храповика).

Используются также храповые механизмы с гидравлическим приводом, например храповой механизм поворота барабана револьверной литейной машины (рис. а). При подаче жидкости под давлением в гидроцилиндр 1, шарнирно закрепленный на станине, шток 2 поворачивает фигурную плиту 3 с установленной на ней собачкой 4. Собачка упирается в зуб храповика 5, скрепленного с барабаном, и поворачивает его. Фиксация храповика осуществляется упором 6.

Храповой механизм с гидравлическим приводом



а – с внешним зацеплением; б – с внутренним зацеплением (1 – гидроцилиндр; 2 – шток; 3 – поворотная плита; 4 – собачка; 5 – храповик; 6 – упор)

Рис.

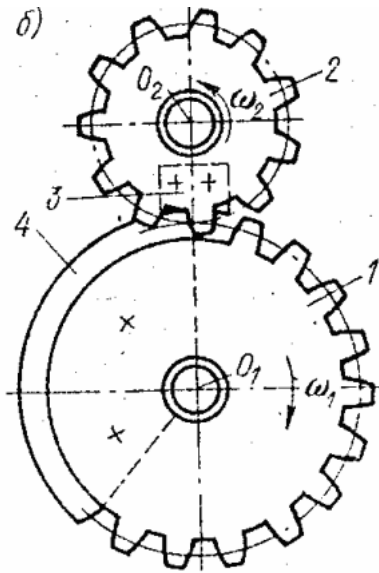
Находят применение и храповые механизмы с внутренним зацеплением (рис. б). В этом случае возрастают габариты храповика, но зубья колеса находятся в более благоприятных условиях нагружения, чем в храповых механизмах внешнего зацепления.

Для повышения прочности контактирующих поверхностей рекомендуется закалять зубья храповых колес токами высокой частоты до $48 \div 50 \text{ HRC}_3$, а головку собачки цементировать на глубину $0,8 \div 1,2 \text{ мм}$ и закалять до $50 \div 55 \text{ HRC}_3$. Шероховатость поверхности на контактных частях зубьев колеса и головки собачки должна соответствовать $R_a = 2,5 \div 0,63 \text{ мкм}$.

Зубчатые механизмы прерывистого действия

Зубчатые механизмы прерывистого действия представляют собой механизмы неполнозубых колес и предназначены для сообщения ведомому валу вращательного движения с остановками.

Используются в счетчиках цифровых приборов; навигационных приборах, ограничителях движения. В машинах-автоматах они применяются в качестве привода исполнительных устройств механизмов деления, прерывистой подачи транспортеров и т. п.

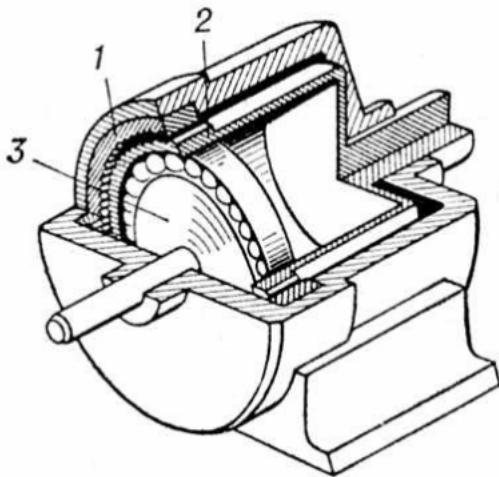


Конструкции механизмов. Простейший зубчатый механизм прерывистого вращательного движения (рис.) состоит из ведущего неполнозубого колеса 1 эвольвентного профиля и ведомого полнозубого колеса 2. По сравнению с мальтийскими механизмами зубчатые имеют большую нагрузочную способность и более широкие возможности выбора цикловых характеристик (соотношения времени движения и покоя, углов поворота ведущего и ведомого колес). Недостатком зубчатых механизмов прерывистого движения является наличие соударения зубчатых колес в начале и конце движения ведомого колеса.

Для фиксации ведомого колеса в состоянии покоя и смягчения удара его о ведущее колесо в момент входа и выхода его из зацепления в конструкциях механизмов предусматриваются специальные фиксирующие устройства. В конструкции зубчатого механизма, представленной на рис. б, такими устройствами служат запирающие дуги 4 и 3, установленные на ведущем и ведомом колесе соответственно.

Волновые передачи.

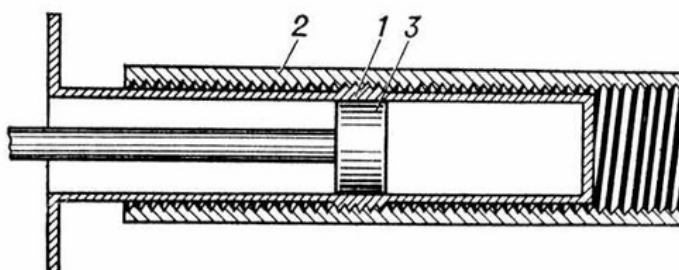
Волновая передача (ВП) – механическая передача (зубчатая, фрикционная, винтовая), в которой вращение передаётся и преобразуется циклическим возбуждением волн деформации в так называемом гибком элементе.



Наиболее распространена зубчатая ВП (рис.), которая обычно состоит из жёсткого элемента – зубчатого колеса с внутренними зубьями, неподвижно закреплённого в корпусе передачи; гибкого элемента – цилиндрической тонкостенной шестерни, выполненной в виде стакана с наружными зубьями, число которых несколько меньше числа зубьев жёсткого колеса. Стакан закреплён на выходном валу и расположен внутри жёсткого колеса. Также имеется генератор волн деформации (волнообразователь), вставленный соосно в гибкое колесо и при вращении растягивает его. Генератор может быть

выполнен в виде овального кулачка с шариками или вращающихся на водиле роликов. Число волн деформации равно числу выступов кулачка или количеству роликов.

В вершинах волн зубья гибкого колеса полностью входят в зацепление с зубьями жёсткого, а во впадинах волн полностью из него выходят. При вращении генератора с той же угловой скоростью движутся волны деформации, т. е. в гибком

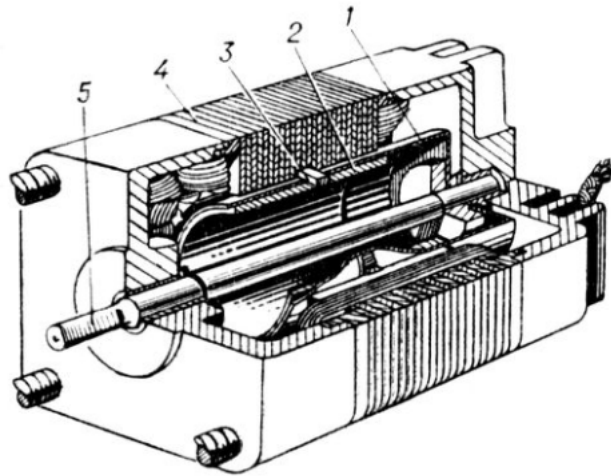


элементе полностью из него выходят. При вращении генератора с той же угловой скоростью движутся волны деформации, т. е. в гибком

колесе возбуждаются бегущие волны, в вершинах которых происходит зацепление. Разница чисел зубьев жёсткого и гибкого колёс обычно равна (реже кратна) числу волн деформации. В зависимости от числа волн ВП называются одно-, двух- или трёхволновыми. Передачи с числом волн более трех применяются редко.

Используют различные модификации волновых передач, например винтовые.

Респонсин



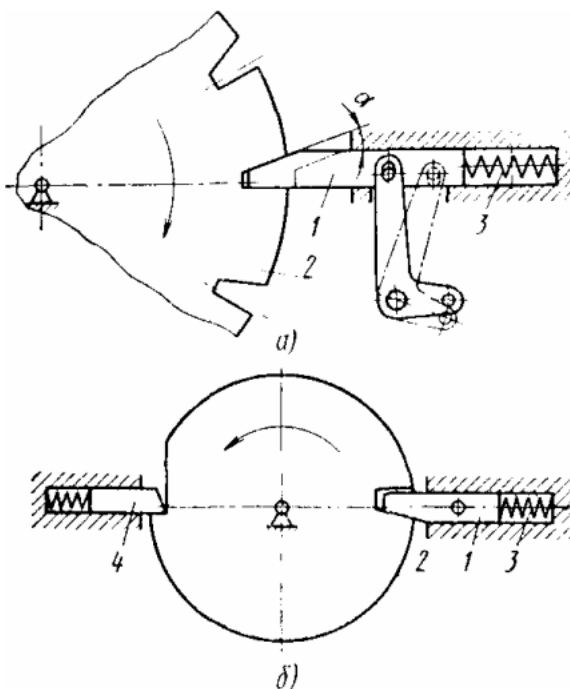
1 — гибкое колесо; 2 — гибкий магнитопровод; 3 — жёсткое колесо; 4 — статор; 5 — выходной вал.

Механизмы фиксирования и ориентирования изделий

Механизмы фиксирования обеспечивают точную фиксацию положения поворотных столов или других устройств, перемещающих объект обработки, по отношению к рабочим органам машины.

Наибольшее распространение получили фиксаторы клинового типа, в которых клин поочередно входит в гнезда фиксируемого узла и перемещает его до необходимого положения.

Рассмотрим схему простого клинового фиксатора (рис. 4). Фиксатор 1 подается в гнездо поворотного стола пружиной 3, а отводится при помощи специального механизма. Фиксатор такого типа применен для фиксации револьверного стола; для вывода фиксатора из гнезда использован кулачковый механизм.



Для повышения точности фиксации обычно фиксирующие гнезда располагаются по окружности наибольшего диаметра стола. Угол клина а (рис.) фиксатора из условия самоторможения принимается меньшим, чем угол трения.

Более высокую точность фиксации обеспечивает двойной фиксатор (рис. б). В этом случае фиксатор 4 служит упором, а фиксатор 1 доводит стол 2 до заданного положения. Механизм поворота или поступательного перемещения фиксируемого узла в этом случае должен обеспечить некоторый перебег гнезда, а фиксирующее устройство возвращает этот узел в нужное положение.

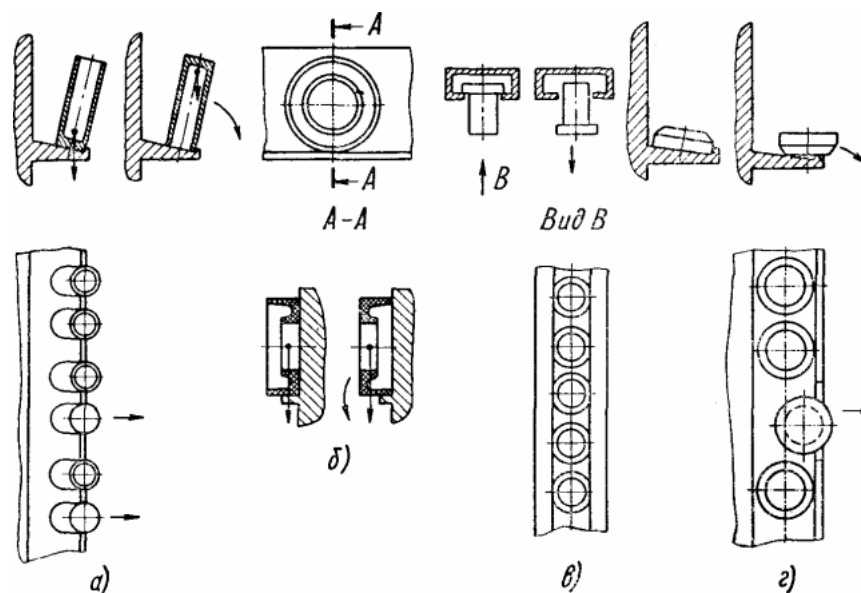
Для уменьшения износа и сохранения необходимой точности фиксации детали механизма выполняются из высокопрочных сталей, а их контактирующие поверхности подвергаются закалке.

Пружина фиксатора должна обеспечивать поворот или поступательное перемещение фиксируемого устройства.

Различают пассивное и активное ориентирование. Пассивное ориентирование заключается в удалении неправильно расположенных деталей из общего потока объектов обработки, причем детали вновь направляются в бункер на первичное, а оттуда на вторичное ориентирование. Активное ориентирование производится без отсева деталей, путем перевода неправильно расположенных объектов обработки, находящихся в потоке, в заданное положение.

Пассивное ориентирование обычно осуществляется непрерывным способом в процессе перемещения объектов обработки по лоткам, направляющим и т.п. Для отсева неправильно ориентированных деталей при этом используются изменение положения центра тяжести неправильно ориентированной детали (рис. 5, а, б) или особенности конфигурации деталей – наличие заплечиков, фасок и т. д. (рис. 5, в, г). Следует отметить, что этот способ используется и при первичном ориентировании.

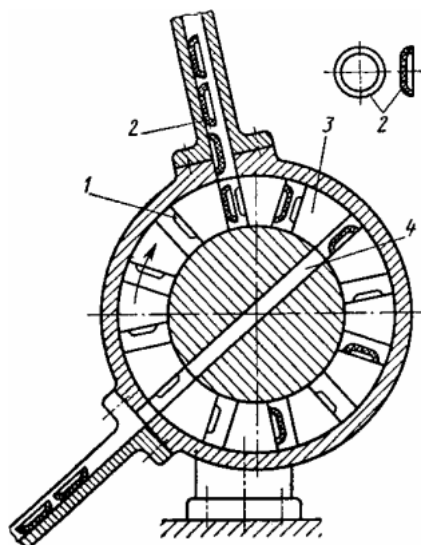
Эскизы устройств для непрерывного пассивного ориентирования



а, б – для деталей, ориентируемых по положению центра тяжести; в – для деталей с заплечиками; г – для деталей с фаской

Способы активного ориентирования весьма разнообразны.

Механизм ориентации деталей типа крышек



1 – выступ; 2 – деталь; 3 – диск; 4 – канал

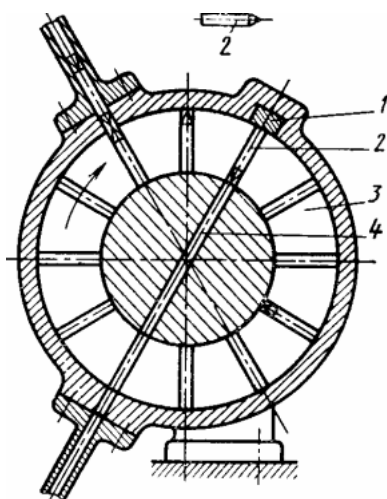
Рис. 7

Механизм ориентации имеет вращающийся диск 3 с пазами, внутри которых расположены выступы 1. Если деталь попадает в паз доньшком вправо, то при вращении диска она через канал 4 попадает в лоток; если же деталь попадает в паз доньшком влево, то при вращении диска она накроет выступ и попадает в лоток лишь в нижнем положении диска, т.е. будет ориентирована на лотке доньшком вниз, как и в первом случае.

В устройствах ориентирования магнитного и электромагнитного типа используется эффект воздействия магнитов и электромагнитов на детали из ферромагнитных материалов.

Рассмотрим устройство магнитной ориентации деталей из ферромагнитных материалов (рис. 8). В корпус устройства встроен магнит 1. Неправильно ориентированная деталь 2 (острием вниз) удерживается магнитом и поэтому может попасть в лоток только в нижнем положении вращающегося диска 3. Детали, правильно ориентированные (острием вверх), магнитом не удерживаются и под действием сил тяжести падают по диаметральному пазу 4. Основные детали устройства изготовлены из немагнитных материалов.

Устройство магнитной ориентации деталей



1 – магнит; 2 – деталь; 3 – диск; 4 – паз

РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Производительность машин-автоматов

Технологическая и цикловая производительность

В основе любой рабочей машины лежит технологический процесс. Исследование технологического процесса и его элементов (первичных операций) позволяет установить оптимальные параметры режима: время, скорость, усилие, температуру и т. п. В результате можно определить общую затрату времени, необходимую для выполнения всех основных операций обработки, и, следовательно, технологическую производительность (ТП) машины, которая представляет собой количество изделий, изготавливаемых в единицу времени при отсутствии холостых ходов или при их совмещении во времени с рабочими ходами.

В большинстве машин-автоматов в рабочий цикл, помимо времени выполнения рабочих ходов, входит и время холостых перемещений рабочих органов.

Цикловая производительность – это количество изделий, выдаваемых машиной в единицу времени в предположении, что машина работает непрерывно и вся производимая ею продукция соответствует техническим требованиям.

Если за рабочий цикл T_p , сек в одном потоке выдается одно изделие, а общее число потоков в машине W , то цикловая производительность машины в шт/с

$$Q_u = W/T_p .$$

Время T_p зависит от структуры машины.

В общем случае, если рабочие и холостые ходы не совмещены

$$T_p = t_{px} + t_{xx},$$

где t_{px} и t_{xx} – время рабочих и холостых ходов.

При совмещении холостых ходов с рабочими или их отсутствии ($t_{xx} = 0$) получим выражение, определяющее технологическую производительность машины K в штуках за 1 с:

$$Q_u = \frac{1}{t_{px}} = K .$$

В машине циклического действия штучной продукции:

$$Q_u = \frac{1}{T_p} = \frac{K}{K \cdot t_{xx} + 1} = K \cdot \eta ,$$

где η – коэффициент производительности, который характеризует степень непрерывности технологического процесса, выполняемого в данной машине. Этот коэффициент отражает конструктивное совершенство машины-автомата, степень ее приближения к машине непрерывного действия, т. е. к такой машине, где основные операции технологического процесса выполняются непрерывно. Чем выше коэффициент производительности, тем конструктивно совершеннее машина.

Следует иметь в виду, что технологическая производительность не является неизменной величиной; использование прогрессивной технологии, новых физических и химических методов обработки позволяет сокращать величину K .

В машинах-автоматах с жесткими связями время рабочего цикла практически постоянно и от длительности работы машины не зависит. Следовательно, постоянными являются технологическая и цикловая производительность машины. В машинах с гидравлическими и пневматическими исполнительными механизмами колеба-

ния времени рабочего цикла более значительны, так как свойства рабочего тела (масла, воздуха) зависят от температуры и других факторов.

Производительность машин-автоматов нештучной продукции в зависимости от вида изделий измеряется в единицах длины, площади, объема или массы, отнесенных соответственно к единице времени.

Теоретическая производительность машин I рода нештучной продукции подсчитывается по формулам (соответственно в $м/с$; $м^2/с$; $м^3/с$ и $кг/с$)

$$Q = v \cdot W;$$

$$Q = v \cdot W \cdot b;$$

$$Q = v \cdot W \cdot b \cdot h;$$

$$Q = v \cdot W \cdot b \cdot h \cdot \rho.$$

где v – скорость перемещения объекта обработки в машине, $м/с$;

W – число потоков;

b – ширина в $м$;

h – высота или толщина слоя продукта в $м$;

ρ – плотность материала продукта в $кг/м^3$.

Производительность машин II рода нештучной продукции (соответственно в $м/с$; $м^2/с$; $м^3/с$ и $кг/с$):

$$Q = \frac{l \cdot W}{t_p}; \quad Q = \frac{l \cdot W \cdot b}{t_p};$$

$$Q = \frac{l \cdot W \cdot b \cdot h}{t_p}; \quad Q = \frac{l \cdot W \cdot b \cdot h \cdot \rho}{t_p}.$$

где l – длина обрабатываемой части изделия, $м$.

Фактическая производительность

В реальных условиях машины не работают непрерывно. Простои машин связаны с необходимостью смены инструмента, заправки материала, устранения неполадок и т. д.

Внецикловые простои по функциональным признакам разделяются на пять видов.

1. Простои по инструменту. Сюда относятся все потери времени, связанные с заменой инструмента из-за его неработоспособности, регулировки, подналадки и т. п.

2. Простои по оборудованию. К этому виду простоев относятся те, которые связаны с неработоспособностью машины из-за отказов в работе ее механизмов и устройств, нарушения регулировки и т. д. Сюда относится также время ремонта и профилактического обслуживания машины.

3. Простои по организационным причинам. Эти потери времени имеют место в тех случаях, когда машина работоспособна, однако вынуждена простаивать вследствие отсутствия материала (заготовок), электроэнергии, несвоевременного прихода обслуживающего персонала и т. п.

4. Простои из-за брака. Машина выдает продукцию, не отвечающую техническим требованиям вследствие нарушения регламента процесса, некачественных заготовок и по другим причинам. Все время работы машины, при котором была выпущена некондиционная продукция, должно быть отнесено к простоям.

5. Простои по переналадке машины на выпуск новой продукции.

Фактическая производительность машины всегда меньше цикловой за счет внецикловых простоев.

Перечисленные выше причины простоев можно разделить на две группы:

1) простои по техническим причинам, т. е. связанные с конструктивным совершенством инструмента и машины и их надежностью;

2) простои по организационным причинам.

Простои первой группы функционально связаны с режимом работы машины-автомата, так как износ инструмента, кинематических пар, регулировка, ремонтные и другие работы зависят от длительности работы машины и условий, в которых при этом находились ее исполнительные механизмы и устройства.

Простои второй группы функционально не связаны с режимом работы машины и обусловлены организацией труда и производства на том предприятии, на котором установлена машина (трудовая дисциплина, своевременная подача материала и заготовок, отбраковка заготовок предыдущих операций, частота переналадок и т. п.).

Если принять, что за время τ наблюдения за машиной последняя работала без простоев τ_p и выдала Z_ϕ единиц продукции, а суммарное время простоев составляло $\sum \tau_n$, то получим

$$\tau = \tau_p + \sum \tau_n$$

$$\text{Фактическая производительность машины } Q_\phi = \frac{Z_\phi}{\tau}, \quad (1)$$

где суммарное количество выпущенной штучной продукции

$$Z_\phi = \frac{\tau_p}{T_p}.$$

Подставляя значения τ и Z_ϕ в формулу (1), найдем

$$Q_\phi = \frac{1}{T_p} \cdot \frac{\tau_p}{\tau_p + \sum \tau_n} = Q_u \cdot \frac{\tau_p}{\tau_p + \sum \tau_n} = Q_u \cdot \eta_{исп}.$$

Величина $\eta_{исп}$ называется *коэффициентом использования*, он представляет собой отношение времени бесперебойной работы машины за период наблюдения ко всему времени наблюдения:

$$\eta_{исп} = \frac{\tau_p}{\tau_p + \sum \tau_n}.$$

Отношение суммарного времени простоев ко времени бесперебойной работы машины за время наблюдения представляет собой *внецикловые потери*. Чем меньше внецикловые потери, тем выше коэффициент использования машины и, следовательно, тем ближе фактическая производительность машины к цикловой.

В процессе эксплуатации машины фактическая производительность не остается постоянной: она растет в период пуска и освоения машины, сохраняется приблизительно постоянной с некоторой тенденцией к увеличению в период стабильной эксплуатации и несколько снижается из-за увеличения износа и частоты отказов к моменту приближения периода планово-предупредительного ремонта.

Изложенные положения о расчете производительности машин распространяются и на автоматические линии. Методика анализа производительности машин и автоматических линий и расчет их надежности подробно рассматривается в ряде специальных работ.

Связь с экономической эффективностью

Приведенная в л. I методика оценки экономической эффективности автоматизации по сроку окупаемости капиталовложений может быть использована для предварительной оценки эффективности введения новой техники. Формула (1) не раскрывает связи между экономической эффективностью внедряемых машин и их такими конкретными технико-экономическими показателями, как, например, производительность и надежность. Эту связь позволяет установить теория производительности машин и труда.

Исходя из того, что производство любых изделий требует затрат прошлого труда на создание средств производства и поддержание их работоспособности и живого труда непосредственно в процессе производства, теория производительности машин и труда считает важнейшим критерием оценки экономической эффективности новой техники *рост производительности общественного труда*.

По достижении срока окупаемости n лет новое оборудование дает такую производительность труда, какую давало прежнее оборудование в момент ввода нового. Однако темпы роста производительности труда нового оборудования продолжают увеличиваться, они достигают и превосходят запланированные, а затем начинают снижаться.

Таким образом, на смену новой техники, которая задает новые темпы роста производительности труда, должна придти новейшая, еще более прогрессивная техника. Этот процесс смены одних средств производства другими с более высокими технико-экономическими показателями является объективной закономерностью, отражающей развитие техники.

Необходимым условием, обеспечивающим прогрессивность новой техники, является ее высокая производительность, уровень которой может существенно повышаться лишь при введении новых технологических процессов, а также оптимальная надежность и долговечность нового оборудования.

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАШИНАМИ-АВТОМАТАМИ

Операции технологического цикла выполняются исполнительными механизмами машин-автоматов в определенной последовательности. Например, в шинно-восстановительном вулканизаторе смыкание пресс-форм может быть произведено лишь после установки покрышки с наложенным протектором в полость пресс-формы; подача теплоносителя в варочную камеру или диафрагму производится после смыкания пресс-формы и т.п.

В более сложных машинах-автоматах необходимо обеспечить согласованное движение рабочих органов исполнительных механизмов; например, в револьверном пресс-автомате для изготовления графитовых блоков поворот стола возможен только после окончания операций заполнения, прессования и выталкивания изделий (операции выполняются параллельно в различных позициях).

Система управления машиной-автоматом – это совокупность механизмов и устройств, обеспечивающих необходимое чередование и согласованность перемещений звеньев рабочих органов (в ряде случаев – и определенное значение скоростей и ускорений отдельных точек и звеньев рабочих органов).

Следует заметить, что на эту систему часто возлагается функция управления не только кинематическими, но и другими параметрами, определяющими ход тех-

нологического процесса (например, расходом, температурой, давлением, силой, вязкостью и т.п.). В дальнейшем мы будем рассматривать в основном системы управления и их элементы лишь в той части, которая связана с движением рабочих органов исполнительных механизмов машины, поскольку вопросы управления параметрами, не связанными с кинематикой машины, рассматриваются в курсе «Автоматизация химических производств».

Существующие системы управления машинами-автоматами могут быть отнесены к одной из двух основных групп: программным системам управления и информационным системам управления.

В программных системах управления последовательность перемещений исполнительных механизмов, интервалы движения рабочих органов и их перемещения заданы и циклически повторяются: время кинематического и других циклов машины-автомата постоянно, их структура не меняется. В этом случае мы имеем дело с жесткой программой, сохраняющейся вне зависимости от тех изменений, которые могут произойти с объектом обработки (отклонения в размерах, массе, механических свойствах и др.) или с самой машиной (износ инструмента, отказы в работе отдельных ее элементов и т.п.). Эту систему управления также называют разомкнутой, так как информация, зафиксированная в программе, передается только в одном направлении – к исполнительным механизмам, т.е. поток информации в системах управления с жесткой программой является разомкнутым.

Система управления должна иметь в том или ином виде программоноситель и датчик, преобразующий закодированную программу в сигналы управления.

Информационные системы управления обеспечивают необходимую последовательность и величину перемещений исполнительных механизмов и их рабочих органов с учетом возможных отклонений свойств и формы объектов обработки, а также условий работы самой машины. Информационная система управления учитывает изменение внешних и внутренних факторов, характеризующих проведение технологического процесса; эта система управления, следовательно, является рефлекторной или, говоря иными словами, имеющей обратную связь. Наряду с прямым потоком информации, поступающей от программоносителя, в этих системах имеется и обратный поток информации, вследствие чего такую (систему управления называют замкнутой. В этой системе управления программа, определяющая последовательность выполнения операций процесса, не является жесткой. Программа должна обеспечить выполнение изменяющихся в некоторых пределах перемещений рабочих органов, периодичность и интервалы времени движения которых могут также быть переменными и находиться в зависимости от состояния объекта обработки и условий работы машины.

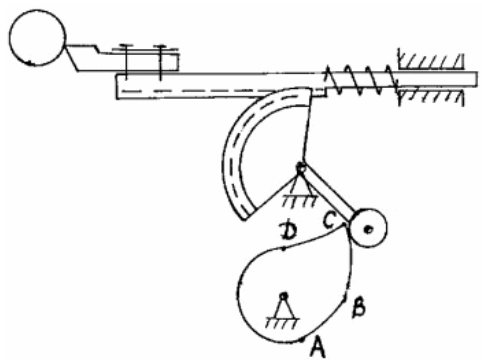
В отличие от программных систем в информационных системах управления исполнительные механизмы и их рабочие органы получают перемещения под воздействием сигналов, поступающих с программоносителя (прямой поток информации), и сигналов рассогласования заданной и фактически реализуемой программы, корректирующих ошибку. Эти сигналы поступают из канала обратной связи от специальных датчиков, реагирующих на состояние определенных параметров объекта обработки и изменение условий работы машины. Системы информационного управления машинами-автоматами являются перспективными в производстве таких изделий, изготовление которых связано с переработкой материалов, отличающихся непостоянством параметров и свойств.

Вместе с тем для современного автоматостроения характерно проникновение элементов систем информационного управления в машины-автоматы с программным управлением. Например, широко используются устройства информационного действия с целью блокировки отдельных узлов и машины в целом, в частности, для автоматической остановки машины в случае ее перегрузки, при регулировании ряда технологических параметров, например, при объемной дозировке порошка, для регулирования давления при прессовании, скорости вращения валков, шнеков и т.п. Включение таких устройств в систему управления машины не меняет ее программу.

Применяются также и комбинированные програмно-информационные системы управления, для которых характерно включение устройств обратной связи, обеспечивающих возможность изменения в некоторых пределах заданной программы работы машины; в частности, это позволило широко внедрить в машины-автоматы устройства активного контроля. Устройства активного контроля позволяют на основании измерения определенных параметров изделия в процессе обработки вносить изменения в программу работы машины, изменяя величины перемещений, скорости, интервалы движения рабочих органов, температуру и т.п.

В настоящее время создаются информационно-программные системы управления. Сущность такой системы управления заключается в том, что на основании информации об объекте обработки, внешних и внутренних условиях работы машины система управления вырабатывает оптимальный вариант программы для каждого случая и обеспечивает ее выполнение.

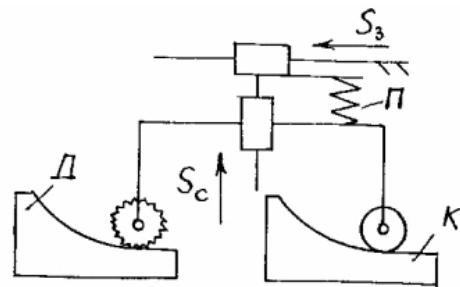
Существуют два принципиально различных способа задания программы: в аналоговом и в цифровом виде. Программа в аналоговом виде задается профилем кулачков, копиров, расстановкой упоров и конечных выключателей. Например, в приводе суппорта токарного станка – автомата имеется кулачковый механизм и зубчато – реечная передача, преобразующая поворот коромысла в поступательное движение суппорта (рис.).



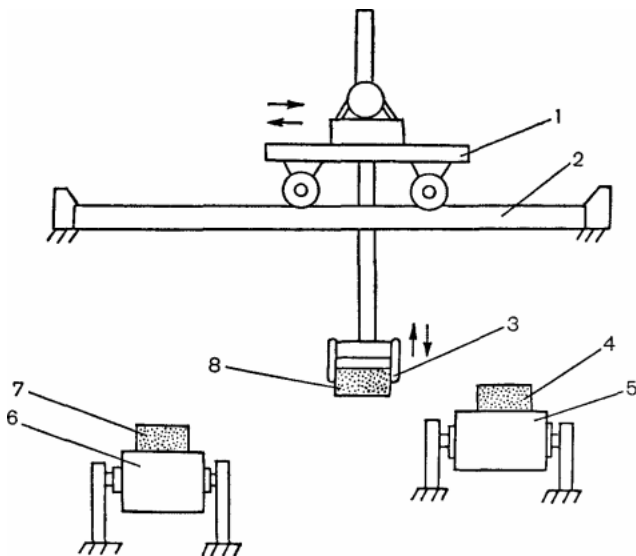
На кулачке имеется участок быстрого подвода инструмента АВ и быстрого удаления СД, которые обычно выполняются по параболе, и участок рабочей подачи ВС. Так как обычно подача равномерная, участок ВС представляет спираль Архимеда.

Кулачок является не только программоносителем аналогового типа, но и механизмом привода исполнительного органа, в данном случае – суппорта. Задаваясь различным профилем кулачка, можно получать различные законы движения исполнительного органа. Достоинства системы управления с кулачками – простота устройства, высокая точность. Недостатки – высокая стоимость изготовления кулачков и недостаточная долговечность, вследствие больших нагрузок на кулачок.

Другой способ задания программы в аналоговом виде – от копиров. Он обычно применяется при обработке деталей со сложным профилем типа кулачков, турбинных лопаток и т. д. На рис 2 представлена схема обработки фасонной цилиндрической поверхности по способу непосредственного копирования.



Автоматы-переставители изделий. Стопировщики и кантователи изделий.



При всем разнообразии конструкций структурные схемы всех стопировщиков подобны. Каждый стопировщик (рис. 9) содержит перемещающуюся по направляющим приводную тележку переноса с захватами и приводом их вертикального перемещения. Груз снимается с подающего транспортера и укладывается на отводящий транспортер. При программировании и построении систем управления стопировщиками за основу обычно принимают сигнал о наличии в захватах груза. Этот сигнал может быть получен непосредственно от дат-

чика путевого выключателя, но чаще всего он формируется путем запоминания информации о нахождении захватов в нижнем положении над подающим транспортером в момент съема изделий. Стирается этот сигнал-память при нахождении тележки над отводящим транспортером в момент укладки при нижнем положении захватов. Подъем захватов над местом съема производится при наличии сигнала, а над местом укладки – при его отсутствии. Захваты опускаются над подающим транспортером без груза, а над отводящим – с грузом. При верхнем положении захватов тележка с грузом перемещается к месту укладки, а без груза – к месту съема.

Автозахват для подъема (опускания) и горизонтального перемещения плит пустотного настила

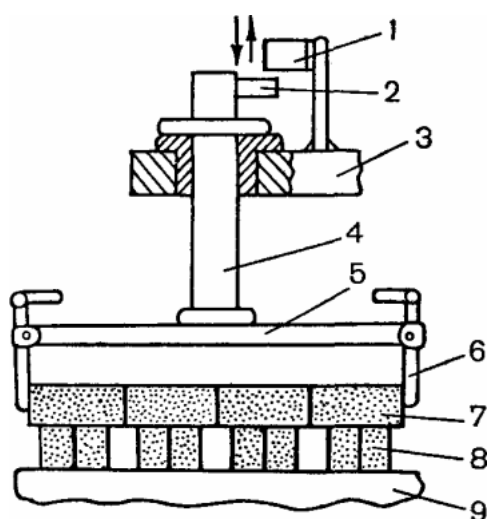


Дополнительными условиями указанных перемещений являются разрешающие сигналы, например о свободном месте на отводящем транспортере или о поступлении изделий на заданное место подающим транспортером. В ряде случаев условиями перемещения могут быть также сигналы о предварительном завершении каких-либо операций самим стопировщиком (например, разворот или раздвижка захватов). Остановка механизмов в заданном положении осуществляется при воздействии на соответствующий путевого выключателя. Изделия с подающего транспортера снимаются при его исходном положении. В момент съема фиксируется сигнал,

запрещающий повторное опускание захватов. Этот сигнал стирается в начале хода конвейера при трогании его с исходного положения. Разрешение на повторное опускание захватов поступает при отсутствии этого сигнала памяти после возвращения транспортера с новой группой изделий в исходное положение. Подобным же образом исключается возможность повторного опускания захватов с грузом на отводящий транспортер до уборки им ранее установленных изделий.

При укладке штабеля изделий на вагонетку для определения уровня остановки захватов в момент укладки очередного слоя используется щуп или фотореле. Для переноса изделий головкой захватов, свободно ходящей в направляющих траверсы, может быть использован выключатель-датчик смещения головки относительно траверсы. Когда устанавливаемый слой изделий контактирует с подом вагонетки или с ранее уложенными изделиями, направляющая головки перемещается в вертикальном направлении относительно траверсы. Закрепленный на ней флажок воздействует на установленный на траверсе путевой выключатель, который дает команду на отключение привода. Чтобы исключить давление траверсы на штабель, целесообразно одновременно с отключением привода давать его противовключение до повторного прекращения воздействия флажка на выключатель. При этом укладываемый слой изделий в момент разжима захватов будет находиться над уложенным штабелем с минимальным зазором между ними.

Упрощенная схема получения команды на остановку привода при укладке штабеля кирпича



1 – путевой выключатель; 2 – флажок; 3 – траверса; 4 – направляющая;
5 – головка с захватами; 6 – захваты; 7 – переносимый слой; 8 – ранее уложенный
слой кирпича; 9 – под вагонетки

Рис.

Подобным же образом можно контролировать момент контакта укладываемого и уложенного слоев при подвеске головки захватов к лебедке с приводом. В этом случае команда на отключение привода и его противовключение дается при ослаблении троса от выключателя-датчика, на который воздействует флажок, кинематически связанный с подпружиненным блоком, через который проходит трос лебедки.

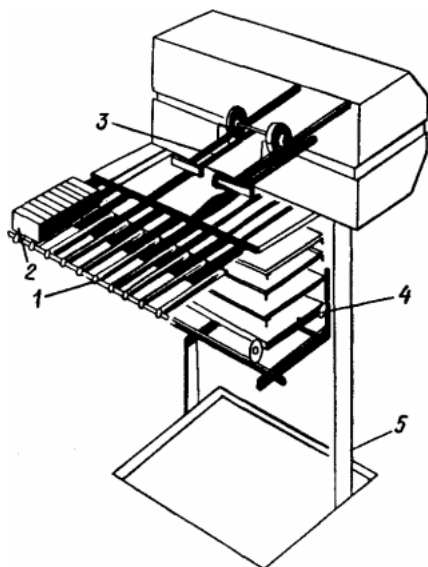
Этот же выключатель может осуществлять остановку захватов при их опускании над транспортером, с которого изделия снимаются. В этом случае над транспортером устанавливаются полки, а траверса с захватами снабжается регулируемы-

ми упорами. Упоры при опускании траверсы ложатся на полки, трос ослабляется и выключатель дает команду на отключение привода.

При такой конструктивной схеме обеспечивается с табильная величина уровня захвата изделия независимо от инерционности аппаратуры и регулировки тормозов.

Комплекс УМАТП-Т представляет собой автомат резки и укладки сырца на вагонетки туннельных сушилок (рис. 11). Он состоит из однострунного и многострунного резательных автоматов (на рис. 11 не показаны), приемного рольганга, реечного толкателя с вильчатым раскладчиком и подвижным упором и разгрузочного модуля.

Автомат укладки сырца на сушильную оснастку



Разрезанные брусья поступают на приемный рольганг, ниже роликов которого находятся вилы реечного толкателя. После накопления заданного количества брусьев рольганг опускается на полки сушильной вагонетки. Раскладка изделий с необходимыми зазорами осуществляется путем сталкивания изделий с движущихся вилок подвижным упором, кинематически связанным с реечным толкателем зубчатой парой. В конце хода раскладки вилы и толкатель выходят за пределы вагонетки, вагонетка поднимается или опускается, и вилы возвращаются в исходное положение.

В связи с тем, что УМАТП-Т должен устанавливаться в существующих линиях за прессами и обеспечивать прием бруса, его производительность определена в 10 тыс. шт. усл. кирпича в 1 ч.

Кантователи изделий

Существует множество различных конструкций кантователей. Наиболее распространенными являются крюковый, стержневой, роликовый кантователи, кантователь листов и др.

В крюковом кантователе (рис. 12) для гашения толчков, вызванных работой кантователя, использована канатная передача или канат вместо жесткого звена. Канатная передача 1 может быть применена при монтаже части привода на линейке (рис. 12, б) на фундаменте (рис. 12, а).

Крюковый кантователь

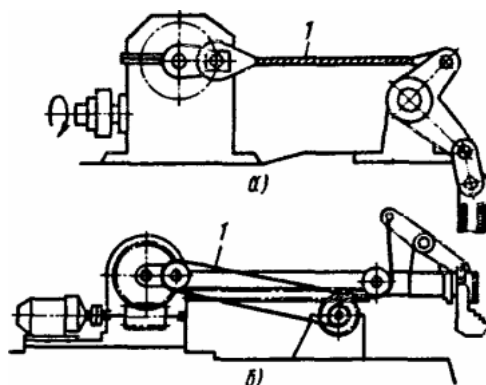
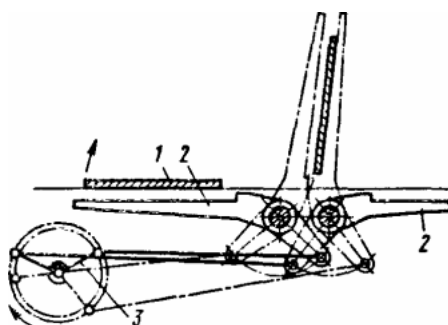


Схема кантователя листов при их осмотре представлена на рис. 13. Работает он следующим образом: поворотом спаренного кривошипа 3 (или зубчатых секторов) лист 1 сначала поднимается, затем захватывается сближающимися рычагами 2 и перекладывается вправо.

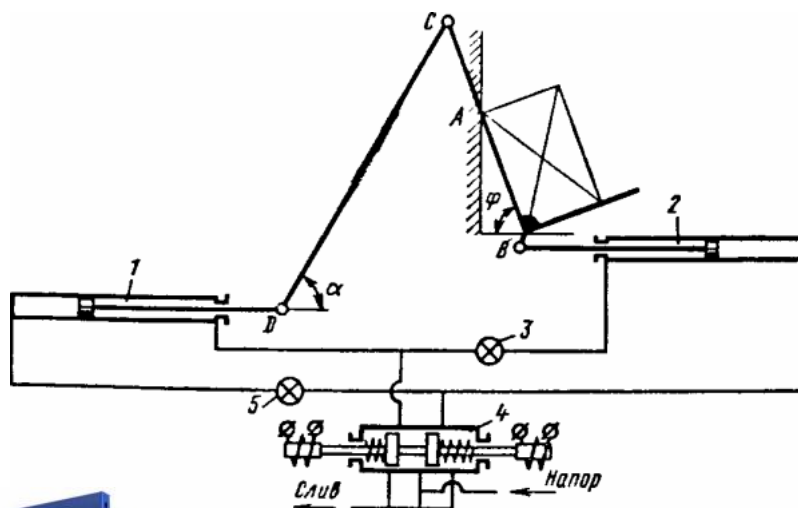
Схема стержневой кантователя изображена на рис. 14. В этой схеме надежность кантовки раскатов прямоугольного сечения различной высоты при минимальном перемещении линеек манипулятора обеспечивается стержневой системой с двумя степенями свободы с угловым исполнительным звеном, совершающим возвратно-вращательное движение с углом 90° . Кантовка слитка осуществляется при повороте кантующего уголка, приводимого в движение от гидроцилиндров 1 и 2, регулируемых дросселями 3 и 5 и золотником 4.

Схема кантователя листов



1 – лист; 2 – рычаги; 3 – кривошип

Стержневой кантователь



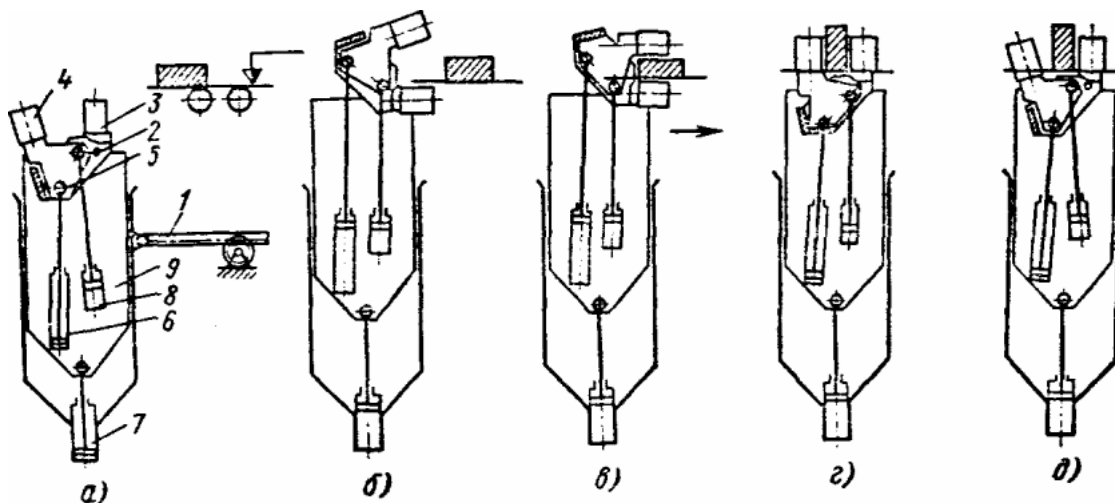
1, 2 – гидроцилиндр; 3, 5 – регулируемый дроссель; 4 – золотник



Схема роликового кантователя, устанавливаемого на подъемно-качающемся столе крупносортового стана, представлена на рис. 15. Кантующий механизм состоит из роликов 3 и 4, поворачиваемых гидроцилиндрами 6 и 8, смонтированными на раме 9, перемещаемой по вертикали гидроцилиндром 7 подъема корпуса кантователя.

Рычаг ролика 3 соединен с рамой 9 шарниром 2 и управляется гидроцилиндром 8. Рычаг ролика 4, управляемый цилиндром 6, укреплен на рычаге ролика 3 с помощью шарнира 5. Кантователь перемещается рейкой 1.

Схема роликового кантователя



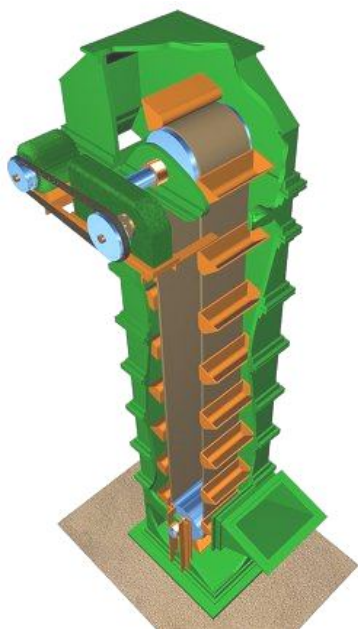
1 – рейка; 2, 5 – шарнир; 3, 4 – ролики; 6, 7, 8 – гидроцилиндр; 9 – рама

Машины и механизмы для транспортирования, складирования и дозирования порошкообразных и гранулированных материалов

Порошкообразные и гранулированные материалы отгружают потребителю навалом в специально-оборудованном железнодорожном, автомобильном или водном транспорте, а также в упакованном виде.

Наиболее широко используется железнодорожный транспорт (77%) и автомобильный (15%). Для отгрузки грузов в небольших количествах используют способ затаривания в отдельные мешки или в комплект мешков, упакованные в контейнеры из термоусадочной пленки.

Для передачи сыпучих порошкообразных и гранулированных материалов от одной операции к другой используются транспортирующие машины. Также широко используются ленточные и винтовые конвейеры, ковшовые элеваторы, аэрожелоба и пневмоустановки.



Ленточные конвейеры используют для сыпучих грузов с плотностью до $3,15 \text{ т/м}^3$ в горизонтальном и наклонном направлениях, угол наклона обычно не превышает 18° , скорость движения ленты $0,25 \div 10,0 \text{ м/с}$. Производительность таких конвейеров достигает $35 \text{ м}^3/\text{час}$. Используют также крутонаклонные конвейеры с углом наклона до 60° и скоростью ленты $0,3 \text{ м/с}$.

Винтовые конвейеры имеют производительность до 90 т/час при диаметре винта 500 мм .

Ковшовые элеваторы (рис.) применяют для вертикального перемещения сыпучих материалов. Они могут быть ленточные и цепные. Вместимость ковшей $0,5 \text{ л}$ и более, скорость движения ленты $0,4 \div 2,5 \text{ м/с}$, высота подъема $12 \div 40 \text{ м}$, производительность $1,6 \div 100 \text{ м}^3/\text{час}$.

Аэрожелоба используются для транспортирования хорошо аэрируемых, неслеживающихся порошкообразных и гранулированных материалов.

Аэрожелоба устанавливаются с уклоном $4\div 5^\circ$ в сторону транспортирования. При подаче воздуха под пористую перегородку он проникает в верхнюю часть желоба и насыщает сыпучий материал. Аэрированный материал приобретает свойство большой текучести и движется под действием собственного веса вниз по желобу.

Питающее устройство для сыпучих материалов состоит из емкости и дозатора с устройством для подачи материала в зону обработки.

Рабочий объем емкости для хранения материала выбирается из условия, чтобы время между заправками материала не превышало некоторого минимального, обеспечивающего нормальное обслуживание машины или группы однотипных машин. Емкости для хранения сыпучих материалов (бункера) имеют углы наклона боковых стенок большие, чем статический угол естественного откоса материала, что позволяет избежать образования мертвых зон; в них устанавливаются ворошители, предназначенные для предупреждения сводообразования, слеживаемости и образования комков. Для обеспечения равномерной подачи материала из бункера к дозатору используются также пневматические и вибрационные побудители.

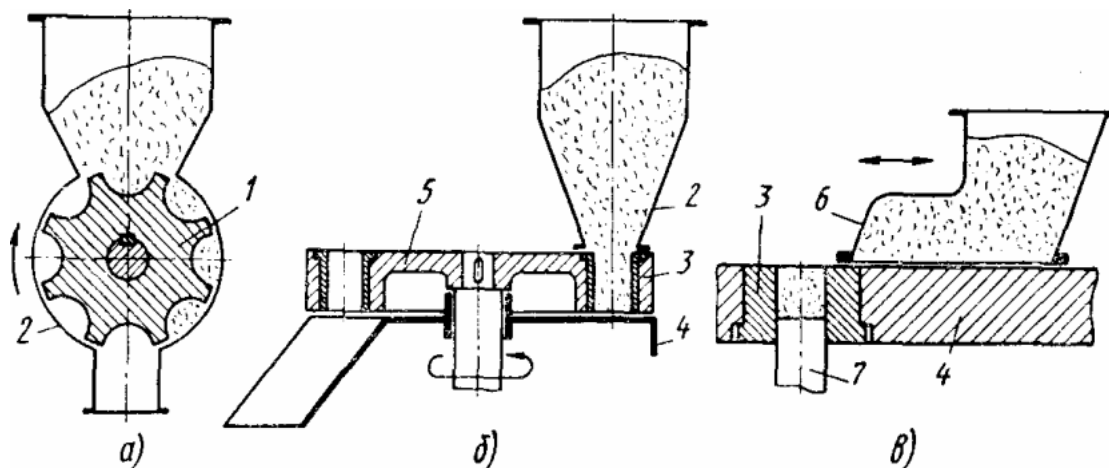
В технологических процессах химической промышленности используется весовое и объемное дозирование. Весовое дозирование позволяет получать дозы с высокой степенью точности – до 0,1% при массе дозы 15-20 кг и более. Однако производительность весовых дозаторов в несколько раз меньше, чем у объемных, у которых значительно проще конструкция и выше надежность. По этой причине в машинах-автоматах химических производств при дозировании порошковых материалов порциями до 500 г, а в некоторых случаях и до 1-2 кг, используются объемные дозаторы. Точность объемных дозаторов в среднем составляет 1,0-3,0%. Жидкости дозируются объемными дозаторами без ограничения массы.

Для получения больших доз используются автоматические весовые дозаторы, которые представляют собой самостоятельные агрегаты, работающие в одном темпе с той машиной, питание которой они обеспечивают.

В зависимости от вида продукции, производимой в машинах-автоматах, используются объемные дозаторы порционные или непрерывные. Порционные дозаторы отделяют дозу порошка, а непрерывные дозаторы обеспечивают равномерную подачу материала.

Порционные объемные дозаторы для порошковых материалов имеют несколько разновидностей. Барабанный дозатор с ячейками обычно используется для подачи небольших доз материала. Он устанавливается на выходе из бункера; при периодическом повороте барабана 1, размещенного внутри корпуса 2 дозатора, порошок заполняет ячейки, которые опорожняются в нижнем положении.

Дисковый дозатор по принципу действия аналогичен барабанному: при вращении диска 5 порошок из загрузочной воронки поступает в мерные цилиндры 3, выпускное отверстие которых в зоне дозирования перекрыто неподвижным столом 4. В зоне разгрузки выпускное отверстие находится над лотком, на который подается доза. Мерные цилиндры могут быть сменными для изменения объема дозы.



Дозатор камерного типа является модификацией дискового дозатора: камера 6, с порошком перемещается над поверхностью стола 4, в котором установлена матрица, выполняющая функцию мерного цилиндра 3. Объем дозы определяется положением поддона 7, которое регулируется по высоте специальным механизмом. Такого рода дозирование используется в кривошипных таблеточных автоматах и брикетных прессах. Доза порошка в матрице далее подвергается прессованию, после чего компактная таблетка (брикет) выталкивается из матрицы вверх или вниз.

В машинах-автоматах химических производств применяют также объемные дозаторы непрерывного действия – шнековые и вибрационные. Шнековые дозаторы применяются для дозирования материалов, не боящихся измельчения. В некоторые случаи шнек выполняется с шагом, уменьшающимся в сторон; разгрузки, что позволяет несколько уплотнять дозируемый материал и получать более стабильную производительность.

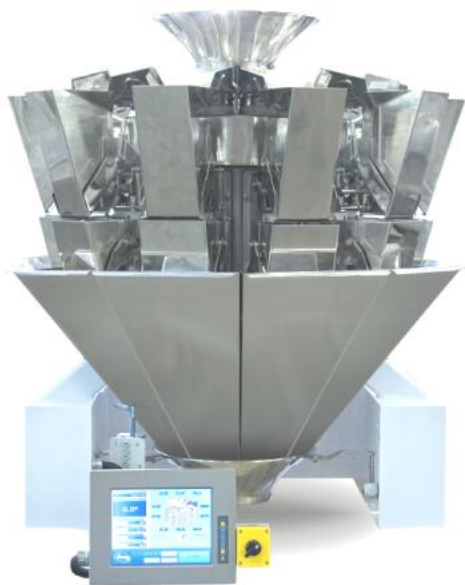
Вибрационные дозаторы позволяют осуществлять объемное дозирование с большой точностью. Скорости горизонтальной перемещения порошкового материала по лотку дозатора обычно составляют 0,1-0,3 м/сек.

Используются объемные дозаторы и других типов – ленточные, тарельчатые и т.п.

Во всех этих дозаторах доза материала подается на последующие операции самотеком или устройствами, отмеряющими дозу.

Мультиголовочный весовой дозатор

для точного дозирования сыпучих и мелкоштучных продуктов.



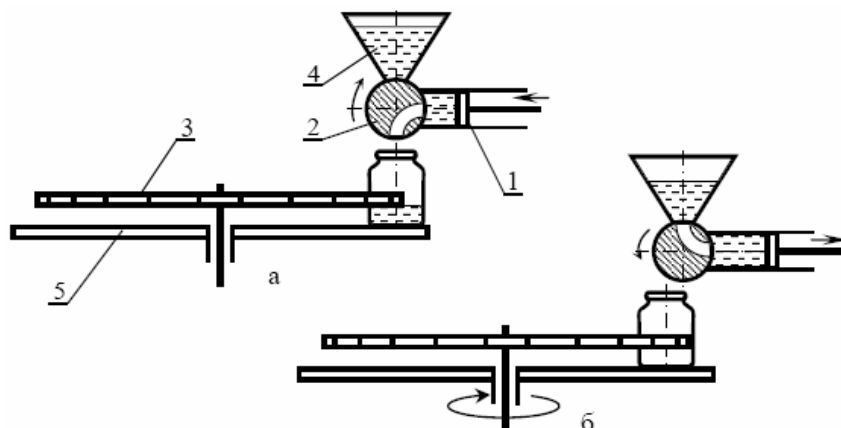
Дозатор состоит из каркаса круглой формы с расположенной в центре приемной воронкой, от которой радиально отходят 14 (10) весодозирующих ручьев. Каждый ручей включает в себя накопительную и весовую корзину. Открытие корзин осуществляют шаговые двигатели. При каждом цикле дозирования компьютер дозатора проводит опрос взвешивающих корзин и выбирает из них комбинацию, наиболее близкую по весу к заданной. Происходит одновременный сброс продукта из выбранных взвешивающих корзин в упаковочную машину или корзину-синхронизатор.

комбинацию, наиболее близкую по весу к заданной. Происходит одновременный сброс продукта из выбранных взвешивающих корзин в упаковочную машину или корзину-синхронизатор.

Принцип «взвешивания и комбинирования» для весового дозирования мелкоштучных продуктов позволяет получать более точный конечный вес, чем при работе на линейных весовых дозаторах.

ЗАТАРИВАНИЕ ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ

Автомат для фасовки вязких жидкостей в тару



Автомат предназначен для дозирования и наполнения стеклянной тары вязкими жидкостями. Теоретическая производительность автомата $Q' = 2880$ л/час.

Автомат (Рис.) имеет 3 рабочих органа: поршень; кран; карусель.

Операции дозирования и наполнения тары жидкостью осуществляются следующим образом. Кран образует канал между цилиндром, наполненным жидкостью, и банкой, подведенной каруселью под выпускное отверстие крана (положение 1). Поршень, двигаясь справа налево (по схеме), вытесняет дозу в банку, при этом карусель и кран неподвижны. После заполнения тары кран поворачивается против часовой стрелки и образует канал между приемной воронкой и цилиндром. Поршень, находящийся в крайнем левом положении, начинает двигаться вправо (положение 2), всасывая очередную порцию. За время набора очередной дозы продукта карусель подводит следующую банку под выпускное отверстие крана. Далее цикл повторяется.

Питающие устройства для штучных объектов обработки. Захватно-ориентирующие устройства, отсекатели. Машины для упаковки штучных изделий

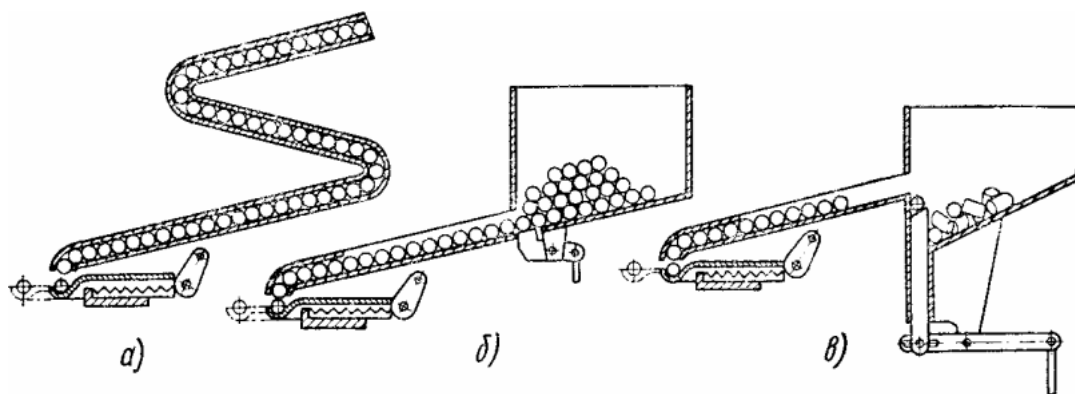
В общем случае питающее устройство для штучных (гранулированных) материалов состоит из емкости и захватно-ориентирующих устройств, накопителя, отсекателя, транспортирующего устройства.

Емкость служит для создания запаса изделий. В зависимости от способа сосредоточения изделий в емкости различают магазинные, штабельные и бункерные питающие устройства.

При магазинном способе сосредоточения изделия в емкости располагаются в один ряд (с промежутками или вплотную), при штабельном – в несколько рядов, при бункерном – беспорядочно (рис. 5).

В машинах-автоматах химических производств, предназначенных для изготовления штучных изделий, широко используются бункерные питающие устройства

разнообразной формы с захватно-ориентирующими устройствами и (в некоторых случаях) ворошителями.

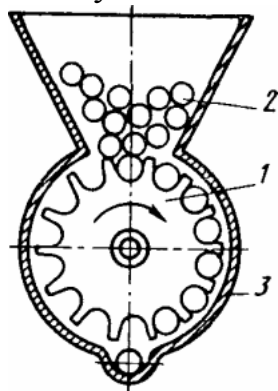


Захватно-ориентирующие устройства отделяют каждый объект обработки от группы и первично его ориентируют, т.е. переводят деталь из произвольного в определенное положение. Эти процессы не являются детерминированными, т.е. они носят случайный характер. Для обеспечения равномерной подачи объектов обработки в рабочую зону машины устанавливается накопитель, устраняющий неравномерность подачи деталей захватно-ориентирующим устройством. Накопитель снабжается отсекателем, выдающим детали поштучно или определенной группой.

Объекты обработки от одного устройства к другому подаются при помощи транспортирующего устройства (лоткового или другого типа).

Иногда возникает необходимость вторичного ориентирования деталей. Вторичное ориентирование осуществляется специальными устройствами, которые устанавливаются перед накопителем.

Автоматические бункерные захватно-ориентирующие устройства (АБЗОУ) по виду захватных органов разделяются на четыре группы: с вращающимися захватными органами; с захватными органами, совершающими возвратно-поступательное или качательное движение; бункера-воронки; вибрационного типа.

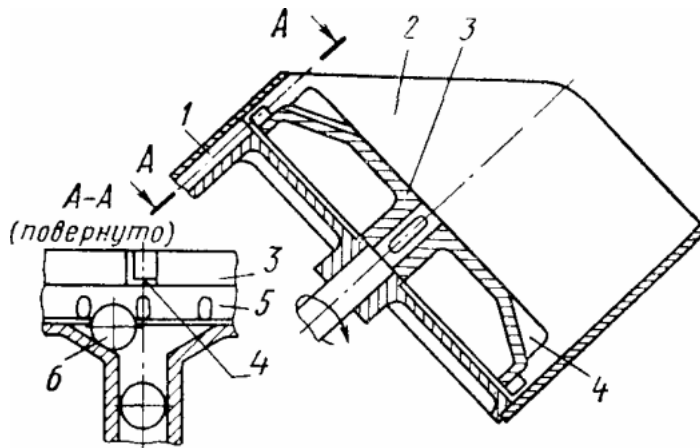


АБЗОУ с вращающимися захватными органами карманчикового типа (рис.) относятся к наиболее широко распространенным. По окружности вращающегося диска 1 расположены карманы, форма которых соответствует конфигурации детали 2. Диск подает объекты обработки на лоток, расположенный в нижней части бункера. По лотку детали подаются толкателем (на чертеже не показан).

Модификацией АБЗОУ карманчикового типа является бункерный питатель с вращающимся наклонным диском (рис.). Он используется для подачи объектов обработки, имеющих форму цилиндрических таблеток, шайб и других подобных изделий.

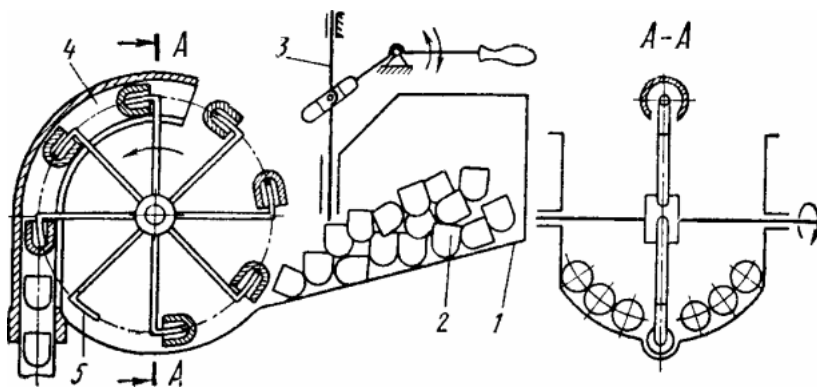
В корпусе бункера 2 вращается тарельчатый диск 3 с перегородками 4 и гнездами 5. Наклонное положение диска 3 позволяет устанавливаться шайбам в гнезде на ребро. При вращении диска детали перемещаются вверх и через отверстие в днище бункера попадают на лоток 1.

Бункерный питатель с вращающимся наклонным диском



Для подачи объектов обработки типа колпачков, гильз используют АБЗОУ с крючковым захватом (рис. 8). Вращающиеся крючки 5 захватывают детали 2, расположенные в бункере 1, и переносят их в канал лотка 4. Заслонка 3 используется для регулирования подачи объектов обработки.

На рис. 9 показана схема бункера с возвратно-поступательным движением захватывающего устройства. За один двойной ход шибера 3, перемещающегося в направляющей 2, деталь 1 подается в лоток 4.



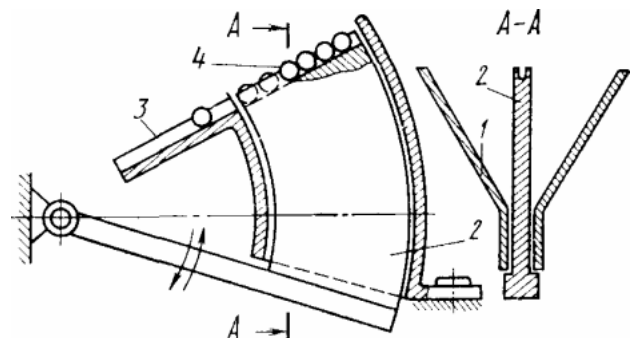
перемещаются вниз.

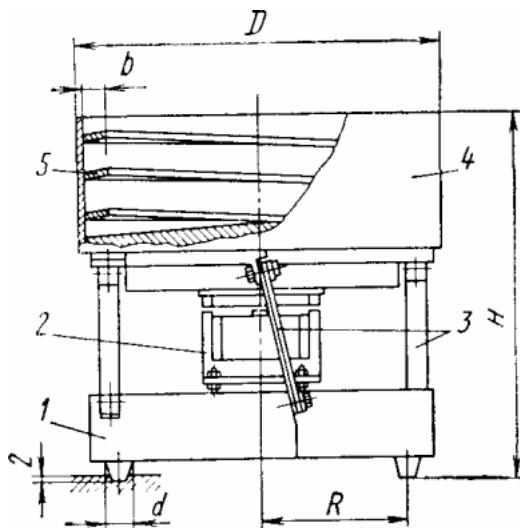
В АБЗОУ с качающимся сектором (рис.) подача изделий 4 из бункера 1 на лоток 3 осуществляется качающимся сектором 2. Объекты обработки заполняют паз сектора в нижнем его положении. В верхнем положении сектора, когда дно паза совпадает с кромкой лотка 3, заготовки перемещаются вниз.

Бункер-воронки обычно применяются для автоматической загрузки гладких цилиндрических деталей и в машинах-автоматах химических производств не используются.

Вибрационные АБЗОУ являются весьма перспективными для химической промышленности: отсутствуют движущиеся захватные органы и силовое воздействие на детали, что позволяет их применять для объектов обработки из хрупких и малопрочных материалов; простота переналадки допускает их использование для широкого диапазона типоразмеров деталей.

Наибольшее распространение получили винтовые вибрационные бункера.





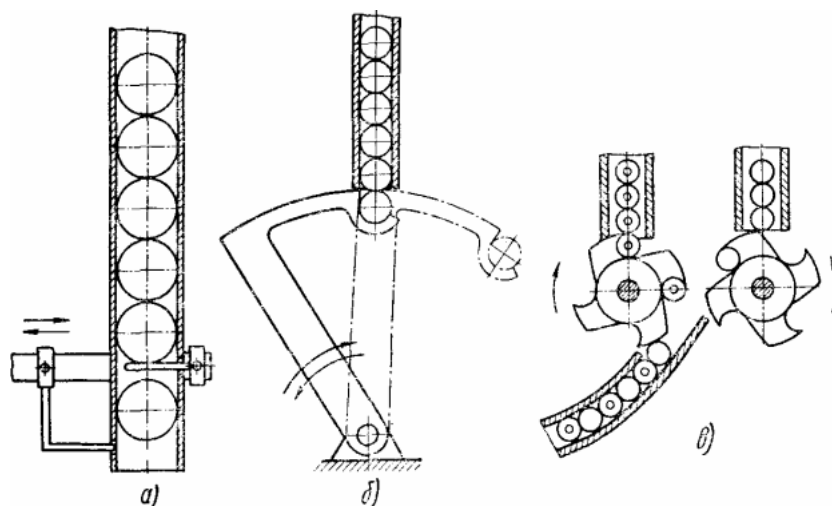
Вибробункер с внутренним винтовым лотком (рис.) состоит из основания 1, на котором установлен вибратор 2 электромагнитного (реже пневматического) типа, системы плоских пружин 3, при помощи которых чаша 4 крепится к основанию. На внутренней боковой поверхности чаши закреплен спиральный лоток 5 с углом подъема 3-5°; дно бункера – конусообразное. Пружины располагаются по периферии чаши под углом 20-30° к вертикальной оси, что обеспечивает чаше винтовое колебательное движение. Обычно амплитуда колебаний составляет 0,1-2,5 мм при частоте колебаний 50-100 Гц. Вибробункера устанавливаются на резиновых или пружинных амортизаторах. При включении вибратора

детали, находящиеся на дне чаши, начинают перемещаться по спиральному лотку вверх и выдаются из бункера через лоток, установленный у верхней кромки чаши. Винтовые вибрационные бункера позволяют транспортировать детали в вертикальном направлении на расстояние в несколько метров, в частности с одного этажа на другой.

Основные параметры вибробункеров с встроенным винтовым лотком нормализованы.

Отсекатели представляют собой устройства, обеспечивающие поштучную выдачу деталей из накопителей. По характеру движения рабочего органа они подразделяются на отсекатели с поступательно движущимся рабочим органом (рис., а), с качающимся рабочим органом (рис., б) и с непрерывно движущимся рабочим органом (рис., в).

Отсекатели



а – с возвратно-поступательным движением рабочего органа; б – с качающимся рабочим органом; в – с непрерывным движением рабочих органов

Оборудование для упаковки готовых изделий

Комплекс пакетирующего оборудования СМК-432 предназначен для разгрузки печных вагонеток и пакетирования кирпича и керамических камней в термоусадочную пленку.

Обожженные изделия снимаются с печной вагонетки без разборки (пакетом) и укладываются на поддоны размером в плане 1,03×1,03 м. В связи с этим комплекс СМК-432 может применяться в технологических линиях с садкой изделий на печных вагонетках штабелем с размером сторон 1×1 м.

Комплекс пакетирующего оборудования СМК-432 (рис. 13) состоит из разгрузчика пакетов, конвейера подачи порожних поддонов, пакетирующего конвейера, вертикального упаковщика, упаковщика верха пакетов, термокамеры, конвейера выдачи пакетов, систем гидропневмопривода и электрического управления. Конвейер подачи поддонов включает в себя магазин поддонов емкостью до 20 шт., шаговый конвейер подачи поддонов от магазина к посту загрузки кирпича и подъемник поддонов.

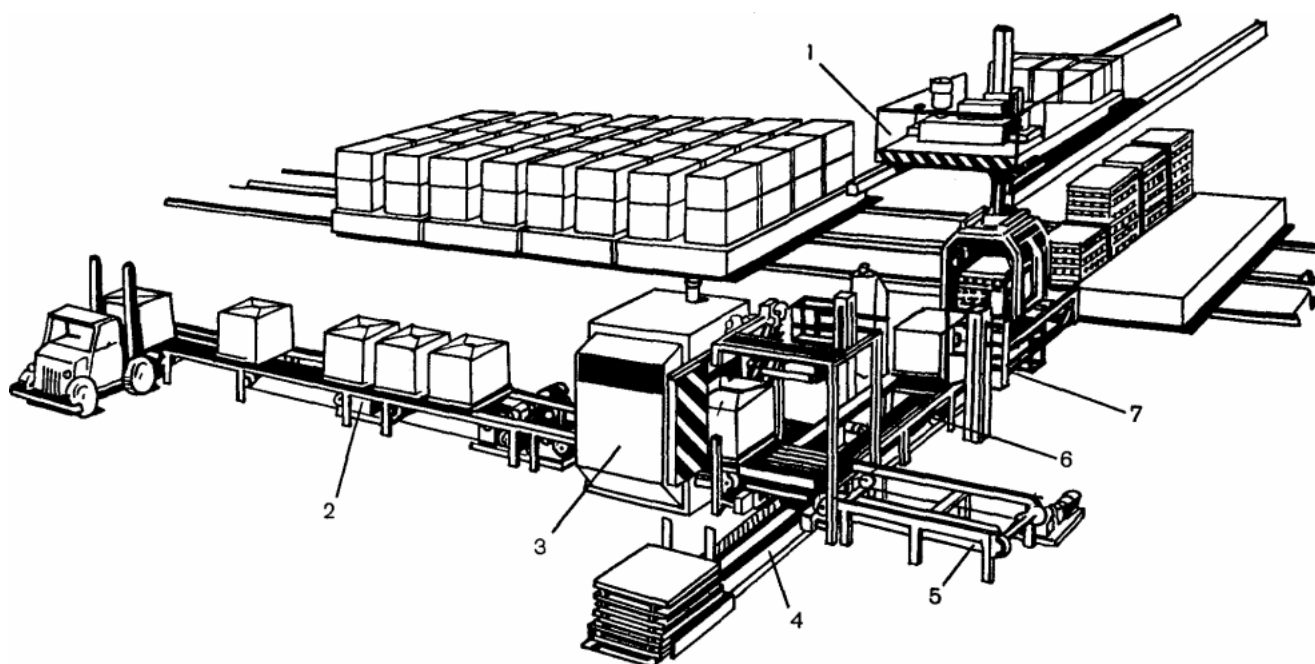
Разгрузчик представляет собой передвигающуюся по эстакаде грузоподъемную тележку с пакетным захватом, предназначенным для съема штабеля кирпичей.

Конвейер пакетирующий, как правило, состоит из цепного конвейера и рольгангового подъемного стола, имеющего подвижную и неподвижную рамы. Привод конвейера и рольганга – электромеханический. Рама конвейера соединяется с неподвижной рамой подъемного столика. На неподвижной раме подъемного столика смонтирован гидроцилиндр подъема, а на верху рамы закреплены направляющие конвейера выдачи пакетов. На боковых стойках неподвижной рамы имеются роликовые направляющие.

На подвижной раме подъемного столика закреплены два приводных ролика и один неприводной. Передача крутящего момента осуществляется через цепную передачу.

Вертикальный упаковщик включает в себя два вертикальных, сходящихся с помощью пневмоцилиндров прижима-нагревателя, систему вертикальных приводных валиков с механизмами прижима пленки по высоте и подъемные оси для рулонов пленки.

Комплекс оборудования пакетирующего СМК-432



1 – разгрузчик пакетов; 2 – конвейер выдачи пакетов; 3 – термокамера;
4 – конвейер подачи порожних поддонов; 5 – пакетирующий конвейер; 6 – упаковщик верха пакетов; 7 – упаковщик вертикальный

Прижим-нагреватель представляет собой балку с упругой рабочей поверхностью, на которой через изоляцию установлены электронагреватели в виде двух нихромовых лент и нихромовой проволоки. С наружных сторон балки устанавливаются две дополнительные подпружиненные опоры. Нихромовые ленты и резина снаружи закрыты изоляционной лентой для предотвращения налипания на них полиэтилена.

Конвейер выдачи пакетов состоит из пяти цепных конвейеров, четыре из которых являются приводными, а пятый – не приводным (промежуточным). Движение последнего осуществляется через муфты или от конвейера термокамеры, или от конвейера брака. Конвейер накопления принимает пакет с конвейера термокамеры, а конвейер съема – с конвейера накопления.

Упаковщик верха пакета представляет собой двухконтурный замкнутый цепной транспортер с общим приводным валом и соединительной планкой и содержит пневмоцилиндр с электронагревателем. Электронагреватель закрыт снизу лентой. Упаковщик верха пакета устанавливается над подъемным столиком пакетирующего конвейера.

Термокамера имеет теплоизоляционный корпус с двумя дверными проемами на противоположных сторонах, нагревательное устройство с электротэнами, вентиляционную систему и систему автоматического управления.

Пульты управления размещаются с учетом удобства при эксплуатации. Основной пульт расположен на помосте высотой 1 м между вертикальным упаковщиком и конвейером выдачи пакетов. Дополнительный пульт управления, служащий для управления разгрузчиком печных вагонеток и подъемником поддонов конвейера подачи поддонов, установлен в зоне разгрузчика пакетов. Вертикальный упаковщик состоит из нагревателя и прижима с двумя пневмоцилиндрами. Рулоны с пленкой устанавливаются вертикально на две оси, которые расположены на нижней раме. Оси опускаются и поднимаются с помощью гидроцилиндров. На нижней раме на кронштейнах имеются два валика с электромеханическими приводами для размотки пленки.

Тележка разгрузчика с раскрытым захватом перемещается до положения над первым (от исходного положения разгрузчика) штабелем печной вагонетки. Далее захват опускается вниз на 130 мм, захватывает пакет кирпичей (верхнюю половину штабеля) и замедленно поднимается на 130 мм вверх. Тележка с пакетом направляется к посту загрузки кирпича на поддон. На посту загрузки захват с кирпичами опускается на поддон, захват раскрывается и поднимается до исходного положения. Затем тележка (с раскрытым захватом) перемещается на позицию второго (от исходного положения) штабеля кирпичей, захват опускается на 130 мм, зажимает верхнюю половину второго штабеля кирпичей, поднимается на 130 мм и перемещается к посту загрузки поддонов.

В такой последовательности разгружаются верхние половины первого ряда штабелей на печной вагонетке. После этого разгрузчик, опустив на поддон последнюю верхушку разгружаемого ряда штабелей, приподнимает раскрытый захват только на 130 мм и перемещается к первому штабелю нижней половины кирпичей. Захват опускается до крайней нижней позиции, зажимает пакет и вновь поднимает его на 130 мм, после чего тележка перемещается к месту загрузки поддонов. Перед каждой позицией тележки разгрузчика скорость движения тележки автоматически замедляется.

Работа конвейера подачи поддонов и линии пакетирования осуществляется следующим образом: если магазин поддонов опорожнен до конца, в него вначале вручную загружают первые два поддона, а затем автопогрузчиком – все остальные поддоны. При этом подъемная рама магазина поддонов находится в исходном верхнем положении. По окончании загрузки магазин выдает поддон на конвейер подачи поддонов, каретка которого находится в крайнем (дальнем от магазина поддонов) исходном положении. При включении конвейера подачи поддонов каретка перемещается в сторону магазина поддонов и заходит зацепами за поддон. При обратном ходе каретки поддон перемещается на один шаг, освобождая место следующему поддону.

Магазин поддонов выдает на конвейер подачи следующий поддон, каретка вновь перемещается в сторону магазина поддонов. Таким образом заполняется поддонами весь конвейер подачи поддонов. В конце хода поддон переталкивается на подъемник поддонов. В верхнем положении подъемника рычажный толкатель, кинематически связанный с конвейером подачи поддонов, сталкивает поддон на пакетирующий конвейер. Подъемник опускается вниз, и конвейер подачи поддонов делает следующий ход. На поддон, находящийся на посту загрузки, устанавливается пакет кирпича. После раскрытия захвата разгрузчика при свободных постах упаковки пакета и подачи пакета на конвейеры выдачи пакетов дается разрешение на включение пакетирующего конвейера, настроенного на постоянный шаг перемещения поддонов.

При движении на пост упаковки пакет разматывает пленку. Для ослабления натяга пленки при размотке выключаются приводы размотки рулонов, которые разматывают пленку с несколько меньшей (по сравнению с рабочей) скоростью, причем в конструкции привода предусмотрено проскальзывание. В конце хода пакет обворачивается с трех сторон, кроме задней стороны. Прижимы вертикального упаковщика сходятся с пленкой за задней стороной пакета, и пленка зажимается между контактирующими частями прижимов, на одном из которых находятся электронагреватель для сварки пленки и нить для обрезания пленки. Включаясь на определенное время, электронагреватель сваривает пленку двумя швами, а нить, расположенная между электронагревателями, разрезает двойной слой пленки.

При сбросе давления в пневмоцилиндрах прижимы с помощью пружин расходятся, но пленка остается зафиксированной на дополнительных опорах, которые расположены на пружинах. После окончания выдержки, необходимой для охлаждения сварных швов, прижимы раскрываются до исходного положения. Пакет оказывается завернутым в пленку по периметру, а края пленки по обе стороны разреза соединены сваркой. При разводе прижимов включаются реверсы приводов размотки для подмотки пленки на рулоны и выбора слабины пленки. Далее пакет перемещается пакетирующим конвейером на подъемно-опускной роликовый стол; роликовый стол опускается, и пакет ложится на цепи конвейера выдачи пакетов. На этой позиции осуществляется упаковка верха пакета.

Рейка, прикрепленная к двум цепным контурам, при слоём движении поднимает край пленки сзади пакета и расстилат его по верху пакета. Включается пневмопривод, электронагреватель опускается сверху в центр пакета и сваривает верхние края пленки. После определенной выдержки сначала электронагреватель, а затем пленка перемещаются в свои исходные положения.

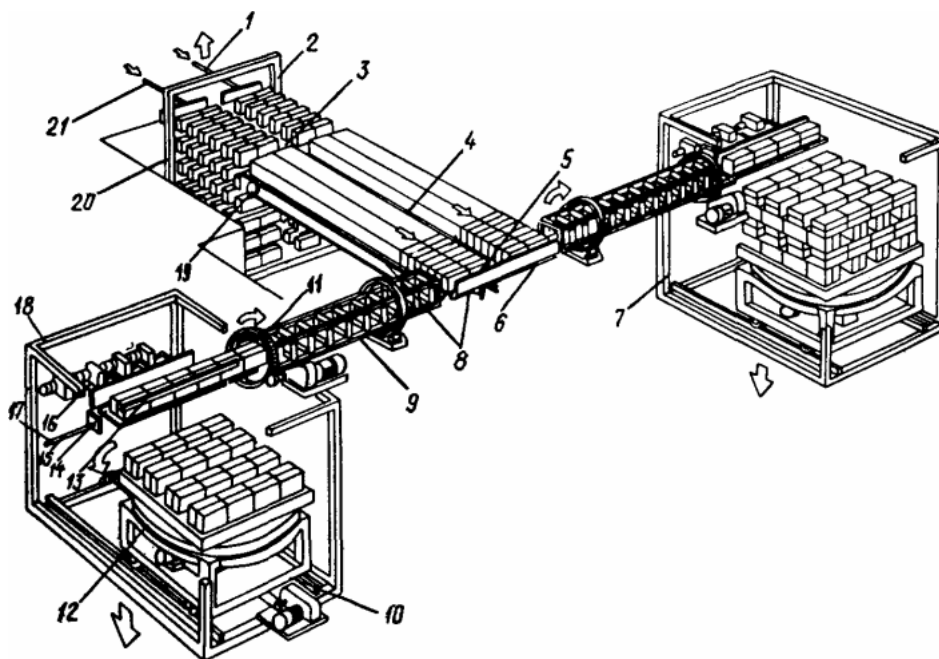
После упаковки верха пленки включается привод дверей термокамеры; затем конвейер выдачи пакетов, проходящий через термокамеру, устанавливает пакет в

центре термокамеры, и входные двери термокамеры закрываются. Пакет выдерживается в термокамере при температуре 200°С. По окончании выдержки пакет перемещается к конвейеру накопления. После поступления на конвейер накопления четвертого пакета включается конвейер съема, на котором осуществляется разгрузка пакетов с помощью грузоподъемного устройства или автопогрузчика.

Если пакет поступает с браком, требующим правки садки, то он перемещается с подъемного столика на конвейер брака, где происходит правка. С конвейера брака пакет снимается с помощью грузоподъемного устройства или автопогрузчика.

Комплекс УМАТП-С представляет собой автомат-пакетировщик высушенных изделий в пакет любого заданного рисунка с возможностью его изменения (рис.).

Автомат разгрузки и пакетирования кирпича



- 1, 16, 21 – сталкиватель; 2, 7, 18 – подъемник, 3 – строка изделий;
 4,8 – комплектующий стол; 5 – механизм перекладки; 6 – челночный толкатель;
 9 – кантователь; 10, 17 – толкатель; 11 – поворотный рольганг; 12 – поворотный стол; 13, 14 – направляющие; 15 – упор; 19 – механизм группирования;
 20 – приямок

УМАТП-С состоит из постов разгрузки сушильных вагонеток, комплектования и пакетирования. Пост разгрузки представляет собой сочетание разгрузочного модуля и реечного толкателя, которые осуществляют послышное сталкивание изделий с сушильной вагонетки.

Сплоченные строки высушенных изделий на приемном столе поста комплектования выравниваются и далее проталкиваются упором своего цепного толкателя. В конце проталкивания крайние передние изделия всех строчек независимо от количества кирпичей в каждой из строк попадают на общую поперечную направляющую реверсивного цепного толкателя, при этом по программе изделия могут быть скантованы в положение «на плашок». Поперечный цепной толкатель подает строку изделий на пост пакетирования. На этом посту строки изделий поступают на приемный секционный столик с разновысокими продольными направляющими и подвижным упором с конечным выключателем.

Под приемным столиком расположена подъемная часть разгрузочного модуля, на вилах которого перемещается поворотная платформа. В исходном положении поворотная платформа задвинута до упора по направлению к посту разгрузки су-

шилльных вагонеток и поднята в крайнее верхнее положение под приемный секционный столик. Строка изделий надвигается до подвижного упора, секционный столик убирается из-под изделий в сторону нижнего продольного упора, строка изделий укладывается на платформу; последняя выдвигает изделия из-под верхнего продольного упора и освобождает место следующей строке. Одновременно с выдвиганием платформы секционный столик возвращается в исходное положение, на него надвигается следующая строка, и цикл повторяется.

После окончания формирования одного слоя платформа опускается на высоту слоя, разворачивается на 90° и принимает следующий слой платформы.

Сочетание программируемых кантования, ограничения положения строки, количества укладываемых изделий и шага подачи платформы позволяет осуществить практически любой заданный рисунок и конфигурацию пакета – ложковый, платковый, смешанный, сплошной и разреженный, со сводом и плоский, с выдвинутыми рядами и разным количеством изделий и т.д.

Производительность УМАТП-С составляет 7,2 тыс. шт. усл. кирпича в 1 ч при формировании пакета размерами в плане 1×1 м, при других размерах пакета производительность будет изменяться пропорционально его емкости.

РОТОРНЫЕ ЛИНИИ

Автоматические линии роторного типа

В автоматических роторных линиях технологические операции осуществляются в процессе непрерывного перемещения объектов обработки с орудием обработки.

Технологический процесс, реализуемый в АРЛ, разбивается на несколько операций, каждая из которых выполняется в отдельной технологической роторной машине (технологическом роторе).

Передача объекта обработки производится при помощи транспортного ротора или другого транспортного устройства. Сочетание технологической роторной машины и синхронно действующего транспортного устройства представляет собой элементарную роторную группу; таким образом, автоматическая роторная линия представляет собой комплекс нескольких (не менее двух) элементарных роторных групп, установленных на единой станине в последовательности, соответствующей технологии процесса обработки, и объединенных системой привода.

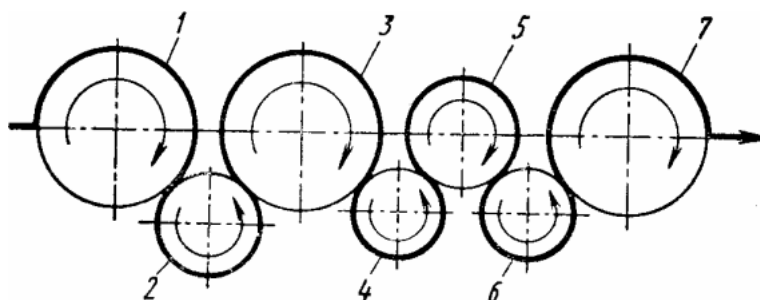
Технологические и транспортные роторы вращаются синхронно и непрерывно, обеспечивая перемещение объекта обработки по траектории, состоящей в плане из дуг окружностей, с постоянной скоростью. Обычно в АРЛ технологические и транспортные роторы устанавливаются в шахматном порядке, что обеспечивает достаточное удобство их обслуживания и общую компактность линии (рис.).

Автоматическая роторная линия, помимо комплекса элементарных роторных групп, имеет одно или несколько загрузочных устройств, одно или несколько разгрузочных устройств и систему управления.

На систему управления АРЛ в общем случае возлагаются следующие функции: наблюдение за наличием объектов обработки, контроль состояния исполнительных механизмов и инструмента; управление потоком объектов обработки, смена инструментальных блоков, автоматическая подналадка и регулировка исполнительных механизмов, отказ от питания части инструментальных блоков объектами обра-

ботки, пуск и остановка приводных устройств; запоминание информации о величине измерительных импульсов и т.д.

Схема роторной линии



1, 3, 5, 7 – технологические роторы; 2, 4, 6 – транспортные роторы

Цикловая производительность автоматической роторной линии не ограничивается какими-либо параметрами, связанными с технологией процесса обработки. Это свойство АРЛ, являющееся следствием независимости их транспортных функций от технологических, позволяет проектировать эти линии на высокую производительность.

Было отмечено, что в отличие от автоматических линий других типов АРЛ позволяют выполнять на различных участках операции неодинаковой продолжительности. Это свойство АРЛ значительно расширяет круг технологических процессов, которые могут быть успешно автоматизированы.

Следует отметить, что коэффициент использования автоматических роторных линий может быть сравнительно высоким благодаря тому, что технологический режим обработки в каждой элементарной роторной группе может быть установлен по условию снижения отказов до минимума. Помимо этого, АРЛ допускают автоматическую замену инструментов, вышедших из строя; возможна работа линии с неполным комплектом инструментов.

Схема четырехноменклатурной элементарной роторной группы

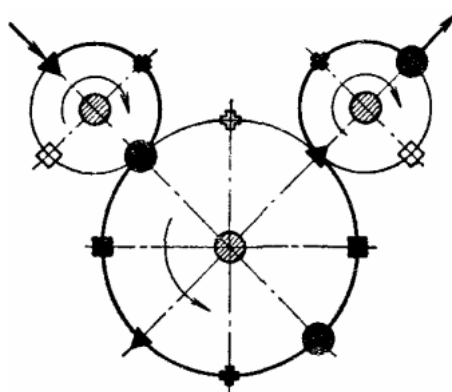


Рис.

Автоматические роторные линии позволяют производить различные изделия в одной линии. Это проще всего осуществляется в тех случаях, когда для изготовления различных изделий используется один и тот же материал и одинаковы параметры, характеризующие условия проведения технологических операций. Схема элементарной роторной группы, предназначенной для изготовления изделий четырех номенклатур, показана на рис.

При проектировании многономенклатурных линий необходимо предусматривать определенную маршрутизацию объектов обработки, т.е. разделение потока деталей на ряд струй и адресацию их по различным гнездам роторных машин АРЛ.

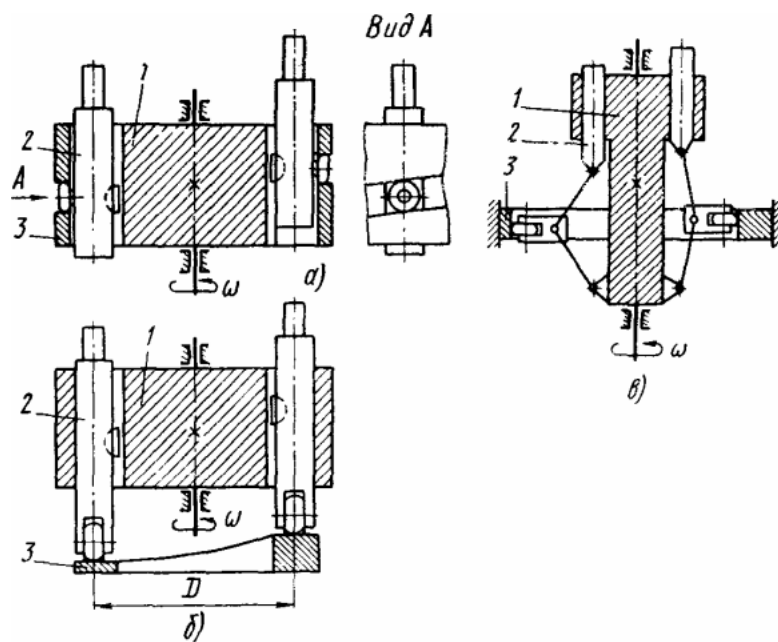
Механизмы привода роторных машин

Рабочие органы в роторных машинах имеют механический, гидравлический, пневматический или комбинированный привод.

Основными задачами расчета привода роторных машин являются: определение размеров исполнительных механизмов; определение времени срабатывания этих механизмов на заданных интервалах движения или нахождение условий, при которых будет реализовано заданное время срабатывания; силовой и энергетический расчет механизмов привода, т.е. определение нагрузок на звенья, реакций в кинематических парах, моментов сил, потребляемой мощности и т.д.

Механический привод. Механический привод рабочих органов осуществляется при помощи цилиндрических пазовых или цилиндрических торцовых кулачков (рис. 6, *а* и *б*) с поступательно движущимся толкателем 11 (ползуном). В некоторых случаях при значительных силах технологического сопротивления используются рычажно-кулачковые механизмы (рис. 6, *в*). Пазовые цилиндрические кулачковые механизмы в роторных машинах применяются для холостых перемещений или преодоления незначительных усилий (до 1 кН), так как передача сил происходит через боковой ролик на толкателе. Использование торцевого ролика позволяет расширить диапазон сил до 100 кН.

Схемы механических приводов рабочих органов роторных машин



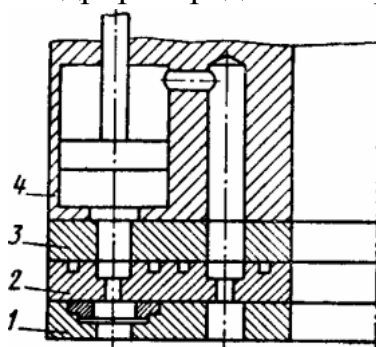
а – кулачковый с боковым роликом; *б* – кулачковый с торцовым роликом;
в – рычажно-кулачковый с радиальным кулачком (1 – ротор; 2 – ползун;
3 – кулачок)

Гидравлический привод роторных машин обеспечивает перемещение рабочих инструментов в инструментальных блоках. Заданный закон движения рабочих органов получается благодаря распределительному устройству, которое поочередно соединяет полости гидроцилиндров, закрепленных по окружности ротора, с напорными и сливными линиями.

Широкое применение в роторных машинах получили плоские гидрораспределители (рис.), что объясняется их универсальностью, простотой конструкции и

удобством эксплуатации. Распределитель имеет неподвижный коммуникационный диск 1, к которому подведены трубопроводы и примыкают распределительный диск 2 с диском-накладкой 3 с каналами для подачи и отвода от цилиндра 4 жидкости высокого и низкого давления.

Схема плоского гидрораспределителя роторной машины



1 – коммуникационный диск; 2 – распределительный диск; 3 – диск-накладка;
4 – гидроцилиндр

В приводах технологических роторных машин используются три схемы подачи рабочей жидкости при помощи плоского распределителя.

Первая схема – со сливом, в которой рабочая жидкость высокого давления при рабочем ходе подается в бесштоковую полость гидроцилиндра, а из штоковой полости жидкость сливается в сборник.

Вторая схема – с внешним переливом. Жидкость под высоким давлением поступает в бесштоковую полость цилиндра, перемещая поршень вверх. Из штоковой полости жидкость через пазы распределительного диска поступает в штоковую полость цилиндра, расположенного в роторе на диаметрально-противоположной стороне (осуществляет холостой ход поршня – перемещение поршня вниз). Из бесштоковой полости этого цилиндра жидкость идет на слив. Применение этой схемы распределения позволяет уменьшить расход рабочей жидкости и повысить к.п.д. гидроустановки.

Третья схема – с внутренним переливом. Перемещение поршня происходит под воздействием разности усилий в бесштоковой и штоковой полостях, т.е. по схеме гидроцилиндра с тонким штоком. Схема позволяет снизить расход рабочей жидкости при перемещении и используется для осуществления холостых перемещений инструмента в направлении к объекту обработки.

Транспортные механизмы и устройства роторных машин

В автоматических роторных линиях межмашинное транспортирование – перемещение объекта обработки от одного технологического ротора к другому, а также загрузка деталей в первый рабочий ротор и выгрузка готовых изделий с последнего ротора осуществляется при помощи специальных транспортных механизмов и устройств. В общем случае на эти механизмы могут также возлагаться операции переориентации изделий, контроль их наличия и положения, блокировка.

Структура транспортных механизмов и их захватных органов определяется свойствами объекта обработки (конфигурация, прочность и т.п.), конструкцией рабочих органов машины и характером технологической операции.

По конфигурации все объекты обработки можно разделить на две группы: изделия, не требующие угловой ориентации в плоскости транспортирования (тела

вращения), и изделия, требующие угловой ориентации в плоскости транспортирования. В зависимости от отношения высоты изделия h к максимальному размеру в поперечном сечении b объекты обработки делятся на плоские ($h < b$), низкие ($h \approx b$) и высокие ($h > b$).

Транспортные механизмы и устройства АРЛ отличаются большим разнообразием. По способу передачи объектов обработки они могут быть разделены на две группы.

К первой группе относятся такие транспортные механизмы и устройства, которые осуществляют подачу объекта обработки в рабочую зону технологического ротора или обеспечивают совмещение центра детали и рабочего органа в точке, лежащей на межцентральной линии роторов. Улавливание, центрирование и установка детали осуществляются в технологическом роторе специальными устройствами. К этой группе транспортных устройств относятся перегружатели и переталкиватели.

Ко второй группе относятся транспортные механизмы, обеспечивающие точное центрирование объекта обработки по отношению к рабочему органу технологического ротора. Захватные органы таких транспортных механизмов (транспортных роторов) на некотором угле поворота технологического ротора перемещаются совместно с рабочим органом инструментального блока (см. рис.).

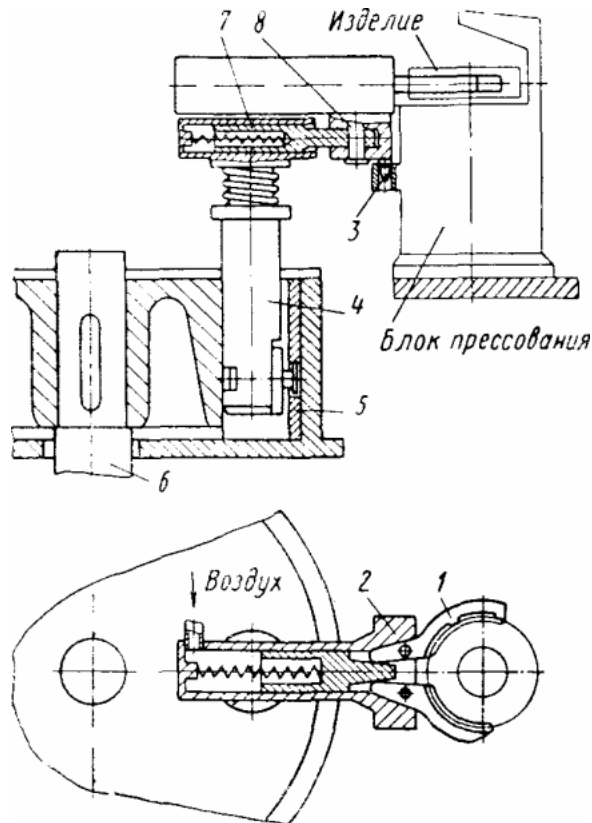
Перегружатель планочного типа (рис.) – наиболее простое транспортное устройство, широко используемое в роторных машинах для межроторной передачи плоских или низких изделий преимущественно цилиндрической формы. Эти же устройства применяют в некоторых машинах как загрузочные или разгрузочные (например, в роторных таблеточных машинах).

Объект обработки 4, находящийся на поверхности ротора 1, при встрече с неподвижной планкой 3 начинает перемещаться вдоль нее, сдвигаясь к периферии ротора 1; далее объект обработки попадает на ротор 2 и двигается вдоль планки до ее конца, после чего движение объекта обработки происходит совместно с ротором 2.

Предполагается, что скорость вращения ротора незначительна и центробежные силы меньше сил трения детали о поверхность стола ротора.

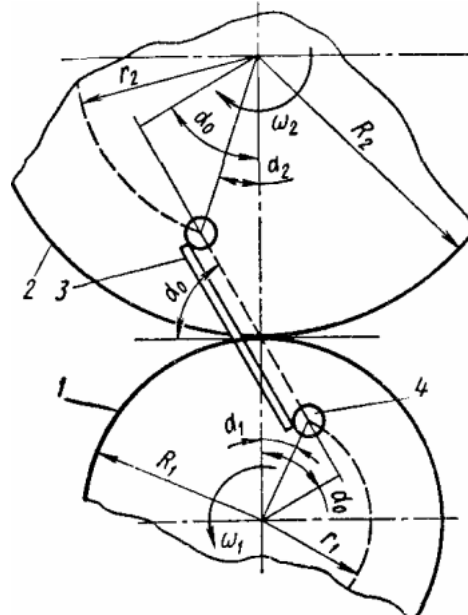
В том случае, если планочный перегружатель используется как разгрузочное (загрузочное) устройство, планка устанавливается над поверхностью стола соответствующего ротора.

Транспортный ротор



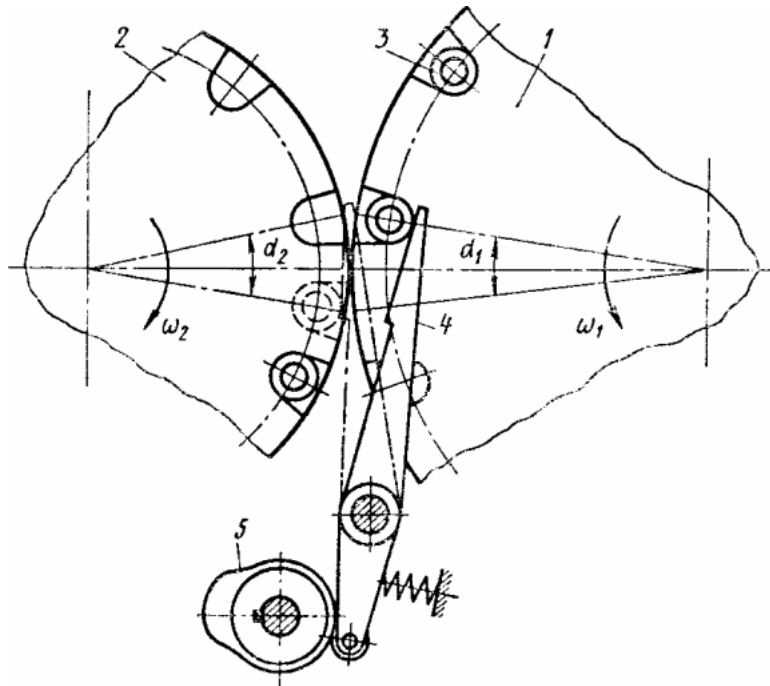
1 – захват; 2 – пневмоцилиндр; 3 – штырь фиксатора; 4 – ползун; 5 – копир (цилиндрический кулачок); 6 – вал ротора; 7 – ползун; 8 – ось вращения пневмоцилиндра

Схема планочного перегружателя роторной машины



Переталкиватель (рис.) представляет собой транспортный механизм, который перемещает объект обработки 3 из ротора 1 на ротор 2 при помощи рычага 4, приводимого от кулачка 5.

Переталкиватель



Траектория движения центра изделия при переходе с начальной окружности ротора 1 на начальную окружность ротора 2 имеет резкие изломы. Следствием этого являются удары при транспортировке объекта обработки (вначале о рычаг, а в конце – о приемник). Величина динамической нагрузки при ударе зависит от массы, скорости и упругих свойств изделия и рычага – переталкивателя.

Транспортный ротор с подпружиненными ползунами (см. рис. 8) осуществляет точную передачу объекта из ротора в ротор. В этом случае должна выполняться строгая ориентация захватного органа по рабочему органу технологического ротора на некотором участке траектории последнего.

Как показывают исследования механизмов транспортирования, в моменты согласования и рассогласования технологических и транспортных роторов на объект обработки действуют ударные импульсы, величина которых зависит от угла согласования, окружной скорости роторов, метрических параметров механизмов транспортировки и массы их звеньев.

Виды автоматических линий. Транспортные устройства автоматических линий

Автоматические линии используются при автоматизации технологических процессов, состоящих из большого числа операций, выполнение которых осуществляется на различных машинах. Разделение операций по отдельным агрегатам в пространстве и по времени обуславливает использование автоматической транспортной системы, работающей в едином темпе для всех машин, входящих в линию, и единой системы управления.

В некоторых случаях различие между машиной-автоматом и автоматической линией становится условным; так, например, некоторые автоматические линии по производству химических источников тока komponуются лишь из двух-трех агрегатов, установленных на одной станине, и, имея привод от одного двигателя, скорее могут быть отнесены к машинам-автоматам.

Автоматические линии применяются при массовом производстве продукции обычно в тех случаях, когда обрабатываемые изделия отличаются конструктивной и технологической устойчивостью в определенном, заранее предусмотренном диапазоне. Таким образом, нерационально создавать автоматические линии для изготовления изделий, конструкция и технология изготовления которых заведомо часто подвергаются существенным изменениям. Из-за необходимости частого переоборудования, переналадки и выведения автоматической линии на нормальный режим эксплуатации такой линии не даст экономического эффекта.

Первая автоматическая линия в Советском Союзе была создана рабочим-изобретателем И.П. Иночкиным (1939 г.).

Первоначально автоматические линии создавались из разнородных машин-автоматов и полуавтоматов, т.е. с различными системами привода и управления и не приспособленных для какого-либо определенного метода установки и закрепления объектов обработки и направления транспортировки. Транспортная система таких автоматических линий отличалась большой сложностью и состояла из различных индивидуальных перегрузчиков и других сложных устройств для переноса и транспортировки изделий.

Специально сконструированные автоматические линии построены преимущественно по принципу сквозной транспортировки объекта обработки; конструкция транспортных устройств имеет решающее значение и определяет строение линии.

Рассмотрим общую классификацию автоматических линий по степени дискретности исходного материала и конечного продукта (изделия).

Исходный материал и конечный продукт могут быть штучными порционными (т.е. отмеренными по массе или объему) и непрерывными. Таким образом, принципиально возможны 9 классов автоматических линий в зависимости от сочетания видов исходных материалов и изделий.

В табл. 1 приведены примеры некоторых автоматических линий, применяемых в химической промышленности.

По характеру перемещения объекта обработки различают автоматические линии с периодическим (циклическим) и с непрерывным перемещением изделий.

В первом случае транспортное движение от одного агрегата линии к другому осуществляется с остановками объекта обработки на время выполнения технологической операции. В простейшем случае, при едином темпе работы всех агрегатов линии, это предопределяет равенство времени рабочего цикла всех машин, входящих в линию. Продолжительность цикла (такта линии) определяется по времени выполнения наиболее длительной операции с учетом времени перемещения объекта обработки из одной позиции в другую.

Таблица 1

Общая классификация автоматических линий

Вид изделия	Вид исходного сырья		
	штучный	порциями	непрерывный
Штучное	Автоматические линии изготовления резинотехнических и пластмассовых изделий	Автоматические линии изготовления резино-технических и пластмассовых изделий прессованием или литьем под давлением	Автоматические линии изготовления изделий из жидкого или ленточного материала
Порция	Автоматические	Автоматические ли-	Автоматические

	плавильные агрегаты	нии для фасовки сыпучих продуктов	линии фасовки и дозирования жидких продуктов
Непрерывное	Автоматические линии изготовления ряда сыпучих и тестообразных продуктов	Автоматические линии изготовления непрерывных изделий (полотно, кабель)	Автоматические линии изготовления листовых, профильных и трубчатых изделий из полимерных материалов

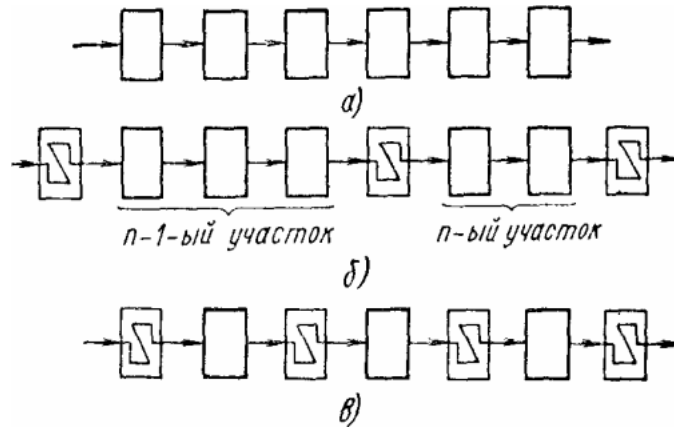
Во втором случае процессы технологической обработки совмещаются с непрерывным транспортным движением объектов обработки и рабочих органов (орудий обработки). Это обстоятельство позволяет технологические операции выполнять независимо от транспортного перемещения, что в ряде случаев приводит к значительному увеличению производительности таких линий. Особенно широкое распространение за последние десятилетия получили автоматические роторные и цепные линии, в которых транспортировка объектов обработки осуществляется непрерывно по дугам окружностей.

В зависимости от наличия и расположения бункерных устройств автоматические линии могут быть безбункерные; с бункерными устройствами, установленными перед участками автоматической линии, объединяющими группу из нескольких агрегатов; с бункерными устройствами, установленными перед каждым агрегатом линии.

Безбункерные автоматические линии (рис. а) имеют жесткую связь между агрегатами, следовательно, при появлении отказа в одном из агрегатов выходит из строя вся линия. Обычно безбункерные автоматические линии применяются при изготовлении крупных изделий. Экономически целесообразно использовать безбункерные автоматические линии с небольшим числом агрегатов при высокой надежности оборудования.

В автоматических линиях, состоящих из нескольких участков, бункерные устройства, находящиеся в начале и конце каждого участка (рис. б), устраняют жесткую связь между участком, на котором произошел отказ, и остальными участками линии. В бункерах находится межоперационный запас деталей. При выходе из строя n -го участка подача деталей на $n + 1$ -ый участок производится из бункера, находящегося в конце n -го участка; детали, изготавливаемые на $n - 1$ -ом участке, поступают в бункер, находящийся в начале n -го участка. Это позволяет при правильно рассчитанных емкостях бункеров не останавливать линию при наступлении отказов. Разбивка линии на участки и установка бункеров производится с целью повышения ее фактической производительности; при этом приходится считаться с тем, что наряду с повышением надежности линии увеличиваются стоимость линии и затраты ручного труда (на обслуживание бункерных установок).

Схемы автоматических линий



a – безбункерная; *б* – с бункерами, установленными перед участками линии;
в – бункерная

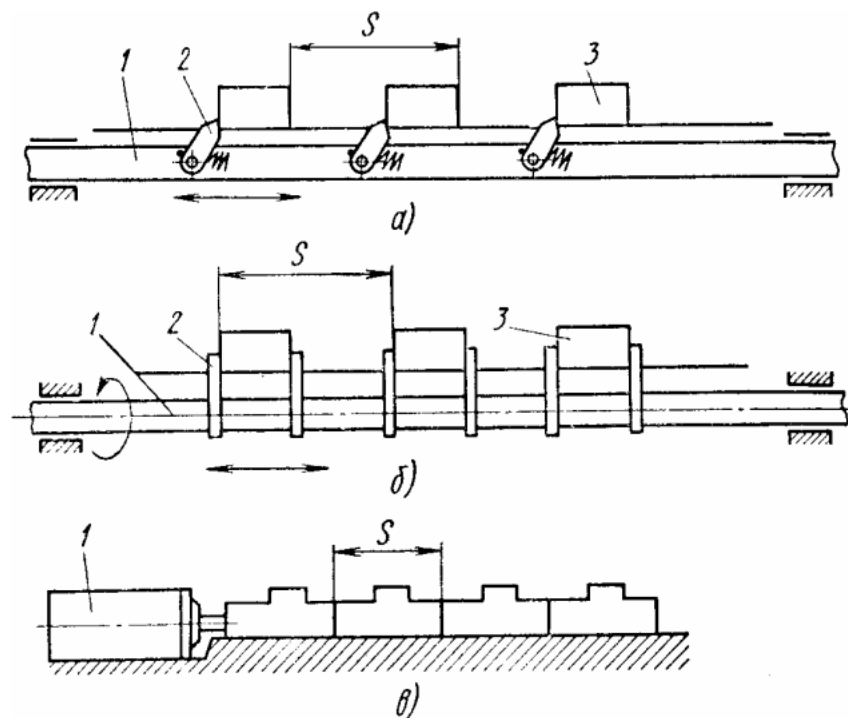
В бункерных автоматических линиях каждый агрегат линии имеет бункерное устройство (рис. *в*). Бункерные устройства автоматических линий выполняют те же функции, что и в машинах-автоматах, и аналогичны им по конструкции.

В отличие от машин-автоматов, в автоматической линии транспортное устройство осуществляет перемещение объекта обработки между всеми агрегатами линии или ее участка. Темп работы линии задается транспортным устройством.

Транспортные устройства автоматических линий весьма разнообразны. В автоматических линиях с периодическим перемещением объекта обработки обычно используются шаговые транспортеры, при помощи которых осуществляется одностороннее движение заготовок. Сам транспортер имеет при этом реверсивное движение с шагом, равным ходу заготовки за такт.

Чаще всего применяются шаговые штанговые транспортеры. Для получения возвратно-поступательного движения штангового транспортера с ходом до 200 мм используются кулачковые механизмы, с ходом до 700 мм – кулисные, при больших величинах хода – гидравлические цилиндры, иногда винтовые, реечные или цепные механизмы.

Шаговый штанговый транспортер с собачками (рис. *a*). На штанге 1, проходящей через весь участок линии, установлены подпружиненные собачки 2. При движении штанги вправо на шаг S происходит перемещение объектов обработки 3 в рядом расположенную позицию. При обратном движении штанги собачки отжимаются и проходят под объектами обработки, а затем поднимаются пружинами и при движении вправо вновь захватывают детали. Транспортное устройство этого типа отличается простотой конструкции и привода.



Схемы пошаговых транспортеров

a – штанговый с собачками; *б* – штанговый с флажками; *в* – толкающий

Недостатком шаговых штанговых транспортеров с собачками является то, что они не обеспечивают точного перемещения деталей, причем с увеличением скорости транспортного движения погрешность шага повышается. Это объясняется тем, что между перемещаемой деталью и собачкой не существует геометрической связи: при движении детали последняя может отодвинуться от собачки в том случае, если

$$a > g \cdot f,$$

где a – ускорение детали; g – ускорение свободного падения; f – коэффициент трения объекта обработки по направляющей.

Шаговые штанговые транспортеры с флажками (рис. б) позволяют точно перемещать объекты обработки и допускают поэтому большие скорости транспортирования, чем шаговые штанговые транспортеры с собачками.

Перемещение объектов обработки на величину шага осуществляется при перемещении штанги 1 вправо. Затем штанга с флажками 2 поворачивается вокруг оси и возвращается в исходное положение, где штанга вновь поворачивается и флажки захватывают детали 3. Далее все движения повторяются. Механизм привода такого штангового транспортера более сложен, чем в предыдущем случае.

Толкающие шаговые транспортеры (рис. в) применяются для перемещения крупных деталей. Они просты по конструкции. Перемещение объектов обработки на величину шага осуществляется штоком 1 гидравлического или пневматического цилиндра, при этом перемещаются все детали находящиеся на данном участке.

В автоматических линиях с непрерывным перемещением объекта обработки используются цепные и ленточные транспортеры, а в автоматических роторных линиях межоперационную передачу деталей осуществляют транспортные роторы.

РОБОТЫ И МАНИПУЛЯТОРЫ

Промышленный робот – автономное устройство, состоящее из механического манипулятора и перепрограммируемой системы управления, которое применяется для перемещения объектов в пространстве в различных производственных процессах.

Промышленные роботы являются важными компонентами автоматизированных гибких производственных систем (ГПС), которые позволяют увеличить производительность труда.

Функциональная схема промышленного робота

В составе робота есть механическая часть и система управления этой механической частью, которая в свою очередь получает сигналы от сенсорной части. Механическая часть робота делится на манипуляционную систему и систему передвижения.

1. Механическая часть:

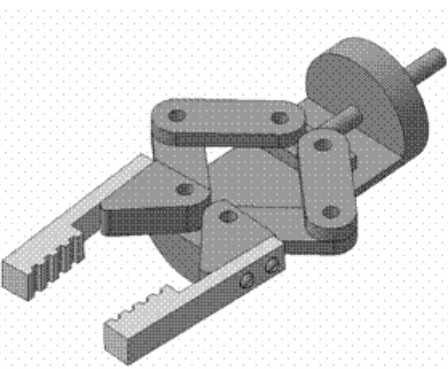
Манипуляторы

Манипулятор — это механизм для управления пространственным положением орудий и объектов труда.

Манипуляторы включают в себя подвижные звенья двух типов:

- 1) звенья, обеспечивающие поступательные движения
- 2) звенья, обеспечивающие угловые перемещения

Сочетание и взаимное расположение звеньев определяет степень подвижности, а также область действия манипуляционной системы робота.



Для обеспечения движения в звеньях могут использоваться электрические, гидравлический или пневматический привод.

Частью манипуляторов (хотя и необязательной) являются захватные устройства. Наиболее универсальные захватные устройства аналогичны руке человека — захват осуществляется с помощью механических «пальцев». Для захвата плоских предметов используются захватные устройства с пневматической присоской.

Для захвата же множества однотипных деталей (что обычно и происходит при применении роботов в промышленности) применяют специализированные конструкции.

Вместо захватных устройств манипулятор может быть оснащен рабочим инструментом. Это может быть пульверизатор, сварочная головка, отвёртка и т. д.

Система передвижения

Внутри помещений, на промышленных объектах используются передвижения вдоль монорельсов, по напольной колее и т. д.

Для перемещения по наклонным, вертикальным плоскостям используются системы аналогичные «шагающим» конструкциям, но с пневматическими присосками.

Управление

Управление бывает нескольких типов:

Программное управление – самый простой тип системы управления, используется для управления манипуляторами на промышленных объектах. В таких роботах отсутствует сенсорная часть, все действия жёстко фиксированы и регулярно повторяются. Для программирования таких роботов могут применяться среды программирования типа VxWorks/Eclipse или языки программирования например Forth, Оберон, Компонентный Паскаль, Си. В качестве аппаратного обеспечения обычно используются промышленные компьютеры в мобильном исполнении PC/104 режисе MicroPC. Может происходить с помощью ПК или программируемого логического контроллера.

Адаптивное управление — роботы с адаптивной системой управления оснащены сенсорной частью. Сигналы, передаваемые датчиками, анализируются и в зависимости от результатов принимается решение о дальнейших действиях, переходе к следующей стадии действий и т. д.

Основанное на методах искусственного интеллекта.

Управление человеком (например, дистанционное управление).

Принципы управления

Современные роботы функционируют на основе принципов обратной связи, подчинённого управления и иерархичности системы управления роботом.

Иерархия системы управления роботом подразумевает деление системы управления на горизонтальные слои, управляющие общим поведением робота, расчётом необходимой траектории движения манипулятора, поведением отдельных его приводов, и слои, непосредственно осуществляющие управление двигателями приводов.

Подчинённое управление

Подчинённое управление служит для построения системы управления приводом. Если необходимо построить систему управления приводом по положению (например, по углу поворота звена манипулятора), то система управления замыкается обратной связью по положению, а внутри системы управления по положению функционирует система управления по скорости со своей обратной связью по скорости, внутри которой существует контур управления по току со своей обратной связью.

Современный робот оснащён не только обратными связями по положению, скорости и ускорениям звеньев. При захвате деталей робот должен знать, удачно ли он захватил деталь. Если деталь хрупкая или её поверхность имеет высокую степень чистоты, строятся сложные системы с обратной связью по усилию, позволяющие роботу схватывать деталь, не повреждая её поверхность и не разрушая её.

Управление роботом может осуществляться как человеком-оператором, так и системой управления промышленным предприятием (ERP-системой), согласующими действия робота с готовностью заготовок и станков с числовым программным управлением к выполнению технологических операций.

Действия промышленного робота (функциональные возможности)

Среди самых распространённых действий, совершаемых промышленными роботами можно назвать следующие:

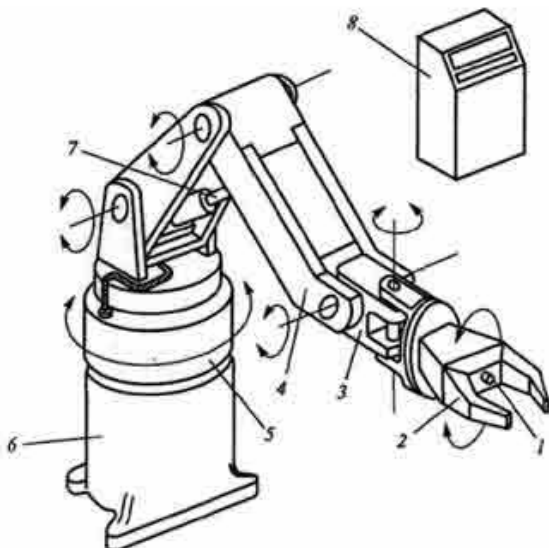
- перемещение деталей и заготовок от станка к станку или от станка к системам сменных палет;
- сварка швов и точечная сварка;
- покраска;
- выполнение операций резанья с движением инструмента по сложной траектории.



Промышленный робот является устройством, производящим некие манипулятивные функции, схожие с функциями руки человека.

Достоинства использования

1. достаточно быстрая окупаемость
2. исключение влияния человеческого фактора на конвейерных производствах, а также при проведении монотонных работ, требующих высокой точности;
3. повышение точности выполнения технологических операций и, как следствие, улучшение качества;
4. возможность использования технологического оборудования в три смены, 365 дней в году;
5. рациональность использования производственных помещений;
6. исключение воздействия вредных факторов на персонал на производствах с повышенной опасностью.



- 1 – датчик обратной связи; 2 – захватное устройство; 3 – кисть; 4 – рука манипулятора; 5 – колонна; 6 – несущая конструкция (основание); 7 – привод руки; 8 – блок управляющего устройства с пультом.

Рис. Конструкция промышленного робота.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Классификация технологических процессов в зависимости от вида оборудования.
2. Классификация машинных технологических процессов по характеру взаимодействия между орудиями труда и объектом обработки.
3. Классификация технологических процессов по степени дискретности.
4. Структура машинного технологического процесса.
5. Цели и технико-экономические предпосылки комплексной механизации и автоматизации.
6. Структура машин-автоматов.
7. Машины-автоматы с прямой и обратной связью.
8. Циклы машин-автоматов.
9. Классификация технологических машин по С. И. Артоболевскому.
10. Составление кинематических схем машин-автоматов. Виды схем, указываемые параметры.
11. Циклограммы машин-автоматов. Составление линейной циклограммы.
12. Циклограммы машин-автоматов. Составление прямоугольной циклограммы.
13. Циклограммы машин-автоматов. Составление круговой циклограммы.
14. Исполнительные механизмы машин-автоматов. Их классификация по функциональному назначению вспомогательных операций.
15. Время срабатывания исполнительных механизмов машин-автоматов.
16. Исполнительные органы машин-автоматов. Применимость рычажных механизмов.
17. Исполнительные органы машин-автоматов. Применимость кулачковых механизмов.
18. Исполнительные органы машин-автоматов. Применимость клиновых механизмов.
19. Исполнительные органы машин-автоматов. Применимость винтовых механизмов.
20. Механизмы прерывистого вращательного движения. Мальтийские механизмы с внешним и внутренним зацеплением.
21. Механизмы прерывистого вращательного движения. Храповые механизмы.
22. Механизмы прерывистого вращательного движения. Механизмы неполнозубых колес.
23. Механизмы фиксирования. Простой клиновой фиксатор.
24. Механизмы фиксирования. Двойной клиновой фиксатор.
25. Производительность машин-автоматов. Технологическая и цикловая производительность.
26. Производительность машин-автоматов. Фактическая производительность.
27. Проектирование машин-автоматов. Основные принципы.
28. Проектирование машин-автоматов. Основные этапы.
29. Проектирование машин-автоматов. Составление структурной схемы.
30. Проектирование кинематической схемы и циклограммы машины-автомата.
31. Системы управления машинами-автоматами. Программная централизованная система управления.
32. Системы управления машинами-автоматами. Программная децентрализованная система управления.

33. Системы управления машинами-автоматами. Программная комбинированная система управления.
34. Системы управления машинами-автоматами. Информационная система управления.
35. Проектирование систем управления машинами-автоматами.
36. Комплектующие устройства (при помощи винтовых механизмов; направляющих каналов).
37. Комплектующие устройства (при помощи конвейеров).
38. Кантователи изделий (конвейерный, лестничный, дисковый).
39. Автоматы переставители изделий (с использованием вакуумных и механических захватов).
40. Транспортирование порошкообразных и гранулированных материалов. Ковшовые элеваторы (нории).
41. Транспортирование порошкообразных и гранулированных материалов. Аэрожелоба.
42. Транспортирование порошкообразных и гранулированных материалов. Пневмотранспортные установки.
43. Складирование порошкообразных и гранулированных материалов. Силосы, особенности конструкции.
44. Питающие устройства для сыпучих материалов. Весовое и объемное дозирование.
45. Питающие устройства для сыпучих материалов. Порционные объемные дозаторы (барабанный, дисковый).
46. Питающие устройства для сыпучих материалов. Порционные объемные дозаторы (барабанный, камерный).
47. Питающие устройства для сыпучих материалов. Объемные дозаторы непрерывного действия (ленточный и шнековый питатели).
48. Питающие устройства для сыпучих материалов. Объемные дозаторы непрерывного действия (тарельчатый и шнековый питатели).
49. Устройства для питания машин-автоматов погонажным материалом. Устройство для подачи стеклоровницы с одновременной спиральной намоткой.
50. Устройства для питания машин-автоматов погонажным материалом. Питающее устройство для подачи ленты (пленки, ткани, бумаги) при производстве труб из стеклопластиков.
51. Питающие устройства для штучных объектов. Классификация и основные схемы в зависимости от способа сосредоточения изделий.
52. Питающие устройства для штучных объектов. Питатель с вращающимися захватными органами карманчикового типа.
53. Устройства для подачи и ориентирования штучных объектов. АБЗОУ с крючковым захватом.
54. Питающие устройства для штучных объектов. Питатель с возвратно поступательным движением захватывающего устройства.
55. Питающие устройства для штучных объектов. АБЗОУ с качающимся сектором.
56. Питающие устройства для штучных объектов. АБЗОУ с вращающимися захватными органами карманчикового типа.
57. Питающие устройства для штучных объектов. Вибрационный бункер - воронка.
58. Вибрационные АБЗОУ. Вибробункера со спиральными направляющими.

59. Вторичное ориентирование объектов обработки. Основные принципы и схемы пассивного ориентирования.
60. Вторичное ориентирование объектов обработки. Активное ориентирование, устройство ориентирования деталей конической формы.
61. Отсекатели изделий.
62. Оборудование для упаковки готовых изделий.
63. Виды автоматических линий. Транспортные устройства автоматических линий.
64. Автоматические линии роторного типа.
65. Механизмы привода роторных машин.
66. Транспортные механизмы и устройства роторных машин.
67. Роботы и манипуляторы. Функциональные схемы и возможности.
68. Принципы управления роботами.