

В. М. ХРОМЕЕНКОВ

ОБОРУДОВАНИЕ ХЛЕБОПЕКАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Учебник

*Допущено
Министерством образования Российской Федерации
в качестве учебника для образовательных учреждений,
реализующих программы начального профессионального образования*

2-е издание, переработанное и дополненное



Москва
Издательский центр «Академия»
2007

УДК 664.6(075.32)
ББК 36.83я722
Х941

Рецензент —

преподаватель специальных дисциплин Московского строительного колледжа № 12 *Т. В. Фисенко*

Хромеев В. М.

Х941 Оборудование хлебопекарного производства : учебник для нач. проф. образования / В. М. Хромеев. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательский центр «Академия», 2007. — 368 с.

ISBN 978-5-7695-3474-4

Рассмотрены основное технологическое, транспортное, тепловое и холодильное оборудование, элементы автоматизации процессов и поточные линии хлебопекарного производства, а также машины и аппараты для выработки мучных кондитерских изделий. Приведены сведения о принципах действия, конструктивных особенностях, правилах рациональной эксплуатации и безопасного обслуживания каждой группы оборудования.

Для учащихся образовательных учреждений начального профессионального образования.

УДК 664.6(075.32)
ББК 36.83я722

Оригинал-макет данного издания является собственностью Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом без согласия правообладателя запрещается

- © Хромеев В. М., 2007
- © Образовательно-издательский центр «Академия», 2007
- © Оформление. Издательский центр «Академия», 2007

ISBN 978-5-7695-3474-4

Население России ежегодно потребляет 118...120 кг хлебопродуктов на человека в год (хлеб, мука, крупы, макаронные изделия в пересчете на муку). Хлебопекарная промышленность представлена примерно 18 тыс. предприятий, в том числе более 10 тыс. — это пекарни малой мощности. Производственные мощности хлебозаводов и пекарен достаточны для ежегодного изготовления около 15 млн т хлебных изделий в ассортименте. Используемые мощности составляют в среднем 45...65 %.

В основе современной рыночной модели хлебопечения лежат индивидуально-частная, акционерная, государственная и смешанная формы собственности. Экономически господствующую позицию заняла акционерная собственность, которая является наиболее эффективной формой хозяйствования в условиях современного хлебопекарного производства.

Если в прежние годы многие предприятия специализировались на производстве определенных видов хлеба ограниченного ассортимента, что способствовало росту степени механизации производства, то теперь, с изменением форм собственности предприятий и обострившейся конкурентной борьбой за рынки сбыта, хлебозаводы стремятся выпускать максимально возможный ассортимент хлебных, сухарных, бараночных и мучных кондитерских изделий.

Доля производимой продукции в пекарнях разных регионов страны составляет 2...10 % общего объема хлебопекарного производства. Практика показала, что стихийное создание множества пекарен без необходимого экономического обоснования во многих случаях не привело к решению задач обеспечения населения качественным хлебом и нанесло ущерб как владельцам пекарен, так и действующим крупным предприятиям. За последние 10 лет в Москве почти на треть сократилось количество хлебозаводов.

Одной из самых сложных проблем хлебопекарной промышленности является отсталость материально-технической базы, ее износ. Современное состояние хлебопекарного производства настоятельно требует технического обновления, так как количество

полностью амортизированной техники на хлебозаводах и в пекарнях составляет 65...75 %.

Совершенствование хлебопечения на современном этапе идет в следующих направлениях:

развитие традиционных и создание новых технологий, стабилизация качества продукции;

обновление технической базы отрасли;

рационализация структуры и организации управления;

уменьшение энергопотребления;

улучшение экологии и условий труда.

По количеству предприятий, объему и значимости продукции, стоимости основных производственных фондов хлебопекарная промышленность является одной из ведущих отраслей пищевой промышленности России. Однако в настоящее время по оценкам специалистов только 20...30 % хлебопекарных предприятий соответствуют современному техническому уровню, который во многом предопределяет качественные и экономические показатели работы хлебопекарного предприятия.

Пока технологическое оборудование, выпускаемое для хлебопекарных предприятий, уступает зарубежным аналогам по производительности, эксплуатационной надежности, энергоемкости и степени автоматизации.

Закупка зарубежного комплектного оборудования является вынужденной мерой и не решает проблемы в перспективе. Только разработка и внедрение конкурентоспособного отечественного оборудования позволят вывести хлебопекарную промышленность на необходимый уровень развития.

Технический прогресс в хлебопекарной промышленности, как известно, неразрывно связан с развитием машиностроения. В хлебопекарной промышленности происходят процессы непрерывного совершенствования: разрабатываются прогрессивные технологические схемы, основанные на снижении потерь и затрат сырья; интенсифицируются производственные процессы; создаются новые виды продукции. Соответственно возрастают требования к технологическому и вспомогательному оборудованию: его надежности, производительности, степени автоматизации.

Отечественное хлебопекарное оборудование по научно-техническому уровню значительно отличается от зарубежного. Если зарубежное оборудование ориентировано на использование муки со стабильно высокими хлебопекарными свойствами, то с помощью отечественного оборудования предприятия перерабатывают до 50 % сырья с пониженными хлебопекарными свойствами, что сказывается на качестве готовой продукции и ее выходе. Поэтому весьма перспективны такие виды оборудования, которые гибко регулируют технологические параметры основных процессов: замес теста, его брожение, формование, расстойку, выпечку. Кро-

ме этого нужно учитывать специфические особенности работы поточных линий хлебопекарной промышленности, которые заключаются в следующем: высокая степень непрерывности, тесная взаимосвязь между производственными операциями, большая расчлененность производственного процесса и непродолжительность его стадий (кроме тестоприготовления).

Основными тенденциями при разработке перспективной техники для хлебопекарной промышленности следует считать:

создание отечественного конкурентоспособного оборудования для технологических, вспомогательных и транспортных операций;

механизацию наиболее отстающих участков производства (в первую очередь погрузочно-разгрузочные, транспортные и складские работы в хлебохранилищах и экспедициях; прием, хранение и подготовка дополнительного сырья; производство специальных сортов, фасование и упаковывание продукции);

рациональное сочетание специализированной и универсальной техники для изготовления массовых и специальных сортов хлеба и хлебных изделий, новых видов продукции;

значительное повышение качества изготовления машин и аппаратов, их эксплуатационной надежности и ремонтпригодности;

опережающие темпы создания технологического оборудования для небольших пекарен;

оснащение линий, отдельных участков и машин компьютерной и микропроцессорной техникой.

Современное хлебопекарное предприятие представляет собой сложный комплекс, оснащенный технологическим, транспортным, энергетическим, санитарно-техническим и вспомогательным оборудованием, а также средствами контроля, управления и блокировки. Технологическая надежность этого оборудования и аппаратуры во многом предопределяет качественные и технико-экономические показатели производства хлеба и хлебных изделий. Поэтому необходимо уделять особое внимание правильной эксплуатации и рациональному техническому обслуживанию современного оборудования и поточных линий.

Предлагаемый учебник предназначен для изучения конструкции и правил эксплуатации технологического, транспортного и общезаводского оборудования хлебопекарного производства. В нем описаны машины, аппараты и установки, получившие широкое распространение на предприятиях хлебопекарной промышленности, а также отдельные виды перспективного оборудования, осваиваемого в последние годы. Поскольку устаревшие марки оборудования периодически снимаются с производства и заменяются более совершенными или модернизированными конструкциями, в учебнике приводятся базовые типовые конструкции машин.

Автор полагает, что в учебнике не следует приводить технические характеристики конкретных видов оборудования — габаритные размеры, установленную мощность, производительность и другие данные, так как эти параметры указываются в каталогах и справочниках. Поэтому большее внимание уделяется рассмотрению типовых конструкций разных функциональных групп оборудования без указания марок однотипных машин. Технические характеристики отдельных видов оборудования приведены в приложениях 1... 5.

**СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МАШИН, АППАРАТОВ
И ПОТОЧНЫХ ЛИНИЙ ХЛЕБОПЕКАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

●

1.1. Виды машин

Устройство, создаваемое человеком и выполняющее механические движения для преобразования энергии или материалов с целью полной замены или облегчения физического труда человека, увеличения его производительности, называют *машиной*.

Для машин характерны следующие признаки:

преобразование энергии в механическую работу;

определенность движения всех частей при заданном движении одной части.

В хлебопекарном производстве используются в основном технологические и транспортирующие машины. Их совокупность составляет поточную линию.

Технологические машины предназначены для преобразования обрабатываемого материала, т. е. изменения его размеров, формы, свойств или состояния.

Технологические машины состоят из двигательного, передаточного и исполнительного механизмов.

Двигательный механизм предназначен для преобразования одного из видов энергии в механическую.

Передаточный механизм передает движение от двигательного механизма к исполнительному.

Исполнительным механизмом называется система подвижно соединенных гибких или жестких тел, осуществляющих движение рабочего органа. Рабочим органом называется та часть машины, которая вступает в соприкосновение с продуктом и воздействует на него.

К технологическим машинам относятся также аппараты и роботы.

В *аппаратах* осуществляются тепловые, физико-химические, биологические и другие процессы, которые вызывают изменение свойств и агрегатного состояния сырья или полуфабрикатов.

Промышленный робот представляет собой автоматическую машину, состоящую из исполнительного устройства в виде манипулятора, имеющего несколько степеней подвижности, и перепрограммируемого устройства программного управления для выпол-

нения в производственном процессе двигательных и управляющих функций.

Манипулятор — управляемое устройство, или машина, для выполнения двигательных функций, аналогичных функциям руки человека при перемещении объектов в пространстве, оснащенное рабочим органом.

Транспортирующие машины преобразуют энергию двигателя в энергию перемещения материалов. К транспортирующим машинам относят конвейеры, элеваторы, подъемные краны, подъемники.

Поточная линия представляет собой совокупность технологических и транспортирующих машин, предназначенных для выполнения определенного производственного процесса.

По степени совершенства машины подразделяются на полуавтоматы и автоматы.

В полуавтоматических машинах (полуавтоматах) все технологические операции и большинство вспомогательных выполняются без участия рабочего. Ручными остаются транспортные и контрольные операции, пуск и останов машины.

В автоматических машинах (автоматах) все технологические и вспомогательные операции выполняются без участия рабочего.

1.2. Детали машин

Различные части машин, не поддающиеся разборке, называются деталями. Детали общего назначения подразделяются на две большие группы: соединительные (болты, винты, гайки, зажимы и т.п.) и детали механических передач (валы, оси, опоры и т.п.).

Соединительные детали. Эти детали используются в неразъемных и разъемных соединениях. *Неразъемное соединение* осуществляют клепкой (рис. 1.1) и сваркой.

Заклепка (см. рис. 1.1, а), используемая при неразъемном соединении деталей (клепка), — это цилиндрический стержень 1 круглого поперечного сечения, на конце которого расположена закладная головка 2. В процессе клепки выступающая часть цилиндриче-

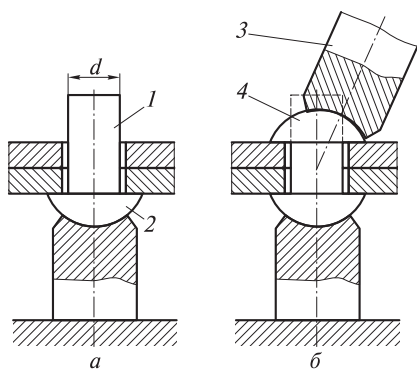


Рис. 1.1. Стадии образования заклепочного шва:

а — закладка заклепки; б — образование замыкающей головки

ского стержня превращается обжимкой 3 в замыкающую головку 4 (см. рис. 1.1, б). В качестве материала для заклепок используют малоуглеродистую сталь (марок Ст. 2, Ст. 3), медь, алюминий и другой материал в зависимости от назначения шва и материала соединяемых деталей.

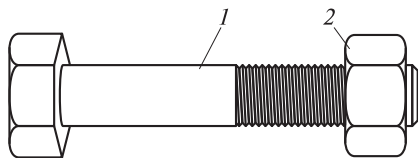


Рис. 1.2. Винтовая пара

Место соединения листов (или каких-либо деталей) с помощью заклепок называется заклепочным швом.

Сварка основана на применении местного нагрева с доведением свариваемых участков до пластического или жидкого состояния. В первом случае соединение свариваемых частей достигается при их сдавливании.

Основные преимущества сварки по сравнению с клепкой заключаются в экономии материалов, низкой трудоемкости, плотности и непроницаемости соединения.

Кроме клепки и сварки для неразъемного соединения используются процессы пайки, склеивания, запрессовки и заформовки.

Разъемные соединения могут быть разобраны и вновь собраны без разрушения деталей. Здесь наибольшее распространение получили резьбовые соединения, основным элементом которых служит винтовая пара, образуемая соединением винта 1 и гайки 2 (рис. 1.2), которые соприкасаются друг с другом по винтовым поверхностям.

Различают винты с треугольной, прямоугольной, трапециевидальной резьбой. Профиль резьбы выбирается в зависимости от назначения резьбового соединения.

Самая распространенная крепежная резьба — треугольная метрическая (ГОСТ 3150), профилем которой является равносторонний треугольник с углом $\alpha = 60^\circ$, основанием, равным шагу, и притупленной вершиной. Шагом резьбы является расстояние между одноименными точками винтовой линии резьбы. Метрические резьбы подразделяются на резьбы с крупными и мелкими шагами. Резьбы с мелкими шагами по сравнению с резьбами с крупными шагами более надежны в отношении самоторможения. Поэтому их следует применять там, где действуют знакопеременные нагрузки или возникают вибрации, а также для тонкостенных деталей.

Резьбовые крепежные изделия чрезвычайно разнообразны по форме и назначению. К ним относятся болты, винты, шпильки, гайки.

Болт представляет собой цилиндрический стержень с резьбой, имеющий головку. Болт вращают за головку или, наоборот, удерживают от вращения при соединении деталей. Болт ввинчивается в гайку нарезной частью стержня.

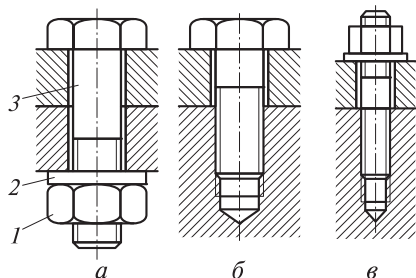


Рис. 1.3. Резьбовые соединения:
а — болтом и гайкой; *б* — винтом; *в* — шпилькой

На рис. 1.3, *а* показано разъемное болтовое соединение из трех деталей: болта 3, гайки 1 и шайбы 2. Головка болта, как правило, имеет форму шестигранной призмы. Стержень болта входит в отверстие соединяемых деталей с зазором. На стержень болта навинчивают гайку. Между гайкой и соединяемыми деталями во избежание повреждения детали вращающейся гайкой ставят кольцевую пластинку — шайбу. При монтаже соединения болт удерживается от вращения

гаечным ключом, надетым на головку. При вращении гайки другим ключом соединяемые детали сжимаются между гайкой и головкой болта.

Рассмотренное соединение применяется для совмещения деталей относительно небольшой толщины и при наличии места для размещения головки болта и гайки.

Винт отличается от болта только тем, что ввинчивается не в гайку, а в резьбовое отверстие одной из соединяемых деталей. Соединение винтом, ввинчиваемым в одну из скрепляемых деталей, изображено на рис. 1.3, *б*.

В зависимости от размеров и назначения болты и винты имеют различные головки: шестигранные, цилиндрические с внутренним шестигранником, цилиндрические со шлицем (прорезью) под отвертку и др.

Шпилька — цилиндрический стержень, имеющий винтовую нарезку с обоих концов. Соединение деталей с помощью шпильки показано на рис. 1.3, *в*. При соединении шпилькой ее ввертывают в одну из скрепляемых деталей, а на другой конец шпильки навинчивают гайку.

Детали механических передач. К важным деталям механических передач относятся оси, валы, подшипники и др.

Оси и валы различаются между собой в зависимости от условий работы. Оси, несущие на себе вращающиеся детали, как правило, не вращаются (не передают момент). Валы, являющиеся поддерживающими элементами, вращаются вместе с деталью (передают крутящий момент).

Подшипники представляют собой опорные элементы, поддерживающие детали передач, оси и валы. По характеру трения подшипники подразделяются на подшипники скольжения и качения.

Подшипники скольжения используются для случаев особо тяжелых нагрузок, при наличии ударов и вибраций.

Подшипники качения — стандартные изделия, которые изготавливаются в массовом количестве на специализированных заводах.

По форме тел качения подшипники подразделяются на шариковые и роликовые; по направлению нагрузки — на радиальные, радиально-упорные и упорные.

В технологических машинах подшипники качения смазывают консистентной (вязкой) смазкой, которую закладывают в подшипниковый корпус при сборке узла и заменяют (с обязательной промывкой керосином) в зависимости от условий работы раз в 2... 12 мес.

Защита подшипникового узла от попадания влаги и пыли извне, а также от вытекания смазочного материала достигается с помощью уплотнений, отделяющих подшипник как от внутренней части корпуса, так и от внешнего пространства.

Механические передачи — зубчатые, винт — гайка, червячные, цепные, ременные, фрикционные — применяют для привода рабочих органов машин.

Зубчатые передачи (рис. 1.4) получили большое распространение в современном машиностроении.

К основным достоинствам зубчатых передач относятся: высокий коэффициент полезного действия (КПД), компактность, надежность в работе, простота эксплуатации, постоянство передаточного отношения, большой диапазон передаваемых мощностей (от тысячных долей до десятков тысяч киловатт), к основным недостаткам — сравнительная сложность их изготовления (необходимость в специальном оборудовании и инструментах) и шум при неточном изготовлении и высоких окружных скоростях.

По взаимному расположению геометрических осей валов различают следующие зубчатые передачи: с параллельными осями — цилиндрические (см. рис. 1.4, *a...z*); с пересекающимися осями — конические (см. рис. 1.4, *д, e*); со скрещивающимися осями — цилиндрические винтовые (см. рис. 1.4, *ж*); с перпендикулярными осями — конические гипоидные (см. рис. 1.4, *з*) и червячные. В некоторых механизмах для преобразования вращательного движения в поступательное (или наоборот) применяется реечная передача (см. рис. 1.4, *и*).

В зависимости от взаимного расположения зубчатых колес различают зубчатые передачи с внешним (см. рис. 1.4, *a...в*) и внутренним (см. рис. 1.4, *з*) зацеплением.

По расположению зубьев на поверхности колес различают следующие зубчатые передачи: прямозубые (см. рис. 1.4, *a, z, д*), косозубые (см. рис. 1.4, *б*), шевронные (см. рис. 1.4, *в*) и с круговым зубом (см. рис. 1.4, *е*).

Червячные передачи предназначены для придания вращательного движения валам, оси которых скрещиваются под углом 90° (рис. 1.5). Движение осуществляется по принципу винтовой пары.

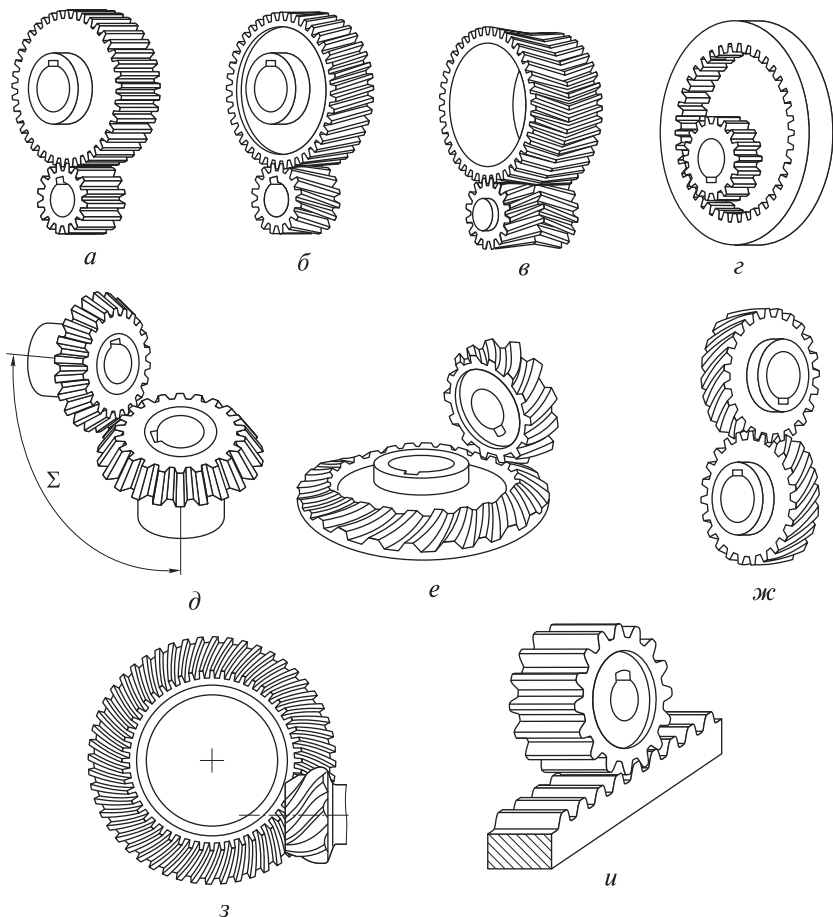


Рис. 1.4. Зубчатые передачи с осями:

а...г — параллельными; *д, е* — пересекающимися; *ж* — скрещивающимися; *з* — перпендикулярными; *и* — реечная передача

К достоинствам червячной передачи относятся: возможность получения больших передаточных чисел при малых габаритных размерах, плавность зацепления и бесшумность хода, возможность самоторможения.

К недостаткам — сравнительно низкий КПД, повышенные износ и нагрев, склонность к заеданию, необходимость применения для венцов червячных колес дорогих антифрикционных материалов.

Передачи винт — гайка применяются в различных машинах и механизмах для преобразования вращательного движения в поступательное. Основными достоинствами этих передач являются:

возможность получения медленного движения и высокой точности перемещений при простой и недорогой конструкции передачи, а также большая несущая способность и компактность. Недостатком является низкий КПД передачи.

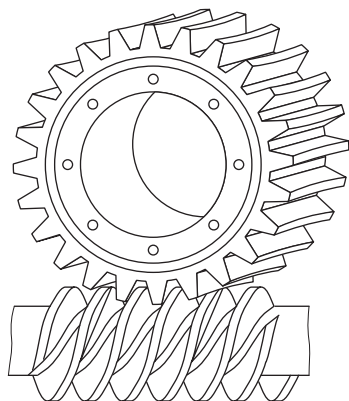


Рис. 1.5. Червячная передача

Ременная передача (рис. 1.6) относится к передачам движения трением с гибкой связью. Данная передача (см. рис. 1.6, *а*) состоит из двух шкивов: ведущего 1 и ведомого 2, закрепленных на валах, и ремня, надетого на шкивы с предварительным натяжением. Нагрузка передается силами трения, возникающими между шкивами и ремнем. В качестве гибкой связи в передачах применяют плоские (см. рис. 1.6, *б*), клиновые (см. рис. 1.6, *в, г*), поликлиновые (см. рис. 1.6, *д*), круглые (см. рис. 1.6, *е*) и зубчатые ремни. К достоинствам ременной передачи относятся: плавность и бесшумность работы; простота конструкции и эксплуатации; возможность передачи мощности на большие расстояния (до 15 м); смягчение вибрации, толчков, ударов вследствие упругости ремня; предохранение механизмов от перегрузки вследствие возможного проскальзывания ремня.

К недостаткам ременной передачи относятся: большие габаритные размеры; некоторое непостоянство передаточного чис-

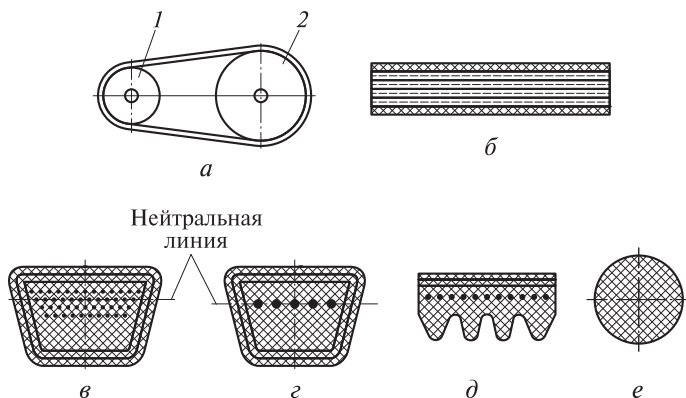


Рис. 1.6. Ременная передача:

а — схема; *б* — с использованием плоского ремня (здесь и далее показано поперечное сечение); *в, г* — клиновые ремни; *д* — поликлиновой ремень; *е* — круглый ремень

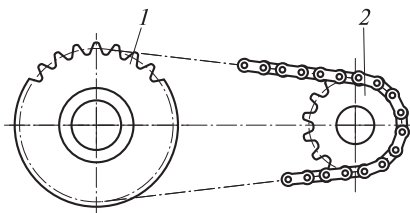


Рис. 1.7. Цепная передача

ла из-за неизбежного упругого скольжения ремня; повышенные нагрузки на валы и подшипники от натяжения ремня (нагрузка увеличивается в 2 — 3 раза по сравнению с зубчатой передачей); низкая долговечность ремней (2 000... 3 000 ч).

При малых межосевых расстояниях, больших передаточных числах, вертикальном рас-

положении валов рекомендуется использовать клиноременные передачи, которые получили преимущественное распространение в современных приводах.

Приводные ремни должны обладать достаточными прочностью, долговечностью, гибкостью, износостойкостью, невысокой стоимостью и определенной тяговой способностью, т. е. надежностью сцепления ремня со шкивами, что обуславливается высоким коэффициентом трения между ними.

В ременных передачах предусмотрены натяжные устройства для регулирования межосевого расстояния, что позволяет создавать предварительное натяжение и поддерживать его постоянным по мере вытягивания ремней в процессе эксплуатации.

Предварительное натяжение не требуется для зубчатых ремней, на рабочей поверхности которых выполняются выступы (зубья), входящие в зацепление с выступами (зубьями) на шкивах. Зубчатые ремни работают без скольжения и бесшумно, они обеспечивают большую компактность и высокий КПД передачи.

Цепная передача относится к передачам с гибкой связью (цепью). Передача (рис. 1.7) состоит из ведущей 2, ведомой 1 звездочек и охватывающей их цепи. В цепной передаче используется принцип зацепления, а не трения, что устраняет возможность проскальзывания и буксования элементов передачи.

К достоинствам цепной передачи относятся: возможность передачи большей по сравнению с ременными передачами мощности на большие расстояния (до 8 м); меньшая нагрузка на валы, так как предварительное натяжение цепи невелико; компактность; возможность передачи движения одной ведущей звездочкой нескольким ведомым с разным направлением вращения.

К недостаткам цепной передачи относятся: сравнительно быстрый износ шарниров и, как следствие, удлинение цепи, что требует натяжных устройств; необходимость тщательного монтажа и ухода; неравномерность хода; повышенный шум вследствие удара звена цепи при входе в зацепление, особенно при малых числах зубьев звездочек.

1.3. Приводы машин

Для приведения в движение рабочих и транспортирующих органов машин используются электрический, пневматический и гидравлический приводы.

В хлебопекарной промышленности наибольшее распространение получили электроприводы.

В составе электроприводов применяются электродвигатели, редукторы, мотор-редукторы, муфты, аппаратура управления и защиты.

В электродвигателе электрическая энергия преобразуется в механическую.

Электродвигатель состоит из двух основных частей: неподвижного статора и вращающегося ротора, разделенных воздушным зазором 5 (рис. 1.8). На статоре 1 и роторе 2 размещаются стальные сердечники, которые служат для проведения магнитного потока. Для уменьшения потерь энергии на вихревые токи сердечники набирают из изолированных друг от друга листов электротехнической стали толщиной 0,35 или 0,5 мм. На внутренней окружности листов сердечника статора штампуют пазы, в которые затем укладывают обмотку, служащую для проведения электрического тока. Обычно обмотку изготавливают из меди, алюминия или их сплавов.

В центре листов сердечника ротора выштамповывают отверстие со шпоночной канавкой для крепления на валу 4 сердечника. Вал вращается в подшипниках 3. Конец вала удлинен для соединения с исполнительным механизмом.

Подшипники большинства электродвигателей встроены в торцевые щиты 6, прикрепляемые болтами к станине 7, изготовляемой из чугуна, стали или алюминиевых сплавов (в небольших машинах для облегчения массы).

Обмотки и сердечники для лучшего охлаждения в большинстве случаев обдуваются воздухом, прогоняемым крыльчаткой через воздушный зазор или по специальным каналам.

По роду тока электродвигатели подразделяются на двигатели переменного (асинхронные, синхронные) и постоянного тока. Асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором получили преобладающее распространение, что объясняется простотой их конструкции,

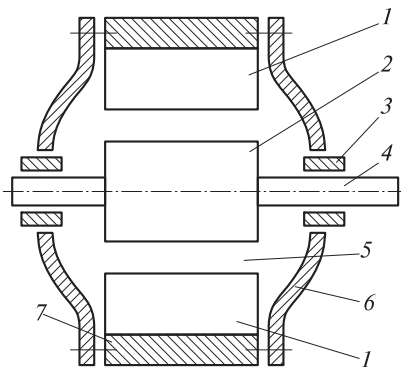


Рис. 1.8. Электродвигатель

надежностью в работе и удовлетворительными рабочими характеристиками.

В настоящее время применяется одиночные и многодвигательные электроприводы. Двигатель одиночного электропривода приводит в движение только одну соединенную с ним рабочую машину или исполнительный механизм. Последний обеспечивает работу машины и механизмов при наивыгоднейших скоростях, контролирует и регулирует работу электрическими методами, позволяет быстро пускать и изменять направление вращения рабочих органов машин. Это облегчает автоматизацию производственных процессов и обеспечивает оптимальную производительность каждой рабочей машины.

В сложные машины встраивают несколько электроприводов, каждый из которых приводит в движение соответствующие узлы рабочей машины.

Редуктор представляет собой механизм, состоящий из червячных или зубчатых передач, заключенных в отдельный закрытый корпус и работающих в масляной ванне.

Использование редукторов гарантирует лучшую смазку элементов передач и соответственно меньший износ и более высокий КПД, а также защиту от попадания в передачи пыли и грязи.

Редуктор служит для понижения частоты вращения и, соответственно, повышения вращающего момента ведомого вала по сравнению с ведущим валом. Редуктор как законченный механизм соединяют с двигателем и рабочей машиной муфтами. Валы опираются на подшипники качения.

На рис. 1.9 показан общий вид редуктора с червячной передачей. Червяк 1 обычно выполняется из одной заготовки с быстроходным валом 5. Червячное колесо 3, венец которого обычно изготавливается из бронзы, жестко крепится на выходном тихоходном валу 4. Крыльчатка 2 служит для охлаждения корпуса редуктора.

Если редукторы комплектуются цилиндрическими зубчатыми передачами, они называются цилиндрическими редукторами. Цилиндрические редукторы благодаря широкому диапазону передаваемых вращающих моментов, долговечности, простоте изготовления и обслу-

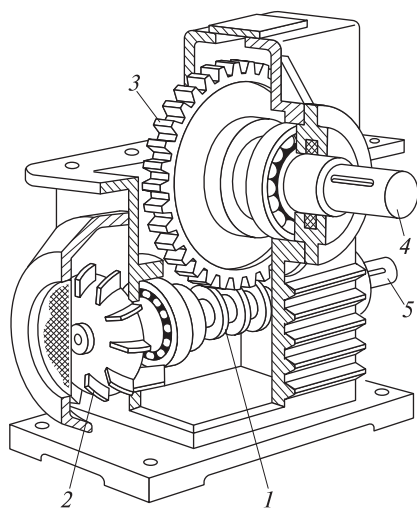


Рис. 1.9. Червячный редуктор

живания имеют широкое распространение. Они отличаются друг от друга числом ступеней (одно-, двух- и трехступенчатые).

Часто редуктор komponуется вместе с электродвигателем, образуя мотор-редуктор. Такая компоновка приводов получает все более широкое распространение, так как обладает рядом преимуществ, а именно: небольшими габаритными размерами и массой; возможностью достижения большей, чем в других схемах привода, точности расположения вала электродвигателя относительно ведущего вала редуктора; небольшим количеством деталей; удобством при монтаже привода и др.

Муфта представляет собой устройство для соединения валов между собой. Муфты бывают глухие, компенсирующие, сцепные и предохранительные.

Глухие муфты требуют строгой соосности соединяемых валов.

Компенсирующие муфты допускают параллельное смещение и взаимный перекося осей соединяемых валов. Наличие в упомянутых муфтах эластичных элементов смягчает возможные удары и толчки в приводе машин.

Сцепные муфты дают возможность получить управляемое соединение валов.

Предохранительные муфты отключают привод при возникновении аварийной ситуации, грозящей поломкой машины.

Аппаратура управления электроприводом предназначена для пуска и останова агрегата, поддержания режима работы в соответствии с требованиями технологического процесса, торможения и реверсирования (изменения направления вращения), регулирования частоты вращения.

К аппаратам управления для замыкания и размыкания электрических цепей постоянного и переменного тока относятся *рубильники*.

Для управления электроприводом применяются *кнопки управления*, являющиеся командоаппаратами. Эти кнопки бывают одинарными, двойными и тройными. Одинарные кнопки изготовляют с одним штифтом и одной парой замыкающих и размыкающих контактов, одним штифтом и одной парой размыкающих контактов. Для пуска (хода) используются замыкающие контакты, а для останова (стопа) — размыкающие. Эти кнопки называются соответственно «Пуск» и «Стоп».

В двойных «Пуск — стоп» или тройных «Вперед — назад — стоп» кнопочных станциях возврат штифта после нажатия на кнопку происходит под действием пружины, насаженной на стержень штифта.

На предприятиях применяют командоаппараты в герметичном исполнении.

Конечные выключатели и переключатели служат для выключения и переключения цепей управления аппаратуры электропри-

вода, а также для останова рабочей машины или механизма в заданном положении.

Конечные выключатели представляют собой металлический кожух. В него встроены контактная система и специальные приводные устройства (кнопка, поворотный рычаг или штырь), на которые в процессе работы воздействуют подвижные элементы рабочих органов машин и механизмов. В результате такого воздействия происходит переключение контактной системы.

Конечные выключатели могут крепиться как на неподвижных частях машины и механизмов, так и на подвижных. В первом случае воздействие на конечный выключатель производится подвижными элементами машин и механизмов, а во втором — неподвижными.

Из числа переключателей наиболее широкое применение в системах автоматического управления получили микропереключатели, выполняющие те же функции, что и конечные выключатели.

В отличие от последних контактная система микропереключателей предназначена для малых перемещений приводного штифта (рабочий ход равен 0,5...0,7 мм) и небольшого усилия нажатия.

Микропереключатели имеют один переключающийся контакт.

Магнитные пускатели применяются для пуска электрических машин. Пускатель служит для частых повторных замыканий и размыканий силовых электрических цепей. Основными частями магнитного пускателя являются тепловое реле, контакты, магнитопровод, катушка.

По назначению магнитные пускатели бывают нереверсивные и реверсивные. Первые предназначены для включения электродвигателей с вращением в одну сторону, а вторые могут включать электродвигатели с вращением в одну или другую сторону.

Частотные преобразователи за счет изменения частоты тока питания обеспечивают плавное регулирование частот вращения роторов асинхронных двигателей, что необходимо для изменения скоростей движения рабочих органов технологического оборудования. По основным параметрам (надежности, компактности, стоимости, диапазону регулирования) частотные преобразователи не уступают механическим вариаторам. Их производят в виде пультов, на переднюю панель которых выносятся все элементы управления и табло с индикацией основных параметров (частота тока, потребляемая мощность, частота вращения ротора, степень загрузки привода и т. п.).

Частотные преобразователи имеют широкие функциональные возможности: дистанционное управление несколькими зависимыми или независимыми приводами, автоматическое поддержание заданного скоростного режима каждого привода, устранение воз-

возможных аварийных ситуаций, обеспечение заданной последовательности операций и блокировок.

Аппаратура защиты предназначена для защиты электроустановок от перегрузки по току, по току короткого замыкания, от понижения напряжения, для контроля заземления, для защиты окружающей среды от пожара или открытого искрообразования (электрической дуги).

К основным аппаратам защиты электродвигателей при аварийных режимах относят предохранители, тепловые реле с биметаллической пластиной и др.

Предохранители относятся к простейшей аппаратуре защиты, предназначенной для отключения участка электрической цепи, в которой возник ток, значительно превышающий номинальный ток этой цепи, например ток короткого замыкания.

Предохранитель состоит из корпуса и плавкой вставки, которая представляет собой медную проволоку небольшой длины и малого сечения или проволоку из легкоплавкого металла (свинца, олова или сплава этих металлов).

Сечение медной проволоки вставок выбирают с таким расчетом, чтобы при возрастании тока сверх допустимого для данного защищаемого участка сети температура плавкой вставки предохранителя была выше температуры плавления. При этом вставка плавится, и защищаемый участок электрической цепи отключается. Предохранители изготавливают для разных напряжений, которым соответствует определенная длина плавкой вставки. По конструктивному исполнению они подразделяются на пробочные, пластинчатые, трубчатые.

Пробочные предохранители применяются при напряжении до 250 В и силе тока 4...60 А. Они широко используются для защиты осветительных и маломощных силовых цепей.

Пластинчатые предохранители применяются в установках промышленного назначения при напряжении до 250 В и силе тока 1...350 А.

Трубчатые предохранители применяются в установках при напряжении до 35 кВ и силе тока 6...100 А.

Тепловые реле с биметаллической пластиной широко применяют для защиты двигателей от перегрузки. Биметаллическая пластина состоит из двух слоев разных металлов, жестко связанных (сваренных или спаянных) между собой по всей поверхности соприкосновения. Эти металлы при нагревании расширяются неодинаково. Слой металла с большим коэффициентом линейного расширения называется термоактивным в отличие от слоя с меньшим коэффициентом линейного расширения, называемого термопассивным. При нагревании пластины происходит различное удлинение обоих слоев. В связи с тем что слои жестко соединены между собой, пластина изгибается в сторону пассивного слоя, размыкая контакты.