

РАБОЧЕМУ — О НОВОЙ ТЕХНИКЕ

Г. КАПЛАН

КАК СОЗДАЮТСЯ НОВЫЕ СТАНКИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО ВЦСПС
ПРОФИЗДАТ — 1958

ГОС. ПУБЛИЧНАЯ
НАУЧН-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА СССР

4597 $\frac{6}{60}$ $\frac{51}{431}$

В этой книге рассказывается о трудностях, встречающихся при развертывании производства современных станков, о борьбе за новые, прогрессивные конструкции; раскрываются «секреты» конструирования универсальных станков и нового, более производительного оборудования для их выпуска; приводятся данные об агрегатных станках и автоматических линиях, цехах и заводах, а также затронуты вопросы программного управления, молодой отрасли станкостроения, разрабатываемой машины для управления машинами.

ВМЕСТО ПРЕДИСЛОВИЯ

Какие бы дерзкие замыслы ни созревали в умах ученых, научных работников, изобретателей, им никогда не увидеть света, если они не попадут на чертежные доски конструкторов и на рабочие столы технологов, а затем в умелые рабочие руки, которые отольют, откуют, выточат, отфрезеруют, отшлифуют детали, соберут из них машины, испытают их и выпустят в жизнь. И что бы ни пришлось создавать — от канцелярской кнопки до спутника, — нужны машины-орудия: прессы дляковки и штамповки, металлорежущие станки.

Невелика армия станкостроителей, а какую значительную роль она играет в народном хозяйстве! Станкозавод недаром называют заводом заводов: на каждом предприятии можно увидеть новое оборудование, изготовленное на отечественных станкозаводах. Число станков в нашей стране восходит к двум миллионам единиц. По семилетнему плану 1959—1965 годов оно должно достигнуть без малого двух с половиной миллионов. Ежегодно «рождается» примерно 130 тысяч станков. Выпуск должен почти удвоиться, а ассортимент расширяться с 900 различных типов и размеров до 1 500.

Новое пополнение позволит быстрее обновлять парк станков, улучшая его состав все более широким исполь-

зованием шлифовальных, фрезерных и агрегатных станков, токарных полуавтоматов и автоматов. Сейчас в стране работает 150 автоматических линий. Их должно стать более 3 тысяч.

Таковы грандиозные задачи, поставленные перед советскими станкостроителями на ближайшее семилетие.

Как же ускорить выпуск высокопроизводительных машин и автоматических линий? Для этого существует испытанный путь — переход на поточно-массовое производство и конвейерную сборку. В наши дни 23 модели универсальных станков изготавливаются на потоке, а общая длина действующих и осваиваемых сборочных конвейеров достигает 2 километров. В дальнейшем на поток будет переведено не менее 200 моделей.

Но на этом пути встречаются серьезные затруднения, которые необходимо преодолеть.

СВЯЗЫВАЕТ ЛИ ИНЖЕНЕРОВ КОНВЕЙЕР?

Каждый день с конвейеров крупных заводов сходят сверкающие лаком и хромом легковые автомашины, их трудолюбивые собратья — грузовики и тракторы, окрашенные в скромные тона; мотоциклы, велосипеды, станки... Приглядимся внимательнее: некоторые из них не сегодня и не вчера начали возникать на ленте конвейера. Возможно, прошел год — и даже не один — с того дня, как новый образец впервые был собран, опробован и принят к производству. С тех пор многое изменилось, жизнь уходила вперед, машина же оставалась неизменной, и наступил, наконец, тот неприятный момент, когда всем стало ясно, что с конвейера непрерывным потоком сходит изрядно устаревшая техника...

— Не может быть! — скажут некоторые. — А где были инженеры? Кому, как не им, дано право непрерывно совершенствовать конструкцию машин, дерзать, творить, изобретать?

— А конвейер? — услышим мы в ответ. — А поточно-массовое производство? Разве вам неизвестно, как все это связывает по рукам и ногам?

Чтобы разрешить возникший спор, полезно заглянуть на конвейер станкостроительного завода и на месте выяснить, как обстоит дело.

Попад в просторный, светлый сборочный цех, заставленный как будто готовыми станками, не сразу найдешь главный конвейер. Он почти не заметен: только один раз в четверть часа железная дорожка, проложенная на уровне пола, немного, всего на 2,5 сантиметра, приподнимается по всей своей восьмидесятиметровой длине. При этом она отрывает от опорных металлических плит расставленные на них станки, плавно переносит их на следующую позицию, в 4 метрах от прежней, бережно опускает всю линию на новое место, а сама, словно железный ручеек, «течет» под станками обратно (рис. 1).

Рама конвейера поднимается сорока одновременно действующими гидравлическими домкратами, а общий вес передвигаемых вместе с рамой станков составляет примерно 40 тонн. Кажется удивительным то, что сравнительно быстрый подъем такого значительного груза производится масляным насосом с электродвигателем мощностью всего в 1,5 киловатта.

Произведя несложный арифметический расчет, можно установить, что производительность конвейера равна 40 станкам в день или тысяче в месяц, а в год — 12 тысячам штук...

Вот каким представился этот конвейер одному английскому журналисту (его впечатления были опубликованы в одном английском техническом журнале под общим названием «Статьи о России»).

«Конвейер общего монтажа протянулся во всю длину сборочного цеха... Эта линия — одно из самых замечательных зрелищ в станкостроении. Когда стоишь у ее начала, конец буквально исчезает вдали... Каждые 15 минут с линии сходит готовый станок. Это производит огромное впечатление, и хотя мы в дальнейшем видели другие станочные линии, именно впечатление от непрерывной и какой-то безжалостной работы линии запечат-

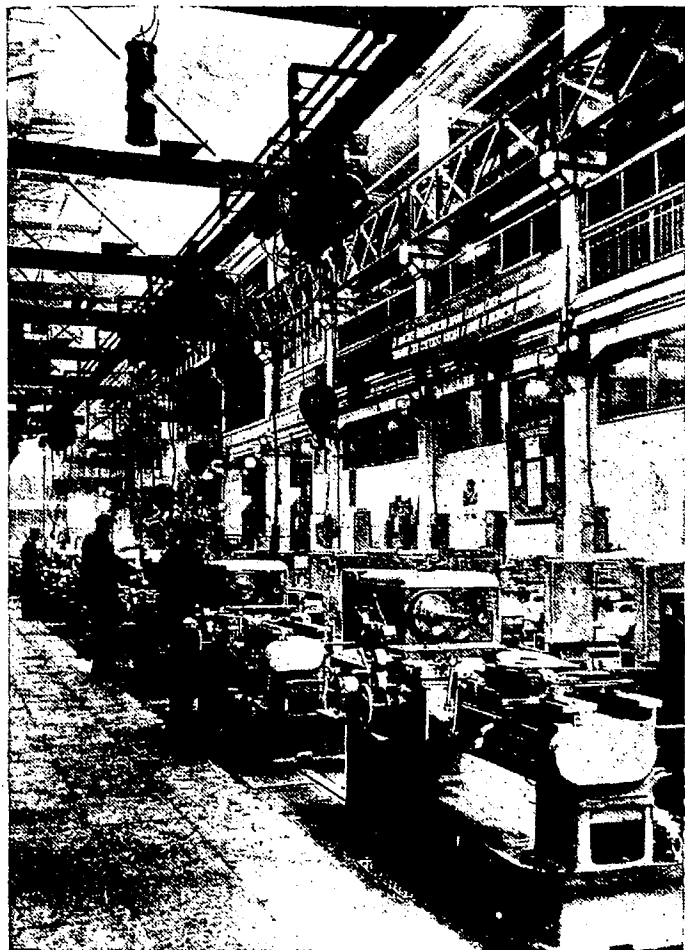


Рис. 1. Главный конвейер станкозавода

делось как символ новых представлений советских станкостроителей в области производственной техники. Нас удивило бы, если бы какой-нибудь производитель станков любого государства мог стоять в начале этой линии и ему при этом не пришла бы мысль улучшить свои собственные производственные методы...»

Линия действительно производит огромное впечатление, но ничего «безжалостного» в ее работе мы не заметили.

* Итак, мы оказались перед двумя противоположными мнениями.

— Конвейер связывает, — утверждают одни.

— Конвейер — это замечательно! — восклицают другие.

Как примирить столь противоречивое отношение к конвейеру? И если в «замораживании» техники повинен конвейер, то как можно им восхищаться?

ПОПРОБУЕМ ОБОЙТИСЬ БЕЗ КОНВЕЙЕРА

Можно ли собирать машины без всякого конвейера? Например, так, как строят дома: к выбранному месту везут кирпич, раствор, балки, арматуру, листовое железо, гвозди и вообще все то, из чего складывается дом. Проходит время — и на пустыре вырастает величественное здание. Разве нельзя поступить точно так же и при сборке станков? Привезти и установить станину, то есть основание станка, подогнать каретку и суппорт, подвесить фартук с «вожжами» (так станкостроители называют ходовой винт, ходовой вал и валик управления), привернуть коробку подач, поставить коробку скоростей и так далее, пока станок не будет собран.

Именно это и делается при сборке одного-двух или нескольких станков (в этом случае говорят о единичном или мелкосерийном производстве).

Но когда приходится собирать станки в большом количестве, такой порядок работы оказывается непроизводительным. В цехе становится тесно, возникает сутолока, люди начинают мешать друг другу. Тогда переходят к сборке «на тележках», для которых в цехе прокладывают рельсы. Станину ставят не на пол, а на две тележки. Потом их вручную откатывают, и другие сборщики начинают производить следующую операцию сборки станка. В это время на освободившемся месте вновь появляются две тележки, готовые к установке на них очередной станины. Перекатывая тележки вдоль цеха от одного рабочего места к другому, сборщики трудятся гораздо более производительно.

Как произошло это техническое «чудо»? Неужели его произвели немудреные тележки на рельсах?

До этого одни и те же люди производили сборку станка от начала до конца. Теперь их труд разделился: каждый из них стал выполнять только определенные операции. «Мастер на все руки» уступил место узкому специалисту, мастеру нескольких операций, которые стали производиться с недостижимой ранее быстротой. Кстати, всякому новому работнику, попавшему на сборку, стало намного легче изучить свою профессию.

Раньше на каждое рабочее место завозилось по одной станине, одной коробке подач, по одному фартуку, коробке скоростей и так далее. Теперь порядок изменился: станины сгружают в начале рельсового пути, остальное складывается вдоль рельсов и, когда тележки перекачивают из конца в конец, станины обрастают все более и более, пока, наконец, не превратятся в готовые станки.

Так новая организация труда позволила на той же площади собирать не единицы, а десятки станков (подобное производство называют среднесерийным).

Но станков требуется все больше и больше, и приходится снова задумываться, как увеличить их выпуск. Для этого надо внимательно понаблюдать за работой сборщиков. Нетрудно заметить, что одни сборщики успевают окончить свои операции раньше других, но не могут откатить тележки, потому что путь впереди занят: там еще не справились со сборкой. Или бывает иначе. Тележки передвинуты, но делать пока нечего — «предыдущие» сборщики что-то завозились...

Вывод напрашивается сам собой. Надо сделать так, чтобы все сборщики укладывались в одно и то же время. Тогда можно будет сцепить тележки и передвигать их все сразу, не вручную, а, скажем, электродвигателем. Этим значительно облегчится труд сборщиков, он станет ритмичным, выпуск станков возрастет.

Сцепленные между собой тележки, передвигаемые электродвигателем, — это и есть конвейер. Тот самый конвейер, от которого мы вначале попытались отказаться, но не смогли без него обойтись, когда понадобилось собирать несколько сот станков в месяц (это уже крупносерийное производство). Что же говорить о сборке ста машин в день или даже в час? Такое производство, называемое поточно-массовым, невозможно даже представить себе без конвейера.

ЧТО ТАКОЕ ТЕМП

Существует очень много различных конструкций конвейеров. О пульсирующем (или шагающем) конвейере мы говорили выше. Широко распространены конвейеры с непрерывным движением, когда сборщики выполняют свои обязанности, идя рядом с конвейером, так сказать «на ходу», а затем поворачивают обратно, встречая ползущую навстречу новую машину.

Что является общим для любого конвейера независимо от его устройства? Это темп, промежуток времени, отведенный на производство каждой операции.

Темп бывает разный: и 15 минут, и меньше — 2-3 минуты. Каждые 15 минут — новый станок, каждые 3 минуты — грузовик. Это совсем не плохо.

На главном конвейере сборщики имеют дело, как правило, не с отдельными деталями, а с законченными сборочными единицами или, как их называют, «узлами». К таким узлам, состоящим иногда из очень большого количества отдельных деталей, относится, например, коробка скоростей. Вполне естественно, что собирать узлы тоже надо на конвейере. На станкозаводе наряду с главным конвейером действует еще несколько конвейеров, на которых собираются коробки подач, фартуки и другие узлы станка.

Сборка на конвейере не терпит операций с неопределенным темпом. Нельзя, например, заниматься на конвейере припиливанием деталей. Ведь неизвестно, сколько времени понадобится тому или иному сборщику, скажем, на припиливание шпонок, которых в станке очень много. Один управится вовремя, другой провозится дольше и не уложится в темп. Следовательно, конвейер придется то и дело останавливать. Поэтому конструкция всех без исключения деталей станка должна быть хорошо продумана под этим углом зрения. Так, призматическую шпонку, требующую припиливания, применять на конвейере нельзя. В этом случае предпочтительна сегментная шпонка, которая только вкладывается в заранее профрезерованное полукруглое гнездо (рис. 2). Вставить сегментную шпонку — дело нескольких мгновений. Это уже будет операция с «определенным» темпом, что и требуется для беспрепятственной сборки. Во многих случаях обходятся вовсе без шпонки, применяя

шлицевые валы, на которые нанизываются такие детали, как шестерни, имеющие соответствующие шлицевые отверстия.

Мы привели только одно из условий, которым должны удовлетворять детали, собирающиеся на конвейере в узлы. Подобных примеров можно было бы привести много.

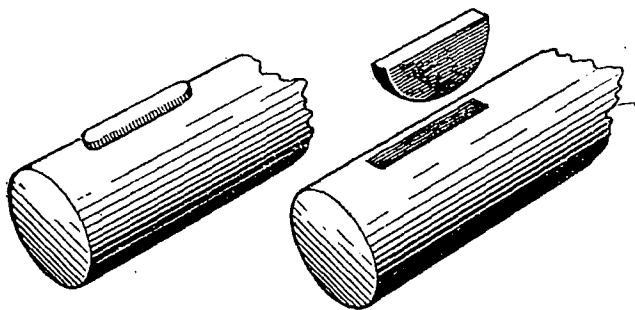


Рис. 2. Призматическая и сегментная шпонки

Конструкторам также приходится серьезно задумываться над разработкой таких деталей, которые не создавали бы затруднений и при механической обработке. Ведь задержки в «питании» конвейера тяжело отзываются на выполнении плана. Если на конвейере коробок скоростей будет долго отсутствовать та или иная деталь — валик, шестерня или втулка, — сборщикам придется простаивать: конвейер остановят. Когда же имеющийся запас коробок скоростей будет «съеден», замрет и главный конвейер. А это — чрезвычайное происшествие на заводе: приостановился выпуск продукции.

ПРОИЗВОДСТВО НЕ ЛЮБИТ ПЕРЕМЕН

Заводские работники знают, как трудно бывает добиться слаженной работы цехов и участков, и очень дорожат достигнутыми результатами. Особенно в цехах не любят, когда изменяются чертежи выпускаемой продукции.

Да и за что, собственно говоря, эти изменения любить? Каждое изменение чертежа, пусть самое незначительное, вызывает частичную ломку сложившегося порядка изготовления деталей, необходимость изменения их формы или размеров. Надо исправлять технологическую карту, в которой, словно в зеркале, отражаются все операции, производимые над заготовкой; подбирать новый режущий и измерительный инструмент; производить замену материала, идущего на изготовление деталей; вводить новую термическую обработку; исправлять старые или делать новые приспособления; переналаживать станки или даже заменять их другими.

Постоянное совершенствование машины, собираемой на конвейере, потребует непрерывного проведения изменений. И если сравнительно мелкие провести все же можно, то чем крупнее изменение, тем труднее будет его осуществить. Технический прогресс связывают, в конечном счете, трудности обновления оборудования. То по каким-то причинам не удастся быстро получить новый станок, то в цехе нет для него места или на заводе нет свободных денег для его приобретения — да мало ли причин тормозят внедрение нового! Иногда это просто нежелание затевать хлопоты — встречаются у нас еще не-радивые, безынициативные работники.

Так возникает положение, когда с конвейера сходят устаревшие машины.

Поправимо ли оно? Конечно. Надо только точно ус-

тановить, что скрывается за словами: «устаревшая машина», «устаревший станок», — и принять все необходимые меры.

Когда о человеке говорят, что он старый, это понятно без пояснений: дело идет о физической старости, которая неизбежно приходит с годами. Машины тоже стареют «физически». Нередко в цехах можно встретить станок, выпущенный еще до революции. На его фирменной табличке надпись по старой орфографии, с ятями и твердыми знаками. «Старик» весь разболтан, и просто диву даешься, как он мог проработать полвека вместо положенных пятнадцати лет. Это «физическая старость» станка, полный его износ.

Устаревший станок на конвейере — это нечто совсем другое. Еще не начиная работать, он уже успел состариться. Все его детали — новенькие, никаких следов износа нет. Но налицо «моральная старость» станка. Она говорит о том, что есть другие станки, на которых работать удобнее: и шпиндель имеет большие обороты, и мощность выше, и управление намного удобнее. На таком станке деталей можно сделать больше, а устанешь меньше.

«ОМОЛОЖЕНИЕ» СТАНКОВ

Медицина стремится найти способы омолаживания людей. Конечно, до замены изношенных органов новыми еще далеко, но кое-что в этом направлении делается. «Омолаживание» станков производится намного успешнее. «Физическое омолаживание» освоено превосходно и его название всем хорошо знакомо: это ремонт. Изношенные и сломанные части, разработанные втулки, погнутые валики, шестерни с выломанными зубьями можно успешно заменить новыми деталями (то есть запасными частями).

«Моральное омолаживание» называется иначе модернизацией. Чтобы сделать станок более современным, надо установить, в чем он отстал от жизни. Перед модернизацией необходимо сопоставить его с более прогрессивными моделями, стоящими на высшем уровне.

Как же сравнивать станки? По размерам? По весу? Или по внешнему виду? Нет, такое сравнение мало что даст. Сравнить их надо в первую очередь по характеристике, находящейся в паспорте станка. Важнейшими «анкетными данными» являются пределы числа оборотов шпинделя, пределы подач, мощность электродвигателя и, конечно, степень механизации и автоматизации.

Наибольшее минутное число оборотов шпинделя покажет, какие возможности таятся в станке для скоростного резания. Наименьшее будет обеспечивать чистовые работы при нарезании резьбы или при разворачивании отверстий. Оба предела числа оборотов — верхний и нижний, — каждый по-своему очень нужен.

Наибольшая подача реза необходима для осуществления силового резания. Наименьшая — для достижения чистоты поверхности изделия.

Для скоростного и силового резания станок должен иметь мощный электродвигатель.

При модернизации устаревших станков следует добиваться компромиссного решения, стараясь примирить то, «что нужно», с тем, «что можно».

Поставив целью достижение высоких показателей, надо тут же решать, в какой мере это выполнимо. Необходимо выявить, что допускают механизмы станка, какие из них являются слабыми, до какой степени их можно усилить. Ясно, что кое-чем придется поступиться, и в результате получится обновленный, модернизированный станок. Он будет, несомненно, лучше старого, хотя почти наверняка его не удастся «дотянуть» до уровня новейших станков.

БОРЬБА ЗА БЫСТРОХОДНОСТЬ

Конструкторам часто приходится думать над тем, как повысить верхний предел числа оборотов шпинделя. С чего следует начинать? Откроем крышку коробки скоростей. Сколько шестерен, валов, подшипников и других деталей! Первое впечатление тесноты, однако, обманчиво. В корпусах станков, где размещаются различные механизмы, всегда есть «воздух» (под этим словом понимается не смесь газов, которой мы дышим, а пустое пространство). Вот за счет свободного места и можно переделать «начинку», как в шутку называют конструкторы передачи станков.

На первый взгляд кажется, что повысить число оборотов шпинделя очень просто: надо только сменить шкивы ременной передачи от электродвигателя к коробке скоростей. Увеличив ведущий шкив и уменьшив ведомый, мы сразу поднимем число оборотов ведомого вала коробки скоростей, и шпиндель получит прирост скорости. Но это узкое, «арифметическое» решение задачи. Оно не учитывает, что шестерням, подшипникам и другим деталям были приданы необходимые размеры, подобран нужный материал с закалкой или иной термической обработкой, предусмотрена смазка, и все это в расчете на совершенно определенные условия работы.

Мы ломаем эти условия и вводим новые. Как же будут себя чувствовать старые механизмы?

Пока повышение скорости будет невелико, на механизмах это не отразится. Опыт показал, что с 600 оборотов шпинделя в минуту можно дойти до 800 без вреда для станка. Но если за счет ременной передачи поднять скорость шпинделя до 1 200 оборотов в минуту, механизмы станка почувствуют себя неважно. Ремни на большой скорости «раздует», шестерни «заревут». Некоторые роликподшипники от нагрева посинеют, а передний

подшипник шпинделя быстро разогреется и «заест». Выходит, так эксплуатировать станок нельзя. С приростом скорости он начнет «задыхаться» и пользы не принесет.

Конструкторам приходится как бы заново взглянуть на схему передачи движения в коробке скоростей. При подсчете числа оборотов, с которым вращаются все валы коробки, было обнаружено, что один из валов делает... 1 200 оборотов!

Значит, в коробке есть требуемое число оборотов, только оно «спрятано» внутри и не попадает на шпиндель. Задача состоит в том, чтобы быстроходный вал соединить со шпинделем парой шестерен с одинаковым числом зубьев. Это вполне возможно, так как по счастливой случайности интересующий нас вал проходит по соседству со шпинделем.

Разумеется, если бы вал оказался далеко от шпинделя, такое решение осуществить было бы нельзя. Пришлось бы искать что-нибудь другое...

Одновременно надо подумать и о подшипнике. Чтобы на высокой скорости не произошло заедания, передний подшипник в виде конической бронзовой втулки, по которой скользила шейка шпинделя, заменили двухрядным роликоподшипником. Теперь шейка не скользит, а легко катится на роликах. Устаревший подшипник скольжения заменен более совершенным подшипником качения.

Так, шаг за шагом обновляя станок, повышая его мощность, облегчая обслуживание, конструкторы готовят к выпуску модернизированную машину. Понятно, что на конвейер она сразу не попадает: надо частично перестраивать производство. А уж если идти на замену станка совершенно новым, то от старого производства мало что уцелеет — надо все создавать заново. И на это приходится идти: техника должна постоянно двигаться вперед.

БЫВАЮТ ВРЕМЕННЫЕ НЕУДАЧИ

Новый станок. Сколько заманчивого в этих двух словах! Какой конструктор не хочет сделать его лучше других? Но, разрабатывая конструкцию нового станка, не следует делать все его узлы целиком новыми. Нельзя отбрасывать накопленный опыт и пытаться создать нечто сверхоригинальное «на пустом месте».

Случилось так, что группе конструкторов дали задание спроектировать универсальный токарный станок для скоростного резания. Конструкторы загорелись и решили создать совершенно оригинальный станок. Каждый стал предлагать свои идеи, вспоминать об услышанных новинках, и как-то так получилось, что в станке не оказалось ничего старого: проект представлял собой энциклопедию новинок. Шпинделю дали не тысячу и не две, а сразу три тысячи оборотов в минуту, поэтому мощность электродвигателя была установлена в 13 киловатт. Коробки скоростей решено было не делать, заменив ее «вариатором», обеспечивающим плавное изменение скорости вращения шпинделя.

Рукоятки должно было быть очень немного, управление станком упрощенное и очень наглядное. Коробку подач предполагалось сделать с подсвеченной шкалой, как у радиоприемника. Стрелки, передвигаемые двумя пластмассовыми грибками, укажут на цифры подач, на величину шагов нарезаемых резьб всех имеющихся в мире систем. Не забыта была даже архимедова спираль — для улиток самоцентрирующих патронов...

На фартуке намечалась только одна рукоятка с кнопкой. Нажим — и заработал электродвигатель быстрых ходов. И так предполагалось разработать весь станок. Как будто все идеи правильные.

Но когда станок был собран, оказалось, что он совер-

шенно неработоспособен. Непроверенные новинки мсти-ли за себя, и конструкторы оказались в тяжелом положении: надо было переделывать сразу все узлы станка.

Первая беда грянула со стороны вариатора: он отказал при первом же пуске электродвигателя. С ним бились особенно долго — понадобилось свыше двух лет, чтобы он заработал. А впоследствии выяснилось, что его долговечность совершенно недостаточна, и эта конструкция окончательно была оставлена.

Может быть, неверна сама идея плавного, бесступенчатого изменения числа оборотов шпинделя? Нет, этого сказать нельзя. Идея, несомненно, прогрессивная и нужная. Например, если плавно поднимать скорость шпинделя по мере приближения резца к центру вращения или понижать ее при удалении от центра, то налицо большой выигрыш и в качестве изделия, и во времени. Обработанная поверхность получается равномерной чистоты на всем протяжении детали, стружка ломается все время одинаково, не завиваясь и не путаясь. Объясняется это тем, что скорость резания поддерживается на постоянном уровне: уменьшение или увеличение радиуса обработки (с перемещением резца) компенсируется, восполняется изменением числа оборотов шпинделя.

Хотя величина подачи резца на каждый оборот шпинделя остается неизменной, минутная подача получается ускоряющейся или замедляющейся. Подсчитано, что при бесступенчатом регулировании машинное время сокращается на 30—50 процентов. Разве это не заманчиво?

Весь вопрос в том, как применить в станке бесступенчатое регулирование. Если поперечное перемещение резца действительно связано со скоростью вращения шпинделя, то игра стоит свеч. Если нет, то что же остается? Забавная техническая игрушка...

СПОР О БЕССТУПЕНЧАТОМ РЕГУЛИРОВАНИИ

Но уже слышатся негодующие голоса. Игрушка?! А возможность точной установки скорости резания? Возьмем обычную коробку скоростей. Какие числа оборотов можно поставить? Выберем 480 оборотов в минуту. Соседние низшие — 380, скачок на 100 оборотов. Соседние высшие — 600, скачок на 120 оборотов. И в том и другом случае изменение на $\frac{480}{380} = 1,26$ и $\frac{600}{480} = 1,26$, то есть на 26 процентов. Встречаются станки, где скачки совершаются на 41 процент и даже больше.

Но если нельзя точно установить нужное число оборотов, то нельзя получить и наивыгоднейшую скорость резания. А при бесступенчатом регулировании можно остановиться на любой цифре: 285, 497, 513 — какой угодно.

Есть у бесступенчатого регулирования и другие преимущества. Переключение скоростей обычно производится наклоном рукоятки, с усилием. Гораздо легче нажать кнопку и подождать несколько мгновений, пока в окошечке не появится нужная цифра.

Предположим, вы установили нужное число оборотов и начали резание. По цвету стружки, по амперметру нагрузки токарь может, не отводя резца от изделия, не прерывая резания, легким прикосновением к кнопке ускорить или замедлить вращение шпинделя. Разве это плохо? И все это возможно благодаря бесступенчатому регулированию.

Эти доводы кажутся неотразимыми, если рассматривать картину по частям. Но для получения правильного представления надо видеть целое.

Установлено, что скоростные токарные станки используются по времени процентов на двадцать, а то и

меньше. Где же заложены большие резервы повышения производительности — в этих 20 процентах, падающих на машинное время или в остальных 80 процентах времени, львиную долю которого занимает вспомогательное время? На практике доказано, что применение различных устройств, автоматизирующих вспомогательные операции (зажимные приспособления, гидрокопировальный суппорт и так далее), позволяет в несколько раз повысить производительность труда без какого бы то ни было изменения коробки скоростей и без применения бесступенчатого регулирования.

Сегодня, когда применение твердосплавных и керамических резцов значительно сократило машинное время, вариатор на универсальном токарном станке практически не повышает производительности. А раз так, в этих условиях бесступенчатое регулирование является излишеством, притом весьма дорогим.

Пройдут года, машинное время вновь относительно возрастет (конструкторы и производственники успешно сокращают вспомогательное время), и тогда бесступенчатое регулирование может стать необходимым.

А как же насчет замены рычажного управления кнопочным? Бесспорно, кнопочное переключение намного удобнее рычажного. Но оно вовсе не связано с бесступенчатым регулированием. При желании любую коробку скоростей можно построить с кнопочным переключением.

ДРУГИЕ НЕПРИЯТНОСТИ

Когда вариатор так или иначе заработал, стали «вылезать» другие крупные просчеты.

Второй сокрушительный удар обрушился на конструкторов с совершенно неожиданной стороны. Едва количество оборотов шпинделя дошло до 3 тысяч, оказа-

лось, что резать нельзя: несмотря на большую мощность электродвигателя, станок плохо тянул.

Стали проверять коэффициент его полезного действия. И тут выяснилось, что при такой быстроходности три четверти мощности теряется в передачах — ремнях, подшипниках, шестернях. К резцу доходило немногим более 3 киловатт, величина совершенно недостаточная для скоростного резания. Об этом явлении нельзя было прочесть в курсах станкостроения, в научных трудах, технических журналах. Оно было новым и ошеломляющим. Киловатты так и разбегались по сторонам. Пара шестерен — киловатт. 5 ремней — более полутора киловатт. Натяжной шкив — киловатт. И так далее.

Стало ясно, что скоростной станок так строить нельзя. Нужно было укорачивать цепь передач к шпинделю, выбрасывать все лишнее. Но станок сопротивлялся переделкам.

Была еще одна беда: начинали раздаваться голоса, подвергающие сомнению правомерность создания станка. Сначала они звучали робко, затем все сильнее, споры разгорались. Говорили, что конструкторы «придумали» станок, который никому не нужен, что 1 500 оборотов еще использовать можно, а 3 тысячи — это для рекордсменов, что станок излишне тяжел, в нем слишком много деталей (одних шестерен более 150 штук) и он не годен для поточного производства...

Все было правильно. Завод мог дать только 5 станков в месяц. Такие темпы нельзя было себе и представить. Но станок продолжал выпускаться. Его показывали на выставках. Красивый по своим формам и привлекательный по отделке, он завоевал многочисленных поклонников. В книге отзывов, которая имеется на каждой выставке, можно было прочесть о нем много хороших слов. Одного только не знали посетители выставок: что

он обходился в несколько раз дороже серийного станка, производимого поточным способом. И еще: на заводах отворачивались от станка, который больше простаивал, чем работал.

Потребители требовали от министерства ремонта, запасных частей или даже замены станков — и производство их в конце концов было прекращено.

Эта история научила многому.

Прежде всего лишний раз подтвердилась мудрая народная поговорка: «Не зная броду, не суйся в воду». В переводе на язык техники она может звучать примерно так: «Не проделав экспериментов, не запускай в производство новые машины. Ставя предварительные опыты, добивайся ответа не только «в принципе», но и в цифрах. Поменьше догадок, побольше знаний».

Общеизвестно, что на ошибках учатся. Но уж если быть откровенным, надо признаться, что приятнее учиться на чужих ошибках, чем на своих. Это не значит, что надо бояться риска и идти по тропе, проложенной другими. У конструктора никто не отнимает права на риск. Надо только, чтобы он был хорошо обоснован.

Чему же учит опыт, полученный за несколько лет проектирования, изготовления и эксплуатации этого станка?

Открылись новые, ранее не учитывавшиеся в станкостроении физические явления. Оказалось, что потери мощности возрастают не пропорционально числу оборотов, а намного быстрее. Дело исследователей — установить законы, вывести формулы, построить расчетные графики. В будущем конструкторы скоростных станков на этом месте спотыкаться не будут. Они сумеют строить быстроходные станки с хорошим коэффициентом полезного действия.

Еще одно важное «открытие». Вариатор, в котором

использовано сухое трение металлов, постепенно засыпается бурым порошком. Когда поверхности стальных чашек и роликов, через которые происходит передача вращения, набегают друг на друга, в месте их контакта (соприкосновения) происходит мгновенный нагрев. Поверхности на воздухе покрываются пленкой окисла. Постепенно пленка «перемалывается», и частицы ее превращаются в порошок, забивающий механизмы управления вариатором. Сомнительно, чтобы в будущем конструкторы вариаторов соблазнились сухим трением металлов.

Могут возразить: но ведь поезда-то ходят! Ведущие колеса тепловозов или электровозов всухую «зацепляются» с гладкой поверхностью рельсов и ведут поезд, создавая приличную тягу...

Да, на транспорте этот принцип себя оправдал. Пленка окисла в виде порошка разносится ветром по шпалам и никого не беспокоит; ее просто не замечают. Существует еще одно важное обстоятельство: вес тепловоза никогда не исчезает, и это служит надежной гарантией сцепления колес с рельсами. В вариаторе сила сцепления между чашками и роликами создается искусственно, нажимным устройством, а его работа как раз и нарушается окислением поверхности металла. Следовательно, поезда и впредь будут ходить по рельсовым путям, а будут ли работать «сухие» вариаторы — еще вопрос.

Это, так сказать, отрицательные итоги.

Но есть и положительные. Конструкторы научились проектировать быстроходные шпиндели с тепловым компенсатором, предупреждающим заедание; разработали одноручечное управление суппортной группой; поняли, что не следует перегружать станок электроаппаратурой. А самое главное — изменился подход к реше-

нию технических вопросов. Раньше думалось так: сначала достигнем результата, потом будем упрощать конструкцию, приспособлять ее к поточному производству. Теперь поняли неразрывность этого процесса. Надо сразу делать и то и другое — решать проблему и думать, что скажут технологи, получив чертежи деталей нового станка.

Развитие идет от простого к сложному, по пути постепенного усложнения.

Не головоломные прыжки «в никуда» и не стремление «удивить мир» вызывают к жизни новый станок. Он рождается из потребностей промышленности, являясь ответом на ее нужды.

КАК РАЗВИВАЛОСЬ СТАНКостроение

Наша страна вступила на путь индустриализации позднее Англии, Германии, Соединенных Штатов Америки. До Великой Октябрьской социалистической революции спрос на станки более чем на четыре пятых покрывался ввозом из-за границы. Немногие русские заводы, занимавшиеся изготовлением станков, были известны наперечет. Это завод братьев Бромлей в Москве, «Фельзер и К°» в Риге, «Феникс» в Петербурге, «Герлях и Пульст» в Варшаве и некоторые другие.

Достаточно сказать, что в предвоенном, 1913 году стоимость всех выпущенных в России станков (их было всего 1 490 штук!) составляла не более одной сотой стоимости всей продукции машиностроительных заводов. Да и какие выпускались станки? Старые кадровые конструкторы помнят случаи, когда покупался иностранный станок, отливались новые, более тяжелые ножки (это было хозяину выгодно, так как цена станков уста-

навливалась «с пуда»), набивалась «своя» фирменная табличка — и станок отгружался потребителю.

В таком печальном состоянии находилось отечественное станкостроение в царской России к началу XX века, а ведь оно знавало лучшие времена.

История русского станкостроения еще очень плохо изучена. Мало кому известно, например, что первый сферо-токарный станок для изготовления вогнутых металлических зеркал построен М. В. Ломоносовым. Копировальные станки были созданы А. Нартовым (один из них хранится в Ленинградском Эрмитаже).

В Отечественной войне 1812 года русская артиллерия стреляла изготавливаемыми на уральских заводах снарядами (их было произведено 10 миллионов штук). Мастер Яков Батишев на Тульском оружейном заводе изготовил двенадцати- и двадцатичетырехшпindelные станки для обработки ружейных стволов. Известны имена самоучек-механиков Л. Собакина, А. Сурнина и многих других.

Зависимость русской промышленности от иностранного капитала тормозила развитие станкостроения.

Только при Советской власти производство станков стало на прочную основу. Диаграмма выпуска станков (рис. 3) дает об этом ясное представление.

В этих сухих цифрах заключен итог напряженного труда советских конструкторов, начинавших станкостроение в условиях жесточайшей разрухи народного хозяйства.

Как же все начиналось? Как можно было строить станки, не имея достаточного опыта, соответствующего оборудования, квалифицированных специалистов и рабочих?

Было бы вполне естественным ожидать, что в этих тяжелых условиях проще всего было бы скопировать проверенную иностранную конструкцию станка и поста-

вить ее на производство. Но даже этот «легкий» путь оказался закрытым. Так, например, хорошие токарные станки того времени уже имели коробки скоростей с

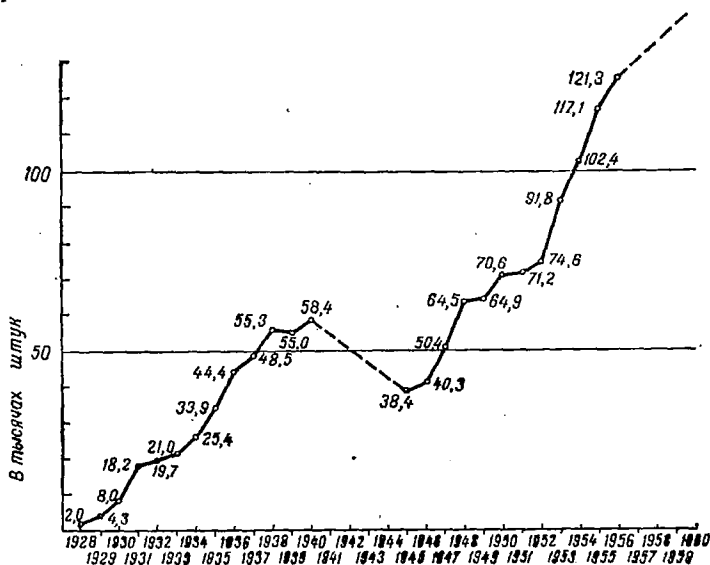


Рис. 3. Сколько станков выпускалось в Советском Союзе

большим количеством шестерен, для нарезания которых не хватало зуборезных станков, да и имеющиеся были порядком изношены.

Поэтому пришлось остановиться на приводе со ступенчатым шкивом и перебором, для которого требовалось всего только 6 шестерен. Позднее был выпущен приставной редуктор, восполнявший отсутствие коробки

скоростей. При помощи такого редуктора модернизировались ранее изготовленные станки.

В годы первой пятилетки появилась возможность производить лучшие иностранные станки того времени — токарные, сверлильные, поперечно-строгальные, зубодолбежные. Это было мудрое решение. В кратчайший срок страна должна была получить вполне современное оборудование, на производстве которого могли учиться работники станкостроения. Без такой школы, без использования накопленного опыта, которым располагали к тому времени передовые в техническом отношении капиталистические страны, — без всего этого нельзя было и думать о том, чтобы догнать их и перегнать. Не случайно лучший токарно-винторезный станок первой пятилетки назывался ДИП (по начальным буквам слов «Догнать и перегнать»).

Как практически осуществлялось копирование какого-нибудь станка? Он полностью разбирался и эскизировался. Если имелась техническая документация, задача несколько облегчалась. Что же это за документация? Прежде всего это детальные и сборочные чертежи, затем спецификация оригинальных деталей (то есть перечень изображенных на чертежах деталей с указанием количества, материала и термообработки), спецификация нормалей (винтов, гаек, шайб и пр.), нормы точности и технические условия и, наконец, паспорт станка.

Но даже если мы располагали всем необходимым, начать выпуск станков так вот, сразу было нельзя: без основательной переработки полученная из-за границы документация для производства не годилась.

Быть может, на наших заводах существовали какие-то особые требования, которых нет за рубежом? Ничего подобного, просто эта документация была непонятна в цехах и отделах. Написанная не на русском языке, она прежде всего нуждалась в переводе.

«ЧЕРТЕЖ — МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЯЗЫК ТЕХНИКИ»

Линии чертежа изображают деталь с различных точек зрения: спереди, с боков, сверху и так далее. Каждый вид называется проекцией. Известны два порядка расположения проекций. Так, существует европейская проекция (вид спереди, вид слева, вид сверху) и наряду с ней американская проекция — с иным порядком расположения видов.

Известное выражение «чертеж — международный язык техники» на поверку оказывается неточным. Во многих странах бытует свой «язык техники». Иногда он кое в чем совпадает с другими «языками», а чаще он самобытен и с некоторыми затруднениями понимается в других странах. Нужен грамотный, хорошо сделанный «перевод».

Кто же выступает в роли переводчиков? Конструкторы. Конечно, берясь за такой перевод, они должны в совершенстве владеть нашим советским языком техники и, кроме того, знать «языки» техники других стран.

Тех переводчиков, которые берутся переводить, плохо владея соответствующим языком, критикуют в печати. Дурной литературный перевод вызовет законное возмущение читателей и критиков. Но никакой опасности для человеческой жизни он не представляет.

А неграмотно «переведенные» чертежи приведут к появлению такой машины, которая не только будет плохо работать, но сможет и подвести в самый ответственный момент: включиться, когда должна стоять, ударить током, разлететься на ходу.

От правильного «перевода» чертежей в конечном счете зависит жизнь человека, и к этой ответственной работе нужно относиться со всей серьезностью.

МИЛЛИМЕТРЫ И ДЮЙМЫ

На наших чертежах размеры проставляются в миллиметрах (одна тысячная метра). Международной метрической системой пользуется свыше полусотни стран, так что в случае обмена чертежами между ними никакого пересчета размеров не требуется.

Но в некоторых странах применяются английские меры. В чертежах, полученных из Англии и Соединенных Штатов, вместо привычных нам миллиметров все размеры проставляются в дюймах. Напомним, что 1 дюйм в СССР равен 25,4 миллиметра. А разве в других странах он иной? Да, английский дюйм несколько короче нашего — он равен 25,399956 миллиметра, немецкий дюйм — 25,40095 миллиметра, а американский — 25,400051 миллиметра. Если учесть, что нормальной температурой, при которой производятся измерения, в СССР и Германии является 20° Цельсия, в Англии — 62° Фаренгейта (что составляет $16\frac{2}{3}^{\circ}$ Цельсия), а в Америке встречаются как нормальные обе эти температуры — и 68° Фаренгейта (20° Цельсия) и 62° Фаренгейта ($16\frac{2}{3}^{\circ}$ Цельсия), то от всех этих цифр голова пойдет кругом...

Но надо сразу же оговориться: эта незначительная разница должна учитываться только в ответственных деталях, как, например, в ходовых винтах. Во многих других случаях этой разницей можно пренебречь.

Метрическая система удобна тем, что она является десятичной. Так, все размеры меньше миллиметра выражаются десятичной дробью. В станкостроении в ходу десятые (0,1), сотые (0,01) и тысячные доли миллиметра (0,001, последние называются микронами).

В английской системе мер доли дюйма выражаются как в простых, так и десятичных дробях. Чтобы ускорить перевод дюймов в миллиметры, обычно пользуются переводными таблицами.

Заметим, кстати, что сосуществование в мире двух систем, метрической и дюймовой, доставляет станкостроителям много хлопот. Надо выпускать станки, на которых можно было бы нарезать и метрические, и дюймовые резьбы. Казалось бы, к чему это? Ведь метрическая резьба, у которой и диаметр, и шаг (то есть расстояние между витками) измеряются в миллиметрах, введена в Советском Союзе еще в конце первой пятилетки.

Однако нередко приходится ремонтировать машины, купленные в Англии и США, и нарезать винты с дюймовой резьбой, у которой диаметр выражается в дюймах, а шаг исчисляется косвенным способом — через число «ниток» (то есть витков) на дюйм длины нарезки.

Да и наши станки идут за границу, скажем в Индию, страну дюймовой системы мер.

Наконец, и у нас самих есть еще «пережитки» старого. До сих пор на газопроводных трубах узаконена дюймовая (трубная) резьба. Вот и приходится усложнять станки, чтобы они могли обслуживать обе системы.

ДОГОНЯЕМ И ПЕРЕГОНЯЕМ

Ушло в прошлое время, когда наше станкостроение только становилось на прочную основу. Ныне Советский Союз обладает первоклассной станкостроительной промышленностью, способной в короткий срок изготовить любую машину.

Чертежи советских станков предоставляются в распоряжение социалистических стран. Советские специалисты помогают строить станкозаводы, налаживать выпуск станков.

В Китае много говорят об освоении передового советского опыта, но при этом постоянно подчеркивают необходимость нахождения своего собственного пути созда-

ния станков. Китай поставил целью в ближайшие пятнадцать лет догнать или перегнать Англию. Отчетливо осознается та простая истина, что при использовании зарубежного опыта можно в наиболее короткий исторический срок приблизиться к уровню мировой техники, то есть выполнить первую часть лозунга — «догнать»... Но если все время копировать выходящие за границу конструкции, то вторая часть лозунга — «и перегнать» повиснет в воздухе и никогда не будет проведена в жизнь. В свое время капиталистические фирмы не верили в способности советских станкостроителей, в годы первых пятилеток приобретавших у них чертежи станков для постановки их на производство. Представитель одной американской фирмы даже заявил: «Вы бросаете деньги на ветер, наших станков вам не построить». Тот же представитель был несказанно удивлен, увидев через два года свои станки в нашем исполнении.

Но два года — срок большой. За это время и в Англии, и в СССР успевают выпустить по крайней мере одну усовершенствованную модель. Понятно, что при копировании появляющихся образцов всегда будет отставание по крайней мере на одну, а то и на две модели. Поэтому китайским станкостроителям необходимо развивать собственное творчество и растить кадры квалифицированных конструкторов, технологов и научных работников. Так в свое время было сделано в Советском Союзе, превосходство которого в этом отношении ныне признается во всем мире.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Специальная печать вводит нас в большой мир борьбы технических идей, позволяет быть в курсе всего нового, что создается в нашей стране и за границей. Только надо хорошо помнить: техника неразрывно связана с

политикой, она носит следы интересов господствующих классов. В капиталистических странах она отражает конкурентную борьбу капиталистических фирм за захват рынков, за сферы влияния. На технике сказывается реклама, шумиха, поднимаемая вокруг «модных» технических вопросов, игра цен. Надо крепко помнить, что «не все то золото, что блестит», не торопиться восхищаться машинами, рассчитанными на технических простаков, но глубоко и вдумчиво анализировать все приходящее к нам из-за рубежа. Трезвая оценка действительности, реальных достижений, могущих быть использованными при проектировании станков, — такова должна быть наша позиция.

Хотя инженеры просматривают журналы только по своей специальности (химики — химические, станкостроители — станкоинструментальные и т. д.), их так много, что уследить за всей этой массой информации просто нет возможности. На помощь приходит реферативный журнал, издающийся Всесоюзным институтом научной и технической информации. Сотрудники этого ежемесячного журнала взяли на себя большой и нелегкий труд читать все советские и иностранные технические журналы, и не только читать, но и доводить помещаемые в них статьи до размеров небольших заметок.

Такие «выжимки», из которых отжата вся «вода», печатаются в реферативном журнале.

Заинтересовавшись заметкой, читатель может выпisać фотокопию статьи и ознакомиться с ней.

Но реферативный журнал выходит раз в месяц и не всегда аккуратно. Вполне понятно, что подготовка его к печати отнимает много времени и технические новости с задержкой доходят до читателя. Но можно получать информацию и быстрее, вскоре после выхода свежих номеров журналов. Это «экспресс-информация» — отдельные, наиболее интересные статьи. Такие

листовки быстро доносят до читателя последние технические новости. Выходят также брошюры с описанием передового производственно-технического опыта. Вообще советские конструкторы получают достаточное количество технической информации.

Другой путь информации — посещение заводов и выставок, начиная с Всесоюзной промышленной выставки в Москве. В павильоне «Станкостроение» собраны лучшие станки, производимые нашими заводами. Понятно, что попасть сюда может только небольшая часть выпускаемых моделей. Некоторые уникальные станки достигают длины в несколько десятков метров и в самом прямом смысле «не лезут ни в какие ворота». В других остро нуждается завод-заказчик, и они отгружаются не на выставку, а прямо в его адрес.

Национальные выставки устраиваются и за рубежом, а время от времени организуются международные выставки, в которых часто принимает участие Советский Союз.

Ознакомление с выставленным оборудованием приносит большую пользу. Выясняется, какими путями решаются в разных странах назревшие технические вопросы. Руководители промышленности, конструкторы, технологи разъезжаются по своим странам, нагруженные изрядным запасом новизны. Отчеты о поездках через библиотеки становятся известными широкому кругу специалистов. Новейшие каталоги, фотографии машин, схемы, чертежи — все это богатство мыслей и опыта должно помогать развитию творчества конструкторов.

Информация позволяет создать правильное представление об уровне мировой техники вообще, мирового станкостроения в частности. Но сами по себе собранные сведения еще не делают станка: это не математическая задача, ответ к которой можно найти на последних страницах задачника.

Правильно говорят, что конструирование сродни изобретательству. Пусть конструктор не изобретает в подлинном смысле этого слова, но его отношение к работе, приемы, которыми он пользуется, приближают его повседневную деятельность к изобретательской.

Было время, когда среди конструкторов разгорались жаркие споры о том, какими должны быть советские станки и могут ли они походить на машины, построенные на капиталистических заводах. Некоторые даже находили в иностранных машинах какие-то отталкивающие черты.

Исходя из положения, что рабочий в условиях капитализма является придатком машины, и неправильно понимая понятие «придаток машины», горячо ратовали за то, чтобы работа на станке была интересной, а поэтому, мол, управление сильно упрощать не следует: иначе будет «неинтересно» работать. Хороши были бы мы, если бы согласились с такими доводами и принялись усложнять станки вместо того, чтобы бороться за их упрощение.

Машина сама по себе не может быть ни отталкивающей, ни притягивающей. Она может быть менее или более совершенной, менее или более удобной, дешевой, долговечной, менее или более трудоемкой и металлоемкой, красивой, привлекательной по внешним формам, отделке, окраске. Все дело в том, как применять машину. Труд советского рабочего в корне отличается от труда рабочего капиталистических стран. Там машина не освобождает рабочего от тяжелого труда, но освобождает его труд от всякого содержания. У нас машина — могучий помощник, выполняющий сложную и точную работу с быстротой, не доступной самому искусному ремесленнику.

Надо уметь видеть технологическое назначение станка — для операции сверления, обтачивания, нарезания

резьбы или любой иной — и стремиться так конструировать машины, чтобы они выполняли операцию безошибочно и как можно быстрее.

ПЕРЕХОДИМ К СОЗДАНИЮ НОВЫХ СТАНКОВ

Станки выпускаются универсальные, то есть «ко всему пригодные», и специальные — предназначенные только для одной операции.

Независимо от типа станка работа ведущего конструктора, которому поручается разработка чертежей машины, не существующей пока даже в воображении, начинается с технического задания. Разница только в том, что задание на проектирование специального станка выдается заказчиком, а для универсального составляется самим ведущим конструктором. Это и понятно: заказчик лучше всех знает, что ему нужно, так что ведущему конструктору остается только изучить задание и решить, выполнимо ли оно и в какой форме. Естественно, что техническое предложение, являющееся как бы ответом на задание, утверждается заказчиком, после чего можно начинать первый этап проектирования — разрабатывать эскизный проект или предварительный набросок.

Ведущий конструктор приступает к этой работе во всеоружии знаний. Информация донесла до него все, что имеется по данному вопросу. Его опыт подсказывает, каких трудностей можно ожидать. И самое главное — он должен ясно сознавать, в каком направлении развивается сейчас техника, что устарело и почему. В то же время он знает, какими возможностями обладает завод и что может быть сделано, а что нет, с какой точностью и тщательностью. Он видит перед собой цех, где будет работать станок, представляет уровень квалификации ремонтных слесарей, которым придется поддерживать

его работоспособность, наладчиков и станочников, которые будут налаживать станок и трудиться на нем.

Он имеет не только чертеж детали, которую предстоит обрабатывать на этом станке, но и полное представление о культуре заготовки, то есть о степени совершенства, с которой она делается. Величина припуска или глубина слоя металла, подлежащего удалению, оказывает огромное влияние на конструкцию станка. Чем толще слой, тем бóльшая сила требуется, чтобы его срезать. А чем выше сила резания, тем тяжелее станок и тем мощнее электродвигатель. Другими словами, тем больше места в цехе он занимает, тем больше потребляет электроэнергии и тем дороже стоит.

«Взаимодействие» заготовки и станка можно сравнить с «взаимодействием» дороги и автомобиля. Гладкая, асфальтированная, без больших уклонов дорога вызывает к жизни автомобили, пригодные больше всего для городской езды. Пустите такую машину на проселок, и она сразу застрянет: картер дифференциала станет задевать за неровности, машина будет идти тяжело, двигатель окажется слабым и вода в рубашке двигателя закипит. А по бездорожью такая машина совсем не пойдет. Для этого нужна машина повышенной проходимости: со всеми ведущими колесами, независимой подвеской, сильным двигателем. Дорога (или бездорожье) влияет на конструкцию машины, заготовка — на конструкцию станка. Это закономерно. Станки, как и любые другие орудия производства, «историчны». Они принадлежат эпохе и месту, подобно ложилам и топорам, извлекаемым на поверхность земли археологами. Если бы через несколько тысяч лет был раскопан чудом сохранившийся токарный станок наших дней, то по форме станины, шпинделя, размерам электродвигателя историки смогли бы довольно точно определить дату его выпуска.

За первым этапом следует второй этап проектирования — разработка технического проекта. На этой стадии в работу включается бригада конструкторов, каждый из которых получает задание по проектированию узлов будущей машины. На третьем этапе начинается разработка рабочего проекта — чертежей отдельных деталей, а на четвертом «сборка» — так называется вычерчивание сборочных чертежей. Остается еще техническая документация, о которой мы упоминали выше, — и проект готов. После копирования на кальку и размножения синек в светоконии чертежи идут в производство.

Создание прогрессивного универсального станка — дело большой сложности. Жизнь подсказала, что нельзя быть «на уровне» мировой техники, не имея точных данных по универсальным станкам. Нельзя поэтому сдвинуться с места, если под руками нет сводной таблицы станков различных фирм и заводов. Необходимо сравнивать числа оборотов шпинделя и величины подач, сопоставлять мощности электродвигателей, изучать весовые данные и так далее. А затем можно составлять техническое задание с эскизным проектом, утверждать его и вести проектирование. Универсальный станок предназначается для массового потребления, как готовое платье. Но утверждать новую модель путем опроса работников всех отраслей нашей промышленности было бы, пожалуй, громоздко. Поэтому утверждение происходит в Экспериментальном научно-исследовательском институте металлорежущих станков (ЭНИМС).

НОВЫЕ ИДЕИ ВОПЛОЩАЮТСЯ В МЕТАЛЛ

Понятно, почему трудно спроектировать универсальную машину — чем больше операций должно производиться на станке, тем труднее построить механизмы, пригодные «на все случаи жизни». На новых универ-

сальных токарно-винторезных станках модели 1К62 завода «Красный пролетарий» можно обтачивать валы, растачивать отверстия, обрабатывать торцы, прорезать канавки, подрезать уступы, производить отрезание изделий, точить конусы, сверлить, разворачивать и, как говорит само название станка, нарезать винты, червяки и гайки.

Такое большое разнообразие работ требует и высоких оборотов шпинделя (2 тысячи оборотов в минуту для скоростного резания), и низких (12,5 для чистовой обработки и нарезания точных резьб), и крупных подач (4,16 миллиметра на оборот шпинделя для силового резания), и мелких (0,07 для достижения требуемой чистоты).

Необходимо также иметь полный ассортимент шагов стандартизованных резьб — метрических, дюймовых, модульных и питчевых.

Было время, когда автоматическая (самоходная) подача каретки и суппорта считалась пределом возможностей станка. Теперь этим никого не удивишь. Автоматическая подача давно уже стала обязательной, причем лучшие образцы станков позволяют производить самоходом и такую тяжелую операцию, как сверление. Теперь никто не будет говорить всерьез о станке, если в нем не механизированы вспомогательные перемещения, то есть нет быстрых ходов резца. Для включения подачи в одном из выбранных направлений (влево или вправо, «на себя» или «от себя») очень удобна вертикальная рукоятка, которую нужно наклонять в ту сторону, в какую надо подавать резец (рис. 4). Это правило запоминается сразу, стоит только один раз поработать такой рукояткой. Оно основано на мнемонике, то есть на искусстве запоминания по связи представлений. Мнемоникой широко пользуются при конструировании машин: шофер



Рис. 4. Управление фаргуком упростилось

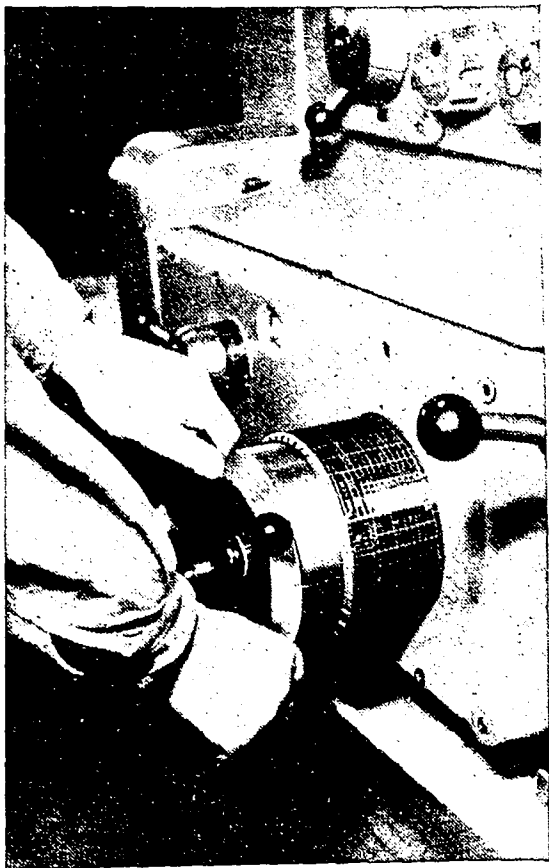


Рис. 5. Новая коробка подач

повертывает штурвал вправо — и машина поворачивает в ту же сторону.

Для удобства рукоятка оканчивается шариком, легко охватываемым пальцами. На самом вершуге шарика имеется кнопка. Если ее нажать, включится электродвигатель быстрых ходов. Наклоняя рукоятку и нажимая кнопку, мы получим быстрые хода в тех же направлениях, в каких шла подача.

На фартуке теперь находится только одна рукоятка вместо обычных трех. В последнее время заметно стремление к сокращению числа органов управления и к большей наглядности. Так, на коробке подач старой модели было 5 рукояток. На установку их в нужное положение приходилось терять много времени: длинная, насыщенная цифрами и буквами таблица служила «справочником», в котором не так-то просто было разобраться. Пока токарь ломал голову, разыскивая нужное сочетание положений рукояток, станок простаивал.

Теперь на коробке подач мы видим только две рукоятки (рис. 5). Первая устанавливается на одну из надписей: «Метрическая резьба», «Дюймовая резьба», «Подача». Вторую даже нельзя назвать рукояткой, это барабан с двумя ручками, за которые удобно братья обеими руками. А где же таблица? Она на барабане. Чтобы подвести под нее указатель, следует потянуть рукоятки к себе, сделать нужный поворот и вдвинуть все на место. Легко, быстро, без головоломок.

В новом станке все приспособлено для действенного, быстрого выполнения различных вспомогательных операций. Показательна в этом отношении задняя бабка. Раньше она крепилась на станине ключом, которым нужно было затянуть две гайки. Теперь появилась удобная рукоятка, намного ускорившая крепление. И все же

при обдирке всегда существует опасение, что зажим рукояткой может оказаться недостаточным и бабка «поедет». На этот случай сохранена одна из гаек и ее можно затянуть ключом. Но такое дополнительное крепление потребуется довольно редко, а основная масса работ будет выполняться при помощи рукоятки.

А сколько писем присылали токари со всех концов страны, требуя нанести на пиноль деления или поставить на маховике задней бабки лимб! При сверлении трудно было подавать сверло на требуемую по чертежу глубину: эта операция делалась «втемную». На сверлильных станках дело обстоит иначе — там углубление сверла отсчитывается по шкале. Токари хотели иметь что-нибудь в этом роде и на токарном станке. Что ж, это было законное желание. И в новом станке был поставлен небольшой лимб. Но на этом не остановились. Зная, как тяжело вращать маховик при подаче сверла, конструкторы уже давно пытались механизировать и эту операцию. Были, например, такие проекты: воспользоваться вращением ходового вала и через специальные передачи производить автоматическое выдвижение пиноли или от ходового вала через дополнительный фартук подавать по станине всю бабку.

Но все это оказалось сложным. А решение лежало буквально перед глазами: надо было только сцепить заднюю бабку с кареткой станка. Теперь это сделано. Весь «механизм» состоит из двух простых планок. Сборку они похожи на крючки, которые заходят один в другой.

Для расширения возможностей станка предусмотрен задний резцедержатель. В нем можно установить до пяти канавочных резцов. Суппорт сделан более массивным, устойчивым. Кнопки «пуск» и «стоп» главного двигателя размещены на каретке, под рукой у токаря.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАЛЛА

Самые тяжелые части станков — станины, корпусные детали, суппорты — отливаются из чугуна. Чугун недифицитный металл. Видимо, поэтому одно время появилась такая мысль: делать станки целиком из чугуна. В Советском Союзе производится много классов чугуна, в том числе высокопрочный чугун, из которого давно уже отливаются такие ответственные детали, как колечатые валы автомобильных двигателей (из него вполне можно лить шпиндели станков вместо того, чтобы ковать их из стали); ковкий чугун, который вопреки названию не куется, как, впрочем, и все чугуны, но неплохо работает на изгиб, являясь чем-то средним между чугуном и сталью; антифрикционный чугун, предназначенный для замены бронзы. Кроме того, появился чугунный лист, в иных случаях могущий заменить листовую сталь.

И все же, когда требуется материал, способный сопротивляться большим нагрузкам, обладающий такими ценными свойствами, как вязкость и пластичность (пластичный металл поддается деформации под давлением, не ломаясь), лучше стали ничего найти нельзя. При тех скромных размерах, которые сейчас имеют многие тяжело нагруженные детали, нечего и думать о полном вытеснении стали даже наилучшим чугуном.

Откроем книжку с несколько непривычно звучащим названием «Марочник конструкционных сталей станкостроения». В ней перечислены все марки сталей, из которых делаются в Советском Союзе детали станков. Этих марок очень много — не десять и не двадцать, их свыше сотни. Каждая марка стали имеет свои особенности. Одна сталь идет на детали, не нуждающиеся в закалке или иной термической обработке, — крышки, корыта, кожухи, шайбы.

Из другой стали делаются пружины. Она должна иметь высокую прочность, потому что после многократных изгибов сталь может «устать» и тогда деталь сломается.

Третья сталь применяется в тех случаях, когда деталь должна противостоять износу. Из нее изготавливаются, например, шарикоподшипники — кольца и шарики. Миллионы раз повернется в подшипнике вал электродвигателя, шарики будут обегать кольцо по желобку, но изнашиваться они должны нескоро. Конечно, с течением времени подшипник все-таки износится: вечных материалов не бывает. Если же подшипник сделать из стали неподходящей марки, он может не прослужить и четверти положенного срока: наступит преждевременная «смерть».

Нет возможности перечислить все марки сталей, применяющиеся при изготовлении станка. Да это и не нужно. Когда конструктору необходимо подобрать сталь, марку ее он находит в марочнике.

Чтобы уяснить, что представляет собой та или иная сталь (например, углеродистая, хромистая, хромомарганцевая, хромоникелевая или хромомолибденовая), надо знать ее химический состав и механические свойства. Элементы, придающие стали различные свойства: вязкость, твердость, прочность, можно найти в периодической таблице Менделеева. Элементы эти хорошо известны, а вот какие свойства они придают стали, это надо изучить. Так, марганец придает стали прочность, не ухудшая ее свариваемости. Хром повышает твердость, никель — прочность и вязкость, и так далее.

И, конечно, при подборе стали руководствуются также ее недефицитностью и стоимостью. Принимается во внимание еще одно важное качество — обрабатываемость. Под этим подразумевается число деталей, которое можно изготовить из той или иной марки за то же

время, что 100 деталей из автоматной стали. Эта сталь легко обрабатывается, давая хорошую чистоту поверхности. Называется она так потому, что больше других подходит для резания на автоматах. Стружка автоматной стали отделяется в виде небольших спиралек, легко отскакивающих и сыпающихся в корыто станка. Далеко не все стали ведут себя так: многие из них дают стружку в виде каленой зазубренной полосы, представляющей большую опасность для работающего, или завиваются в длинные спирали, опутывающие станок.

В станке 1К62 появилось много новых механизмов, и может создаться впечатление, что он сильно утяжелился. Но это не так. Вес его не увеличился, и это, пожалуй, самое удивительное. Дело в том, что металл удалось перераспределить по-новому.

Больше всего чугуна идет на станину и ножки, на которых она покоится. Выходит, если нам нужен металл для дополнительных механизмов (например, для механизма быстрых ходов), то «черпать» приходится именно оттуда, где его много. Но как взять его со станины? Ведь это стеновой хребет станка. Ослабишь его, а потом неприятностей не оберешься. Станина, конечно, не ломается, но она потеряет жесткость. Станок с нежесткой станиной не способен обеспечить нужную точность. Он будет дрожать, вибрировать, и поверхность изделия покроется причудливыми волнами.

И, однако, облегчение станины оказалось крайне необходимым. Но на такой серьезный шаг нельзя было решаться без расчета, а рассчитывать станины на заводе не умели. Обратились в научно-исследовательский институт, там тоже ничего не нашли. Нет в технической литературе таких расчетов: во всем мире станины делают на глазок. Тогда научные работники по просьбе заводских конструкторов занялись этим вопросом. Станине по расчету была придана наивыгоднейшая форма,

которая при меньшей металлоемкости обеспечивает необходимую жесткость.

Ножки также получились достаточно легкими. При этом удалось поместить главный электродвигатель в переднюю ножку (прежде он находился снаружи станка), благодаря чему центр тяжести станка переместился под шпиндель. Станок стал более устойчивым и красивым.

Не следует думать, что в использовании металла был достигнут «потолок». Толщина стенок чугунной станины равна 13—16 миллиметрам. Когда станина с ножками была запроектирована сварной из тонколистовой стали (3—4 миллиметра), удалось добиться экономии без малого 500 килограммов металла.

ЭКОНОМИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

При скоростном резании токарь не чувствовал перегрузки электродвигателя: не было такого прибора, по которому можно было бы за этим проследить. Теперь такой прибор в станке появился. Это всем известный амперметр, вделанный в переднюю стенку электрошкафа. Пока стрелка находится на белом поле, двигатель недогружен. Выгоднее всего идет обработка, когда стрелка указывает на зеленый сектор: это означает, что нагрузка колеблется в пределах 85—100 процентов. Но вот стрелка качнулась и попала на красный сектор. Внимание! Двигатель перегружен. Красным сектором злоупотреблять нельзя, иначе сгорит обмотка.

Сделано было еще одно нововведение, касающееся экономии электрической энергии. Плакаты «Экономьте электроэнергию», развешанные на стенах, настолько примелькались, что часто их попросту не замечают. В подобных случаях следует поступать иначе. Например, когда хотят, чтобы дверь закрывалась, лучше вместо надписи «Закрывайте дверь» поставить пружину. Так

и с экономией электроэнергии. Работающий холостую электродвигатель — это расточительство. Чтобы его не забывали выключать, лучше всего поставить ограничитель холостых ходов. Можно было бы сделать так, чтобы при выключении шпинделя двигатель тотчас останавливался, но это невыгодно. Слишком частый пуск с неизбежным разгоном приведет не к экономии, а к растрате электроэнергии. Двигатель будет быстро нагреваться и даже может сгореть. Чтобы этого не случилось, надо заставить ограничитель давать выдержку времени. Но как это сделать? Использовали пневматический (воздушный) цилиндр с маленьким отверстием. Он похож на те приборы, которыми снабжаются двери, чтобы они не хлопали. Удар приходится на поршень, и под ним образуется сжатие. Воздух устремляется из цилиндра наружу сквозь отверстие, но так как оно мало, он выходит медленно, как толпа через узкий проход. Увеличивая или уменьшая отверстие, можно изменять выдержку в широких пределах — от 0,4 секунды до 3 минут. Ограничитель обычно устанавливается на выключение двигателя через 18—20 секунд после торможения шпинделя. Как только маленький электромагнит ограничителя перестает сжимать пружину, она старается распрямиться, но ей мешает пневматический цилиндр, из которого постепенно вытесняется воздух. В конце концов контакты размыкаются и двигатель останавливается.

Мы рассказали о многих мыслях, которые конструкторам удалось воплотить в металл при разработке нового универсального станка.

В тесном содружестве с конструкторами над проектом станка работает художник (можно с большим правом назвать его архитектором). Пока конструкторы чертят, он рисует. О чем думают конструкторы, проектируя станок, мы уже рассказали. О чем думает художник? О том, чтобы станок вышел красивым.

Красота станка... Казалось бы, странное понятие. Станок — машина для обработки металла. О какой красоте может идти речь? Надо, чтобы он хорошо резал, был производителен, удобен, дешев, а уж какую он будет иметь внешность — не все ли равно?

Именно такими принципами руководствовались прежде при проектировании станков.

Иначе складывалось оформление автомобилей, особенно легковых. Форме машин и их отделке всегда придавалось большое значение.

Невольно вспоминается карикатура, изображающая, каким был бы станок, если бы его проектировали автомобильисты. «Обтекаемая», динамичная форма создавала впечатление, что станок вот-вот сорвется с фундамента и умчится вдаль... А вот каким был бы автомобиль, если бы за него взялись станкостроители: вялые, несимметричные формы, на самых видных местах посажены то фланец, то какая-нибудь безобразная гайка. Рисунок верно отражал сложившееся в умах конструкторов отношение к красоте автомобиля и станка.

Теперь признается, что красота станка в его пропорциях, чистом и ровном литье, хорошей окраске и отделке. Считается дурным тоном «украшать» станки накладными блестящими полосками и другими деталями, не имеющими полезного назначения.

К сожалению, не всегда наши станки выглядят именно так. Вспоминается посещение завода представителем одной иностранной фирмы, который очень хвалил конструкцию станков, но тут же добавил: «Я бы у вас их не купил...» На вопрос: почему? — он ответил: «Отделаны неважно. Рабочие будут плохо к ним относиться, и они скоро потеряют работоспособность».

В последнее время внешнему виду станков придается большое значение.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СТАНОК ПЕРЕДАЕТСЯ В ПРОИЗВОДСТВО

Но одно дело — задумать интересную конструкцию нового универсального станка, а другое его изготовить. И не просто сделать один или несколько станков, а начать производство и довести выпуск до тысячи станков в месяц.

...Когда технологи во всех подробностях ознакомились с чертежами нового станка, сразу выяснилось, что количество деталей возросло процентов на сорок и они стали более сложными. Собственно, в этом не было с точки зрения конструкторов ничего неожиданного: раз станок должен был выполнять новые обязанности, то вполне естественно, что неизбежно должны были появиться и новые узлы, а значит, и новые детали.

И вот технологи начинают думать, как бы ускорить обработку деталей, снизить их себестоимость, выпускать больше машин, не расширяя производственной площади.

...А тем временем во всех цехах завода изготавливаются детали для одного-двух первых опытных станков. Для сборки они стекаются в лабораторию. Вместе со слесарями-сборщиками трудятся инженеры-исследователи. Они придирчиво отмечают все недостатки конструкции, проверяют правильность изготовления деталей и анализируют причины неполадок. В результате будут собраны и станки, и материал, представляющий огромную ценность для конструкторского отдела. Конструкторы уже получили много замечаний от технологов. Начинается работа по улучшению станка.

Попробуйте представить такую картину: на массивной фундаментной плите стоит превосходно отделанный опытный станок. Электродвигатель его заменен более

мощным (раза в два или в три больше обычного). Токарь поставил в центры станка большую болванку, установил крупную подачу, взял порядочную глубину и на большой скорости начал вести обтачивание. Вокруг на приличном расстоянии расположилась группа заводских работников — главный конструктор, начальник лаборатории, инженеры-исследователи, конструкторы. Они с интересом наблюдают, как токарь ломает станок. Ломает?! Да, он ведет испытание станка на прочность, доводит станок до поломки, чтобы выявить его слабое место.

Станки проверяются на долговечность. Возникло, положим, опасение, что новый механизм переключения долго не выдержит. Тогда к станку пристраивается установка, назначение которой «растрепать» механизм частым переключением. Испытание длится день, два, неделю и дольше. Каждое переключение отмечается счетчиком. За какой-нибудь месяц механизм примет вид, какой бы он получил через год-другой нормальной эксплуатации. При разборке выявятся места усиленного износа, задиров, а то и прямых поломок и конструкторам будет видно, какие дальнейшие улучшения они должны осуществить. Без лабораторной проверки «по всем позициям» станок не может быть передан в производство.

Но и это еще не все. Снова будет изготовлено несколько станков, на этот раз по исправленным чертежам. Улучшенные станки поступят в механические цехи, и тогда начнется опытная эксплуатация. Через два-три месяца станки будут остановлены, разобраны, осмотрены и обмерены. Все ненормальности — износ, поломки — вновь попадут в записные книжки исследователей.

Лишь после многих серьезных испытаний и проверок принимается решение: снять старую, устаревшую модель и начать производство нового, прогрессивного станка.

...Первые бои ведутся «на дальних подступах» к заводу — при размещении заказов на отливку деталей из чугуна и стали. Ушло в прошлое то время, когда столичные станкостроительные заводы владели небольшими литейными цехами. Литье получалось невысокого качества, и обходилось оно дорого. Условия труда в таких карликовых литейных, где широко применялся ручной труд, были тяжелыми.

Теперь мощный чугунолитейный завод на одной из окраин Москвы поставляет станкостроителям все необходимое им литье. Ручная формовка по деревянным моделям — какой это непроизводительный труд! На смену пришла машинная формовка по металлическим моделям. Они долговечны, не рассыпаются от жары, не коробятся от влаги. Машинным способом формуется даже такие крупные детали, как станины. Припуск на обработку дается минимальный, соответствующий 1-му классу. Литье получается высокого качества. На станкозавод оно поступает обрубленным и загрунтованным.

Прибывающий на завод прокат передается в заготовительный цех. Шестиметровые стальные прутки разрезались прежде на куски требуемой длины механическими пилами-ножовками. Очень долго ждать, когда ножовка перепилит пруток. Быстрее было бы перерубить его одним ударом, но для этого нужны мощные прессы. Теперь для рубки заготовок диаметром до 130 миллиметров установлен пресс с усилием в 1,5 тысячи тонн. На нем можно рубить не только круглые, но и квадратные прутки размером 120 × 120 миллиметров. Чтобы рубка происходила более успешно, прутки предварительно подогреваются. Отрубленные куски попадают на фрезерно-центровальный станок. Торцы фрезеруются и зацентровываются, а затем заготовки предварительно обдираются. В таком виде их привозят на электрокарах в механический цех.

РАБОТА ОРГАНИЗОВАНА ПО-НОВОМУ

Войдем туда вслед за ними. Цех не узнать после того, как начали изготавливаться детали нового станка.

Главные проходы расширились. Стены покрылись белыми кафельными плитками, которые особенно нарядно выглядят при установленных в пролетах потолочных лампах дневного света. На полу почти не видно стружки. Теперь ее не надо возить на тележках: стружку сбрасывают со станков в люки, откуда она транспортируется за пределы цеха подземными скребковыми конвейерами. Не видно и луж эмульсии — охлаждающей жидкости, которую раньше подвозили для заливки в корыта станков. Все станки присоединены к центральному «эмульсиепроводу». Достаточно только повернуть кран, чтобы пополнить запас израсходованной жидкости. Сколько человеческого труда при этом оказалось сэкономленным, сколько подсобных рабочих получили возможность заняться более производительным интересным трудом! Улучшились также условия труда станочников. И все это сделали детали нового станка.

Но почему же раньше нельзя было ввести все новшества? На это можно ответить: обходились и так. А вот когда число деталей увеличилось, резко возросло и количество стружки, и подсобные рабочие уже не смогли бы с ней справиться. Пришлось бы увеличивать штат этой непроизводительной категории работников, которые заняты тяжелой, но не созидательной работой. Потому и появились в цехе подземные конвейеры и другие новинки, что по-старому работать стало нельзя.

БОЛЕЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Изменился и вид предназначенного для обработки деталей оборудования. Назовем только одну цифру — свыше двухсот универсальных станков было заменено

более производительными машинами. Среди прочих в цехе появились новые револьверные станки, намного ускоряющие обработку. Револьверные станки «произшли» от токарных станков. Основное отличие их состоит в том, что вместо задней бабки, в которую можно вставить лишь один инструмент, например сверло, они имеют головку с шестью гнездами для шести и более инструментов: сверл, зенкеров, разверток, державок с несколькими резцами и т. д. Головка по окончании прохода может поворачиваться подобно тому, как это делает после каждого выстрела барабан револьвера. Поэтому она и получила название револьверной головки.

Револьверные станки раньше, чем токарные, были оснащены механизмом быстрых ходов. Это и понятно: револьверную головку надо то и дело отводить, поворачивать и подводить с очередным режущим инструментом к изделию. Теперь все эти действия совершаются автоматически.

Давно уже казалось необходимым вместе с тем изменять число оборотов шпинделя и подачу. Ведь сверлить приходится на одном режиме, а отделять отверстие на чисто, то есть развертывать, на другом, отрезать изделие резцом на третьем... В последних конструкциях револьверных станков эта задача решена. В коробку скоростей и подач встроены электромагнитные муфты, переключение которых производится без остановки станка. Команды подаются аппаратом, который так и называется: командоаппарат. Это медленно вращающийся барабан с кулачками, нажимающими на ролики конечных выключателей. Они в определенной последовательности замыкают и разрывают цепи постоянного тока низкого напряжения. Железные сердечники муфт то намагничиваются, то размагничиваются, набор дисков сжимается или распускается. Результатом является включение тех или иных шестерен, за которым следует

изменение числа оборотов шпинделя и величины подачи. Одновременно загораются небольшие лампочки, подсвечивающие цифры, нанесенные на матовом стекле. Работа станка сопровождается миганием лампочек, и у станочника создается точное представление о скоростях и подачах станка.

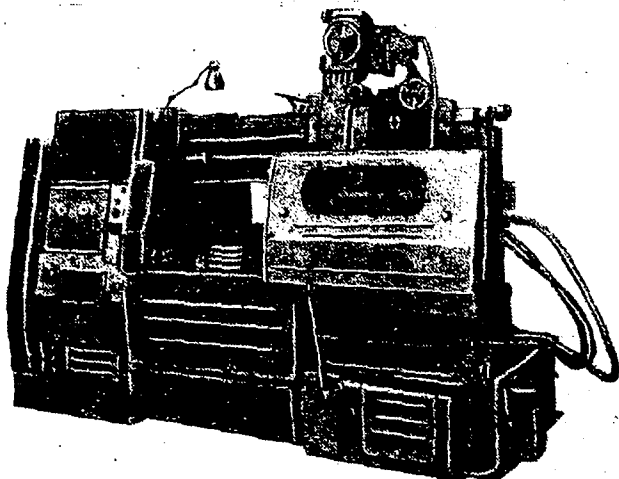


Рис. 6. Гидрокопировальный полуавтомат токарной группы

Токарные станки положили начало еще одной группе станков — многолезцовым полуавтоматам. У токарных полуавтоматов обычно бывает два суппорта: передний и задний. Первый с установленными на нем резцами подается вдоль изделия, обрабатывая ступени. Второй имеет подачу к оси вращения изделия, и резцы прорезают

канавки, снимают фаски. С этими производительными станками в последнее время все более успешно конкурируют гидрокопировальные полуавтоматы (рис. 6). Основным их преимуществом является сокращение времени, расходуемого на переналадку, и простота обслуживания. Обтачивание ступеней на этих станках ведется не несколькими, а одним, реже двумя резами. При помощи «следящего» устройства резец в точности повторяет профиль шаблона, изготовленного из тонкой листовой стали.

Гидрокопировальные полуавтоматы намного ускоряют обработку деталей. Каждый из них заменяет несколько универсальных токарных станков. «Урожай» деталей, снимаемый с площади пола, занимаемой такими станками, повышается в несколько раз.

Высокой производительностью отличаются вертикальные токарные многошпиндельные полуавтоматы (фото на обложке этой книги). Станину в них заменяет многогранная колонна, поставленная на круглое основание в самом центре станка. На гранях колонны устанавливаются суппорты. Вертикальные шпиндели расположены в столе, который время от времени поворачивается, подводя изделия под резы на суппортах.

На первой позиции, где идет загрузка детали, суппорт отсутствует. После поворота стола закрепленное изделие последовательно обрабатывается на второй позиции, затем на третьей и так до конца. Когда производится снятие очередного готового изделия и закрепление новой заготовки, один шпиндель простаивает, а на остальных семи шпинделях в это время обрабатываются семь изделий. Выходит, что на эту операцию не расходуется особое время и полуавтомат работает почти непрерывно.

И револьверные, и многорезцовые, и гидрокопировальные, и вертикальные станки ушли далеко вперед по

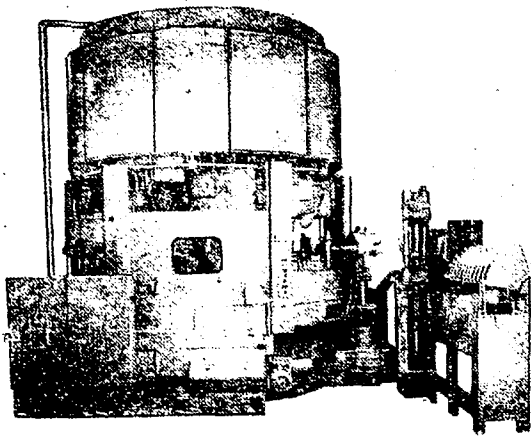
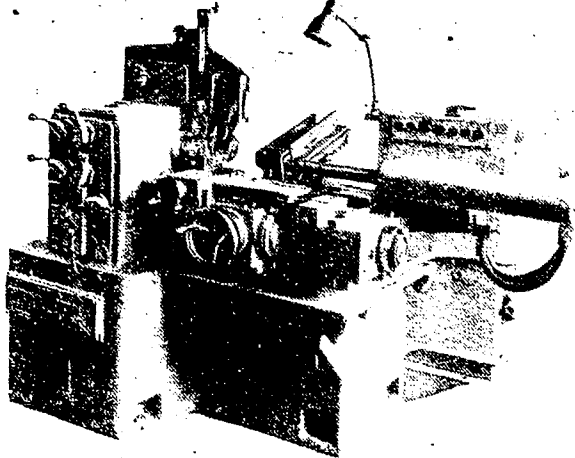


Рис. 7. Автоматы токарной группы.
Вверху — для изготовления втулок, внизу — для
обработки ступенчатых валов

пути автоматизации. Но они оказались автоматизированными только наполовину: устанавливает заготовку и снимает готовое изделие станочник. Поэтому такие станки называются полуавтоматами.

Позднее появились и полностью автоматизированные станки (рис. 7). Они обрабатывают деталь за деталью без вмешательства рабочего, под его контролем.

Возьмем такую распространенную деталь, как втулка. В одном станке 1К62 их около полусотни. Раньше они изготовлялись на универсальных токарных станках. Рабочий брал заготовку, зажимал ее в патроне и начал обработку. Предстояло сделать очень многое: обтачивать и подрезать, сверлить и развертывать, снимать фаски и отрезать. Втулки изготовлялись из «цельной» литой заготовки, бронзовой или чугуновой, причем очень много материала уходило в стружку — больше половины.

Решено было заказать для обработки втулок автоматы. Они уже установлены в цехе. Заготовки в форме коротких трубочек получают с литейного завода. Предварительно они рассверливаются, протягиваются и подрезаются с одной стороны. Что с ними делать дальше, куда их положить? Тот же вопрос приходилось решать и в автоматическом оружии, каким является пистолет-пулемет или автомат: куда вкладывать патроны? Для этой цели был придуман магазин. В нашем случае поступили так же: заложили заготовки в магазин и пустили автомат в ход. Заготовку нанизывает толкатель, сильным движением выносит ее из магазина и насаживает на оправку шпинделя. Дальше произойдет зажим, толкатель отойдет на место, шпиндель начнет вращаться, на быстром ходу приблизится передний резец, обточит наружный диаметр, затем подойдут другие резцы, которые подрежут сразу оба торца и снимут фаски. Шпиндель остановится. Резцы быстро отходят в исходное положение.

ние. К изделию подошел сбрасыватель, и вот оно, кувыряясь, уже летит по лоткам прямо в ящик. А в это время из магазина выхвачена новая заготовка... Автомат делает 125 втулок в час. Он легко переналаживается для обработки втулок любых размеров. На это тратится менее получаса.

Очень интересен вертикальный восьмишпindelный автомат для обтачивания ступенчатых валов (рис. 7, внизу). Специальная рука ставит заготовки в центры, перевертывает их по ходу обработки и снимает обточенные валы. Электронный контроллер проверяет ответственные размеры и дает команды на подналадку резцов.

ЛИТЬЕ ИДЕТ В ОБРАБОТКУ

Раньше при обработке литых деталей — станин, кареток, суппортов и других — главенствовали продольно-строгальные станки, но они оказались почти полностью вытесненными фрезерными.

Строгание можно сравнить с пахотой. Чтобы вспахать все поле, надо проложить борозду за бороздой. Таков же порядок обработки плоскостей при строгании. Глубина пахоты — это глубина резания. Скорость плуга — скорость резания. Только при пахоте плуг движется по земле, а при строгании «земля» (деталь) перемещается относительно «плуга» (резца).

Строгая станину, надо десятки раз провезти ее вперед и назад мимо резца. Этот порядок работы, даже если строгание идет в обе стороны, малопроизводителен. Ускорение обработки за счет увеличения скоростей резания на строгальных станках вызывает большой износ механизмов: инерцию стола с установленными на нем тяжелыми деталями приходится преодолевать и при разгоне, и при торможении. Скоростное резание успешнее применяется на станках не с возвратно-поступательным,

а с вращательным движением. Неважно, что будет быстро вращаться — изделие (как на токарных станках), шлифовальный круг, сверло или фреза.

Кстати, что за инструмент — фреза? Это круглая резцедержавка, по окружности которой расположены рез-

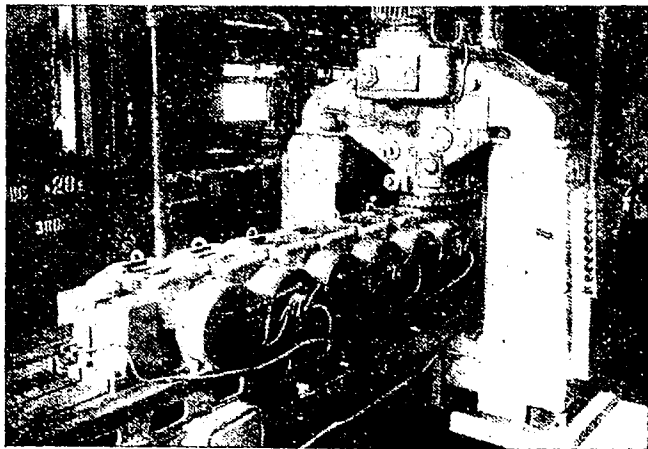


Рис. 8. Фрезерование задних бабок

цы (их еще называют ножами). При вращении фрезы ножи (а их бывает пятнадцать и более) вступают в работу и сразу захватывают всю плоскость обработки. Достаточно только раз, да и то не очень быстро, подать стол на длину деталей, как обработка будет окончена (рис. 8).

Для фрезерования станин применяются девятишпindleльные станки, на которых устанавливается до 15 фрез. Фрезерный станок занимает столько же места, сколько и строгальный, а производительность его в два-три раза

выше. Поэтому фрезерных станков требуется меньше, работа же на них и продуктивнее, и легче.

При фрезеровании выделяется очень много теплоты, большая часть которой уходит со стружкой. Но и оставшаяся часть сильно нагревает деталь, вызывая местные расширения. В результате деталь деформируется, коробится и при остывании приданная ей форма искажается. Для борьбы с браком этого рода впервые в станкостроении было применено водяное охлаждение чугунных деталей (обычно чугун вырабатывается всухую). Частичное погружение детали в ванну с проточной водой дало хорошие результаты.

Расскажем еще об одной новинке. Впервые на заводе появились двухрядные многшпиндельные фрезерные станки, на которых производится и черновое, и чистовое фрезерование деталей. Раньше одни станки применялись для черногого фрезерования, а другие для чистового. Поэтому приходилось переносить детали со станка на станок и дважды устанавливать их и закреплять. В новых станках один ряд шпинделей предназначается для черногого фрезерования, а другой — для чистового. Деталь закрепляется только один раз. Такие станки оказались особенно удобными для обработки корпусов короб скоростей, коробок подач, фартуков. Производительность их очень высока, и у рабочего остается много свободного времени, чтобы обслужить еще один, а иногда и несколько станков.

Фрезерные станки год от году получают все большее распространение.

ШЛИФОВАНИЕ ВМЕСТО ШАБРЕНИЯ

Немецкое слово «schaben» значит скоблить, отсюда и название режущего инструмента — шабер. Это стальная полоса с заточенными концами. Ее держат обеими

руками и «шабрят», то есть с усилием скоблят поверхность, чтобы ее выровнять. Но как увидеть все бугорки, все выступы? Это в общем не трудно. Берется плоская плитка, которая равномерно намазывается очень тонким слоем краски. Затем плитка прикладывается к плоскости детали и несколько раз проводится по ней. Понятно, что все выступающие неровности покроются краской, впадины же окажутся чистыми. Слесарь откладывает в сторону плитку и принимается шабрить деталь. Он соскабливает шабером все пятна, то есть окрасившиеся выступы. Потом вновь берет плитку, затем снова шабер и так поступает до тех пор, пока бугорки не будут равномерно распределены по всей плоскости. Высота бугорков будет все время снижаться, а количество их расти. Это будет означать, что поверхность все больше будет приближаться к правильной плоскости. Считается достаточным, если в квадрате 25×25 миллиметров число нятен достигнет восьми, но бывают случаи, когда их доводят до сорока. Тогда деталь шабрят не часы и даже не дни. Шабрение крупных деталей, например станин особо точных станков, может продолжаться неделями!

Это очень ответственная работа. Ведь иногда одним неудачным движением можно погубить почти оконченную деталь.

Сейчас, когда все трудоемкие процессы механизуются и автоматизируются, шабрение представляется тяжелой ручной операцией и выглядит удивительно несовременно. Впрочем, все зависит от подхода.

Интересен рассказ слесаря завода «Красный пролетарий» В. Ермилова, посетившего чехословацкие заводы, в том числе завод в Готвальдове.

«Как слесарь, — пишет он, — я заинтересовался шабровкой и взял в руки шабер. Рабочий начал со мной раз-

говаривать жёстами, так как переводчика возле нас не оказалось. Я понял только одно — он интересуется, знаком ли я с шабровкой. Мне пришлось показать ему мозоль в центре ладони правой руки — характерную приметку всех шабровщиков. Он сразу оживился, начал показывать инструмент в работе, дал мне пошабрить. Надо сказать, что шабер, оказавшийся у меня в руках, немного меня удивил. Дело в том, что пластинка в державке была тонкая и гнулась. Когда я с помощью подошедшего переводчика сказал об этом, слесарь засмеялся и ответил:

— А зачем ее толще делать? Этого достаточно, чтобы снять три-четыре сотки.

Меня удивило, — продолжает Ермилов, — что у них такие малые припуски на шабровку, но я промолчал. Мне стыдно было рассказывать ему о том, что нам приходится снимать по четыре и пять десятых, а то и по целому миллиметру.

Когда я уже вышел из цеха, слесарь догнал меня и подарил пластинку шабера на память. Меня очень тронул этот знак дружбы, и мы долго жали друг другу руки...»

В свете этого рассказа странно слышать о попытках механизации шабрения, проекты которых время от времени всплывают и забываются. Конечно, если рассматривать шабер как обдирочный инструмент, предназначенный для сдирання слоя металла миллиметровой (!) толщины, то без мотора обойтись действительно трудно. Но задачу эту надо решать не с того конца. Облегчить труд шабровщика можно двумя путями: либо повысить точность обработки на предшествующей шабрению операции — и тогда шабровщики будут снимать несколько сотых миллиметра, как говорится, «шутя», либо заменить шабрение шлифованием и тем самым совсем раз-

грузить шабровщика. Оба эти пути, каждый по-своему, приводят прямо к цели.

Шлифование производится кругами вроде тех, что можно видеть у точильщиков на их примитивных деревянных станках. Только вращаются эти круги с очень большой скоростью, иногда достигающей нескольких тысяч оборотов в минуту.

Уже давно шлифуются стальные детали — шпиндели, валики, зубья точных шестерен. Солидный стаж насчитывают станки и для шлифования чугунных деталей, таких, которые раньше шабрились. К ним относятся, например, станины, а точнее — их направляющие, или «рельсы», по которым скользит каретка. Считалось, что, если одна из сопряженных деталей шлифуется, другая обязательно должна шабриться, чтобы обеспечивалось хорошее прилегание. Теперь настает время для вытеснения шабрения и на этом участке. Каретки, суппорты, коробки скоростей, задние бабки будут успешно шлифоваться. Многошпиндельные шлифовальные станки имеют устройства для автоматического измерения. Сокращая объем шабровочных работ, шлифование повышает производительность труда в два—два с половиной раза.

Шлифовальные станки принадлежат к прогрессивному виду оборудования. Значение их не исчерпывается вытеснением ручной операции — шабрения. Шлифование хорошо сочетается с новыми методами, позволяющими настолько приблизить форму заготовки к форме готового изделия, что резание на станках становится излишним: можно ограничиться одним шлифованием. Например, метод точного литья гарантирует получение заготовок с очень малыми припусками, тогда деталь так и просится на шлифовальный станок. Не удивительно, что количество новых типоразмеров шлифовальных станков стоит на первом месте. На их долю падает почти треть вновь осваиваемых типоразмеров станков.

РАБОТА ЗА ДЕСЯТЕРЫХ

В отфрезерованных и отшлифованных корпусах должно быть расточено, просверлено и нарезано множество отверстий. Расточенные отверстия обычно предназначаются для помещения в них подшипников или втулок, резьбовые отверстия — для ввертывания винтов, крепящих, например, фланцы и другие детали. Для этих операций можно применить и универсальные станки: координатно-расточные и сверлильные. Но что получится? Расточим фартуки и засечем время. Часы покажут 120 минут, или 2 часа. Подсчитаем: 4 фартука в смену, 8 фартуков в сутки (при двухсменной работе), 200 в месяц. Выходит, для месячного выпуска 1 000 фартуков надо иметь 5 станков, на которых должны работать 10 человек.

Но есть и другое решение. Можно поставить всего один специальный станок (рис. 9). Обработка фартука продлится не более 8 минут, то есть ускорится в пятнадцать раз. Снова произведем подсчет: 60 фартуков в смену, или 1 500 в месяц (столько даже не нужно). Станочник будет работать за десятерых, второй смены не потребуется, и в цехе высвободится много места.

...Но здесь нужно сделать небольшое отступление, чтобы ответить на неизбежно возникающий вопрос. Мы являемся свидетелями того, как малопроизводительные станки выбрасываются из цехов, и это в первую очередь универсальные станки. Получается так: создается новая мощная техника, и все для того, чтобы изготавливать... те самые универсальные станки, от которых мы все время старались избавиться! Универсальные станки делает «Красный пролетарий», выпускают их Рязанский и Одесский заводы. Не слишком ли много универсальных машин? Только эти три завода дают больше токарных и сверлильных станков, чем вся Англия.

Универсальные станки нужны — и мы их производим. Куда они идут? Для замены изношенного оборудования, на новые заводы, за границу. Да и так ли «страшно» это количество универсальных станков, если его не хватает для удовлетворения спроса со стороны колхозов, полу-

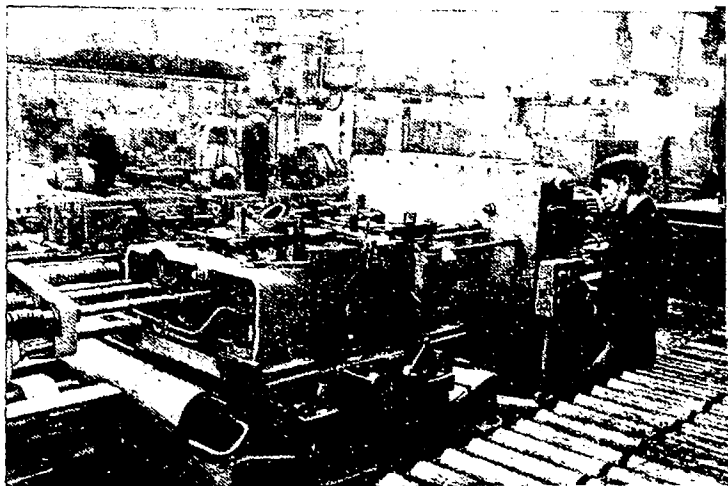


Рис. 9. Растачивается фартук

чивших технику в свои руки? Больше того, нужны и «сверхуниверсальные» станки, на которых можно еще и сверлить, строгать, долбить, фрезеровать, шлифовать.

У заводов универсальных станков имеется блестящая возможность: используя узлы и детали серийных машин, организовать производство полуавтоматов и автоматов. К такой мысли пришли на заводе «Красный пролетарий». Опытные машины уже изготовлены. Вот полу-

автоматизированный станок 1К62А, построенный на базе станка 1К62. Они очень похожи, и это хорошо: значит, в новом станке много деталей серийного станка, производимого поточным способом. В то же время они имеют различия. Полуавтомат построен на основе широкого применения гидравлики. Поворот рукоятки — и пиноль задней бабки выдвигается давлением масла. Токарь нажимает на кнопку «пуск». Включается главный двигатель, деталь начинает вращаться. Следовало бы подвести резец, но этого делать не надо: гидроконтрольный суппорт подведет его сам. Теперь полагалось бы опустить защитный кожух и, наклонив рукоятку, включить подачу. И на этот раз полуавтомат обойдется без вмешательства токаря: и к кожуху, и к рукоятке пристроены маленькие гидроцилиндры, в которых давление масла поможет выполнить необходимые действия. После того, как гидроконтрольный суппорт окончит свою работу, он вернется в исходное положение, шпиндель остановится, кожух откинется. На долю токаря останется только снять готовое изделие, поставить новую заготовку и нажать кнопку. У него высвободится много времени, которое можно использовать для обслуживания еще нескольких полуавтоматов.

Другой станок еще совершеннее. Это автомат, «умеющий» ставить заготовки, копировать их в два прохода — черновой и чистовой, — а затем снимать готовые изделия. Внешне автомат модели 1С62 также похож на базовый станок 1К62. В нем еще больше гидравлики, чем в станке 1К62А, так как, кроме гидроконтрольного, необходимо обеспечить работу питателя и сбрасывателя.

За три пятилетия — с 1940 по 1955 год — выпуск полуавтоматов и автоматов вырос в восемь раз. Возрастающие неуклонно продолжается. Кроме того, намечено превратить в автоматы несколько десятков тысяч старых станков.

АГРЕГАТНЫЕ СТАНКИ ПОВЫШАЮТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Что же это за чудесные станки и почему так ускоряется на них обработка? Это многошпиндельные, многосторонние и многопозиционные специальные станки.

Многошпиндельные — это значит, что в работе находится много инструментов, по одному, а то и по несколько на каждом шпинделе.

Многосторонние: обработка идет не с одной стороны изделия, а сразу с двух, трех и более сторон.

Многопозиционные: одна из позиций предназначается для загрузки, вторая, третья и следующие являются рабочими, то есть такими, на которых идет обработка.

Когда у станка много шпинделей, сторон и позиций, тогда велика и его отдача. Операции сконцентрированы так, что они совершаются одновременно, производятся сразу с разных сторон, над несколькими изделиями.

Такие станки являются специальными — они предназначены для обработки какой-нибудь одной определенной детали. Пусть это будет блок цилиндров двигателя внутреннего сгорания, картер заднего моста автомобиля, статор электродвигателя, рукав и платформа швейной машины, корпус коробки скоростей или коробки подач станка — для обработки каждой из подобных деталей надо строить особый станок.

Чтобы ускорить и удешевить производство специальных станков, их стали создавать из стандартных узлов и деталей (рис. 10). Сочетая их в различных комбинациях, получают все новые и новые станки, подобно тому, как в известной технической игре «Конструктор» из одних и тех же элементов — планок, колесиков, винтов и гаек — получаются разнообразные механизмы и «машинны».

Такой подход к созданию станков основывается на принципе агрегатирования (что буквально означает «присоединение»), поэтому станки и получили название агрегатных.

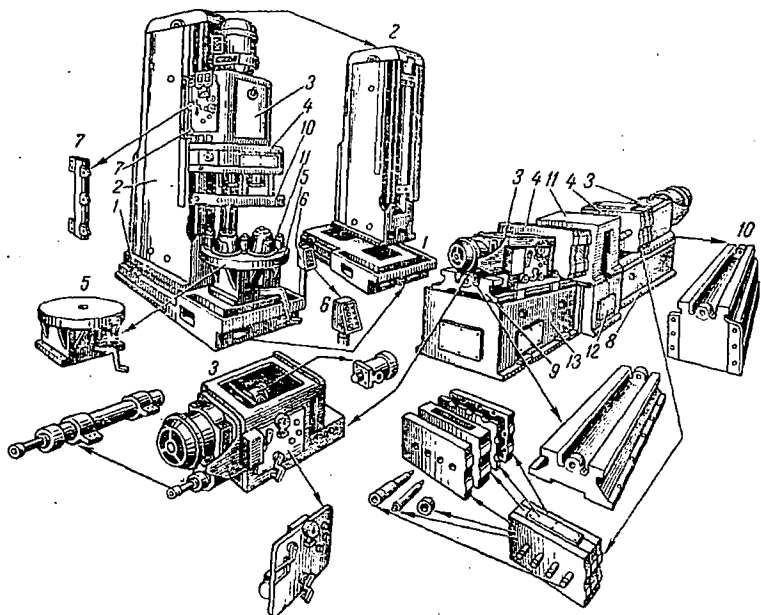


Рис. 10. Узлы и детали агрегатных станков:

1 — основание; 2 — колонна; 3 — силовая головка; 4 — шпиндельные коробки; 5 — поворотный стол; 6 — пульт управления; 7 — упоры управления; 8 — станина; 9 — салазки. Специальные узлы и детали: 10 — кондукторная плита; 11 — приспособление; 12 — средняя часть; 13 — наклонная станина

Какие же стандартные узлы присоединяются друг к другу? Это основание, колонна, станина, салазки и так далее. Но все это «мертвые» узлы, то есть узлы, намерт-

во свертываемые друг с другом. Где же движение? Где вращение инструмента, где подача, когда он, вращаясь, подается вперед, обрабатывая все новые участки детали?

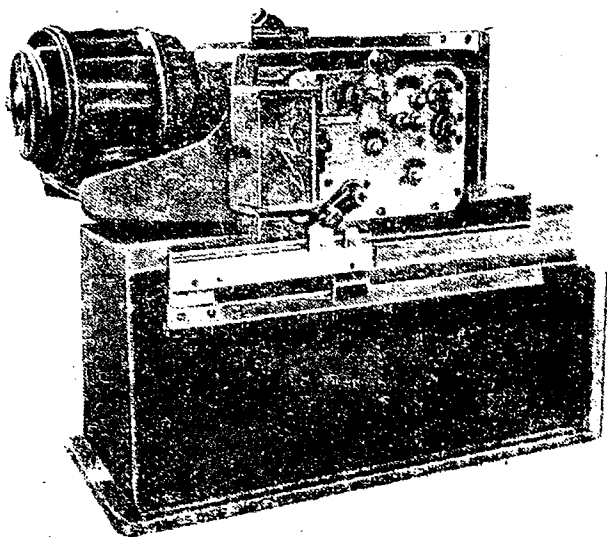


Рис. 11. Силовая головка на станше

«Душой» агрегатных станков является самодействующая силовая головка (рис. 11). Она-то и служит источником как главного движения, так и подачи. Для этого позади головки на кронштейне установлен электродвигатель. Через пару шестерен он вращает вал, проложенный в литой трубе так, что его конец выступает наружу. Но этот вал не шпиндель. Это у токарного

станка один шпиндель, вращающий изделие, а в агрегатном станке столько шпинделей, сколько вращающихся инструментов. Для этого к силовой головке крепится шпиндельная коробка, узел не стандартный, но составленный из стандартных деталей: шпинделей, шестерен, подшипников. Сделать этот узел полностью стандартным невозможно, так как расстановка шпинделей зависит от расположения отверстий в обрабатываемой детали, а оно в каждом отдельном случае особое.

Предположим, что нам нужно просверлить в корпусе 15 отверстий. Тогда в шпиндельной коробке будет установлено 15 шпинделей, вращающих 15 сверл. Остается только быстро подвести их к изделию, затем начать углублять в металл, а по окончании сверления быстро отвести в исходное положение и прекратить вращение. Иными словами, необходимо осуществить автоматический цикл, то есть работу без вмешательства рабочего, если не считать постанова и снятия изделия.

Для этой цели лучше всего подходит гидравлика. В корпус головки наливается масло, а снизу привертывается стандартный гидроцилиндр с поршнем. Чтобы головка вместе со шпиндельной коробкой начала перемещаться вперед или назад, в ту или иную полость цилиндра нагнетается масло. Это осуществляется масляным насосом, также стандартной конструкции, получающим вращение от того же электродвигателя. Устанавливается сдвоенный насос или два насоса: один низкого давления (до 10—15 атмосфер), предназначенный для быстрых ходов, и другой высокого давления (до 50 атмосфер) для рабочей подачи.

Успешно используются также электромеханические силовые головки. Место гидроцилиндра подачи занимает в них ходовой винт. Подобные головки незаменимы при нарезании резьбы, так как движение подачи берется непосредственно от шпинделя.

Силовые головки стандартизованы. Они применяются для станков самого различного назначения.

Но если мы взглянем на один из таких станков, например на вертикально-сверлильный агрегатный станок (рис. 12), то заметим, что он состоит не из одних стандартных частей.

ЧТО ТАКОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ

Центральной частью станка является так называемое приспособление. Это специальный узел, приспособленный для установки в нем обрабатываемого изделия. Так как форма и размеры изделий, то есть деталей различных машин, станков, механизмов, отличаются большим разнообразием, конструкция приспособлений не может быть стандартной, как не может быть стандартной подставка для их установки.

Широким распространением пользуется приспособление «коробчатого» типа. В эту коробку изделие вдвигается по направляющим — «склизам» (каленным планкам), после чего закрепляется. В большинстве случаев коробчатое приспособление используется для выполнения сверлильных и резбонарезных операций.

В «крыше» приспособления делаются отверстия в тех местах, где в детали должны быть просверлены отверстия. В них вставляют каленные втулки, сквозь которые проходят сверла. Понятно, что и размещение шпинделей должно соответствовать расположению отверстий в детали.

При нарезании резьбы место сверл занимают метчики. Это режущий инструмент, напоминающий винт, но отличающийся от него несколькими продольными канавками. При ввинчивании метчика в отверстие нарезается требуемая резьба.

Первое время изделия закреплялись в приспособле-

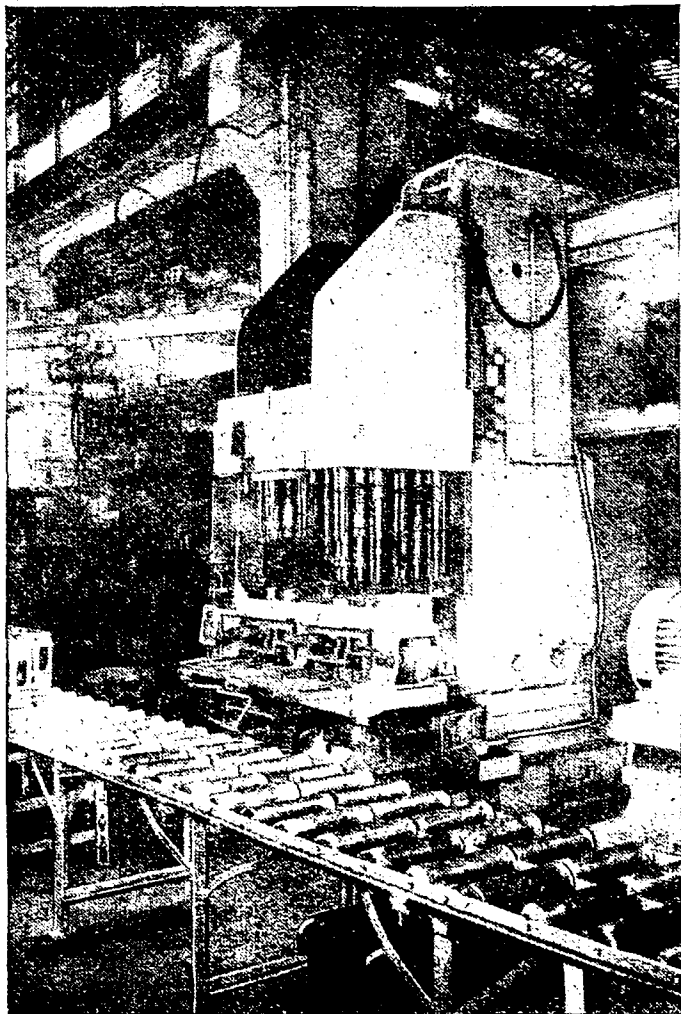


Рис. 12. Агрегатный сверлильный станок с приспособлением

нии только вручную. Теперь закрепление намного облегчено применением электрического, пневматического или гидравлического приводов.

Крепление с приводом от электродвигателя применяется довольно редко, так как двигатель останавливается с большим ударом, неплавно, и сила зажима получается то больше, то меньше.

Намного чаще встречаются пневматические зажимы. Это цилиндры, поршни которых находятся под давлением сжатого воздуха, нагнетаемого по трубам заводским компрессором. Воздух подается под давлением 4—6 атмосфер (число атмосфер показывает, сколько килограммов приходится на 1 квадратный сантиметр площади поршня). 4—6 атмосфер — довольно скромная цифра. Поэтому, чтобы получить большое усилие, приходится ставить пневматические цилиндры большого диаметра, а их не всегда можно разместить, если приспособление имеет небольшие размеры.

Как же быть в этом случае? И как выйти из положения, если на заводе нет источника сжатого воздуха, компрессора? Выход был подсказан самой конструкцией агрегатных станков. Почему для подачи силовой головки можно использовать давление масла, то есть гидравлику, а для зажима изделия этого сделать нельзя? Разумеется, можно, и конструкция не заставила себя долго ждать — стал применяться гидравлический привод. Гидравлический цилиндр выгодно отличается от пневматического своими малыми размерами. Дело тут, конечно, не в том, что в одном случае в цилиндр подается воздух (смесь газов), а в другом — масло (жидкость). Разница не в этом. Гидронасос легко развивает давление в 25—30 атмосфер и более, а это в несколько раз превышает давление в трубопроводах воздушной сети. Результаты поэтому получаются разительными. Пневматический цилиндр на 1 тонну имеет диаметр поршня, равный при-

мерно 140 миллиметрам. Гидравлический цилиндр такого же размера легко может дать 6 тонн и более. А одну тонну дает гидроцилиндр с диаметром поршня всего около 60 миллиметров.

Правда, на заводах, располагавших компрессорами, не очень охотно пошли на усложнение станков, а вначале оно показалось неизбежным: для гидравлического зажима требовался специальный гидроагрегат, то есть бак с насосом и электродвигателем, откуда накачивается под давлением масло. Применять же гидравлический зажим, конечно, хотелось. И, наконец, удалось соединить несоединимое: заставить воздух под низким давлением подавать масло под повышенным давлением.

Как удалось этого достигнуть? Совсем просто. Достаточно было скомбинировать два цилиндра, большой пневматический с малым гидравлическим, соединив их поршни общим штоком. Низкое давление сжатого воздуха действует на большую площадь поршня и развивает большую силу. Эта сила передается на малую площадь другого поршня и создает большое давление масла.

Практически это выглядит так: воздух давит на поршень диаметром 200 миллиметров, причем давление в цилиндре диаметром 50 миллиметров возрастает в шестнадцать раз, достигая примерно 60—80 атмосфер. Пневмогидроусилитель, как называют эту установку, имеет вид круглого бака на ножках, устанавливаемого в цехе у стены или у колонны. Он присоединен к воздушной сети, а от него отходят трубопроводы к приспособлениям на станках, число которых может достигать немалой цифры — двадцати штук. Таких силовых установок может быть в цехе очень много. Отсюда легко сделать вывод, какая мощная сила двинута в помощь людям, работающим на станках.

СТАНКИ С ПОМОЩЬЮ «НОЖНИЦ И КЛЕЯ»

Конструирование агрегатных станков — увлекательная задача. Она решается, как мы видели, путем компоновки, то есть составления из отдельных, по большей части стандартных узлов единого согласованного целого — агрегатного станка.

Если обычно конструктору приходится вычерчивать все детали вновь проектируемого станка, то агрегатные станки конструируются с помощью «ножниц и клея». Используя синьки стандартных узлов, вырезая нужные «куски», конструктор наклеивает их на лист ватмана. Вычерчивать приходится небольшую часть станка, его приспособление или какой-нибудь нестандартный узел — наклонную станину, шпиндельную коробку, подставку. Поэтому производительность труда конструкторов, проектирующих агрегатные станки, намного выше обычного уровня.

Станкозаводы — производители агрегатных станков — также выигрывают от стандартизации узлов и деталей. Это позволяет им быстро и качественно осваивать и выпускать для нужд народного хозяйства большое количество разнообразнейших станков.

Инициатором создания советских агрегатных станков явился Экспериментальный научно-исследовательский институт металлорежущих станков (ЭНИМС). Начатое в 1933 году производство агрегатных станков на опытном заводе «Станкоконструкция» ныне расширилось, захватив несколько заводов, в том числе большой станкостроительный завод имени Орджоникидзе. К концу пятой пятилетки выпуск агрегатных станков в девять с половиной раз превышал уровень предвоенного, 1940 года. Выпуск агрегатных станков будет неуклонно расти. В их производство включился Рязанский и другие станкозаводы.

Без преувеличения можно утверждать, что создание агрегатных станков — это столбовая дорога станкостроения. Именно при помощи агрегатных станков можно сверлить и нарезать резьбу, фрезеровать и растачивать, зенкеровать и хонинговать.

Надо учесть, что с появлением агрегатных станков изменился самый подход к обработке деталей. Некогда (а точнее, до Великой Отечественной войны) технология обработки деталей строилась применительно к выпускавшимся станкам, то есть подгонялась под имеющееся оборудование. Теперь такой подход безнадежно устарел; практическим опытом доказано, что гораздо правильнее разрабатывать наиболее производительные процессы обработки, а для их осуществления «складывать» из стандартных элементов агрегатные станки.

Мы привыкли к тому, что станки разделяются по виду работ на токарные, фрезерные, сверлильные, шлифовальные и так далее. Было время, когда и в цехах они устанавливались обособленно: возникали токарные, фрезерные и другие участки. Если бы изобразить на плане цеха путь деталей от станка к станку, получилась бы путаница ломаных линий длиной в сотни метров. В наше время оборудование устанавливается в порядке последовательной обработки или, как говорят, по технологическому процессу. Рядом с токарным станком можно увидеть шлифовальный, по соседству с фрезерным — сверлильный. Это намного удобнее, но производственники никогда не успокаиваются на достигнутом: им захотелось иметь такие станки, на которых можно было бы изготавливать детали от начала и до конца. Вместо расчленения операций и перебрасывания деталей со станка на станок представилось более целесообразным сосредоточить операции на одном станке. Как же будут называться такие «всеядные» станки, на которых заготовка подвергается комбинированной обработке?

Название уже придумано. Это будут станки-комбайны, сложные машины, призванные последовательно выполнять самые различные операции, подобно тому, как работающие на полях зерновые комбайны производят уборку злаков, их обмолот и очистку.

Придумано не только название. Уже построено немало новых станков, и, что самое важное, принцип комбинирования операций все более и более овладевает умами станкостроителей, стремящихся к созданию подлинно прогрессивной техники производства.

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ

Вполне естественной кажется теперь мысль соединять станки, последовательно обрабатывающие одну и ту же деталь, транспортным устройством, своего рода конвейером или транспортером, для переноса детали со станка на станок.

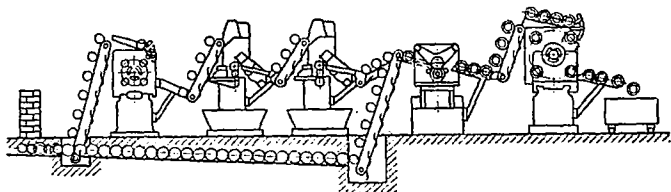


Рис. 13. Автоматическая линия Иночкина

Эту мысль высказал и воплотил в металл на Сталинградском тракторном заводе И. П. Иночкин, создав еще в 1939 году, впервые в мире, автоматическую линию из пяти агрегатных и специальных станков (рис. 13).

Особенно удобным оказалось соединение агрегатных станков. И действительно, более половины всех выпу-

ценных у нас за последнее десятилетие автоматических линий построено с использованием именно этого оборудования.

Попробуйте вообразить длинную ленту, как бы проходящую сквозь поставленные поперек агрегатные станки, и вы получите некоторое представление о современной автоматической линии (рис. 14).

Для сокращения длины линии обработка деталей обычно ведется с обеих сторон. Транспортёр, состоящий из двух рельсов — калёных стальных «склизов», действительно пронизывает если не сами станки, то их приспособления, о которых мы говорили выше. Между склизами располагается устройство для перемещения детали из приспособления в приспособление, от станка к станку. Сначала изделие выводится из приспособления и останавливается на полпути между станками. Затем оно вдвигается в следующее приспособление и в нём закрепляется. Так сделали затем, чтобы вдвое уменьшить ход транспортёра (устройство получается проще), и ещё для того, чтобы меньше «пропадало» места на транспортёре в начале и в конце линии (то есть на полхода вместо целого хода).

В начале линии ставится небольшой столик с наклонной доской, на которой размещены различные кнопки, переключатели, сигнальные лампы. Это центральный пульт управления автоматической линией. Вот рабочий поставил первое изделие и нажал пусковую кнопку. Транспортёр вдвигает изделие в приспособление, затем оно закрепляется в нужном положении, следует быстрый подвод силовых головок с режущими инструментами, переключение их на более медленный ход или рабочую подачу. Инструменты обрабатывают металл: сверлят, фрезеруют, растачивают, нарезают резьбу. Затем силовые головки быстро отходят на свое место, и транспор-

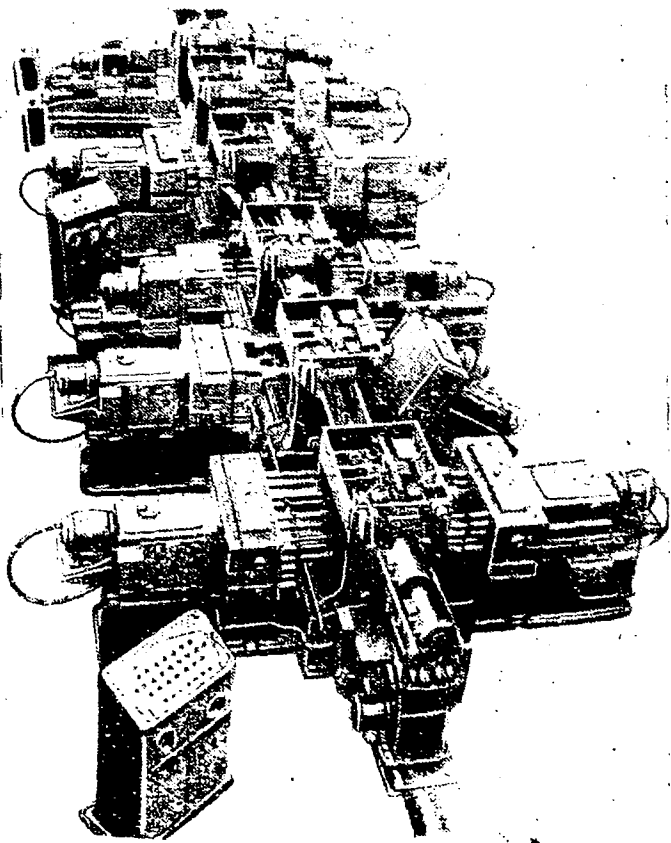


Рис. 14. Автоматическая линия из агрегатных станков

тер делает два движения — два «шага». И вот уже два изделия одновременно обрабатываются на линии.

Как долго длится обработка и перемещение изделий или каков темп работы линии, если говорить уже знакомым нам словом? Обычно он очень невелик — полминуты, минута или несколько больше, в зависимости от длины обработки и подачи инструментов. Попробуем решить такую задачу: на линии 27 станков, темп — 45 секунд. Как скоро первое изделие дойдет до конца линии и выйдет готовым? Легко сообразить, что между 27 станками 26 промежутков и «набегают» еще один, складываясь из двух половин: на входе и выходе. Значит, полное время обработки изделия равняется $27 \times 45 = 1215$ секунд, или 20,25 минуты. Это очень немного! Интересно привести некоторые данные этой линии. Число режущих инструментов достигает 97, общая мощность 27 электродвигателей — 116 киловатт. Длина линии равняется 31 метру. Общее число различных электроаппаратов выглядит очень внушительно, оно равно 431. Длина электропроводки составляет двадцать пять... нет, не метров, а километров!

Невольно хочется спросить: зачем столько электроаппаратов? Каково их назначение? Как уследить за правильностью их работы?

Электроаппаратов много потому, что сверх того количества, которое обычно ставится на каждый станок, на автоматической линии предусматривается добавочная электроаппаратура для осуществления так называемых электроблокировок работы всех механизмов линии.

Что же такое блокировка? Слово «блокировать» в переносном смысле значит «заграждать путь». И действительно, блокировка широко применяется на железнодорожном транспорте, где она создает безопасную систему следования поездов. Кому не приходилось ездить в поездах и кто не знает, что поезд иногда простаивает

в пути, ожидая замены красного сигнала зеленым. Так происходит всегда, когда путь впереди занят. Но вот загорелся зеленый свет («путь свободен») — и поезд продолжает свое движение.

Блокировка нужна и на автоматической линии. Пусть перемещение изделий происходит с малой скоростью, не сравнимой со скоростью движения поездов. Пусть на автоматической линии мы не увидим ничего похожего на занятый впереди путь, и, однако, без блокировки линия работать не сможет. Представим на минуту (случай немыслимый), что транспортер начал передвигать детали, когда их обработка находится в самом разгаре: сверла наполовину вошли в тело детали, другие инструменты также не успели окончить своей работы. Трудно оценить размеры бедствия — поломок, аварий, которые произойдут на всех станках линии и надолго выведут ее из строя. Это только воображаемый случай, в жизни он исключен электроблокировкой.

Механизмы линии должны действовать в строжайшей последовательности, о которой мы рассказали выше. Блокировка исключает всякую иную последовательность, и на центральном пульте должно быть видно, правильно действует автоматическая линия или нет. Достигается это системой световой сигнализации.

Положим, после закрепления изделий 27 силовых головок пошли вперед. Тотчас же на пульте загорелось 27 лампочек с номерами головок. По окончании обработки головки одна за другой отходят в исходное положение, и лампочки с их номерами гаснут. Но одна лампочка не погасла. Достаточно взглянуть на номер, чтобы точно определить «адрес» — на каком станке произошли неполадки. Оператор вызывает дежурного монтера, чтобы он выяснил причину повреждения, а за работу всей линии можно не волноваться: с нею ничего плохого не произойдет. Горящая лампочка сигнализирует, что ли-

ния остановилась. Об этом позаботились невидимые помощники — электроблокировочные устройства, «заградившие путь» и предупредившие аварию.

ЛИНИЯ СВЕРТЫВАЕТСЯ В КОЛЬЦО

На станках, вытянутых в линию и соединенных транспортером, осуществляется прямой поток деталей. Подобные «прямые» линии с успехом применяются тогда, когда обработку деталей по каким-либо причинам нельзя производить на многопозиционных агрегатных станках. Это относится к крупным, громоздким деталям, например, к таким, как блок цилиндров двигателя внутреннего сгорания.

Мы говорили о многопозиционных станках, в которых агрегатные головки как бы «обступили» поворотный стол с закрепленными на нем деталями.

Успешно применяется другая конструкция многопозиционного станка, имеющего центральную колонну и кольцевой поворотный стол, наподобие вертикальных полуавтоматов. На колонне и по окружности стола устанавливаются силовые головки, а детали закрепляются на поворотном столе. Получается автоматическая линия, свернутая в кольцо. Такая кольцевая линия обладает в сравнении с прямой линией многими преимуществами. Прежде всего каждое изделие закрепляется только один раз и поворачивается со столом от головки к головке, как на карусели. На прямой линии изделие закрепляется и открепляется столько раз, сколько приспособлений оно проходит. Понятно, что приспособления изнашиваются и точность обработки понижается.

Прямая линия, как известно из геометрии, имеет два конца. Поэтому на прямой линии по ее концам должны находиться двое рабочих: один, чтобы устанавливать, другой, чтобы снимать детали.

У кольцевой линии концов нет, вернее ее начало и конец находятся в одной точке. Поэтому один рабочий справляется с установкой и снятием деталей.

И еще одно преимущество: кольцевая линия компактна, головки стоят уплотненно, и все сооружение занимает меньше места.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ЗАВОД

Еще совсем недавно такие линии строились только для обработки деталей. Попутно автоматизировалась транспортировка деталей вдоль станков. Постепенно выяснилось, что необходима также автоматизация уборки стружки, контроля размеров, мойки, сушки, упаковки и учета произведенной продукции. Позднее была автоматизирована сборка.

Такая автоматизация, полностью охватывающая производство, значительно облегчает труд человека, избавляя его от повторения одних и тех же движений, и превращает рабочего в наладчика, следящего за правильной работой машин и механизмов. Разумеется, это требует значительного повышения квалификации.

Интересными оказались две линии по производству автомобильных поршней (рис. 15), разросшиеся до размеров небольшого завода площадью около 1 000 квадратных метров. Всего в обеих линиях более 50 единиц основного оборудования, приводимых в действие электродвигателями общей мощностью 850 киловатт. Они рассчитаны на годовой выпуск 2,4 миллиона поршней.

...На завод привозятся алюминиевые чушки, которые закладываются на автоматический транспортер. Из каждой чушки выходит 12 поршней — 2 комплекта для шестицилиндрового двигателя. Транспортер включается периодически после отливки дюжины поршней, лента медленно ползет «в гору», и одна чушка сбрасывается

сначала на загрузочную площадку, а затем в электроплавильную печь.

Жидкий алюминий точно отмеренными порциями заполняет первую металлическую форму карусельной литейной машины. Стол машины поворачивается на 60 гра-

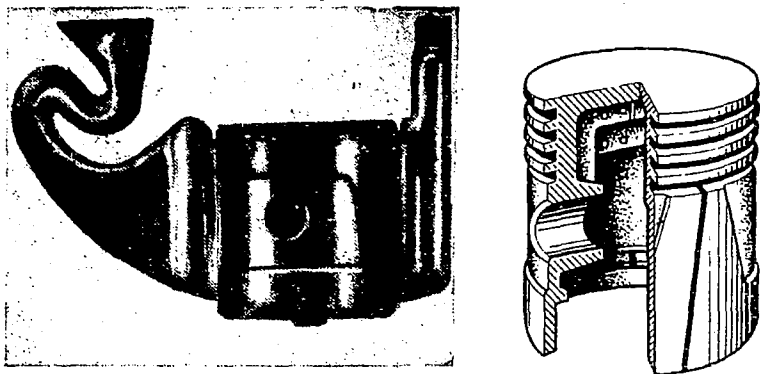


Рис. 15. Автомобильный поршень. Слева — отливка, справа — готовый поршень (в разрезе)

дусов. Заливается вторая форма, затем третья и так далее. Поршни один за другим твердеют и покидают литейную машину. После отрезки «литников» (это металл, застывший в воронке, через которую шло заполнение формы) поршни в течение пяти с половиной часов выдерживаются в отпускной печи.

Теперь надо проверить твердость. Это тоже делается автоматически. Если поршень выдержал экзамен, он скатывается по лотку. Если же нет, он в буквальном смысле слова «проваливается», попадает в ящик брака и идет в переплавку.

Здесь проходит граница между двумя производственными участками: литейно-термическим и механическим. Годные заготовки, переступая ее, попадают на линию механической обработки. Но так как отливка поршней идет в три смены, а обработка — в две, в бункере накапливается излишек. Собственно, это автоматизированный склад, способный принять до двух тысяч поршней.

Мы не будем подробно описывать дальнейшую обработку поршня. Скажем только, что на линии автоматически производится также контроль размеров. Механический контролер не только останавливает линию по окончании обработки, но и выявляет «виновника»: световая сигнализация указывает номер шпинделя, на котором произошел брак. Делается также несколько необычная операция — подгонка поршней по весу. Чтобы двигатель автомашины работал спокойно, вес поршней должен отличаться друг от друга не более чем на несколько граммов. Вот эту тонкую операцию, связанную со взвешиванием и удалением «лишнего» металла, берет на себя фрезерный автомат со встроенными в него весами.

Можно еще остановиться на конце производственного цикла. После того как поршень полностью обработан, его нужно хорошо вымыть и высушить, в последний раз произвести контроль и сортировку по размерам, засалить, упаковать в коробку и вытолкнуть ее на транспортер. Все эти операции поручены умным, точным и исполнительным машинам, отлично справляющимся с такой неинтересной для человека, но зато очень нужной для завода работой.

Контрольно-сортировочный автомат измеряет ответственные размеры, производит клеймение их и сортирует поршни на размерные группы, отбрасывая брак, «просочившийся» с последних операций. После «заполнения анкеты» поршни погружаются в ванну с расплавленным

пушечным салом, обертываются поодиночке в пергаментную бумагу. И, наконец, упаковка. Коробки никакой еще нет. Есть картонный лист раскроя, который берется из стопы только тогда, когда в специальной кассете окажется шесть подготовленных к дальней дороге поршней. Машина загибает сгенки вокруг комплекта поршней, оклеивает их бумажной лентой, затем закрывает коробку и заклеивает крышку. Так оканчивается превращение алюминиевых чушек в готовую продукцию.

Давно ли, кажется, ползли они по транспортеру в плавильную печь, а теперь по другому транспортеру коробки передаются в экспедицию для отправки на автомобильные заводы и в ремонтные мастерские, разбросанные по всем уголкам Советского Союза.

ЛЮДИ НА АВТОМАТИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Сколько же человек обслуживает автоматический завод поршней? На каждой из двух линий в смену должно работать: на литейно-термическом участке 3 человека (в три смены на двух участках — 18 человек), на механическом участке, включая упаковку поршней, 7 человек (в две смены на двух участках — 28 человек). Всего на обеих линиях занято 46 человек. Годовая экономия по сравнению с неавтоматизированным производством достигает 720 тысяч рублей.

Общее число рабочих, конечно, больше, поскольку необходимо обслужить «тыл» автоматизированного производства. Надо заботиться о режущем инструменте — ведь он все время изнашивается и его надо периодически заменять. А тогда возникает много дел.

Кому-то надо завозить на завод резцы и другой режущий инструмент. Об этом заботится инструментальный отдел. Кто-то должен затачивать и доводить резцы. Это делают в заточном отделении. Надо собирать рез-

цы в блоки, устанавливая их на размер, контролировать его — это входит в обязанности отделения для наладки и контроля режущего инструмента. Выдачей готового инструмента занимаются в инструментально-раздаточной кладовой.

А когда менять резцы? Во время работы линии это делать неудобно — нельзя искусственно создавать простой автоматического производства. Следовательно, надо сделать так, чтобы стойкости резцов хватало на 16 часов работы. Замену же всех без исключения резцов, как почти затупившихся, так и только притупившихся (все равно им недолго осталось «дышать»), производить в третью, ночную смену, когда механический участок не работает. Все это делают, конечно, люди.

Нужно еще готовить эмульсию для охлаждения режущих инструментов. Для этого существует специальное отделение. Требуется производство быстрых анализов материала — создана экспресс-лаборатория. Есть еще склад материалов и склад готовой продукции. Нельзя также забывать о ремонте; хватает работы и цеховым ремонтным слесарям, электрикам и работникам отдела главного механика завода. Поэтому не удивительно, что общее число рабочих автоматического завода достигает цифры 106.

Итак, завод-автомат на полном ходу. Неужели он действительно работает, как автомат? Неужели все идет само собой, как по маслу? Нет случаев перебоев с алюминием? Не ломаются сверла? Не слетают твердосплавные пластинки с резцов? Не сгорают электродвигатели? Не выходят из строя станки? Ведь все эти случаи то и дело повторяются в обычном, неавтоматизированном производстве.

Нет, не следует преувеличивать автоматичность нашего завода поршней. Неполомки происходят и на нем, только за правильным ходом производства неотрывно

следит диспетчер. Перебои на автоматическом заводе гораздо опаснее, чем на обычном: они угрожают остановкой сразу целой линии. Поэтому исключительное значение приобретает диспетчерский пульт, на котором как в зеркале отражается состояние дел. При одном взгляде на пульт диспетчер видит, сколько алюминиевых чушек осталось на складе и не грозит ли это остановкой производства, все ли агрегаты и станки линии работают и какой именно остановился. Диспетчер имеет возможность немедленно вызвать к остановившемуся станку наладчика. Впрочем, наладчик, если он в этот момент находится в пролете, и сам заметит остановку: загорится красная лампа, высоко поднятая над станком.

На пульте диспетчер видит также, сколько отлито поршней, сколько годных заготовок пошло в механическую обработку и сколько в брак. Последняя цифра, если она велика, заставит диспетчера принять меры на литейно-термическом участке. Еще три цифры привлекут его внимание: сколько поршней прошло лужение, сколько оказалось годных после рассортировки на контрольном автомате и, наконец, какое количество упаковано в коробки.

Вся картина производства отчетливо вырисовывается на диспетчерском пульте. Быть может, в недалеком будущем диспетчер сможет, не сходя с места, осматривать различные участки завода, как уже теперь это имеют возможность делать некоторые диспетчеры железнодорожных станций, при помощи телевизора контролируя работу на сортировочных горках.

ТРУДНОСТИ ПРЕОДОЛЕВАЮТСЯ

Не следует, однако, думать, что создание первого автоматического завода прошло тихо и гладко. Прежде чем приступить к проектированию, разрабатывались об-

шая схема нового производства и порядок обработки поршней. Когда перешли к выбору оборудования, оказалось, что имевшиеся станки и машины, созданные в свое время в расчете на ручное управление, плохо поддаются автоматизации и соединению в цепочку. Можно было бы думать о том, чтобы у каждого станка поставить «искусственного человека», или «робот», который заменил бы руки рабского. Можно было бы переделывать станки, оснащая их дополнительными автоматизирующими устройствами. Но просто и надежно разрешить передачу деталей от станка к станку, то есть их транспортировку, таким путем было бы нелегко. После многих споров и обсуждений было решено создать специальное оборудование, пригодное для встраивания в автоматические линии.

Правильно ли было это решение? Может быть. Но нельзя считать этот путь ни быстрым, ни экономичным. Ведь приходилось заново проектировать и изготавливать большое количество специальных станков, осваивать их производство, «доводить», то есть дотягивать их до работоспособного состояния во время пробной работы линии.

Позднее ставилась иная задача: создавая новые станки для обычных видов производств, предусматривать возможность использования их для автоматических линий. Это и стало новым законом проектирования более дешевых автоматических линий.

Не случайно проектирование автоматического завода было поручено Экспериментальному научно-исследовательскому институту металлорежущих станков. В его стенах сосредоточены самые разнообразные специалисты: «станочники» и «инструментальщики», «литейщики» и «термисты», «контролеры» и многие другие научные работники, занимающиеся разработкой соответствующей

ших тем общей прикладной науки станкостроения, то есть строительства станков.

Теперь, пожалуй, и эту задачу надо было бы решать иначе: накоплен большой опыт, произведены многие эксперименты, и дальнейшее проектирование новых автоматических производств следовало бы передать специализированным конструкторским бюро.

Роль научного института в создании новой техники исключительно велика. Но как еще часто силы института отвлекаются на обычные конструкторские работы!

Заводские конструкторы стоят близко к производству, умеют проектировать, и их не удивишь проектами станков и даже линий. Чтобы уверенно двигаться дальше, им остро необходимы результаты исследований. Нужны расчеты станков на вибрации, на жесткость, на тепловые деформации. Нужно уметь при проектировании подсчитывать коэффициент полезного действия станков, особенно скоростных. Да мало ли вопросов, решения которых ждут заводские проектировщики, часто вынужденные идти оцупью, по интуиции.

ШАГ ВПЕРЕД В АВТОМАТИЗАЦИИ

Еще более совершенное автоматическое производство организовано на 1-м Государственном подшипниковом заводе.

В автоматическом цехе было решено изготавливать два размера подшипников, шарикового и роликового, пользующихся особенно большим спросом.

Шарикоподшипник состоит из двух стальных колец: наружного и внутреннего, шариков и сепаратора, разделяющего шарики так, чтобы они находились на равном расстоянии друг от друга.

В роликоподшипнике те же детали, только вместо

шариков, как говорит само название, применяются ролики.

Автоматический цех состоит из двух линий. Первая из них предназначена для выпуска 900 тысяч шарикоподшипников, вторая — для 600 тысяч роликоподшипников в год.

Шарико- и роликоподшипники, конечно, более сложны для производства, чем поршень. Как-никак, поршень представляет собой всего одну деталь, пусть сложную и точную. Подшипники же состоят из нескольких деталей, которые нужно не только обработать с надлежащей точностью, но и собрать. И не просто соединить несколько деталей в один механизм, а собрать его так, чтобы этот механизм имел и необходимую точность, и плавное бесшумное вращение. Иначе подшипник будет пригоден разве что для детского самоката, а не для ответственных машин.

Новый автоматический цех по объему значительно превосходит автоматический завод поршней. Основного оборудования здесь 127 единиц, то есть в два с половиной раза больше; площадь цеха — около 3 тысяч квадратных метров — в три раза превышает площадь завода-автомата.

Приведем еще несколько интересных цифр. Количество электродвигателей достигает 700, число электроаппаратов — 10 тысяч штук, а длина электропроводки превышает расстояние от Москвы до Рязани, составляя 200 километров.

Цех состоит из пяти отделений: токарного, термического, одного шлифовального для колец шарикоподшипников, другого для колец роликоподшипников и последнего — сборочно-упаковочного.

Кольца шарикоподшипников изготавливаются из труб. Для колец роликоподшипников, более толстостенных, заготовки штампуются.

Существует большая разница в расстановке оборудования на автоматическом заводе поршней и в автоматическом цехе подшипников. Поршни обрабатываются на машинах, стоящих «в порядке живой очереди», то есть друг за другом. Автоматическая линия действительно напоминает геометрическую линию. Если какой-нибудь из станков отказывает, это угрожает остановкой всего завода (промежуточные склады-накопители смягчают эту угрозу).

Иначе течет поток деталей в автоматическом цехе подшипников. Подобно тому как река иногда разветвляется на рукава, которые потом сливаются в едином русле, детали подшипников то обрабатываются параллельно на нескольких одинаковых автоматах, то передаются транспортером с автомата на автомат, из электронагревательных печей в закалочные баки, из моечных машин в сушильные установки. А бывает и так, что два потока деталей сходятся на одном автомате, который за первую половину смены успевает отшлифовать все наружные кольца, а за вторую половину — внутренние. Такой порядок работы стал возможен потому, что производительность плоскошлифовального автомата очень велика, а время для перехода с одного изделия на другое не превышает получаса.

Автоматический цех не имел бы нужной производительности, если бы станкостроители не позаботились об оснащении его новым, прогрессивным оборудованием, которым не располагал еще ни один подшипниковый завод. Конечно, мы не можем рассказать обо всех новинках: их очень много. Поэтому вкратце о самом главном.

Многошпиндельные токарные автоматы: число шпинделей доходит до восьми.

Бесцентрово-шлифовальные автоматы: проходы круга сокращены с пяти—семи до двух благодаря применению широких кругов диаметром в 0,75 метра.

Холодильные установки: при температуре -14°C кольца выдерживаются 40 минут для улучшения структуры металла.

Автоматический контроль: контрольные автоматы находятся в помещении с искусственным климатом, в условиях постоянной температуры и влажности. Контролируется от 20 до 33 размеров кольца с точностью до $1/2$ микрона. Кольца автоматически сортируются: окончательный брак выбрасывается, исправимый брак отделяется, годные кольца передаются на сборку.

Подлинное чудо техники — это автоматическая сборка. Кольца изготовлены в автоматическом цехе, шарики, ролики и сепараторы поступают из других цехов подшипникового завода. Сборка роликоподшипников происходит на четырехпозиционном автомате. Первая позиция — из магазинов выдаются сепараторы, которые укладываются в гнездо стола. Поворот стола на вторую позицию — в сепараторы закладываются ролики и вводится внутреннее кольцо. Третья позиция — специальная измерительная головка проверяет, все ли ролики стали на место, правильно ли установлены кольца и ролики. Механический контролер дает разрешение на поворот стола в четвертую позицию, где происходит обжим сепаратора и установка наружного кольца.

Гораздо сложнее сборка шарикоподшипников. К ним предъявляют требование, чтобы зазор между кольцами и шариками не выходил за пределы нескольких микрон. Это очень тяжелое условие. Дело в том, что невозможно обеспечить точность изготовления деталей с микронной точностью — и кольца и шарики обрабатываются с отклонениями в десятки микрон. Как же в этих условиях обеспечить столь малый зазор? Десятки микрон... 10 микрон — это одна сотая миллиметра. Два-три десятка микрон — всего 2—3 сотых, казалось бы, довольно точно. Но для шарикоподшипников это слишком грубо.

Итак, изготовить все шарики с точностью до 1 микрона пока невозможно. Правда, точность изготовления колец в автоматическом цехе удалось повысить раза в полтора-два и более, а в отдельных случаях до трех—пяти раз. И все же этого недостаточно, чтобы добиться точности до микрона. А вот измерить шарики с такой точностью уже не представляет труда. Техника измерения обогнала технику изготовления. Выходит, надо пробиваться вперед, используя те средства, которые оказались совершеннее. Надо измерять, измерять и сортировать, сортировать и подбирать, подбирать и производить сборку.

Это и делает сборочный агрегат, представляющий собой сочетание четырех машин-автоматов. Первый автомат «аттестует», то есть измеряет кольца. Второй измеряет и сортирует шарики, которые раскладываются «по полочкам», отличаясь друг от друга по диаметру всего на 1 микрон. Третий автомат является сборочной машиной, в которую поступают кольца по паре — одно наружное и одно внутреннее. Они уже измерены, остается только подобрать к ним шарики нужного диаметра. Рассортированные шарики лежат и «ждут», когда их вызовут для сборки. Машина сама решает эту задачу. Из радиуса наружного кольца вычитается радиус внутреннего (речь идет о тех радиусах, на которых катаются шарики). Далее вычитается требуемый зазор, а остатком будет вычисленный с точностью до микрона диаметр шарика. Сигнал — и кучка шариков с нужной «полочки» уже очутилась между кольцами. Но надо проверить, не произошло ли какой-нибудь ошибки. А вдруг зазор оказался не тот? Для его проверки и служит четвертый автомат. Теперь можно продолжать сборку.

Случается, что и автомат делает ошибку. Может быть, не хватает одного шарика? Или неправильно собран сепаратор? А что если на сборку подано только одно коль-

цо? Пусть, такие случаи довольно редки — специальная измерительная головка немедленно обнаружит все неправильности и отправит полусобраный подшипник на разборку.

Иногда сборка не происходит по другим причинам. Контрольный автомат вызвал шарики нужного размера, а их на «полочке» не оказалось. Уж не заменить ли их другими шариками, которых, конечно, сколько угодно? Возможно, иной сборщик и поступил бы одним микроном, но машина этого не сделает. Оба кольца будут выброшены, но не в брак. Они вновь попадут на сборку, на этот раз в паре с другими кольцами, и шарики для них, по всей вероятности, найдутся.

Подшипники собраны. Остается проверить их на шум (специальная машина «слушает», как они шумят при вращении, и может их забраковать, если они будут жужжать сильнее, чем полагается). Потом идет контроль легкости вращения. Эта проверка необходима для того, чтобы отбраковать слишком туго вращающиеся подшипники. Ведь на них будет затрачиваться излишняя мощность, а это понизит коэффициент полезного действия той машины, в которой они будут работать. И еще: при тугом вращении неизбежен повышенный нагрев, возможно заедание. Нет, уж лучше сейчас отправить подшипник в брак, чем по его вине попасть в аварию при полете над океаном, или в горячее время уборки заниматься ремонтом трактора в мастерской отдаленного целинного совхоза, или к ночи разбирать автомашину где-нибудь в горах... И после стольких контрольных операций все-таки следует еще одна, последняя. Это — испытание подшипника на точность, выполняемое на контрольном автомате.

Остается произвести размагничивание подшипника: это необходимо, чтобы, находясь в машине, подшипник не притягивал к себе металлическую пыль, которая по-

является в масле при износе деталей; далее идет засаливание и охлаждение до -30°C на холодильных агрегатах. Смазка должна застыть до проникновения в нее влаги; тем самым предупреждается ржавление, или коррозия, подшипников.

Конец линии напоминает автоматический завод поршней. Так же производится заворачивание подшипников в парафинированную бумагу, упаковка их в изготавливаемые тут же картонные коробки, которые укладываются в деревянные ящики для отправки.

А теперь попробуем подвести итоги. Выработка на одного производственного рабочего увеличилась в два раза. Длительность производства подшипника сократилась в девять раз.

Точность выпускаемых подшипников значительно повысилась, а так как цена более точных подшипников выше, цех стал приносить большой доход.

Иностранные специалисты, осматривавшие автоматический цех подшипников, откровенно признались, что ничего подобного они еще не видели. Когда же они услышали заявление наших инженеров, что цех, равного которому пока нет в мире, уже... устарел, что у нас разрабатываются новые, более совершенные линии, это было для них невероятным! И в иностранной печати появилось интересное признание, что такие достижения стали возможны именно потому, что все заводы и научно-исследовательские институты принадлежат государству, что к работе могут быть привлечены все соответствующие организации, конструкторские бюро, станкостроительные заводы.

Иными словами, они были вынуждены признать, что социалистическое плановое хозяйство способно сделать то, что недоступно капиталистической промышленности с ее анархией производства. Значит ли это, что в капиталистическом мире прогресс невозможен? Что там будто

бы ничего интересного для нас нет, учиться нам нечему и вообще не стоит ни на кого оглядываться?

Думать так — глубокое и опасное заблуждение. Прогресс идет во всем мире, но служит он разным целям: войне или миру, эксплуатации трудящихся в странах капитала или победе человека над природой в странах социализма.

Автоматизация в капиталистическом мире развивается быстро. Известная американская автомобильная фирма «Форд» четвертую часть своей продукции снимает с автоматических линий. Так, обработка блока двигателя длилась около 9 часов. На автоматическом заводе, где работает всего 41 человек, блок обрабатывается за 14,6 минуты. Но как бы ни были совершенны автоматические заводы, это не утешит ни работающих, ни тех рабочих, которые из-за автоматизации лишились работы, — число их в США перевалило за несколько миллионов.

Принципиально иной характер носит автоматизация в странах социализма. Здесь рабочим не угрожает безработица, ведь нашей целью является не получение максимальной прибыли, а все более полное удовлетворение потребностей трудящихся на основе новейшей техники.

ГДЕ ПРЕДЕЛ?

Каждый ли завод, цех, участок может быть автоматизирован? Нет, пока еще не каждый. Чем больше выпускается одинаковых деталей, тем легче автоматизировать производство. Мы уже говорили о массовых деталях: поршнях, подшипниках. Продолжим: коленчатый вал, ротор электродвигателя, лемех плуга... Заводы поточно-массового производства — автомобильные, тракторные и другие — ждут полной автоматизации.

Но не все заводы — гиганты. Существует много заводов больших, средних и малых. В нашей стране несколько больших станкостроительных заводов. Но и на этих заводах автоматизация встречает известные трудности. И это только потому, что объем выпускаемой продукции в сравнении с предприятиями поточно-массового производства более чем скромнен. Поэтому приходится думать, например, как применять здесь автоматические линии. Ведь нельзя допустить, чтобы линия за два дня изготовила, скажем, тысячу шестерен, а потом простаивала до следующего месяца. Очевидно, надо ее загрузить производством шестерен с другими размерами и заставить работать с возможно более короткими перерывами. Именно так и решен вопрос с первой линией, изготовленной в Советском Союзе для обработки шестерен. В линии всего 9 станков: 3 токарных многорезцовых, протяжной (для протягивания шлицевых отверстий), 3 зубофрезерных (для нарезания зубьев), зубозакругляющий и шевинговальный (для точной обработки зубьев). Переналадка линии на выпуск другой шестерни отнимает немногим более половины смены — 4 часа 30 минут, когда этим заняты три наладчика. На линии может изготавливаться 10 разных шестерен. Производительность ее при двухсменной работе достаточно велика — она равна 120 тысячам шестерен в год.

А если выпускается не тысяча станков в месяц, а значительно меньше? Если на заводе занято человек 500? А если всего 50 рабочих? Положим, у нас таких карликовых станкозаводов нет, но в США их довольно много — свыше полутора ста. Можно ли в таких условиях думать об автоматизации? Напомним, что на небольших заводах основным оборудованием являются универсальные станки. Возможна ли их автоматизация?

Оказывается, возможна — путем оснащения станков гидрокopировальными суппортами. Но как быть, когда

выпускаемая продукция исчисляется даже не в десятках штук, а в единицах или когда продукция непрерывно меняется, как бывает на авиационных заводах или радиотехнических предприятиях? Удастся ли построить такие автоматы, которые позволяли бы легко переходить с одного изделия на другое? И это тоже возможно.

ПРОГРАММНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

В последние годы у станкостроителей появилось новое выражение — «программное управление». Программа — это план намеченной деятельности. Каждый рабочий подходит к своему станку с определенным планом действий: токарь устанавливает и зажимает в патроне заготовку, включает электродвигатель, пускает в ход шпиндель, подводит резец, включает самоход. Управление станком ведется в определенной последовательности, то есть по программе. Но под словами «программное управление» понимается что-то иное.

Как работает автоматический станок? Может ли он действовать не по программе, а как-то иначе? Нет, и он функционирует примерно в той же последовательности, что и универсальный станок, только без вмешательства рабочего. Может быть, такое управление можно назвать программным?

Нет, под этим понимается совершенно иной принцип управления, который правильнее было бы назвать «цифровым управлением».

Кто сейчас не знаком с автоматическим телефоном? Когда-то надо было, сняв трубку, назвать «телефонной барышне» номер и терпеливо ожидать, покуда она вручную не соединит вас с абонентом. Теперь вызов делается простым поворотом диска. Палец взводит диск на нужную цифру, а при возвращении диска пружиной по проводам бегут короткие «точки», как в азбуке Морзе.

Так цифры превращаются в импульсы тока, которые, пройдя длинный извилистый путь по подземным кабелям, «сами» находят среди многих тысяч городских телефонов тот единственный, чей номер готов откликнуться серией звонков на посланные ему электрические сигналы.

При программном, то есть цифровом, управлении не кулачки, не барабаны, не копиры, не рычаги и не комбинации механических устройств воспроизводят движения узлов рабочей машины. Отныне они подчиняются цифрам, заставляющим их совершать те или иные действия. Они готовы выполнять любую программу, не то что обычные полуавтоматы или автоматы, в которых программа «закостенела», механические устройства с трудом и большими потерями времени перестраиваются для обработки деталей с иными размерами.

Как же станок подчиняется цифре? Как ее, эту цифру, записать и подать? Как станок ее «прочтет» и претворит в действие?

Большая армия конструкторов, исследователей, ученых изыскивает все новые и новые возможности программного управления, создает машины, управляющие машинами. Если бы вы захотели прочитать все журнальные статьи и книги, в которых освещаются вопросы программного управления, это было бы весьма затруднительно: только за последние два года число их достигло почти трехсот, причем они написаны не только на русском, но и на многих других языках.

Каким же все-таки должен быть станок, рассчитанный на программное управление? Поскольку к его рукояткам и маховичкам не должна прикасаться рука человека, ясно, что он должен управляться на расстоянии. Пусть эта дистанция будет всего метр или два, важно одно — лишь бы не притрагиваться к станку руками, тогда им можно будет управлять по любой программе.

Электродвигатель станка включается и выключается кнопками. Протянуть электрическую проводку, конечно, не представляет труда. Труднее другое: как включить муфту для пуска шпинделя? Как затормозить шпиндель, переключить скорости или подачи, включать и выключать самоход? Как управлять поворотом резцовой головки, установкой резцов на размер, как ставить и зажимать заготовки, снимать готовые изделия?

В арсенале конструкторских средств имеется много пригодного для этих целей, надо только этими средствами распорядиться по-хозяйски. К старым станкам можно «пристраивать» новые механизмы, например для перевода рукояток применить навесные пневматические цилиндры, действующие при помощи сжатого воздуха, или гидроцилиндры, в которых сила создается давлением масла. Это «мускулы» станка.

Дополнительные механизмы «встраиваются» в станки, проектируемые заново, они входят в конструкцию машины в качестве органической, как бы «врожденной», неотъемлемой части. Таковы, например, электромагнитные муфты, действующие наведенным в сердечнике магнетизмом, который возникает при пропускании через катушку постоянного тока. Гидро- и пневмоцилиндры, гидромоторы, электродвигатели с прерывистым вращением — чего только не применяют конструкторы в поисках надежных, безотказно действующих устройств.

В результате появляются невиданные машины. Узлы таких машин функционируют вполне самостоятельно, и какая бы сконденсированная энергия ни была использована — управление этой силой непременно электрифицировано. В трубах находится сжатый воздух, но до поры до времени он себя не может проявить. Он подобен могущественному джину из восточных сказок, сидящему в наглухо закупоренном сосуде. Электропневматический клапан открывается, и воздух давит на поршень цилинд-

ра. Примерно так же действуют электрогидравлические золотники, открывающие выход быстрой, напористой струе масла, которую гонит электронасос.

Теперь от станка тянется пук проводов. Если их никуда не подключить, то станок работать, конечно, не сможет, он просто не будет «знать», что ему делать и в каком порядке. «Нервы» станка надо присоединить к «мозгу».

СТАНОК «ДУМАЕТ»

Искусственный мозг — это всего-навсего особый механизм, которому настоящий мозг, мозг человека, поручает управлять машинами.

Искусственный мозг должен иметь «память», иначе он будет путать, как иные беспамятные люди. Но как понять: память у механизма? Это невозможно даже представить. И все-таки можно построить «запоминающее» устройство, которое будет подавать команды не хуже человеческого мозга.

Вспомните неширокие бумажные ленты, свернутые в рулоны, что вставляются в кассовые аппараты. Не все, наверное, знают, что в обычные кассы, какие стоят в каждом магазине, заправляется не одна, а сразу две ленты. Одна идет на чеки, а на второй, контрольной, выбиваются все суммы, полученные кассиршей. При помощи второй ленты аппарат «запоминает», какие чеки были выданы кассой. Чем не память?

Чтобы эту «память» заставить приказывать, лучше не печатать цифры, а пробивать ленту небольшими отверстиями, вроде тех, что продавливаются скоросшивателем. Такие отверстия обычно называются перфорацией, а перфорированная лента именуется «носителем программы».

Заправив ленту в лентопротяжный механизм, напоминающий кассовый, мы получим возможность время от

времени немного передвигать ее (на один «шаг»), подобно тому как это делается в обычной кассе, поворотом рукоятки или при включении небольшого электродвигателя.

Итак, «запоминающее» устройство готово к работе. Остается только установить поперек ленты несколько электрических контактов, к которым подводятся провода от различных узлов станка. Пока контакты касаются ленты, ток по ним не проходит: бумага является неплохим изолятором. Включаем механизм, и лента «шагнула». Что произошло? Один из контактов, сойдя с бумаги, попал в перфорацию (отверстие), коснулся металла и замкнул цепь электрического тока. Вот и команда! Ток побежал по проводам к одному из механизмов станка и скомандовал: «Вперед!»

В Московском станкоинструментальном институте стоит старый токарный станок, переконструированный кандидатом технических наук Л. А. Глейзером. Основные переделки коснулись фартука (рис. 16), то есть того узла, который «заведует» включением и выключением подачи, а также выбором направления перемещения резца.

Чтобы управлять фартуком, необходимо подавать семь команд: «вперед», «назад», «стоп», «медленно», «быстро», «вдоль» и «поперек». Команды исполняются семью электромагнитами, переключающими зубчатые муфты (в фартуке станка).

На ленте должны быть намечены семь «дорожек», вдоль которых пробиваются отверстия.

При нажатии на кнопку «пуск» лента передвигается на один шаг. Дальше все идет без вмешательства рабочего. После каждой команды замыкаются контакты выключателя и лента «шагает» сама. Вот даны первые три команды: «поперек», «вперед» и «быстро» — и резец на-

чал подходить к изделию. Он должен остановиться на таком расстоянии, чтобы получился нужный диаметр.

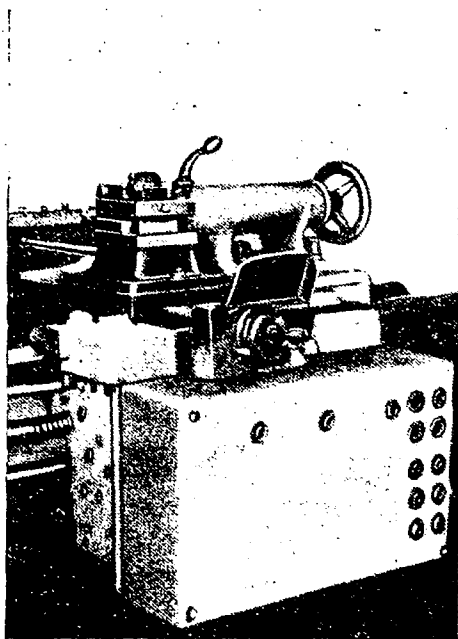


Рис. 16. Станок с программным управлением

Практически эта задача решается так: на винт, перемещающий поперечный суппорт с резцедержателем, посажен контроллерный барабан (контроллерный — значит управляющий). Снаружи у него два ряда пластинок: в одном их пятьдесят, в другом пять. При полном обороте поперечный винт перемещает суппорт на 5 миллимет-

ров. Легко сообразить, что пять пластинок предназначены для того, чтобы при их помощи можно было отсчитывать перемещения суппорта на целые миллиметры ($\frac{5 \text{ мм}}{5} = 1 \text{ мм}$), а пятьдесят — на десятые доли миллиметра

($\frac{5 \text{ мм}}{50} = 0,1 \text{ мм}$). Достигается это тем, что контакты, скользящие по обоим рядам пластинок контроллерного барабана, последовательно включены в цепь тока электромагнита лентопротяжного механизма.

Напрашиваются еще две дорожки: одна для миллиметров и другая для их долей. После команды «быстро» контакт сошел с бумаги и попал в первое отверстие на дорожке миллиметров. Суппорт между тем идет вперед. Замкнулся контакт с первой пластинкой, и лента вновь «шагнула». Если надо подать резец на 10 миллиметров, лента шагнет десять раз. Затем пойдут в ход отверстия на соседней дорожке. Они расположены гораздо чаще. Предположим, к 10 миллиметрам надо прибавить еще семь десятых. Передвижением ленты еще на семь шагов будет выполнена и эта часть установки резца. Всего лента передвинулась $10 + 7 = 17$ раз.

Установка на размер окончена. Теперь должны последовать команды: «вдоль», «медленно» — и резец начнет обтачивать первую ступень (команда «вперед» не повторяется, она не отменялась и продолжает действовать).

Какую длину должен обработать резец? Тут необходим еще один контроллерный барабан. Количество пластинок на нем иное — десять и одна; они обеспечивают отсчет десятков и целых миллиметров. Потребуется, конечно, еще две дорожки на ленте. Их стало теперь одиннадцать. Вообще же их больше. Еще одна дорожка командует поворотом резцедержателя, осуществляемым специальным электродвигателем. Остальные две сигнала

лизируют о необходимости изменить режим резания (на опытном станке эта операция не автоматизирована и делается вручную) и о конце обработки.

Опытная эксплуатация подтвердила правильность идеи управления станком при помощи перфорированной ленты. Производительность возростала, токарь вполне мог бы обслужить минимум два автоматизированных станка. Точность обработки вполне устроила бы многие заводы даже без шлифования деталей. Любой универсальный станок ценой небольших переделок мог быть легко превращен в полуавтомат.

Несомненно, эта система автоматизации представляла большой интерес в свое время, когда изобретатель получил авторское свидетельство.

Теперь, десятилетие спустя, можно слышать такие возражения: пробивание ленты длиной до 5 метров длится долго, отнимая несколько часов. За это время токарь и на обыкновенном станке успеет выточить такую же партию деталей. Составлять порядок пробивания и выполнять эту операцию должен инженер или техник-технолог. Не слишком ли это большой накладной расход, не повысится ли себестоимость изделий? Бумажная лента быстро изнашивается, а целлулоидная дорога. Быть может, правильнее будет другое решение: использовать ленту только для автоматизации управления станком, а для получения требующихся по чертежу диаметров и длин применять обработку по копиру. Так, совмещая идею перфорированной ленты с идеей электро- или гидрокопирования, легко избавиться от замеченных недостатков или по крайней мере уменьшить их влияние.

Тогда ленту можно будет сузить: отпадут четыре дорожки по ширине, связанные с командами на размеры, и, что самое главное, лента значительно укоротится, так как большая часть ее была занята именно «размерными» отверстиями. А раз так, затраты времени на пробивание

соответственно сократятся. Упростится и конструкция станка. Станут излишними контроллерные барабаны: Вместо перематывания ленты с катушки на катушку ею просто будут обертывать цилиндр.

Именно так было сделано при создании автомата модели IC62, о котором упоминалось выше (стр. 67). И автомат работает безотказно.

Что касается технологов, они вполне могут справиться с дополнительными обязанностями за счет уплотнения своего рабочего дня. Износ ленты не так уж страшен: можно подобрать устойчивый сорт бумаги, разработать конструкцию контактов с плавными краями и легким нажимом. Было бы только желание — добиться можно всего, а новая техника с лихвой окупит произведенные затраты.

МАГНИТОФОН УПРАВЛЯЕТ

Наконец, разве нельзя к той же задаче подойти совсем по-иному? Например, не сокращать время на «подготовку» ленты, а совсем его исключить? И не пробивать ленту, а скажем, вести запись программы на магнитофонной ленте?

Именно такую цель поставил перед собой инженер Г. А. Спыну, научный сотрудник Академии наук УССР.

Первая часть задачи мыслилась так. Вместо того чтобы подготавливать «носитель программы» до работы на станке, не лучше ли попросту, обычными средствами обработать первое изделие и одновременно без каких-либо особых затрат изготовить «носитель программы», который будет введен в работу со следующего изделия.

Вторая часть задачи сводилась к тому, чтобы все команды превратить в электрические колебания, которые можно было бы записать, как записывается человеческая

речь или музыка. Потом, пропуская запись, воспроизвести команды и обработать изделие.

Была даже высказана мысль, что сигналы могут передаваться по радио, следовательно, станками можно будет управлять за тысячи километров. Если уж мы заговорили о радио, следует вспомнить, что система электромагнитной записи вытеснила на радио все другие виды записи. Теперь у микрофона место и «живых» исполнителей занял магнитофон.

Звуки речи или музыки, попадая в микрофон, преобразуются в электрические колебания. Далее они должны быть превращены в изменяющееся магнитное поле, для чего их надо пропустить через катушку с железным сердечником. Такое устройство называется звуковой головкой. Лента шириной в 6,5 миллиметра и толщиной всего в 0,03 миллиметра, покрытая тонким (0,02 миллиметра) слоем ферромагнитной эмульсии, протягивается мимо звуковой головки. На слое остаются невидимые следы магнитной записи.

Намагниченная лента не требует никакой дальнейшей обработки, проявления или печатания. Она тут же может быть пущена в работу. Ее надо только перемотать и снова начать протягивать мимо другой, точно такой же звуковой головки. Переменное магнитное поле ленты возбудит в катушке звуковой головки ток. После усиления сигнал попадет в реле. Это электрический прибор, чаще всего электромагнит с якорем, замыкающий цепь сильного тока при помощи слабого тока, проходящего через катушку электромагнита. Дальше будет примерно то же, что и при замыкании контакта через отверстие перфорированной ленты: команда поступит на станок для исполнения.

Старенький токарный станок был переделан изобретателем несколько по-иному. На этот раз узлы станка

получали рабочие движения от вновь установленных электродвигателей.

Имевшийся на станке электродвигатель, вращающий шпиндель, остался на месте. На коробке продольной подачи, у винта поперечной подачи и на задней бабке были установлены отдельные электродвигатели небольшой мощности (по 0,65 киловатта каждый). Совсем маленький двигатель (0,05 киловатта, то есть мощностью всего в 50 ватт) предназначался для поворота резцедержателя.

При помощи кнопок станок будет послушно выполнять любые команды. Созданы все возможности, чтобы токарь смог, пользуясь кнопками, обработать первую деталь. Остается пока непонятным, как при этом произойдет запись на магнитной ленте и почему сигналы для управления электродвигателями не перепутаются между собой.

АППАРАТ КОМАНДУЕТ

Токарь нажал кнопку и включил главный электродвигатель. Шпиндель пришел во вращение. Одновременно начал работать генератор, то есть устройство для получения электрических колебаний. Пока шпиндель вращается, генератор работает и его «гудение» записывается на магнитную ленту. При нажатии кнопки «стоп» двигатель останавливается, а лента продолжает идти и на ней «пишется» пауза (молчание). Токарь включает другой двигатель — снова начинается запись сигнала, на этот раз от другого генератора. Пять двигателей — пять генераторов. Не слишком ли их много?

Попробуем прослушать через репродуктор, что записалось на ленте. Предположим, первым звуком оказалось «до», вторым и следующими — «ре», «ми», «фа» и « соль ». Каждый электродвигатель будет включаться только от

«своей» ноты и никак не отзывается на другие. Значит, не напрасно было установлено столько генераторов. Записанные токарем на ленте команды заставят станок работать по программе. Для каждого изделия должна быть составлена своя программа, которую запоминающее устройство будет хранить на своей ленте.

Магнитная лента выгодно отличается от перфорированной бумажной тем, что на ней свободно умещается любое количество сигналов без увеличения ее ширины с каждой новой «дорожкой». Записывается же на ней звучание больших симфонических оркестров, состоящих из десятков музыкальных инструментов — от флейты до контрабаса! Так же может быть записано несколько тонов для управления ограниченным числом электродвигателей.

Генераторы, усилители, магнитофон, пульт управления — все эти устройства размещены в шкафу, получившем название коммандо-аппарата. Для замены одной программы другой достаточно сменить катушку (бобину) с магнитной лентой. Стандартный диаметр бобины — 300 миллиметров — позволяет наматывать на нее целый километр ленты, которой хватает на несколько часов. За это время может быть подано громадное количество команд — до 5 миллионов.

Запись можно вести еще на магнитных барабанах, поверхность которых покрыта тем же составом, что и магнитная пленка. Барабан может «запомнить» до полумиллиона команд.

Менее удобна световая запись на бумажной ленте или киноплёнке, подобная той, что применяется в звуковом кино. Неудобство состоит в том, что свет дает скрытое изображение, не видимое без проявления. В кино это не является помехой. Наоборот, это удобно, так как изображение и звук печатаются и «обрабатываются» одновременно. В нашем случае «мокрый процесс» проявле-

ния, связанный с затемненной лабораторией, удлиняет процесс записи команд.

Существует много различных систем запоминающих устройств — при помощи намагничиваемых сердечников, электронных трубок и т. д. Однако поиски наилучших решений еще далеко не окончены. К чему стремятся изобретатели? К созданию у станков такой «памяти», которая отличалась бы обширностью (емкостью), занимала бы мало места и быстро действовала.

НОВЫЕ ЗАДАЧИ

Детали простейшей формы — ступенчатые валики — могут быть обработаны на станках с программным управлением наподобие тех, о которых мы только что говорили. Встречаются — и не так уж редко — более сложные детали с криволинейными поверхностями. Откуда они берутся? Почему нельзя их упростить?

Станкостроители не «выдумывают» станки, а строят их в ответ на запросы потребителей. Это известно. А потребители озабочены решением своих собственных задач и мало задумываются над трудностями, встающими перед станкостроителями. Приведем несколько примеров.

Современная техника всевозможных транспортных средств отдает предпочтение обтекаемым формам, позволяющим понижать наземные, воздушные, подводные и надводные пространства с наименьшими потерями скорости. Станкостроители должны в ответ на это делать станки для изготовления сложных штампов.

Реактивные турбины, так ускорившие полет самолетов, начинают внедряться, например, на железнодорожном транспорте. Появились и успешно применяются турбовозы, вытесняющие вконец устаревшие паровозы. Поэтому станкостроители вынуждены безотлагательно за-

няться станками для обработки сложных криволинейных деталей — дисков и цапф газовых турбин.

Гребные винты отличаются кривизной своих рабочих поверхностей. Станкостроители обязаны обеспечить их производство, поставляя судостроителям необходимые станки.

Долгое время все подобные работы делались только на копировальных станках. С появлением программного управления возникли новые комбинации — оказалось возможным поручить подсчет необходимых перемещений или траектории режущих инструментов специальным счетно-решающим машинам. Так зародилась новая область вычислительной техники, получившая название машинной математики.

Счетно-решающая машина — это огромный арифмометр, действующий с исключительной быстротой. Обычный настольный арифмометр, предназначенный для сложения, вычитания, умножения и деления, рассчитан на ручное обслуживание. Каждая цифра «откладывается» вручную. Вращение ручки в ту или иную сторону, передвижение каретки, сбрасывание цифр — все эти действия совершаются при непрерывном внимании, как и чтение («считывание») и записывание полученных результатов.

Счетно-решающая машина «принимает заказ» от запоминающего устройства. Она автоматически подсчитывает все необходимые цифры. Ее производительность так велика (до 20 тысяч действий в секунду), что для одного станка применять ее нецелесообразно: большую часть времени она будет простаивать. Кроме того, нужно учитывать высокую стоимость такой машины: она сможет оправдать себя лишь при обслуживании целой группы станков — 20—30 и более.

Для создания счетно-решающих машин надо было найти такую систему счета, которая наиболее соответствовала бы возможностям электрических аппаратов.

Десятичная система, столь удобная для человека, оказалась совершенно неприемлемой для машины-математика, которой оказалось под силу говорить только «да» и «нет» — включено или выключено. Третьего состояния электрический аппарат не знает. Так, совершенно естественно, десятичная система оказалась замененной «двоичной».

Ток есть — это единица, тока нет — нуль. Пользуясь всего двумя цифрами, можно выразить любое число десятичной системы.

При использовании перфорированной ленты каждой «дорожке» соответствует свой «разряд». Выпишем эти разряды в одну строчку.

$2^6=64$	$2^5=32$	$2^4=16$	$2^3=8$	$2^2=4$	$2^1=2$	$2^0=1$
1	0	1	1	0	0	1

Внизу поставлены единицы и нули.

Число 1011001, записанное в двоичной системе, переводится в десятичную систему так: $64 + 16 + 8 + 1 = 89$, потому что в первом, третьем, четвертом и последнем, седьмом, разрядах стоят единицы и цифры разрядов, складываясь, дают это число. Остальные разряды — второй, пятый и шестой, отмеченные нулями, не принимаются во внимание.

Цифры, подсчитанные машиной, передаются исполнительным органам, и суппорты перемещаются на необходимую величину.

Машинная математика уводит станкостроителей в такие дали, создает такие возможности, какие сегодня даже трудно представить.

НЕСКОЛЬКО ВОПРОСОВ

А теперь с головоломной высоты, куда занесла нас фантазия, вернемся на завод. Будет ли такая техника применяться? Не слишком ли все это громоздко, нежно, хрупко? В механических цехах бывает тепло или холодно, сухо или сыро, чисто или грязно. Воздух то насыщен чадом выгорающего масла, то пылью. Условия работы для тонких приборов, что и говорить, неподходящие, хотя борьба за улучшение условий труда ведется непрерывно. Именно поэтому многие производственники скептически поглядывают на электронную аппаратуру, магнитофоны, а про себя думают: «Не пойдет это все...»

Будущее вынесет свой приговор тому, что сегодня только возникает. Жизнь и сегодня проверяет каждую новую машину, ставя конструкторов перед необходимостью производить ее оценку. Вопросы, на которые приходится отвечать, немногочисленны, но серьезные.

Соответствует ли машина своему назначению? Какова будет ее производительность? Каковы экономические показатели новой машины? Какой получится себестоимость изделий? Упростилась ли работа с применением новой машины?

Истина познается сравнением.

Вчера изделия обрабатывались на станке, который сегодня вытесняется новым. Точность изделий возрастает, чистота поверхности улучшается — это хорошо. Надежность, долговечность повышается — кто не будет это приветствовать. Производительность пошла в гору — превосходно.

Часто конструкторы только этим и ограничиваются. Они еще не научились считать расходы и, случается, не очень интересуются экономикой производства.

Спросите иного конструктора, какова цена килограмма чугунного литья, на сколько одна марка стали дороже

другой; сколько стоят подшипники, ремни, электродвигатели, он вам ничего не ответит... Неумение разобраться в экономике — большой изъян. Такой конструктор не в состоянии построить дешевую машину, не может учесть расходы по ее эксплуатации, и, конечно, не в его силах произвести подсчет себестоимости изделий, изготовленных на станке, над которым он трудился. Кому нужна машина, которая повышает стоимость изготовленных деталей? Из удороженных деталей будут собраны более дорогие машины, которые только обременят государственный бюджет.

Считать, считать и считать — это должны делать все, кто действительно замыслил создавать новые, более прогрессивные машины.

Представим себе, что перед нами токарный многошпиндельный автомат, изготавливающий детали из стального прутка. Казалось бы, вполне прогрессивная машина, если судить по высокой производительности. Но вот что плохо — до четырех пятых металла автомат превращает в стружку. Невольно хочется спросить: для чего же создан этот автомат — для производства деталей или стружки? Судите сами, можно ли считать такой автомат прогрессивным? Не пора ли отказаться от изготовления деталей из прутка и перейти на более экономичную заготовку — индивидуальную штамповку, применив магазинную загрузку?

Большую часть стоимости станков составляют не расходы по заработной плате, а затраты на материал. Экономить металл — первейшая обязанность конструктора. О том, как можно добиться экономии металла, написаны десятки книг, сотни статей. Но вот что странно: до сих пор неизвестно, каков должен быть вес станка в зависимости от веса обрабатываемой на нем детали. На этой почве возникают курьезы, когда для изготовления детали, весящей несколько сот граммов, станкостроители

предлагают станок весом в несколько тонн. Статистика по этому поводу хранит молчание: исследователи еще не дошли до этой «слишком простой» задачи.

Еще один важный показатель: сколько килограммов веса станка приходится на 1 киловатт мощности его электродвигателя? Здесь тоже белое пятно, но на заводах уже нащупывают «подходящие» цифры. Считается, что металл станка неплохо использован, если на киловатт приходится до 0,25 тонны. К сожалению, эта цифра часто перекрывается вдвое, втрое, а то и вовсе не подсчитывается: ею просто не интересуются. Не удивительно, что станки еще очень тяжелы. Вот где огромный резерв экономии металла!

Известна крылатая фраза: экономика предприятия лежит на лезвии резца. Этим выражается та мысль, что необходимо стремиться к наиболее производительным режимам резания. Очевидно, только такая конструкция станка будет прогрессивной, которая позволяет «выжимать» из режущего инструмента все, что он может дать.

Скоростное и силовое резание невиданно сократили машинное время, то есть время снятия стружки. Но работая над повышением быстроходности станков, станкостроители упустили из виду, что, оставляя без изменения управление станком, они тем самым позволили относительно вырасти вспомогательному времени, когда станок по существу простаивает. Токарные станки работают в среднем часа два из восьми возможных. Такие конструкции станков не могут считаться прогрессивными. Необходима большая работа по механизации и автоматизации станков, чтобы довести их до нужного технического уровня.

Себестоимость изделий должна неуклонно снижаться. При равной производительности более прогрессивен тот станок, который легче, стоит дешевле, занимает меньше места, требует менее квалифицированного обслужи-

вания, дает постоянное качество продукции, более безопасен в работе. Все эти ценные качества выявляются только при сравнении, сопоставлении станков — новых со старыми, отечественных с зарубежными.

КАК ЖЕ СОЗДАЮТСЯ СТАНКИ И АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ?

На этот вопрос можно ответить коротко: коллективным трудом. Пусть идею станка или линии вынашивает ведущий конструктор, пусть он даже что-то изобретает — в одиночку он создать ничего не сможет. Изобрести — это значит к старому опыту, выстраданному бесчисленным количеством поколений, приложить и крупицу своего нового, к огромному труду, овеществленному в чертежах, книгах, станках, прибавить и свою крохотную долю.

Человек осознал себя мыслящим существом, начав изготовление орудий труда. От простейших ручных инструментов к станкам и автоматическим заводам — вот славный путь созидания техники.

Ушли в прошлое времена, когда в одном лице совмещался конструктор, технолог, рабочий. Теперь даже в несложном станке несколько сот деталей. Надо сделать проект, каждую деталь вычертить отдельно. Под силу ли это одному человеку? Практически — нет, ибо это отнимет чрезвычайно много времени. Бригада конструкторов сделает работу гораздо быстрее, а главное — лучше: каждый конструктор прибавит что-нибудь ценное.

Когда же чертежи поступят в производство, много глаз займется их изучением и каждый работник захочет как-то упростить деталь, рационализировать труд по ее изготовлению. Сборщики, к которым начнут стекаться готовые детали, первыми увидят результаты этого труда. Конечно, они тоже начнут поправлять конструкцию. Так берет начало поток рабочих предложений.

Этому потоку должны быть открыты все шлюзы: нужно всячески содействовать коллективному труду по созданию и усовершенствованию станков и автоматических линий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Станкостроение, являющееся сердцевинной машиностроения, при всех своих достижениях еще не удовлетворяет полностью потребностей нашей промышленности. Поэтому такие крупные заводы, как, например, автозавод имени Лихачева, 1-й Государственный подшипниковый завод, строят станки и линии для собственных нужд. Число привлекаемых к станкостроению заводов в 2,6 раза превышает число станкозаводов.

Работы же на семилетие непочатый край!

Подсчитано, что в 1965 году на автомобильных заводах будет изготовлено до 30 миллионов шестерен и до 20 миллионов ступенчатых валов, для чего потребуется примерно 250 автоматических линий. Это при существующих в настоящее время технологических процессах.

Но количество линий, возможно, удастся сократить при переходе на метод пластической деформации или накатки. Вытеснение резания позволит повысить производительность в 20—30 раз при уменьшении трудовых затрат в 1,5—2 раза. Характерно, что расход металла попутно будет снижен на 15—20 процентов, а прочность деталей возрастет на 40 процентов.

Статистика показывает, что обработка резанием очень трудоемка. В массовом производстве на операции резания уходит до одной трети, а в серийном даже до двух третей труда, затрачиваемого на изготовление деталей.

Ясно, что создавать автоматические линии следует на основе новой, прогрессивной технологии. Но также ясно,

что она должна разрабатываться и экспериментально проверяться заблаговременно, до постройки линии, иначе будет слишком поздно.

В свое время замена ручного труда промышленным производством, то есть трудом при помощи машин, произвела промышленный переворот, последствия которого хорошо известны.

Происходившее с тех пор непрерывное нарастание скорости машин все более затрудняло их обслуживание, приводило к повышению простоев оборудования. Понадобилось введение автоматизации. Автоматизируются цикл работы машины, загрузка заготовок и съем готовых изделий, контроль и подналадка для устойчивого получения размеров, наконец, передача изделий от позиции к позиции, от станка к станку. Автоматика завоевывает не только «середину» процесса изготовления машин, но начало и конец: не только механическую обработку деталей, но и получение заготовок и сборку машин.

Эпоха автоматизации — это второй промышленный переворот, совершающийся на наших глазах.

Каковы будут его последствия? Можно ли свести их к простому расширению штатов инженеров, техников, исследователей, наладчиков и к сокращению численности рабочих?

Внешне перемены будут очень заметны. Изменится вид промышленных предприятий. В цехах, заставленных сплошными рядами автоматических линий и другим автоматизированным оборудованием, станет несравнимо меньше людей. Мало работников останется и в экономических отделах — производственном, плановом, бухгалтерии: конторские счетные машины полностью вытеснят «доисторические» счета и устаревшие ручные арифмометры. Зато многолюдно станет в конструкторском и технологическом отделах, в заводских лабораториях.

В капиталистических странах гадают, каковы будут последствия автоматизации. Высказываются предположения, что прообразом будущего явятся «кнопочные заводы», управлять которыми с пульта станет только один человек.

Мы понимаем, в какое тяжелое положение попадет капиталистическая экономика, когда автоматизация, осуществляемая отдельными предпринимателями в своих собственных интересах, охватит всю промышленность.

Огромные капиталовложения в автоматизированное производство и как следствие массовое вытеснение людей с предприятий — таков закон капиталистического развития.

Как величайшую победу человеческого разума встречают автоматизацию в странах социализма: она несет сокращение рабочего дня и повышение жизненного уровня трудящихся, она стирает грани между физическим и умственным трудом. Рабочий постепенно превращается в наладчика, наладчик в инженера — создателя новой техники.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

	Стр.
Вместо предисловия	3
Связывает ли инженеров конвейер	5
Попробуем обойтись без конвейера	8
Что такое темп	10
Производство не любит перемен	13
«Омоложение станков»	14
Борьба за быстроходность	16
Бывают временные неудачи	18
Спор о бесступенчатом регулировании	20
Другие неприятности	21
Как развивалось станкостроение	25
«Чертеж — международный язык техники»	29
Миллиметры и дюймы	30
Догоняем и перегоняем	31
Техническая информация	32
Переходим к созданию новых станков	36
Новые идеи воплощаются в металл	38
Использование металла	44
Экономия электрической энергии	47
Универсальный станок передается в производство	50
Работа организована по-новому	53
Более производительное оборудование	53
Литье идет в обработку	59
Шлифование вместо шабрения	61
Работа за десятилетия	65
Агрегатные станки повышают производительность	68
Что такое приспособление	72
Станки с помощью «ножниц и клея»	76

Автоматические линии	78
Линия свертывается в кольцо	83
Автоматический завод	84
Люди на автоматическом производстве	87
Трудности преодолеваются	89
Шаг вперед в автоматизации	91
Где предел?	98
Программное управление	100
Станок «думает»	103
Магнитофон управляет	108
Аппарат командует	110
Новые задачи	112
Несколько вопросов	115
Как же создаются станки и автоматические линии?	118
Заключение	119

Издательство ВЦСПС ПРОФИЗДАТ — ул. Кирова, 13

Каплан Григорий Маркусович
КАК СОЗДАЮТСЯ НОВЫЕ СТАНКИ

Редактор *М. М. Шлепина*

Техн. редактор *С. И. Раков*

Подп. к печати 17/X 1958 г. А 06790. Бумага 70×108¹/₃₂=37/8 п. л.
(усл. 5,3 л.). Уч.-изд. 5,07 л. Тираж 5.000. Цена 1 р. 55 к. Зак. 972.

1-я типография Профиздата. Москва, Крутицкий вал, 18

1 р. 55 к.

51
431

ПРОФИЗДАТ·1958