

Тема 3.8 Агрегатные станки

Одним из методов усовершенствования технологических процессов на машиностроительных заводах является применение высокопроизводительного станочного оборудования.

Высокопроизводительными станками комплектуются целые автоматические линии. Создание таких линий становится приоритетом в развитии обрабатывающей промышленности. Среди крупных предприятий начали зарождаться тенденции развития многооперационных и агрегатных станков. Для внедрения новых технологий многие конструкторские учреждения усиленно работают над созданием новых моделей агрегатных станков. Особое широкое применение получили агрегатные станки с ЧПУ (числовым программным управлением).



Агрегатный станок – это специальные полуавтоматические или автоматические станки, конструкция которых состоит из унифицированных узлов и механизмов, не связанных между собой единой кинематической схемой. Область применения данного оборудования охватывает группу предприятий с крупносерийным и массовым производством. Их основное назначение – это обработка деталей, имеющих объемные (коробчатые) формы.

Технические характеристики агрегатных станков позволяют применять их для сверления, нарезания резьбы, фрезерования и много других работ, связанных с токарной обработкой заготовок.

Станки такой модели, еще применяются в тех случаях, когда деталь, которая обрабатывается, закрепляется в неподвижном состоянии, а в движении находится режущий инструмент. Это дает возможность, на одной детали выполнять одновременно несколько операций с разных сторон детали.

Классификация

В зависимости от геометрических размеров заготовок, которые могут обрабатываться, агрегатные станки классифицируются на три группы. Каждая группа отличается габаритными размерами станка, его весом и конструкцией унифицированных узлов.

1. Группа малогабаритных агрегатных станков. Это группа станков с небольшими размерами пинольных головок. Мощность пинольных головок колеблется от 0,18 до 0,75 кВт.
2. Группа средних станков. У этой группы станков силовые головки имеют плоскокулачковый привод. Мощность подачи колеблется от 1,1 до 3 кВт.
3. Группа больших размеров. Такие станки в своей конструкции имеют гидравлические или электромеханические столы. Такие столы предназначены для установки на них шпиндельных узлов.

Агрегатные станки классифицируются также по конструктивным особенностям:

По количеству рабочих позиций классификация осуществляется по следующим признакам:

однопозиционные. Конструкция такого агрегатного станка обеспечивает многостороннюю обработку деталей. Обрабатываемая деталь, на этих станках фиксируется в закреплённом неподвижном положении. Силовая головка агрегатного станка может обрабатывать заготовку с одной, двух или трех сторон;

многопозиционные. На таком оборудовании заготовки могут обрабатываться в последовательном режиме. На каждом режиме обработка может вестись в трехстороннем режиме.

По расположению инструмента. Силовая головка может обеспечить расположения инструмента по отношению к обрабатываемой детали в вертикальном, горизонтальном или наклонном положении.

1. По способу крепления и передвижению заготовки классификация разделяет станки на следующие виды:
 - станки, у которых столы неподвижные;

- станки с поворотным столом. Такая модель позволяет передвигаться столу вокруг двух осей (вокруг осей в вертикальной и горизонтальной плоскости);
- станки с возможностью перемещения в 1, 2, 3-х направлениях.

К отдельной классификационной группе следует отнести агрегатные станки *линейного построения*. На этих станках можно выполнять сверлильные, фрезерные и другие работы, а также нарезать внутренние резьбы. У таких станков нет закрепленного основания. Конструктивно такие станки состоят из рамы, электродвигателя и держателя рабочего инструмента. Рама оснащена направляющими. Заготовка крепится в специальное приспособление.

Многие промышленники требуют от станочного оборудования высокой степени гибкости при совершенной производительности. Этим требованиям удовлетворяют агрегатные станки с ЧПУ, которые относятся к особой классификационной группе.

Типовые компоновки агрегатных станков

Компоновка агрегатных станков выполняется по схемам в зависимости от конфигурации и геометрических размеров заготовок и заданной точности обработки. При обзоре их можно разделить на следующие виды:

- *одношпиндельные и многошпиндельные*. Это агрегатные станки, компоновка которых строится в зависимости от конструкции силовых головок;
- *однопозиционные*. Это агрегатные станки, основные узлы которых расположены таким образом, что они всегда находятся в центре внимания оператора станка. Заготовки на таких станках закрепляются неподвижно, а отдельные поверхности обрабатываются только одним инструментом;
- *барабанного типа (многопозиционный)*. Это станки скомпонованные таким образом, что заготовки обрабатываются с нескольких позиций. При такой компоновке можно одну и ту же поверхность, если применить последовательный цикл, обрабатывать двумя и более инструментами. Для таких целей станок снабжается поворотным столом барабанного типа;
- *станки односторонние и многосторонние*. Эти станки отличаются друг от друга по конструктивному расположению инструмента относительно заготовки. Они могут быть вертикального, наклонного или горизонтального исполнения.

Если рассматривать способы *крепления и перемещения обрабатываемых деталей*, то станки можно сгруппировать по следующим принципам:

- *станок с неподвижным столом*. Это станок, у которого стол находится в неподвижном положении;
- *станок с поворотным столом*. Это агрегатный станок барабанного типа, у которого стол может вращаться относительно как вертикальной, так и горизонтальной оси;
- *станок с перемещающимся столом*. Стол у такого станка может свободно перемещаться в нескольких направлениях. Обычно в 1, 2 или 3-х направлениях.

Принцип агрегатирования станков.

Принцип агрегатирования основан на том, что вместо разработки всех узлов при проектировании нового станка используют ранее разработанные узлы, komponуя из них новый станок. Для этого предварительно разрабатываются несколько однотипных узлов (агрегатов) разных размера и мощности (называются нормализованными или унифицированными), позволяющих спроектировать станок, довольно хорошо соответствующий технологическому процессу обработки детали. Кроме того, стараются эти агрегаты делать самодействующими, снабжая каждый своим двигателем. Агрегатные специальные станки имеют существенные *преимущества* перед другими станками:

- возможность создания оборудования по наивыгоднейшему технологическому процессу. Когда намечается применение агрегатных станков, сначала разрабатывают процесс обработки детали, а потом для выполнения этого процесса komponуют станки из готовых узлов;
- многоинструментная обработка, которая резко повышает производительность работы;
- возможность выполнения самых разных операций на одном станке;
- позволяют постоянно совершенствовать само оборудование, так как надо модернизировать не весь станок, а лишь тот узел, который устарел;
- создаются благоприятные условия для узлового ремонта станков;
- повышается надежность работы оборудования, созданного из проверенных нормализованных узлов;
- специальные станки собираются из серийных узлов, что их удешевляет

Наряду с плюсами, у агрегатных станков есть и *минусы*, которые в последние годы сильно сократили спрос на эти станки даже для массового производства:

- для новой детали, даже незначительно отличающейся от прежней по обрабатываемым поверхностям, надо делать новый специальный станок;
- станки стоят довольно дорого и имеют узкую область применения — массовое производство.

Для устранения этих противоречий надо, чтобы специальное станочное оборудование соответствовало трем главным условиям:

- позволяло делать переналадку для обработки разных деталей при достаточно высокой производительности (это самое главное, потому что стоимость основных средств составляет значительную долю в себестоимости продукции);
- имело короткие сроки проектирования и изготовления;
- имело невысокую стоимость и быструю окупаемость.

В целом агрегатные станки в определенных условиях производства этим условиям отвечают.

2) Основные преимущества агрегатных станков по сравнению со специальными станками, назначение и область применения.

Преимущества агрегатных станков:

1) высокая производительность, обусловленная многоинструментальной обработкой заготовок одновременно с нескольких сторон; годовой эффект от использования агрегатных станков значительно выше по сравнению с универсальными станками;

2) простота изготовления благодаря унификации механизмов и деталей;

3) сокращение сроков проектирования;

4) возможность многократного использования части агрегатов при изменении объекта производства;

5) возможность обслуживания станков операторами низкой квалификации.

В зависимости от формы, размеров и точности обрабатываемой заготовки агрегатные станки компонуют по разным схемам: односторонними и многосторонними, одношпиндельными и многошпиндельными,

однопозиционными и многопозиционными в вертикальном, наклонном, горизонтальном и комбинированном исполнениях.

Назначение и область применения агрегатных станков.

Проектирование высокопроизводительного оборудования основывается на методе максимальной концентрации операций.

Концентрация операций успешно решается на агрегатных станках, при обработке заготовки большим количеством инструментов.

Агрегатными называются специальные станки, состоящие из нормализованных стандартных узлов и деталей. Они предназначены для обработки большого количества поверхностей в условиях крупносерийного и массового производства, обеспечивая высокую производительность, осуществляя обработку деталей с разных сторон.

Преимущества: требуется меньшая производственная площадь; обеспечивается стабильная точность обработки; обслуживания операторами невысокой квалификации; допускает многократное использование нормализованных узлов.

Недостатки: менее гибкие при переналадке. Наибольшее распространение получили агрегатные станки сверлильной группы. Агрегатные станки различаются компоновкой, которая зависит от заготовки и последовательности обработки.

Станки бывают многопозиционные.

Все многообразие агрегатных станков достигается при номинальной номенклатуре унифицированных узлов, в состав которых входит: станины, стойки, подставки, тумбы, переходные угольники, силовые головки, многошпиндельные головки, поворотные столы, станции гидроприводов, силовые столы.

Оригинальными деталями являются станочные приспособления для крепления заготовок.

Условно делятся на четыре группы.

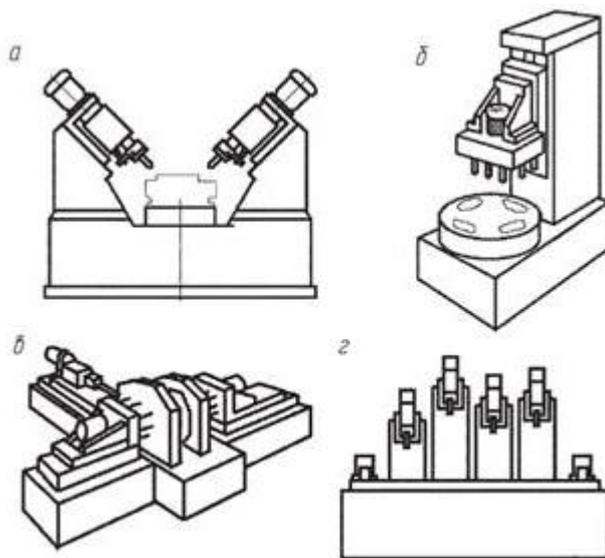


Рис. 3. Компоновки агрегатных станков

1. На станках нет устройства для периодического транспортирования обрабатываемых деталей, т.е. детали остаются неподвижными в течение всего цикла обработки (рис. 3, а). Установив заготовку, можно обрабатывать на разных ее сторонах поверхности, точно связанные друг с другом, например, отверстия в корпусе редуктора или в чашке дифференциала, цапфы крестовины карданного вала. Благодаря тому, что приспособление неподвижно, можно достичь довольно высокой точности обработки.

2. Агрегатные станки имеют поворотный делительный стол (рис. 3, б). Обычно на нем помещается многопозиционное приспособление. Последовательная обработка детали производится несколькими инструментами. Возможна конструкция со столом, вращающимся вокруг центральной колонны. Иногда в центре поворотного стола устанавливается одна крупногабаритная заготовка.

3. Станки имеют барабан с горизонтальной осью вращения, на гранях которого находятся приспособления для закрепления обрабатываемых деталей (рис. 3, в). На барабанных станках детали обычно обрабатываются с двух или с трех сторон — это могут быть валы, трубы, корпусные детали. Небольшие подвесные головки позволяют распространить обработку на большее число сторон.

4. Станки имеют многопозиционный стол с линейным перемещением и предназначены для обработки деталей с большим количеством повторяющихся элементов или крупногабаритных (рис. 3, г).

Для загрузки и съема заготовок служат одна или две (на противоположных сторонах станка) позиции.

В агрегатных станках количество силовых узлов и инструментальных шпинделей, расположение осей шпинделей зависят от реализуемого на станке технологического процесса. Различают станки одноагрегатные и многоагрегатные, одношпиндельные и многошпиндельные, горизонтальные, вертикальные, наклонные и комбинированные, односторонние и многосторонние.

На однопозиционных станках обработка полностью заканчивается при постоянном положении детали. На многопозиционных станках с поворотными делительными столами обработка деталей выполняется параллельно или последовательно на нескольких позициях в разных положениях относительно инструментов.

Агрегатные станки можно оснастить загрузочными приспособлениями, и они станут автоматами. АС работают как самостоятельно, так и в составе автоматических линий.

Силовые головки агрегатных станков — это основные нормализованные узлы, определяющие их технологические возможности. Силовые головки предназначены для сообщения инструменту главного движения, рабочей подачи и установочных перемещений при сверлении, зенкеровании, развертывании и растачивании деталей из различных материалов. В большинстве случаев осуществляются циклы движений, включающие быстрый подвод инструмента, рабочую подачу (одну или две в зависимости от технологического процесса), выдержку на жестком упоре (при необходимости), быстрый отвод и остановку в конце хода. Программа движений может быть разной и осуществляется автоматически от кулачка, установленного внутри корпуса головки.

Основными параметрами силовых головок, которые характеризуют их технологические возможности и служат основанием для выбора конструкции силовых узлов, являются мощность привода главного движения, наибольшая сила подачи, частота вращения приводного вала шпинделя головки, пределы подач, скорость быстрых перемещений, длина рабочего хода, точность переключения механизма подачи, габаритные размеры.

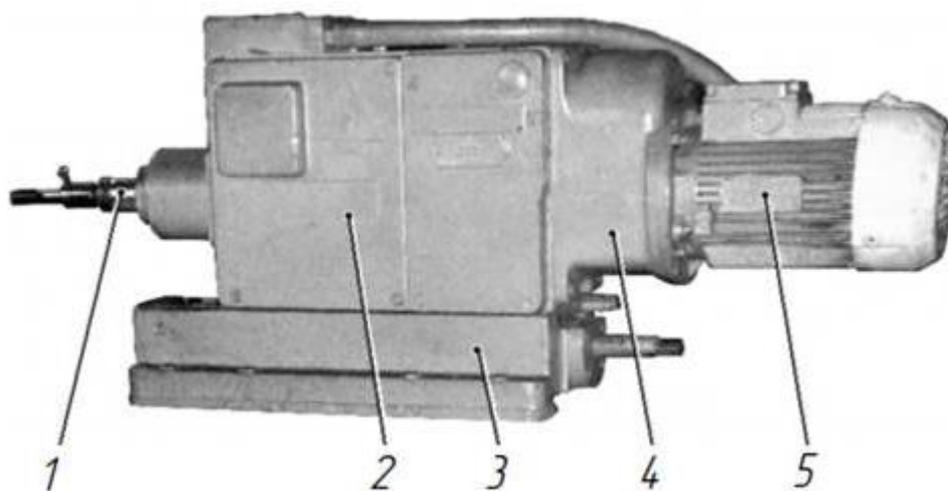


Рис. 4. Малогабаритная силовая головка

Существует несколько основных признаков классификации силовых головок:

- по виду привода подачи — электромеханические (кулачковые и винтовые), гидравлические и пневмогидравлические;
- по способу выполнения движения подачи — с выдвижной пинолью и с подвижным корпусом;
- по развиваемой мощности подачи — самодействующие (привод подачи встроен в корпус) и несамодействующие (часть механизмов — насос, панель управления — вынесена за пределы головки)

На рис. 4 показана малогабаритная силовая головка с плоскокулачковым приводом подачи и выдвижной пинолью. Корпус 2 головки смонтирован на салазках 3, закрепляемых на станине. Во время работы корпус головки неподвижен; при наладке станка корпус можно вручную (при помощи винта) перемещать вдоль салазок. Если надо перемещать головку в процессе работы станка, применяют самоходные салазки. Шпиндель 1 вращается электродвигателем 5 при помощи ременной или зубчатой передачи 4.

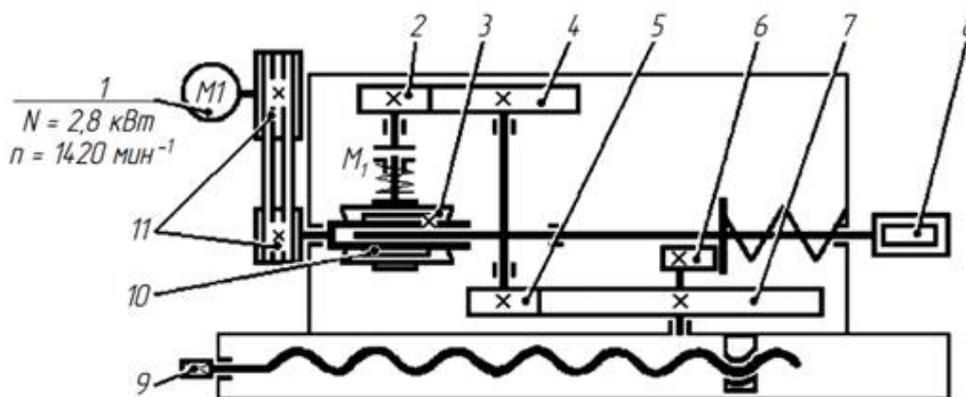


Рис. 5. Кинематическая схема самодействующей силовой головки

Принцип работы головки заключается в следующем (рис. 5). От электродвигателя 1 через сменные шкивы 11 вращательное движение передается полному валу 4, имеющему внутренние шлицы для соединения со шпинделем 8. На полном валу имеется червяк 10, от которого через червячное зубчатое колесо 3 сменные колеса 2 и 4 и колесо 5 вращение передается зубчатому колесу 7, имеющему на своем торце кулачок 6. К кулачку прижат при помощи пружины упор, жестко соединенный с пинолью шпинделя. Кулачок, нажимая на упор, выдвигает шпиндель вправо, обеспечивая ускоренную и рабочую подачи, а потом пружина возвращает шпиндель в исходное положение. Механизмы головки предохраняются от перегрузки шариковой муфтой Мф1, вмонтированной во втулку червячного зубчатого колеса 3. Главное движение настраивается сменными шкивами 11, а величина подачи — сменными зубчатыми колесами 2 и 4

Барабанно-кулачковые силовые головки с подвижной пинолью или подвижным корпусом применяются для сверлильно-фрезерных и резбонарезных операций. Их мощность 0,1. . . 6 кВт. Принципиальная кинематическая схема такой головки не отличается от схемы плоскокулачковой головки.

Силовая головка с гидравлическим приводом подачи показана на рис. 6. Вращение от двигателя 11 через пару зубчатых колес 1-10 передается через связь 9 на шпиндель 6 головки. Шпиндель установлен внутри пиноли 4, подача которой сообщается гидроцилиндром 7. При перемещении поршня 8 вправо шпиндель скользит внутри втулки 5, с которой имеет подвижное соединение, осуществляя движение подачи. На боковых поверхностях силовой головки устанавливаются упоры 2 электрической и гидравлической аппаратуры управления 3.

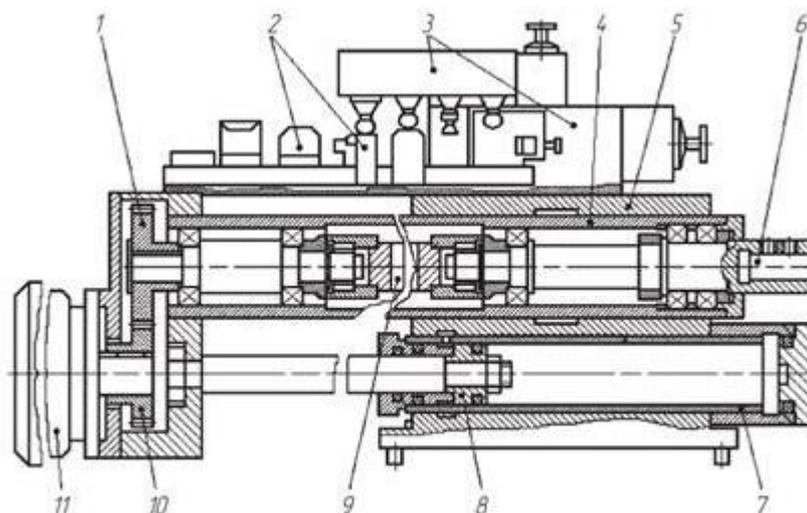


Рис. 6. Силовая головка с гидроприводом

Гидравлические силовые головки применяют для выполнения как легких, так и тяжелых работ при обработке деталей средних и больших размеров. Эти головки годятся для выполнения силовых работ: привод главного движения 0,27. . .30 кВт, усилие подачи 0,4. . .100 кН.

Гидропривод обеспечивает бесступенчатое регулирование подачи в пределах 0,12. . .14 мм/с и скорость быстрых перемещений 50. . .125 мм/с. Благодаря точному переключению с быстрых ходов на рабочие подачи и наоборот (0,18. . . 0,47 мм) обеспечивается малое время холостых ходов. Частота вращения инструмента до 9000 мин⁻¹, а при сверлении отверстий диаметром менее 1 мм шпиндель делает до 24 000 мин⁻¹. Большая жесткость, надежная защита от перегрузки и самосмазываемость деталей привода обеспечивают высокие эксплуатационные качества силовой головки. Недостатком является то, что сложно эксплуатировать и ремонтировать гидропанели, нестабильна подача при резко меняющихся силах резания и невозможно нарезать резьбу.

Быстрые перемещения в агрегатных станках с гидроприводом занимают до 50 % времени работы. Увеличение скорости быстрых ходов до значений более 5 м/с вызывает рост инерционности и времени хода. Введение двухскоростного подвода с переключением на скорость 2 м/с повышает стабильность точки переключения и сокращает время переключения на 27-50 %.

Винтовые электромеханические головки применяются для сверлильных, расточных, а особенно часто — резбонарезных операций. Самодействующие силовые головки обеспечивают основные движения и быстрый подвод и отвод режущего инструмента. Наибольшая длина хода инструмента в зависимости от конструкции салазок составляет 500. . .800 мм, пределы подач 16,4. . .349 мм/мин, мощность электродвигателя до 14 кВт.

Пневмогидравлические силовые головки работают с применением сжатого воздуха в сочетании с гидравлическим регулированием величины подачи. Они выпускаются двух типов: с непосредственным воздействием воздуха на масло (модели ПГСГ) или пинольного типа с разделением воздуха и масла упругой диафрагмой (модели ГС-2М). Главное движение в пневмогидравлической силовой головке — вращение шпинделей с инструментами — осуществляется от электродвигателя через зубчатую передачу, а поступательное перемещение с рабочей подачей и обратный ход — от поршня силового цилиндра с помощью сжатого воздуха.

В пневматических силовых головках вращение шпинделю сообщается от турбинки, установленной в корпусе головки, там же расположен пневмоцилиндр подачи. До соприкосновения инструмента с изделием

происходит быстрое перемещение шпинделя, а затем следует рабочая подача, которая в такой головке не регулируется, а зависит от твердости обрабатываемого материала.

Пневматические и пневмогидравлические силовые головки просты по конструкции, легко перенастраиваются, со самосмазывающей системой трущихся поверхностей, с бесступенчатым регулированием подач. Но они имеют малые усилия подач и энергоемки из-за затрат на получение сжатого воздуха.

Силовые столы и бабки

Для выполнения операций, требующих больших затрат мощности: фрезерования, растачивания, подрезки больших торцов, — от силовых головок требуется повышенная жесткость. Описанные ранее силовые головки не отвечают этому требованию. Для повышения жесткости пришлось изменить конструкцию: механизм главного движения отделили от механизма подачи, и получились два узла — силовой стол и силовая бабка. На рис. 7 представлен такой агрегат.

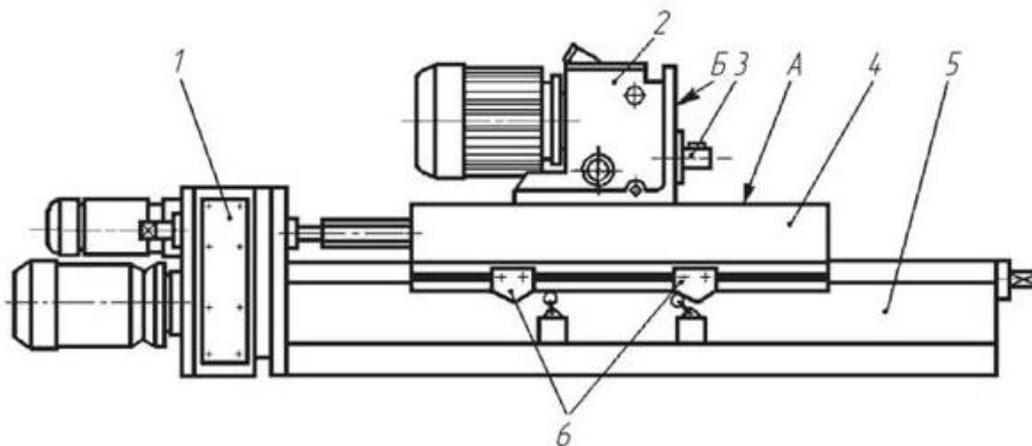


Рис. 7. Силовой стол с установленной на нем силовой бабкой

Базовым в нем является силовой стол 4, установленный в направляющих салазках 5. Привод стола осуществляется с помощью двух электродвигателей, редуктора 1 и пары винт — гайка. В зависимости от назначения станка на силовом столе устанавливают сверлильные, фрезерные, обточные, подрезные, алмазно-расточные и другие силовые бабки 2. Можно установить зажимное приспособление с обрабатываемой заготовкой. Бабка имеет отдельный привод главного движения, заканчивающийся приводным валом 3, который вращает шпиндель шпиндельной коробки. Коробка устанавливается на плоскость А силового стола и закрепляется к плоскости Б силовой бабки. Цикл работы агрегата обеспечивают упоры 6 и конечные переключатели.

Полученный агрегат обеспечивает надежную и стабильную подачу в пределах 0,2. . . 2,2 мм/с, быстрые ходы со скоростью 0,07. . . 0,11 м/с, усилие

подачи 3...100 кН и возможность нарезания резьбы. Установленная мощность привода главного движения от 0,8 до 30 кВт. В то же время у данного узла сложная электрическая схема, ступенчатое изменение подачи, на нем трудно получить очень малые подачи. Большая масса оборудования снижает точность исполнения команд во время быстрых перемещений. Управление циклом движений стола производится переставными упорами и бесконтактными путевыми переключателями типа БВК.

В силовых столах наряду с винтовыми парами скольжения используются винтовые пары качения, отличающиеся высокой долговечностью и обеспечивающие за счет плавности перемещения стола высокую стойкость режущего инструмента. Силовые столы могут работать в горизонтальном, вертикальном и наклонном положениях. При вертикальном или наклонном варианте установки стола его движущаяся часть уравнивается грузом-противовесом, который размещается внутри стойки и подвешивается на втулочно-роликовых цепях или стальных канатах.

Силовые столы используются в качестве механизмов подачи агрегатных станков при обработке средних и крупных деталей. Основной рабочий цикл силовых столов, как и силовых головок: ускоренный подвод — рабочая подача (одна или две) — выдержка на жестком упоре — быстрый отвод. В зависимости от типоразмера наибольшая длина хода стола составляет 250...1250 мм, а наибольшее усилие подачи 6,3...100 кН.

При использовании стола с гидроцилиндром обеспечиваются бесступенчатое регулирование подачи и достаточная точность переключения с быстрого хода на рабочую подачу (выбег до 0,5 мм).

Силовой стол с винтовым приводом подачи (рис. 8) состоит из собственно стола (подвижной плиты) 17, салазок 18 и редуктора. На столе устанавливаются приспособление с заготовкой или узлы, сообщающие инструментам главное вращательное движение (бабки сверлильные, расточные, фрезерные и др.). Стол сообщает заготовке или бабке быстрый подвод, рабочую подачу и быстрый отвод. Рабочую подачу он получает от электродвигателя 1 при включенной электромагнитной муфте 13 через зубчатые колеса 2-4, 3-6, сменные 5 и 7 и зубчатые 15-16, 9-12, 10-11 колеса. Максимальное усилие подачи регулируется фрикционной муфтой 14

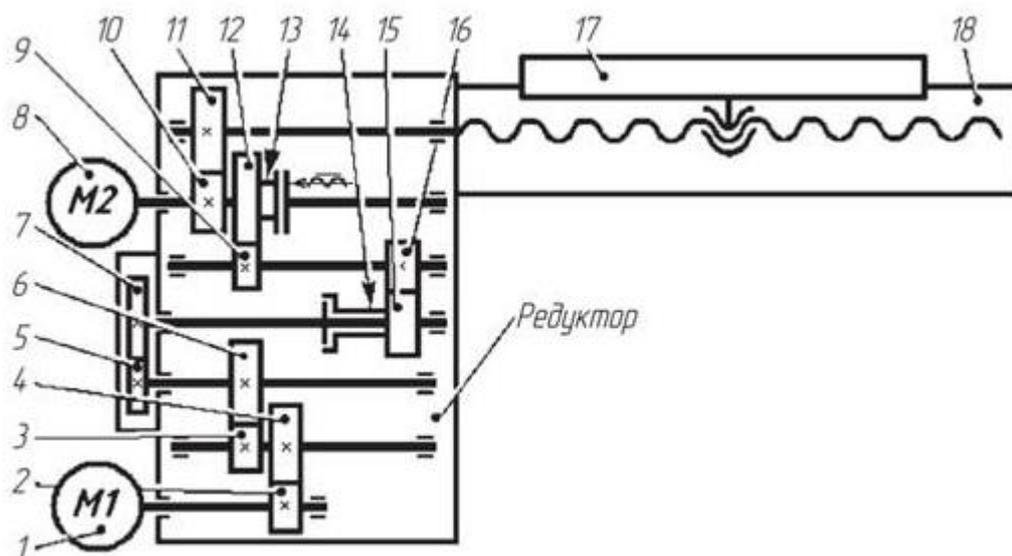


Рис. 8. Кинематическая схема силового стола

Когда надо обеспечить перпендикулярность оси отверстия и его торца, обработка последнего производится на жестком упоре. При этом стол упирается в отрегулированный винт, а предохранительная муфта 14 проскальзывает. Быстрый подвод и отвод стола сообщает электродвигатель 8 через зубчатые колеса 10-11 при выключенной электромагнитной муфте 13.

Кроме электромеханического привода подачи, агрегатные станки комплектуются силовыми столами с гидравлическим приводом. Такой стол перемещается по направляющей плите с помощью гидроцилиндра и может использоваться в качестве механизма подачи при обработке средних и крупных деталей. Силовой стол с гидроприводом иначе называется подкатным столом.

Фрезерные бабки агрегатных станков предназначены для чернового и чистового фрезерования одним шпинделем. Устанавливаются на крестовые и силовые столы, которые сообщают им движение подачи. Бабки могут быть беспинольными, когда положение фрезы относительно бабки не меняется и настройка фрезы на размер возможна только при установке бабки на крестовый стол. У пинольных бабок перемещение пиноли может быть как ручным, так и автоматическим, с отскоком пиноли. На силовых столах бабки устанавливаются на салазках. Мощность фрезерных бабок первого типа от 1,5 до 30 кВт с диапазоном частот вращения шпинделя от 41. . .2500 мин⁻¹ у маломощных до 16. . .698 мин⁻¹ у тяжелых фрезерных бабок. Пинольные бабки менее мощные (от 4 до 18,5 кВт) при тех же частотах вращения шпинделя.

Расточные бабки (рис. 9) имеют модификации, предназначенные для выполнения черновых и получистовых операций: растачивания, подрезки торцов, зенкерования, — и для чистовых операций, которые выполняют

расточивание и подрезку торцов и обеспечивают получение отверстий по 7-му качеству. Расточные бабки могут иметь механизм автоматической подналадки режущего инструмента. Устанавливаются на силовые столы, которые сообщают им движение подачи, или стационарно, когда движение подачи сообщается обрабатываемой детали.

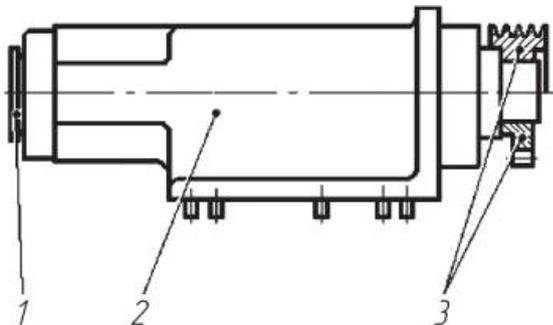


Рис. 9. Расточная бабка: 1 — шпиндель; 2 — корпус; 3 — приводной шкив или зубчатое колесо.

Рис. 9. Расточная бабка: 1 — шпиндель; 2 — корпус; 3 — приводной шкив или зубчатое колесо.

Подрезно-расточные бабки одновременно выполняют растачивание отверстия и подрезку торцов (протачивание канавок). Эти бабки устанавливаются на силовые или подкатные столы.

Частоты вращения шпинделей бабок, применяемых на агрегатных станках, лежат в пределах $16 \dots 5000 \text{ мин}^{-1}$. Они могут растачивать отверстия диаметром до 200 мм, а крутящий момент и осевое усилие могут достигать, соответственно, $6300 \text{ Н} \cdot \text{м}$ и 25000 Н .