

Экономические эпохи различаются  
не тем, что производится, а тем, как  
производится, какими средствами труда.  
*Карл Маркс. «Капитал» 1867 г.*

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Человеку свойственно стремление к целенаправленной трудовой деятельности. Будучи беспокойным, инициативным существом, он постоянно не удовлетворен окружающим его предметным миром, что побуждает его к созиданию чего-то нового.

Найдя себе предметного посредника — орудие труда в широком смысле слова, человек заставил объекты внешнего мира действовать друг на друга, оставив за собой роль организатора этого воздействия.

Появление орудий труда положило начало исторического процесса разрешения противоречий между физиологической ограниченностью человека и необходимостью преобразовывать природу. Одновременно возникла и начальная форма производственных отношений.

В недрах ремесленного производства именно инструмент явился предпосылкой для возникновения машин. В рассматриваемом случае это станки для обработки различных материалов.

Русские мастера-ремесленники уже в XII в. применяли сверлильные и токарные станки с ручным приводом переменного вращательного движения деталей или инструмента. В XIV–XVI вв. такие приводы были заменены более совершенными, обеспечивающими непрерывное вращательное движение от водяного колеса.

В XIV в. в европейских странах основание токарного станка представляло собой деревянную скамейку — станину. На ней находились две бабки, вертикально неподвижные, а закрепленные вертикальные бруски, соединенные горизонтальным продольным бруском, служили опорой для резца, что избавляло станочника от необходимости держать режущий инструмент на весу. Сам станок изготавливался из прочной древесины. Над ним свешивалась укрепленная на столбе гибкая жердь, напоминающая небольшой колодезный «журавль».

К концу жерди крепилась веревка, обвивавшаяся затем вокруг вала и спускавшаяся к ножной педали. Нажимая на нее, токарь приводил деталь во вращение. Отпуская педаль, работник передавал «эстафету» гибкой жерди, которая вращала деталь в обратном направлении. Приходилось попеременно то прижимать, то отводить резец. Применение такого приспособления освобождало руки токаря, значительно облегчало труд и позволяло опирать резец на брусок — подставку.

Во Франции до наших дней сохранился станок, изготовленный в 1518 г. и предназначенный для дворцовой мастерской. Станок в целом был сделан из дерева, но центры для установки деталей у него уже были металлические. Этот станок имел люнет с рамкой для направления и поддержки изделия, сама же рамка регулировалась специальным винтом.

XVII в. во Франции оказался очень «урожайным» на технические изобретения в станочном деле. В книге Шерюбина, изданной в 1671 г., приведено описание токарного станка, созданного автором книги. Этот агрегат обладал рядом конструктивных усовершенствований по сравнению с предшественниками. Основной привод у станка был применявшийся ранее, ножной, с переменной тетивой, однако вращение передавалось через колеччатый вал. Кроме того, в станке впервые был использован ступенчато-шкивный привод.

Стремясь вырвать Россию из вековой отсталости, в том числе и в области техники и производительности труда, Петр I выписывал из-за границы иностранных ученых и мастеров, а также посылал учиться русских людей, зачастую незнатного происхождения. В России усиливалась деятельность мастеров-изобретателей оборудования для обработки металлов давлением и резанием.

Сам Петр I, как известно, владел в совершенстве различными ремеслами, однако наибольшее внимание уделял токарному искусству и немало времени проводил в своей личной «токарне».

Токарное дело в XVII и XVIII вв. понимали весьма широко. Оно включало в себя помимо точения еще и гравирование, фрезерование, строгание. Мастера токарного дела того времени являлись, по сути, квалифицированными инженерами, хорошо знакомыми с основами механики, математики и других наук. Многие из них прошли через основанную в 1701 г. в Москве навигационную школу. В 1704 г. в это учебное заведение сдал экзамен молодой московский простолюдин Андрей Нартов, которому было суждено увековечить свое имя.

Около двадцати пяти лет посвятил Андрей Нартов усовершенствованию и изобретению станков. Однако прославил себя наш соотечественник еще и созданием механизированного суппорта к токарному станку.

Изобретение суппорта означало в полном смысле слова переворот в металлообработке. 1716 г. — дата по-своему не менее весомая в истории человечества, чем год создания парового котла.

Принцип действия созданного механизированного суппорта не изменился практически до настоящего времени. Создание суппорта дало возможность перейти от ремесла и мануфактуры к крупной машинной промышленности и позволило производить машины при помощи машин.

На следующий год после изобретения суппорта А. Нартов продемонстрировал еще одно свое детище — новую модель копировального (или как его называли в Петровскую эпоху — гильоширного) станка. Следующей большой работой изобретателя было создание в 1718 г. токарно-копировального станка. В том же году А. Нартова послали за границу.

В Берлине летом 1718 г. А. Нартов обучал токарному мастерству прусского короля Фридриха Вильгельма I. Он привез из Петербурга токарный станок, после осмотра которого прусский король был вынужден признать, что «...у нас в Берлине такой машины нет».

С разрешения Петра I А. Нартов едет в Париж. Здесь он знакомится с производством и учится при академии наук. Президент Парижской академии

наук Биньон писал об изделиях, изготовленных А. Нартовым на русском токарном станке, привезенном в Париж: «Невозможно ничего видеть дивнейшего».

А между тем Франция была страной, в которой токарное дело достигло высокого уровня. Французские знатоки токарного дела не верили своим глазам. А. Нартов работал на совершеннейшем станке своего времени, оснащенном механическим резцедержателем, самоходным суппортом-автоматом, превращавшим резец в механическое орудие. К сожалению, никаких патентов на изобретения и устройства в то время не выдавали, чем и воспользовались механики Европы. Кроме того, станки А. Нартов изготавливал в единичных экземплярах, и поэтому они не могли оказать большого влияния на практическое развитие токарного дела. В то время ни в России, ни на Западе не было еще острой потребности в усовершенствовании техники машиностроения. В дальнейшем переход к машинной индустрии, изобретение новых рабочих машин, а также постоянное увеличение объемов их производства привели к бурному развитию металлорежущих станков и инструментов.

Вернувшись в Россию, А. Нартов написал докладную записку Петру I, в которой перечислил все выполненные им за границей работы и вместе с этим сообщил, что заказать токарно-копировальный станок в Англии не удалось — ни один из английских мастеров того времени не взялся изготовить для него детали. Впоследствии Нартов сам с помощниками воплотил в металл и дерево свое изобретение. На это изобретателю потребовалось одиннадцать лет. Станок этот сохранился до сих пор и поражает современников совершенством своей кинематической схемы. Продольные перемещения суппорта в станке впервые совершались автоматически. Ходовой винт его, сам по себе явившийся крупной технической находкой, имел различный шаг для копировальной и рабочей головки. Винт был нарезан А. Нартовым на специально созданном им же винторезном станке. Заметим, что английский изобретатель Г. Модсли даже несколько десятков лет спустя все еще нарезал аналогичные винты для своих станков вручную — и резьба, при большой трудоемкости ее выполнения таким образом, получалась грубой и неточной.

Двадцатые годы XVIII в. были плодотворными в жизни и творчестве А. Нартова. Он изобрел станок для изготовления рельефов на изделиях — медалях, монетах, орденах, станок для нарезания зубьев у мелких шестерен, применяемых в часовом производстве.

После смерти Петра I А. Нартов жил и трудился еще 30 лет. За это время он создал целый парк новых станков. Среди них сверлильный станок для глухих пушечных отливок, станок для нарезания продольных узоров на пушках, станок для обточки цапф, а также ряд новых режущих и измерительных инструментов и приборов.

Незадолго до смерти А. Нартов закончил работу над книгой «Театрум Махинарум», где описал все тайны токарного дела того времени. Его сын собрал все листы рукописи, переплел и передал Екатерине II. Рукопись была отправлена в придворную библиотеку и пролежала там, в неизвестности почти двести лет. Скоро был забыт и ее автор, так много сделавший для России.

Основные конструктивные идеи А. Нартова были воплощены при его жизни только в нескольких станках, настоящее же развитие получили в XIX в. и были реализованы в российском и мировом станкостроении. Некоторые из этих идей не потеряли своего значения и в настоящее время.

Многие специальные станки появились в России и были усовершенствованы на Тульском оружейном заводе, основанном Никитой Антufьевым (бывшим кузнецом), вошедшим в историю под фамилией Демидова. Опытные мастера этого завода Якоб Батищев и Марк Сидоров создали несколько машин для оружейного производства. Все эти машины приводились в действие от водяного колеса. Для первичного чернового сверления заготовок ружейных стволов Сидоров (1712) первым построил машину, снабженную сверлами-штангами. Стволы в процессе обработки охлаждались водой.

Продолживший дело М. Сидорова, Я. Батищев (1714) создал обтиральную машину для чистки стволов. Этот мастер первым в русском станкостроении соединил в единую цепь с общим приводом сверлильный, обтиральный и шустовальный станки. Механизация же процессов шустования и обтирания значительно облегчила тяжелые работы. Станок Я. Батищева имел 12 специальных напильников вогнутой формы, механически прижимавшихся к стволам.

Изобретения Я. Батищева намного опередили свое время. Но они, подобно изобретениям А. Нартова, долгое время не могли найти широкого применения в родной стране. После смерти Петра I интерес власти к развитию отечественной металлообработки пропал. Созданные на Тульском и других заводах машины постепенно приходили в негодность, о них переставали заботиться: забывались технические достижения начала века. Однако они продолжали жить в памяти хоть и немногих, но верных приверженцев отечественного станкостроения. В 1785 г. тульский оружейник Алексей Сурнин с помощью инструментальщика Латова изготовил машину для точения «замочных лодышек».

В начале XIX в. на небосклоне отечественной технической мысли ярко загорается звезда еще одного изобретателя и станочника — Павла Дмитриевича Захавы. На Тульском заводе он, начиная с 1810 г., руководил конструированием и производством новых станков, в основном токарных. Наиболее удачные конструкции изобретателя: станок для вторичного и окончательного сверления ружейных каналов, станок для нарезания резьбы, станок для сверления трубки штыка, протяжной станок, полировочный станок и др.

Одна из этих новинок, а именно станок для окончательного сверления ружейных стволов, впервые не имела деревянных частей. Станина была цельнометаллической, в машине был применен реверсный механизм.

В изобретении токарных станков П. Захава добился особенно больших успехов. В них, как и в станках А. Нартова, был использован механический суппорт, скользящий люнет (подвижная опора). Резец на станке П. Захава стал обрабатывать как цилиндрические, так и конические поверхности.

Впервые для своевременной остановки хода резца станок был снабжен автоматическим отключающим механизмом.

При непосредственном участии П. Захавы на Тульском заводе было изготовлено свыше ста металлорежущих станков, которые, в основной массе, были отправлены на другие отечественные предприятия.

Одновременно с П. Захава в России работали еще два изобретателя станков Ефим Алексеевич и его сын Мирон Ефимович Черепановы. В тридцатые годы XIX в. они создали в Нижнем Тагиле ряд горнорудных машин и паровых станков сверлильных, винторезных, «гвоздарных» и токарных.

В канун Отечественной войны 1812 г. появился в России первый штамповочный молот — машина для обработки металла давлением. С этого времени начинается медленный, но неуклонный рост отечественной металлообрабатывающей и станкостроительной промышленности. В середине XIX в. в России уже насчитывалось 25 машиностроительных заводов, а в 1861 г. их было более ста.

Однако количественный рост предприятий не означал качественных сдвигов в станочном деле. Токарный станок по-прежнему оставался главным среди другого оборудования предприятия.

Огромные возможности, открывшиеся перед промышленностью с введением рабочих машин и универсального двигателя, могли быть реализованы только в случае способности машиностроительной отрасли поставлять всем другим отраслям промышленности специальные машины в необходимых количествах.

Однако в середине XVIII в. даже в наиболее передовых странах, методы изготовления машин оставались ручными, так как были унаследованы от мануфактурного периода. Машины производились медленно, в небольших количествах, а затраты на такое производство были крайне высокими.

Ручной труд не мог разрешить многих технических задач, которые стали возникать в машиностроении при возрастающей сложности машин, увеличении их мощностей и точности работы механизмов.

Начало изменению техники изготовления машин положил английский механик Генри Модсли. В 1794 г. Г. Модсли построил работоспособный токарный станок на чугунной станине с самоходным суппортом, а в 1797 г. — токарно-винторезный станок со сменным ходовым винтом. Главная особенность их состояла в том, что инструмент (резец) стал частью машины. Его зажимали в суппорте, который и воспроизводил необходимые рабочие движения, ранее выполнявшиеся вручную. Это позволило производить обработку всевозможных деталей машин легко, точно и быстро. За техническую основу была полностью взята конструкция станка А. Нартова.

Токарно-винторезный станок Г. Модсли оказался незаменимой машиной в любой токарной работе, что позволило быстро и в необходимых количествах выпускать машины для всех отраслей промышленности и транспорта.

Внедрение станков и машинных инструментов позволило вывести мощность орудий труда далеко за пределы физических возможностей человека. Если раньше рабочий-ремесленник держал инструмент в руках и не мог в силу физических ограничений развивать большие усилия, то применение машин сняло эти ограничения. Это позволило резко поднять мощность станков и обес-

печить рост производительности труда. Примером могут служить тяжелые токарные станки, резцы которых могут снимать стружку сечением до 120 мм<sup>2</sup>, что соответствует нагрузке на резец порядка 150–200 кН. Сечение державки такого резца доходит до 80×100 мм, а длина — до 800 мм. Изготавливаются протяжные станки с тяговым усилием 1000 кН, карусельные станки высотой с трехэтажный дом и пр.

Рабочий-ремесленник не мог одновременно вести обработку заготовки несколькими инструментами. Внедрение станков и машинных инструментов позволило преодолеть и это ограничение, создать и успешно эксплуатировать машины с большим числом инструментов. Так, для увеличения производительности труда при обработке отверстий применяют многошпиндельные сверлильные станки, число шпинделей у которых достигает нескольких десятков. Использование многошпиндельных сверлильных станков, у которых количество шпинделей и расстояние между ними может изменяться в определенных пределах, позволяет переналаживать станок на обработку различных заготовок.

Под влиянием расширяющихся потребностей производства различных деталей машин непрерывно изменяются и совершенствуются металлорежущие станки и инструменты. Создание новых станков и инструментов, а также использование новых схем обработки, являются одним из возможных путей для увеличения эффективности обработки деталей машин.

В дореволюционной России машиностроение было развито слабо, а некоторых отраслей машиностроения вовсе не существовало. Россия накануне Первой мировой войны была оборудована орудиями производства, вчетверо уступающими Англии, вдесятеро — Германии, вдесятеро — США.

В 1913 г. в общем, сравнительно небольшом, парке машин страны отечественные составляли 44%, из них текстильные машины — 23%, паровые машины — 13%, станки почти все были импортные. Семь лет империалистической и гражданской войны вконец разорили страну. Многие заводы были разрушены, почти все доменные и мартеновские печи потухли. В 1920 г. выпуск промышленной продукции составил менее 14% от объема производства 1913 г. Необходимым было быстрое восстановление промышленности, но для этого требовалось большое количество станков и другого оборудования.

В дореволюционное время потребность страны в металлорежущих станках удовлетворялась, главным образом, за счет импорта. До 1917 г. металлорежущие станки строили в России лишь некоторые военные заводы в небольших количествах. За весь 1913 г. в России было выпущено менее 1500 станков, причем их общая стоимость составила около 1% стоимости машиностроительной промышленности.

В годы революции и гражданской войны выпуск станков прекратился, если не считать небольшого числа станков, изготовленных для производства боеприпасов.

Развитие отечественного машиностроения началось с 1925 г. с реконструкции и специализации на выпуск станкостроительной продукции ряда заводов: «Красный пролетарий», «имени Свердлова», «Комсомолец», «Самоточка» и др.

В апреле 1929 г. XVI Всесоюзная партийная конференция приняла первый пятилетний план развития народного хозяйства. Решением конференции была поставлена задача в кратчайшие сроки превратить станкостроение из «узкого места», которым оно являлось до тех пор, в мощную техническую базу для дальнейшего развития советского машиностроения.

В 1929 г. был создан «Станкотрест», объединивший шесть станкостроительных заводов, что означало создание самостоятельной отрасли промышленности в СССР — станкостроения.

В годы довоенных пятилеток вступили в строй новые станкостроительные заводы в Москве, Горьком, Киеве, Лубнах, Гомеле, Ленинграде, Минске, Тбилиси, Краматорске, Коломне, Куйбышеве и других городах страны. В результате быстрыми темпами рос выпуск металлорежущих станков. Так, в 1928 г. было выпущено только 2000 станков, в 1930 г. — 7500, а в 1940 г. — 58 400. При этом изменялась и номенклатура станков, рос удельный вес более сложных и более современных станков. В 1928 г. изготавливались токарные, фрезерные строгальные, долбежные, заточные, вертикально-сверлильные станки. В 1932 г. к ним добавились станки револьверные и расточные, в 1937 г. — токарные автоматы и полуавтоматы, зубообрабатывающие, протяжные, радиально-сверлильные, а в 1938 г. — тяжелые карусельные, строгальные, расточные и др. В течение 1934–1940 гг. под руководством академика В. И. Дикишина в ЭНИИМС (Экспериментально научно-исследовательский институт металлорежущих станков) были спроектированы, а на заводе «Станкоконструкция» изготовлены первые оригинальные отечественные агрегатные станки, которые послужили основой для создания автоматических станочных линий. В первую очередь были изготовлены агрегатные сверлильные и расточные станки, предназначенные для обработки заготовок, неподвижных в процессе обработки, что позволило обрабатывать заготовки одновременно с разных сторон большим количеством инструментов. В довоенное время ЭНИИМС и заводом «Станкоконструкция» были разработаны и изготовлены агрегатные станки почти для всех основных сверлильно-расточных операций, главным образом для автотракторной промышленности.

Многошпиндельные сверлильно-расточные агрегатные станки были созданы на 3 года раньше, чем в Англии, и на 8 лет раньше, чем в Германии.

Отечественные агрегатные станки сыграли огромную роль во внедрении поточных методов производства и послужили основой для создания в последующем автоматических станочных линий и заводов.

Перед Великой Отечественной войной техника советского станкостроения достигла такого уровня, что стало выполнимо производство любого оборудования.

Великая Отечественная война внесла значительные изменения в работу станкостроительной промышленности. В связи с эвакуацией многих предприятий в восточные районы страны возникли станкозаводы в Алапаевске, Стерлитамаке, Троицке, Кизеле, Соль-Илецке и др.

Условия первых лет Отечественной войны и необходимость обеспечения фронта большим количеством боевой техники потребовали быстрого оснаще-

ния оборонной промышленности высокопроизводительными специальными станками, обеспечивающими значительное увеличение выпуска продукции при существенном снижении требований к квалификации рабочих.

Решая эти задачи, станкостроители в период войны в короткие сроки создали большое количество специальных станков, поставка которых оборонной промышленности позволила значительно увеличить выпуск боевой техники.

Установленные в годы Великой Отечественной войны на ряде заводов 520 агрегатных станков, изготовленных в СССР, позволили заменить 3500 универсальных станков и высвободить 5,5 тыс. рабочих. Поэтому к началу послевоенного периода, когда для восстановления и развития машиностроительных заводов потребовалось большое количество агрегатных станков, их производство имело хорошо отработанные и проверенные конструкции, позволившие эффективно использовать их не только в массовом производстве, но и в серийном производстве при сравнительно небольшой программе выпуска изделий, значительно снизив потребность в рабочей силе и себестоимость продукции. В 1945 г. станкостроителями было выпущено только 38,4 тыс. станков, меньше, чем в 1940 г. Однако в течение 1946–1950 гг. были восстановлены разрушенные войной заводы, началось строительство новых, создание специальных заводов смежных производств, обеспечивающих станкостроение литьем, электро- и гидроаппаратурой, насосами и другими изделиями.

Темпы выпуска станков интенсивно росли. В 1950 г. уже было выпущено 70,6 тыс., в 1960 г. — 155 тыс., в 1973 г. — 211 тыс. станков, а в 1985–1987 гг. производство металлорежущих станков достигло 230–250 тыс. штук. За 30 послевоенных лет производительность основных типов станков повысилась в 3–5 раз. Такое повышение производительности основывалось на непрерывном совершенствовании станков и инструментов.

Учитывая большие возможности, которыми обладают станки с программным управлением, автоматические и полуавтоматические линии, постоянно увеличивался и их выпуск.

Современные станки с ЧПУ выпускались на заводах г. Москвы («Красный пролетарий»), Ленинграда (ЛСП «Свердлов»), г. Иваново, г. Минска, г. Стерлитамака и др.

В 1985–1988 гг. СССР занимал 3 место в мире по производству и экспорту станков. К сожалению, после перестройки и развала Советского Союза в 1991 г. пришедшие к власти либеральные оппозиционные группы сменили модель экономического развития уже Российской Федерации. Их основной целью стала полная ликвидации модели предыдущего государственного строя, включая и все технические достижения СССР. Предполагался отказ от собственных технологий и промышленности, а все необходимое планировалось закупать за рубежом, в обмен на богатые природные ресурсы страны. Таким образом, пришедшее к власти правительство уничтожило целый ряд механизмов для научно-технических и экономических достижений, позволявших мобилизовать ресурсы для решения крупнейших задач в военной и гражданской сферах страны. Все это привело к уничтожению крупнейших станкостроительных предприятий во



многих городах России (Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Самара, Саратов и многих других).

Мировое производство механообрабатывающего оборудования (станков) в настоящее время растет быстрыми темпами, в среднем на 15–17% в год. Сегодня лидерами мирового станкостроения являются Китай, Германия и Япония. В России в настоящее время рост производства станков составляет только 2–2,5% в год. Наша страна занимает 20-е место по производству и импорту станков, уступая не только промышленно развитым странам Старого света и США, но и Южной Корее, Тайвани, Бразилии, Греции, Турции, Индии и др. За последние годы доля импортных станков в общем объеме национального потребления составляет 80–90%, что отражает крайне высокую зависимость российской экономики от импорта. При этом известно, что страна, которая не способна производить средства производства для самого производства, обречена на экономическую зависимость и хозяйственный паралич. Быть станкостроителем — это значит вносить свой вклад в интеллектуальный и промышленный потенциал государства, развивать отрасль, от которой напрямую зависит процветание всей промышленности России. На необходимость модернизации и ускоренного развития машиностроения постоянно указывает Президент страны В. В. Путин. Существует множество Указов и Постановлений по этому вопросу.

Станки и инструменты, используемые в производстве, не только оказывают влияние на технологию изготовления изделий, но и в определенной степени воздействуют на конструктивные формы деталей.

При проектировании любой машины необходимо анализировать технологичность конструкции, т. е. анализировать конструкцию машины, которая должна обеспечивать заданные эксплуатационные показатели и требовать для своего изготовления меньше затрат времени, труда и средств в конкретных условиях данного производства. Решение этой задачи по силам только конструктору, хорошо знакомому с возможностями современной технологии. Поэтому конструктор должен быть в постоянном сотрудничестве с технологами.

Следует учитывать, что не только методы обработки оказывают влияние на конструкцию деталей всевозможных машин, но и развитие машиностроения влияет на развитие способов обработки и конструкции металлообрабатывающих станков и инструментов. Например, создание реактивных двигателей заставило машиностроителей разработать способы обработки лопаток турбин, имеющих сложную фасонную поверхность, создать новые станки и инструменты. Непрерывно расширяющееся производство машин, работающих при высоких нагрузках, скоростях и температурах, привело к необходимости обработки деталей, изготовленных из жаропрочных сталей и сплавов. Обработка этих материалов обычными методами крайне затруднительна. Поэтому потребовалось создание новых методов обработки, совмещающих механическое, тепловое, химическое и электрическое воздействия.

Во второй половине XX в., благодаря усилиям таких отечественных ученых, как академик Н. И. Артоболевский, профессор Н. С. Ачеркан, Ю. М. Ансеров, Б. П. Бармин, В. Л. Вейц, В. Л. Заковоротный, С. С. Кедров, В. А. Кудинов, И. М. Кучер, Л. С. Мурашкин, В. Э. Пуш, Д. Н. Решетов, Н. Н. Чернов, Г. А. Шау-

мян, М. Е. Эльясберг, В. А. Юдин и др., развивалась дисциплина «Металлорежущие станки», были созданы прекрасные конструкции различных станков, в том числе полуавтоматы, автоматические линии, станки с ЧПУ и пр.

Достоинство специальных автоматов и автоматических линий велико, но есть у них и ряд недостатков. Главный недостаток — их консерватизм, неуниверсальность, что не дает возможности быстро переходить от обработки одного типа детали к другому. Предъявляемые к станкам требования быстрой переналадки и высокой загрузки при широкой автоматизации выполняются при внедрении станков с программным управлением. Такие станки при автоматической работе остаются универсальными, так как программа их работы легко записывается и воспроизводится. Перспективной задачей является создание комплексно-автоматизированного производства на базе станков с программным числовым управлением и электронных вычислительных машин с автоматической транспортировкой заготовок, сменой инструментов, а также с автоматической подготовкой управляющей информации. Для достижения этой цели необходимо предпринять значительные усилия. Говоря о развитии техники производства всевозможных машин, можно попытаться представить себе машиностроительное предприятие будущего. Конечно, единого мнения по этому вопросу нет.

Будущее покажет, какой путь окажется наиболее перспективным. Одно несомненно — строя надежно работающее, полностью комплексно-автоматизированное производство, инженеры должны смело использовать выгоду, преимущества, которые открываются при применении необычных для современного производства решений, если они дадут большой экономический эффект.

Современное производство создавалось с учетом того, что рядом со станком всегда стоял рабочий. Поэтому, например, зона установки заготовок и их снятия выбиралась на удобной для обслуживания высоте, соответствующей росту человека. Из этих же соображений принималась горизонтальная планировка, т. е. станки в цехе устанавливались на одной горизонтальной плоскости. В комплексно-автоматизированном производстве эти ограничения будут сняты. Появится возможность строить станки более низкие или, наоборот, высокие с более разнообразной объемной компоновкой, что необходимо будет разумно использовать. Это только одна из задач машиностроителя будущего.

# ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время отечественной и иностранной станкостроительной промышленностью выпускается широкая номенклатура станков для металлообрабатывающей отрасли, в том числе выпускается оборудование особо высокой точности, тяжелые станки для обработки крупногабаритных заготовок, станки для физико-химических и электрических методов обработки, станки-автоматы для контурной программной обработки сложных форм и многое другое.

Особое развитие получили станки с числовым программным управлением (ЧПУ). Микропроцессорные устройства управления превращают станок в гибкий станочный и производственный модуль (ГПМ), сочетающий универсальность с возможностью автоматической программной переналадки станка на выполнение другой операции или операций, что важно для условий среднесерийного и, особенно, мелкосерийного многономенклатурного производства.

На базе гибких станочных модулей, в сочетании с автоматизированным вспомогательным оборудованием (механические руки-роботы, транспортные и складские системы и пр.), создаются гибкие автоматизированные линии (ГАЛ) и гибкие автоматизированные участки (ГАУ), которые, в случае необходимости, позволяют оперативно переключаться на обработку заготовок для другой номенклатурной группы деталей машин, что значительно повышает производительность труда в целом, а также способствует уменьшению срока окупаемости оборудования.

В конце XX в. по большей части выпускались трехкоординатные станки с ЧПУ 3D. Сегодня в промышленности уже с успехом эксплуатируются станки с ЧПУ 4D и 5D. Однако использование таких станков необходимо обосновывать, так как стоимость их высока, а срок окупаемости не должен превышать 3–3,5 года. Для эксплуатации такого оборудования требуются высококвалифицированные специалисты. Оператором-наладчиком на таких станках, особенно если это ГАУ или ГПМ, должен быть технолог с высшим образованием.

## 1. Классификация станков

Все станки классифицируются по следующим признакам.

**По технологическому признаку** предусматривается разделение станков на типы. Тип характеризует особенности обрабатываемых заготовок, или особенности метода обработки, если в одной группе имеются станки, обрабатывающие заготовки деталей различными методами, а также по движениям, сообщаемым ими режущему инструменту относительно обрабатываемой заготовки.

В зависимости от назначения (характера выполняемой работы) станки подразделяются на токарные, сверлильные, фрезерные, строгальные, шлифовальные и т. д.

Нумерация станков в соответствии с определенным классом осуществляется в следующем порядке. По характеру выполняемых работ станки делятся на

девять групп: от 1 до 9. Внутри каждой группы станки подразделяются еще на типы от 1 до 9.

Станки токарной группы имеют цифру 1. Токарные автоматы и полуавтоматы для одношпиндельных моделей имеют вторую цифру 1, а для многошпиндельных — цифру 2. Токарно-винторезные станки имеют вторую цифру 6. Группа сверлильных и расточных станков имеет первую цифру 2. Вертикально-сверлильные станки — вторую цифру 1 и т. д. Последующие цифры указывают на определенные технические данные станка.

Например:

16K20 означает: первая цифра 1 — станок токарной группы; вторая цифра 6 — токарно-винторезный станок; третья и четвертая цифры 20 характеризуют наибольший диаметр обрабатываемой заготовки (высота центров над станиной 200 мм);

1112 означает: первая цифра 1 — станок токарной группы; вторая цифра 1 — токарный одношпиндельный автомат; третья и четвертая цифры 12 характеризуют наибольший диаметр обрабатываемого прутка (12 мм);

1240 означает: первая цифра 1 — станок токарной группы; вторая цифра 2 — токарный многошпиндельный автомат; третья и четвертая цифры 40 характеризуют наибольший диаметр обрабатываемого прутка (40 мм);

2150 означает: первая цифра 2 — станок сверлильной группы; вторая цифра 1 — вертикально-сверлильный станок; третья и четвертая цифры 50 характеризуют наибольший диаметр сверления отверстия (50 мм).

Если в обозначении станка стоит буква, то это означает:

буква в конце — модификация станка (значительное изменение конструкции станка по сравнению с базовой);

буква после первой цифры — модернизация станка (незначительное изменение конструкции).

Например:

1336A означает: первая цифра 1 — станок токарной группы; вторая цифра 3 — револьверный станок; третья и четвертая цифры 36 характеризуют наибольший диаметр обрабатываемого прутка (36 мм); буква «А» указывает на модификацию станка;

5A301 означает: первая цифра 5 — станок зубообрабатывающей группы; буква «А» указывает на модернизацию станка модели 5301; цифра 3 — зубофрезерный станок для цилиндрических зубчатых колес и шлицевых валиков; цифры 01 характеризуют наибольший модуль нарезаемого зубчатого колеса (1 мм).

**По уровню автоматизации** станки подразделяются на станки с ручным управлением, станки полуавтоматы, станки автоматы и станки с ЧПУ.

На станках с ручным управлением все перемещения исполнительных органов, определяющих формообразование заготовки, производятся при прямом участии станочника, т. е. требуют от него хорошей подготовки, а также частичной или полной реализации, предусмотренной технологическим процессом, последовательности работы станка, а также вспомогательных работ (установки и

закрепления заготовки, смену инструмента, его настройку и пр.) и контроля обработанных деталей.

Станок полуавтомат выполняет основные технологические переходы в автоматическом цикле, но некоторые вспомогательные переходы, в основном это переходы, связанные с установкой, закреплением и снятием заготовки, выполняются оператором.

Станок автомат выполняет в автоматическом цикле все переходы, как основные, так и вспомогательные, входящие в технологическую операцию.

К станкам с ЧПУ и автоматизированному оборудованию относятся робототехнологические комплексы и гибкие производственные модули (ГПМ). Особенностью их является способность переходить по имеющейся управляющей программе на обработку заготовок другой номенклатуры деталей машин в пределах заданных характеристик.

**По уровню специализации** станки подразделяются на универсальные, специализированные и специальные.

Универсальные станки предназначены для изготовления широкой номенклатуры деталей, малыми партиями в условиях единичного и мелкосерийного производства.

Специализированные станки предназначены для обработки заготовок «узкой» группы номенклатур. Например, токарные станки для обработки колленчатых валов, станки для нарезания зубчатых колес, станки для шлифования колец шарикоподшипников и т. п.

Специальные станки применяются для обработки одной или нескольких подобных заготовок в условиях крупносерийного и серийного производств.

По габаритным размерам станки образуют размерные ряды, в которых за каждым станком закрепляется определенный диапазон размеров обрабатываемых заготовок. Например, в группе токарных станков размерные возможности их характеризуются цилиндрическим рабочим пространством, а для многооперационных станков — прямоугольным рабочим пространством.

По размерным характеристикам установлен ряд стандартных значений какого-либо параметра, обычно в геометрической прогрессии с некоторым значением  $\phi$ . Так, для станков токарной группы при  $\phi = 1,25$  стандартный ряд наибольших диаметров обрабатываемых заготовок составляет: 250, 320, 400, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3200 и 4000 мм.

Размерная характеристика в модели станка указывается каким-либо параметром. Например, у токарных станков — высота центров. У фрезерных — номер размерного ряда стола. У сверлильных станков — наибольший диаметр обрабатываемого отверстия и т. п. Параметр указывается после типа станка.

**По классу точности** станки подразделяются на 5 групп, которые в моделях станков обозначаются соответствующими буквами:

Н — станки нормальной точности;

П — станки повышенной точности;

В — станки высокой точности;

А — станки особо высокой точности;

С — станки особо точные (прецизионные).

Характеристика класса точности в модели станка ставится после размерной характеристики. Буква «Н» в модели станка не указывается.

В зависимости от массы станки подразделяются на легкие (до 1 т), средние (до 10 т) и тяжелые (свыше 10 т).

## 2. Выбор модели станка

Выбор станков осуществляется методом сравнения ряда базовых технико-экономических характеристик.

**Эффективность** — способность повышать производительность труда при снижении затрат на обработку заготовок:

$$A = \frac{N}{\Sigma C};$$

где  $A$  — эффективность станка;  $N$  — годовой выпуск деталей;  $\Sigma C$  — сумма годовых затрат на изготовление партии деталей ( $P$ ).

При выборе станочного оборудования всегда необходимо стремиться к максимальной эффективности, т. е.:

$$A = \frac{N}{\Sigma C} \rightarrow \max.$$

Если задана годовая программа выпуска деталей, то необходимо стремиться, чтобы:

$$\Sigma C \rightarrow \min.$$

Сравнение эффективности вариантов станков ведется по разности приведенных затрат:

$$P = \Sigma C_1 - \Sigma C_2,$$

где  $\Sigma C_1$  и  $\Sigma C_2$  — суммарные затраты при обработке заготовок на разных станках.

Необходимо учитывать, что в суммарные затраты входят — стоимость самого станка, стоимость технологической оснастки (приспособления для установки и закрепления заготовки, всего комплекта режущего инструмента, контрольно-измерительные приспособления и пр.). Для станков с ЧПУ в суммарные затраты следует отнести и стоимость разработки управляющих программ.

Учитывая высокую стоимость современных станков с ЧПУ, ГПМ и пр., в целях максимального снижения срока окупаемости такого оборудования, целесообразным является организация бесперебойной их работы 7/24.

**Производительность** — способность станка обеспечивать изготовление определенного количества деталей в единицу времени.

Штучная производительность  $Q$  определяется числом деталей, изготовленных в единицу времени (шт./ч, шт./смену).

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)