

Автоматизированное транспортно-складское и накопительное оборудование для ГПС

Автоматизированная транспортно-складская система (АТСС) содержит основное и вспомогательное оборудование для складирования, транспортирования и межоперационного накопления заготовок, деталей, инструментов и технологической оснастки в ГПС. К основному оборудованию АТСС относятся: автоматизированные склады стеллажного или конвейерного типа; краны-штабелеры; транспортные тележки (рельсовые и безрельсовые); конвейеры (роликовые, цепные, пластинчатые, вибрационные, винтовые и др.); перегрузочные и транспортные промышленные роботы (напольные или порталные); автоматические манипуляторы (автооператоры) и манипуляторы с ручным управлением (конвейерные, перегрузочные). К вспомогательному оборудованию АТСС относятся: приемно-передаточные, ориентирующие, подъемные, поворотные и координатные (тактовые) устройства; адресователи и адресосчитыватели; устройства для контроля габаритных размеров и массы транспортируемых грузов; столы-спутники, складская тара и технологическая оснастка к ним.

Важную роль в организационном построении ГПС имеют автоматизированные склады, в которые поступают и из которых формируются все материальные грузопотоки заготовок, обработанных изделий, инструментов и технологической оснастки, необходимые для автономного функционирования ГПС.

Наибольшее распространение в ГПС получили автоматизированные склады стеллажного типа, которые обслуживаются автоматическими кранами-штабелерами. Для перегрузки тары с грузом с крана-штабелера на накопитель (например, конвейерного типа) транспортной системы ГПС или в обратном направлении используют специализированные приемные секции стеллажа. Автоматизированные склады ГПС представляют собой роботизированные складские комплексы, (общий вид и техническая характеристика склада типа [СТАС-250АТ](#))

В состав данного автоматизированного технологического (складского) модуля входят: два каркасных стеллажа с полками для размещения тары с грузом; автоматический кран-штабелер, перемещающийся по рельсу, приемное устройство, выполненное в виде загрузочно-разгрузочного поворотного стола с механизмом подъема; устройство управления с пультом оператора; шкаф электрооборудования, который кабелем, подвешенным на кронштейнах, соединен с краном-штабелером.

Кран-штабелер состоит из колонны с грузоподъемной платформой, на которой смонтирован выдвижной телескопический стол для установки на нем тары с грузом. По команде от системы управления на загрузку склада кран-штабелер подает на приемное устройство пустую тару или столы (приспособления)-спутники, которые загружаются заготовками, а затем транспортируются краном-штабелером в определенную ячейку стеллажа. При поступлении команды на разгрузку склада кран-штабелер забирает заготовки вместе с приспособлением-спутником или тарой из ячейки стеллажа, адрес которой задается системой управления, транспортирует и устанавливает их на стол загрузки-разгрузки. После окончания обработки по команде управления готовые детали с приспособлением-спутником (или в таре) снимаются штабелером в заданную ячейку стеллажа. Система управления складом имеет связь с ЭВМ гибкого производственного комплекса, обеспечивающей его автоматический режим работы. Наладочный и полуавтоматический режимы осуществляются от соответствующих кнопок управления на пульте оператора крана-штабелера. Транспортные средства ГПС могут быть разных уровней организации: междеховой, внутрицеховой, межучастковой, межстаночный, межоперационный и внутриоперационный. Транспортные связи в ГПС осуществляются с помощью конвейеров—роликовых, цепных пластинчатых), автоматизированных тележек, подвесных толкающих и грузонесущих конвейеров.

Цепные и роликовые конвейеры предназначены для межоперационного транспортирования различных грузов (заготовок, деталей, инструментов или технологической оснастки), установленных на столах-спутниках или в таре. Наиболее широко они используются в механообрабатывающем производстве в качестве межстаночной автоматизированной транспортно-накопительной системы (АТНС).

Конвейер С4124 входит в состав АТНС гибкой автоматической линии из станков с ЧПУ, расположенных по обе стороны данного конвейера. Особенностью АТНС является ее замкнутая схема с двухъярусным транспортированием столов-спутников с тарой для заготовок и деталей. В промежутках между секциями конвейера расположены двухъярусные поворотные столы. Оба яруса конвейера связаны между собой подъемно-опускными столами. В местах расположения поворотных столов от магистрального конвейера перпендикулярно ему в одну или обе стороны отходят боковые ветви аналогичных конвейеров-накопителей, ведущих непосредственно к загрузочно-разгрузочным позициям станков.

Конвейер типа С4124 представляет собой два расположенных друг над другом цепных конвейера смонтированных в общей сварной раме и имеющих независимые приводы с электродвигателями, которые муфтами соединены с редукторами. Транспортирующими элементами конвейера являются бесконечные цепи, приводимые ведущими звездочками, которые жестко закреплены на валах. Натяжение цепей осуществляется специальными устройствами. Одним концом каждый ярус конвейера через цепную передачу соединен с цепным конвейером на верхней или нижней платформах поворотного стола.

Стол поворотный типа С9252 смонтирован на отдельной сварной раме и состоит из роликовых конвейеров, установленных в два яруса на верхней и нижней поворотных платформах. Стол служит для изменения направления движения на угол 90° столов-спутников с тарой, передаваемых с цепного конвейера типа С4124. Привод поворота каждой из платформ, установленных на опорах качения, осуществляют пневмоцилиндры через рычажно-кулисные механизмы. Верхняя и нижняя поворотные платформы стола работают независимо друг от друга. Привод несущих цепей для загрузки-разгрузки стола осуществляют соединенные с поворотным столом конвейеры типа С4124 и СН4161 при помощи цепных передач. На платформах размещены путевые выключатели, дающие команды для выполнения автоматического цикла работы АТНС.

Конвейер-накопитель типа С4161 представляет собой два роликовых конвейера, расположенные в два яруса на общей раме. Каждый ярус конвейера имеет независимый привод от электродвигателей. Через редукторы движение передается ведущим звездочкам цепной передачи, установленным на валах. Валы с роликами связаны между собой цепными передачами.

Одним концом каждый ярус конвейера-накопителя через электромагнитные муфты соединен с цепными конвейерами на верхней и нижней платформах стола. Другим концом конвейер-накопитель соединен через зубчатые колеса с роликовой платформой подъемно-спускного стола типа С9262. При опускании платформы стола разрывается кинематическая связь ее с верхним ярусом конвейера-накопителя, а при достижении платформы нижнего положения осуществляется зацепление между зубчатыми колесами на нижнем ярусе конвейера-накопителя и зубчатым колесом роликовой опоры платформы стола.

Стол типа С9262 представляет собой платформу с роликами, перемещающуюся вертикально относительно рамы. Перемещение платформы осуществляется при помощи индивидуального привода, который включает в себя электродвигатель, редуктор и цепные передачи. Передача крутящего момента на ролики платформы осуществляется через ведущее зубчатое колесо от привода верхнего или нижнего яруса конвейера-накопителя. При помощи рычага, который взаимодействует с упорами на столе-спутнике, срабатывает конечный выключатель, контролирующий наличие данного стола-спутника на платформе. Контроль положения платформы подъемно-опускного стола осуществляют конечные выключатели.

Универсальными транспортными средствами для ГПС являются напольные тележки (рельсовые и безрельсовые). Рельсовые транспортные тележки выполняют функции межучастковых и межстаночных (межоперационных) связей, а также загрузочно-разгрузочных устройств. Для этого тележки оснащены различными подъемными, поворотными и выдвижными столами, автоматическими манипуляторами или промышленными роботами, образуя в последнем случае транспортные роботы.

Тележка типа [ОМ9973](#), предназначена для выполнения транспортных операций в АТСС гибкой автоматической линии для механообработки: передачи столов-спутников или тары с заготовками, деталями и инструментами с приемно-выдающей секции склада-стеллажа на приемно-передаточные столы (накопители) станков и обратно. Рельсовый путь проложен перпендикулярно оси склада-стеллажа и позволяет тележке перемещаться непосредственно в зону его приемно-выдающей секции. Приемно-передаточные столы станков, входящих в ГПС, установлены с двух сторон относительно рельсового пути тележки. Рама тележки является несущей конструкцией, на которую устанавливаются: мачта питания с электрошкафом, блоки путевых выключателей, гидростанция, ходовые и приводные колеса, тормоза рельсовые, телескопический выдвижной и подъемный стол, на который устанавливается стол-спутник с изделием или тарой. Мачта служит для подвески силового и управляющего кабелей, перемещаемых по монорельсу с помощью кареток, которые соединены между собой цепями.

Блоки датчиков содержат шесть бесконтактных выключателей, с помощью которых задается ход каждой из 64 позиций тележки. Два дополнительных бесконтактных путевых выключателя предназначены для точной остановки тележки в заданной позиции. На датчики воздействуют шунты—стальные пластины, расположенные вдоль пути на приемно-передаточных столах, каждый из которых имеет определенный цифровой код (адрес позиции, заданный в двоичном коде).

Механизм привода перемещения тележки состоит из гидромотора и двухступенчатого редуктора с передаточным числом $i = 10$. На выходном валу редуктора закреплены приводные колеса, которые вместе с неприводными ходовыми колесами смонтированы на двухрядных сферических подшипниках рамы. Для снижения уровня шума и вибрации бандажи колес связаны со ступицами резиновыми амортизаторами.

Позиционирование тележки в заданном положении обеспечивается с помощью рельсовых тормозов, которые создают дополнительное усилие, уравнивающее консольно выдвинутый стол с грузом. Рельсовые тормоза установлены на раме тележки над каждым колесом. Тормоз выполнен в виде прямоугольной электромагнитной катушки, подвешенной к раме тележки на тягах с пружинами. При включении тока электромагнитная катушка притягивается к рельсу и удерживает тележку. Электропитание к тормозу подается по кабелю, подвешенному на мачте.

На раме тележки смонтирован подъемно-выдвижной стол, на котором устанавливается тара или столы-спутники с заготовками и обработанными деталями. Механизм подъема состоит из кронштейнов для крепления стола, системы рычагов и шарниров, позволяющих равномерно поднимать и опускать стол при помощи одного гидроцилиндра. Кронштейны расположены симметрично по обеим внешним сторонам рамы тележки. Контроль подъема стола осуществляют конечные выключатели.

Два симметрично расположенных телескопических выдвижных устройства приводятся в движение от единого привода. Привод состоит из гидромотора и зубчатого четырехступенчатого редуктора с передаточным числом $n = 38,5$. Выходной вал редуктора при помощи предохранительных муфт соединяется со свободно установленными на обоих его концах зубчатыми колесами, которые приводят в движение систему зубчатых колес и реек выдвижного телескопического устройства.

Выдвижное устройство состоит из трех платформ: верхней, средней и нижней. На верхней платформе устанавливается тара или стол-спутник. С нижней стороны этой платформы

смонтирована зубчатая рейка. Средняя содержит набор зубчатых колес, одновременно закрепляющихся между собой, с рейкой верхней платформы и с рейкой нижней (неподвижной) платформы. Кроме того, с нижней стороны средней платформы имеются две рейки, зацепляющиеся с зубчатыми колесами нижней платформы. Эти колеса приводятся в движение зубчатыми колесами на выходном валу редуктора. Нижняя платформа крепится на кронштейне механизма подъема стола.

Тележка типа [C4057](#) предназначена для автоматизации транспортных и погрузочно-разгрузочных операций в ГПС для механообработки. Тележка состоит из: рамы с колесами; рельсового колодочного тормоза; привода перемещения подъемного стола с приводом; выдвижного телескопического устройства с платформой и приводом; блока управления и механизма аварийного останова с бамперами; кожуха. Конструкции механизмов привода тележки, тормозного устройства и ходовых колес аналогичны описанным выше.

Подъемный стол обеспечивает вертикальное перемещение телескопической выдвижной платформы и крепится сверху на сварной раме. Привод подъема включает в себя: электродвигатель; предохранительную муфту с тормозом; червячный редуктор; открытую зубчатую передачу с ведущим колесом и зубчатым сектором; два вала с кривошипами, соединенные между собой тягами. При включении электродвигателя кривошипы поворачиваются на определенный угол, приподнимая или опуская раму, которая соединена с ними при помощи шарниров. Контроль верхнего и нижнего положений стола осуществляют конечные выключатели.

Тележка типа [C4234](#) предназначена для транспортирования тары и столов-спутников с заготовками, деталями, инструментами и технологической оснасткой между приемно-передающими столами станков, автоматизированным складом, инструментальным и контрольно-измерительным участками ГПС для механообработки.

Транспортная тележка, оснащенная автоматизированным загрузочно-разгрузочным устройством, образует автономный транспортный манипулятор (ТМ), входящий в состав АТСС типа СО 179. Данный ТМ выполнен на базе электротележки типа ЭПМ с автономными блоками питания и управления. Направляющей при движении тележки является уложенный в пол швеллер, с которым контактируют ролики механизмов слежения за трассой. Задние ведомые колеса поворачиваются с помощью механизма слежения так, чтобы их ось на участке поворота постоянно совпадала с центром дуги направляющей. Ролики механизма слежения передних приводных колес посредством тяги связаны с рычагами полуосей колес, что обеспечивает совпадение полуосей с радиусами дуги поворота этих колес. Минимальный радиус поворота равен 2 м.

В верхней части тележки имеется буфер. При наезде на препятствие срабатывают датчики (конечные выключатели), дающие команду на останов ТМ. Торможение тележки осуществляется от механизма управления тормозом, зажимающим посредством пружины шкив, который установлен на валу редуктора механизма привода. Разжим колодок тормоза производится гидроцилиндром или педалью (при ручном режиме управления).

Гидроприводы тормоза аппарелей и механизмов телескопических платформ для перемещения тары на роликах стола питаются от автономной гидростанции, установленной в задней части тележки.

На тележке установлен стол предназначенный для размещения транспортируемой тары или стола-спутника. Стол конструктивно выполнен в виде неприводного роликового конвейера, смонтированного на сварной раме. С боковых сторон тележки со столом шарнирно связаны две откидные аппарели секции роликового конвейера стола, каждая из которых имеет размеры, определяемые схемой компоновки АТСС.

Механизм привода аппарели включает в себя гидромотор и зубчатый одноступенчатый редуктор, с выходным колесом которого зацепляется зубчатый сектор, установленный в подшипниках скольжения на оси. К зубчатому сектору жестко крепится кронштейн аппарели. Для обеспечения симметрии в передаче крутящего момента выходной вал редуктора связан

промежуточным валиком с зубчатым колесом, которое зацепляется с сектором на противоположной стороне ашпарели. Контроль углового положения аппарели осуществляют бесконтактные конечные выключатели.

Перегрузка тары или стола-спутника с транспортного манипулятора на приемно-передающий стол АТСС и обратно производится специальным механизмом перемещения. Конструктивно механизм перемещения выполнен в виде системы телескопических платформ, приводимых в действие от гидромотора.

На верхней платформе установлено устройство поворота толкателей. При выдвижении верхней платформы в крайнее правое положение шток упирается в неподвижные детали приемно-передающего стола и перемещается в осевом направлении, сжимая пружину. За счет винтового паза на втулке при сцеплении кулачковой муфты поворачивается шестерня, зацепляющаяся с колесом на валу 10. Толкатель, закрепленный на валу, поворачивается и освобождает тару, перемещающуюся на роликах стола и аппарели. При движении в исходное (среднее) положение верхней платформы пружина возвращает шток, поворачивая толкатель на 180°. При этом обеспечивается захват тары и ее перемещение вместе с платформой на стол тележки. При выдвижении верхней платформы в крайнее левое положение шток упирается в другое приемно-передающее устройство, сжимая пружину. Шток при этом перемещается в обратном направлении механизмом рычажного параллелограмма, толкатель поворачивается, освобождая тару.

Телескопическая выдвижная система состоит из верхней, средней, нижней и стационарной платформ. Платформы перемещаются друг относительно друга на роликовых направляющих, установленных в корпусах этих платформ. Причем верхняя платформа перемещается на роликах средней платформы, средняя платформа — на роликах нижней платформы, а она, в свою очередь,—на роликах стационарной платформы, которая крепится на транспортной тележке.

Привод выдвижения включает в себя гидромотор, установленный на стационарной платформе. Гидромотор муфтой связан с валом, на котором закреплено ведущее зубчатое колесо, зацепляющееся с рейкой нижней платформы. Нижняя платформа при вращении вала гидромотора перемещается на роликовых направляющих стационарной платформы.

На нижней платформе установлены на осях звездочки z_3 и z_4 , охваченные цепями, концы которых закреплены на стационарной и средней платформах. Таким образом, средняя платформа приводится в движение в ту же сторону, что и нижняя платформа, но с удвоенной скоростью (см. схему выдвижения платформы). Аналогичную конструкцию имеет средняя платформа, которая приводится в движение цепями, закрепленными на нижней и верхней платформах. Крепление концов цепей на подвижных и неподвижных платформах осуществляется с помощью натяжных устройств.

Особенностью безрельсовой транспортной тележки—транспортного робота (ТР) [“Электроника НЦТМ-25”](#) является оснащение его автономным источником питания, микропроцессорным устройством управления, обеспечивающим слежение за трассой в виде светоотражающей полосы, и загрузочно-разгрузочным столом, на котором устанавливаются тара и сменные столы-спутники с заготовками, деталями, инструментами или технологической оснасткой. ТР предназначен для автоматического перемещения названные изделия между складом-стеллажом, участками комплектования и ГПМ или РТК в составе ГПС для механообработки.

Рабочее место (станция) ТР в АТСС содержит две стойки, симметрично расположенные по обе стороны трассы. На стойке автоматически устанавливается и с них снимается тара или стол-спутник при помощи подъемного загрузочно-разгрузочного стола, смонтированного на тележке. Станция ТР оснащена датчиками типа конечных выключателей.

Тележка выполнена в виде шасси с двумя ведущими колесами, установленными на поперечной оси в центре шасси, и четырьмя опорными колесами на продольных осях спереди и сзади. Приводы тележки смонтированы с двух сторон на шасси в его центральной

части и связаны с каждым из ведущих колес. Здесь же размещен привод стола с подъемными механизмами. С одной стороны тележки установлены аккумуляторные батареи, а с противоположной стороны — блок управления со встроенной микроЭВМ. Фотоэлектрические датчики для слежения за трассой по светоотражающей полосе, нанесенной на полу, размещены с двух сторон в нижней части шасси. С каждой стороны тележки имеются упоры с устройствами аварийного останова и фары. Контактное устройство предназначено для автоматического подключения ТР к зарядному устройству. Для контроля перемещения тележки используются специальные устройства — измерители пути. Механизмы тележки сбоку и сверху закрыты кожухами (на общем виде тележки кожухи полностью не показаны).

Вращающий момент на приводное колесо передается от электродвигателя постоянного тока, с которым соединен электромагнитный тормоз и входной вал зубчатого двухступенчатого редуктора. На конце выходного вала редуктора выполнено зубчатое колесо, находящееся в зацеплении с венцом с внутренними зубьями, который закреплен в ступице колеса с резиновым ободом. Колесо вращается в роликовых подшипниках, установленных в корпусе и редуктора, который в свою очередь закреплен на боковой поверхности шасси. Регулировка тормоза осуществляется винтами, смещающими рычаг нажимного диска. Контроль начального углового положения вала электродвигателя осуществляет бесконтактный конечный выключатель, установленный на корпусе тормоза. Опорные колеса попарно установлены в подшипниках на оси, которая закреплена на рычаге механизма подвески. Опорные колеса в сборе могут поворачиваться относительно вертикальной оси в опоре.

Механизм подъема выполнен в виде выдвижной опоры, приводящейся с помощью винта и гайки, которая жестко закреплена в расточке данной опоры. Для равномерного движения опоры каретка, в которой крепится гайка, одновременно приводится двумя дополнительными винтами, установленными параллельно ходовому винту. Шариковые гайки также крепятся в расточках каретки.

В нижней части механизма подъема смонтирован зубчатый механизм, связывающий ходовой винт и дополнительные винты между собой и с ведущим валом. Сверху на валу установлена звездочка цепной передачи, соединяющей данный механизм подъема с другими аналогичными устройствами и с механизмом привода. Таким образом обеспечивается синхронное выдвижение всех четырех опор, на которых устанавливается унифицированная тара или стол-спутник с изделием. Контроль положения механизма подъема осуществляется двумя путевыми выключателями.

Механизм привода подъема включает в себя электродвигатель постоянного тока и зубчатый редуктор, на выходном валу которого крепится звездочка цепной передачи.

Для определения расстояния, пройденного транспортным роботом, используется измеритель пути. Измеритель пути выполнен в виде корпуса, шарнирно установленного на кронштейне. В корпусе на оси вращается диск, имеющий по периметру двенадцать отверстий и входящий своей периферийной частью в паз импульсного фотоэлектрического датчика. Сигналы датчика усиливаются, формируются и передаются в управляющую микроЭВМ. Для обеспечения необходимой точности измеритель пути устанавливается в геометрическом центре шасси ТР.

[АТСС на участке для механообработки](#), обслуживаемом транспортными роботами типа РБТ-1, предназначена для автоматизированной подачи столов-спутников и тары с заготовками, деталями, инструментом и технологической оснасткой от склада-стеллажа с позициями загрузки-разгрузки, оснащенными приемно-передающими устройствами типа ОМ9957, к конвейерам-накопителям на позициях обработки и обратно.

Транспортный робот типа РБТ-1 конструктивно выполнен по модульно-агрегатному принципу и включает в себя: шасси, два погрузочно-разгрузочных устройства с телескопическими платформами, автономные блоки питания и управления (от бортовой микроЭВМ).

Управление транспортным роботом основано на слежении при помощи фотодатчиков за трассой со светоотражающей полосой.

Унифицированное перегрузочное (приемно-передающее) устройство типа ОМ9957, входящее в состав АТСС, предназначено для перемещения с возможностью поворота и промежуточного накопления унифицированной тары или столов-спутников, снимаемых или устанавливаемых в ячейках склада-стеллажа. Перегрузочное устройство состоит из: роликового конвейера, который выполняет роль накопителя; электродвигателя; несущей рамы сварной конструкции. Движение вращения приводным роликом передается от звездочек, установленных на выходном валу редуктора, при помощи цепей. Дополнительная секция конвейера-накопителя связана с приводными звездочками основной секции конвейера роликовыми цепями. На поворотном столе приемно-передающего устройства смонтирована секция роликового конвейера с автономным приводом, установленная в поворотной платформе. Привод вращения стола осуществляется электродвигателем, который связан через редуктор с колесом, зацепляющимся с зубчатым венцом. Зубчатый венец закреплен на платформе, вращающейся на подшипниках, которые установлены в корпусе основания. Контроль углового положения платформы выполняют путевые переключатели.

Для транспортирования тары с грузом (заготовками, обработанными деталями, инструментальными наладками) между складом-стеллажом и промежуточными накопителями ГПМ могут применяться подвесные тележки (транспортные манипуляторы и роботы) различных конструкций.

Транспортный манипулятор выполнен в виде тележки, передвигающейся по рельсовому пути, который проложен над технологическим оборудованием. Ведущие колеса тележки установлены на валах, соединенных муфтами с приводом. Механизм привода тележки включает в себя электродвигатель, редуктор и тормоз. Колесо закреплено на валу, установленном на подшипниках в корпусе. В средней части тележки установлен механизм привода подъема груза, в состав которого входят электродвигатель, тормоз и редуктор. К выходному валу редуктора присоединяются с двух сторон при помощи муфт валы, с ведущими зубчатыми колесами механизмов подъема. Механизм подъема монтируется в корпусе, который крепится к платформе тележки. С валом-шестерней, установленным на подшипниках в корпусе, зацепляется зубчатая рейка, которая перемещается в направляющих. Рейка снизу оканчивается башмаками, с помощью которых осуществляется захват транспортируемой тары с грузом. Опереда и сзади тележки установлены подпружиненные буферы, устройства аварийного останова. При наезде на препятствие шток буфера смещается, сжимая пружину, и воздействует на путевые выключатели, управляющие включением-выключением электродвигателя привода тележки.

Контроль перемещения тележки по рельсовому пути осуществляют путевые выключатели. Подъем и опускание груза контролируется датчиками положения реек. Во время работы транспортного манипулятора рейки с башмаками для захвата груза могут находиться в четырех положениях, контролируемых соответствующими путевыми выключателями. Движение тележки с грузом возможно только при верхнем, а без груза — при нижнем положении реек. Промежуточные позиции механизма подъема используются при погрузочно-разгрузочных операциях, выполняемых транспортными манипуляторами.