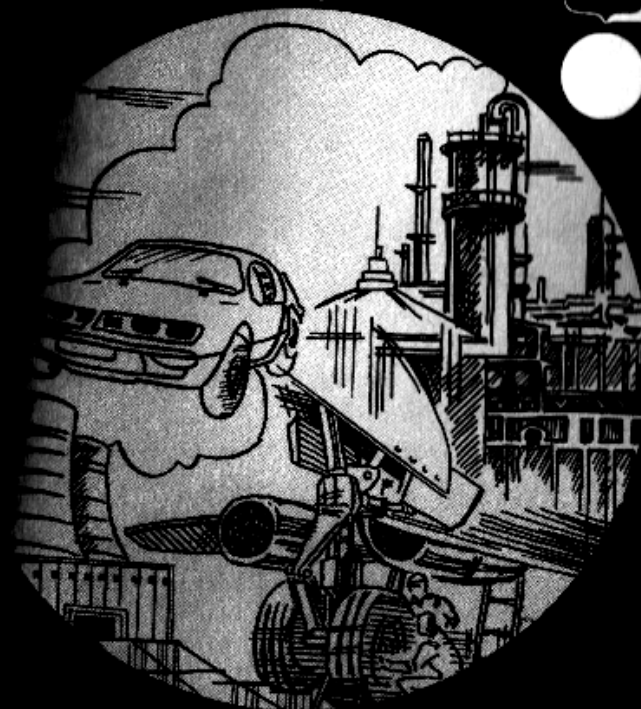


35 коп.

КЕМ БЫТЬ ?!

КЕМ БЫТЬ ?!



Д. ЕВДОКИМОВ

Н. ПОЛЕВОЙ

**БЫТЬ
МАШИНОСТРОИТЕЛЕМ —
ПРЕСТИЖНО**

ББК 34
Е15
УДК 621

Рецензент Ю. Л. Фрумин

Евдокимов В. Д., Полевой С. Н.

Е15 Быть машиностроителем — престижно. — М.: Машиностроение, 1989. — 160 с.: ил. (Кем быть?) ISBN 5-217-00600-5

На примерах из истории развития машиностроения прослежен рост мастерства рабочих и инженерно-технических работников. Рассказано о характерных особенностях машиностроительных предприятий, их структуре, о разнообразии рабочих профессий и инженерно-технических специальностей.

Для выпускников школ и учащихся ПТУ.

Е 2702000000—083
038(01)—89 83—89

ББК 34

ISBN 5-217-00600-5

© Издательство
«Машиностроение», 1989

Самое главное — надо уметь видеть прелесть сегодняшнего и завтрашнего дня...
У человека должна быть единственная специальность — он должен быть большим и настоящим человеком.

(А. С. Макаренко)

ВВЕДЕНИЕ

Перед Вами лежит книга о машиностроении и машиностроителях. Идея ее написания возникла у авторов давно и объяснялась несколькими причинами. Так, еще со школьной скамьи мы увлекались вопросами техники, и поэтому выбор будущей для нас специальности не был мучительно сложным. Оба мы окончили политехнический институт. Один стал инженером-конструктором, а другой — инженером-техпологом. И не жалею об этом. В своей работе мы встречались и встречаемся с инженерами, техниками, рабочими, учеными, студентами и школьниками. Среди них есть много таких, для которых техника является единственным приложением своих творческих сил, интересом на всю жизнь. В большинстве своем это содержательные и целеустремленные люди, даже если это школьники, находящиеся в самом начале пути выбора профессии. Однако есть, к сожалению, немало специалистов, для которых померкла престижность труда машиностроителей, а сама работа превратилась в серые будни. Потеря интереса к делу не только плохо отражается на его результатах, но и порождает неприглядное представление, отпугивающее молодежь, в частности, от машиностроения. В оправдание этих людей можно сказать, что на то были серьезные субъективные причины. О них со всей откровенностью сейчас пишут в газетах и журналах, принимают конкретные меры по преодолению имеющих место недостатков. Словом, по всей стране идет перестройка, которая касается материальной и духовной жизни советского народа. Иначе и не может быть. Ведь не для того свершилась Великая Октябрьская социалистическая революция и гибли пламенные борцы за народное дело, чтобы мы не могли осуществить задуманное и построить самое сильное и справед-

ливое в мире государство. Поэтому принятые в последнее время Постановления и решения партии и правительства направлены не только на преодоление негативных явлений, формирование условий, при которых они впредь не будут возникать, но и, как главная цель, на обеспечение ускоренного экономического развития Советского государства.

В развитии прогресса машиностроению принадлежит ведущая роль. Но машины не возникают сами по себе, а создаются трудом рабочих, инженеров и ученых. Чтобы быть в авангарде, им необходимо создавать не просто машины, а машины с производительностью и качеством, превосходящими лучшие образцы мировой техники. Для этого, как никогда, машиностроителям необходимы кадры высокой квалификации и, конечно, достоянная молодая смена.

Знание и умение не приходят сами по себе. Их рождает настойчивость и труд. Однако только в сочетании духовных потребностей и материальной заинтересованности человека можно достичь наиболее высоких показателей в любой сфере его деятельности. Машиностроение здесь не исключение, а скорее даже — чувствительный барометр, движение стрелки которого отражает престижность труда и, в конечном счете, его результативность. Но одними пышными фразами и горячими призывами вернуть былое величие машиностроительных профессий нельзя. Любая книга по машиностроению, какой бы она интересной и популярной ни была, не даст желаемого эффекта без реализации комплексных решений по развитию этой важнейшей отрасли народного хозяйства. Вот почему авторы откладывали написание книги, полагая ее выпуск преждевременным. Теперь она у Вас в руках...

Стать машиностроителем может не каждый, а только тот, у кого есть склонность к технике, желание и настойчивость в достижении поставленной цели. Разобраться в себе, суметь увидеть свою цель нелегко даже при наличии постоянно окружающей нас информации. В этом потоке сведений, каждое из которых по своей важности способно затмить предыдущее, немудрено пропустить то главное, что определит Ваш дальнейший жизненный путь. Можно строить дома, создавать машины, обрабатывать землю, руководить производством и в то же время по душевным запросам чувствовать, что

это Вас не захватывает, не приносит радости в жизни. Тому причиной является неудачно выбранная профессия. Очевидно, лучше смолоду с должной серьезностью подойти к этому важному вопросу, чем потом быть постоянно неудовлетворенным своей деятельностью.

Мы не склонны думать, что, прочтя книгу, Вы сразу решите стать машиностроителями. Поспешность здесь не нужна. Да и задачу авторы ставили так: на исторических и современных примерах показать многогранность машиностроения, раскрыть коллективный и индивидуальный профессиональный образ людей, занятых производством машин, рассказать о наиболее интересных проблемах машиностроителей и о том, каким образом они их решают, на каком уровне знаний, подготовки. И наконец, мы старались подчеркнуть, насколько интересен, необходим и почетен труд машиностроителей. Если, прочтя книгу, Вы согласитесь, что быть в нашей стране машиностроителем — престижно, что Вы нашли что-то интересное и полезное для себя, для своей будущей профессии, то это будет свидетельствовать о том, что книга написана и выпущена не зря.

Новое борется со старым, которое, как всегда, неохотно уступает дорогу. Но в настоящее время происходит не просто борьба нового со старым, а принципиальная ломка сложившихся в последние десятилетия негативных тенденций. И Вам, молодым, следует их знать и уметь преодолевать во имя тех грандиозных задач, которые поставлены перед советским народом. Поэтому, прочтя книгу, Вы познакомитесь не только с достижениями машиностроителей далекого прошлого и настоящего, с тем как создаются машины, с требованиями, которые к ним предъявляются, но и с некоторыми имеющимися место недостатками и путями их преодоления. И пусть Вас это не страшит, не отпугивает от славной когорты машиностроителей. Они сильны своим единством и целеустремленностью. Им по плечу решать любые сложные технические задачи. Они гордятся тем, что создают самые разнообразные машины, без которых просто немыслима современная цивилизация.

Итак, отправимся в путь по страницам книги...

ОТ ПРАДЕДОВ ДО НАШИХ ДНЕЙ

Трудно представить в наше время человека, который никогда не использовал бы в своей речи слово «машина» и не представлял бы себе, что ее изготовляют на заводе машиностроители. Слова «машина» и «машиностроитель» настолько прочно вошли в наш лексикон, что многие даже не задумываются над глубоким смыслом информации, которую они в себе несут. Конечно, словари объясняют в общих чертах их смысловые значения, но уж очень лаконично...

Открываем толковый словарь русского языка под редакцией Д. Н. Ушакова и находим: «машина (от лат. *machina*) — механизм, совершающий какую-нибудь работу... Чтонибудь действующее подобно механизму...». И чуть ниже: «машиностроение — промышленное производство машин». В толковом словаре русского языка, составленном С. И. Ожеговым, машина — это «механизм, совершающий какую-нибудь полезную работу с преобразованием одного вида энергии в другой». Здесь же есть и слова «машиностроение — промышленность, занятая производством машин» и «машиностроитель — специалист по машиностроению».

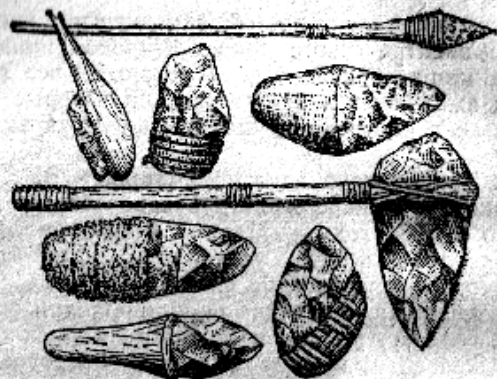
Но в кратком политехническом словаре (1955 год издания) на 1136 страниц для слов «машиностроение» и «машиностроитель» места не нашлось. Зато понятие «машина» дано подробно с учетом философского смысла. Читаем: «Машина — механизм или комплекс механизмов, предназначенный для выполнения требуемой полезной работы, связанной с процессом производства или транспортирования или же с процессом преобразования энергии. Различают машины-двигатели, в которых тот или иной вид энергии преобразуется в механическую энергию вращающегося вала или прямолинейно движущегося поршня, и рабочие машины (машины — орудия), с помощью которых производится изменение свойств, состояния, формы или положения обрабатываемого объекта. К машинам относят также преобразователи, в которых механическая энергия преоб-

разуется в какой-либо другой вид энергии, например, генератор электрического тока. Широкое применение получают машины-автоматы, в которых все рабочие операции выполняются без человека и которые нуждаются только в контроле со стороны человека за их работой».

А вот как описано понятие «машина» В. Далем в его «Толковом словаре живого великорусского языка», изданного в 1881 году — «Машина и машина лат. *спарядъ*, подсилокъ; всякое устройство, приспособление, для переноса или увеличения силы, либо для увеличения скорости движения. Механика принимает три основных машины: веревку, рычаг и пологость или склонъ. По действующей силъ, машина именуется въетровою, водяною, паровою, конною, ручною и пр.; по назначению же: водокачною, пильною, плошильною и пр. На Волгѣ, машина или конная, вытѣсненная нынѣ пароходами: самое большое изъ всѣхъ волжскихъ судовъ, съ коннымъ воротомъ; сотни полторы лошадей ходятъ на три смѣны, и машина идетъ завозомъ противъ воды, таща за собою барки съ грузомъ...» Заметим, что слова «машиностроитель» и «машиностроение» отсутствуют.

Как видите, приведенные выдержки из толковых словарей отличаются друг от друга и мало что дают для выбора специальности. Между тем машиностроению отводятся ключевые позиции в народном хозяйстве. Иначе и не может быть, так как на основе машиностроения получают свое развитие все без исключения другие виды производств. Уровнем техники машиностроения определяется прогресс остальных отраслей промышленности и, в конечном итоге, наше общее благосостояние и быт каждого человека. Но ведь машины делают люди, которые обладают определенными знаниями, опытом и которые в подавляющем большинстве с большой любовью относятся к своему труду. При этом одно поколение машиностроителей сменяется другим. Постоянно выпускаются и новые машины. Но они не появляются на пустом месте. Наоборот, в каждой новой машине не только обобщаются достижения настоящего времени, но и используется ценный опыт прошлого.

Итак, наш рассказ начнем из глубины веков, когда еще не было и в помине ни машин, ни машиностроителей, — с палеолита. Древнейший человек — питекантроп, живший 800—40 тысяч лет до новой эры, научился тог-



Каменные орудия первобытного человека

да изготавливать простейшие орудия труда из камня, дерева и кости. Эолиты, рубила и скребла не очень замысловаты по своей форме. Часто их даже трудно отличить от обычных каменных или костяных осколков. Взгляните на эолиты. В принципе они представляют собой куски кремня с одним-двумя сколами. Достаточно было сделать пару ударов камня по камню, чтобы получить примитивное орудие с острой режущей кромкой. Сложнее было сделать рубило. Для этого по выбранному камню наносили много точных ударов, производя сначала крупные, а затем и мелкие сколы. Рубило являлось универсальным орудием, так как с его помощью осуществляли самые разнообразные работы — разрезали мясо и кожу, скоблили и дробили плоды, счищали кору с деревьев. Кроме того, оно было средством нападения и защиты. Затем появились кремневые резцы и микролиты — небольшие острые пластинки, которые использовали в качестве ножей и даже прикрепляли к палкам, превратив их в колья, а позднее и в стрелы с каменными наконечниками.

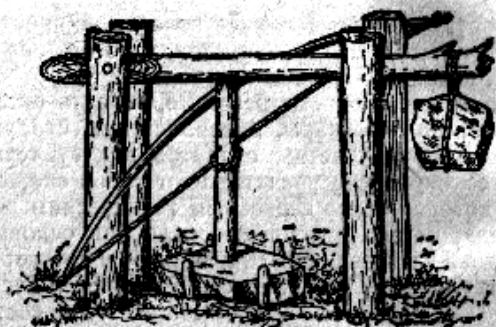
Однако эолиты, рубила, резцы представляли собой простые орудия труда. Не потому, что их несложно было сделать. Наоборот, для того, чтобы их изготовить, первобытный человек тратил много времени и постигал путем проб и ошибок наиболее эффективную технологию скола, выбирал наилучший камень, стремился придать ему нужную форму. И все это впервые. Так что

простые орудия труда давались нелегко. А простыми их называют потому, что они состояли только из одного элемента, который держали в руке.

В раннем палеолите и мезолите, то есть около 12—7 тысяч лет до новой эры, появились лук, стрелы и топор. Лук — упругая ветвь, стянутая в дугу тетивой, и стрела в совокупности представляют собой сложное устройство, которое стало серьезным техническим достижением. Недаром оно просуществовало как основной вид оружия до XVII века. До сих пор проводят соревнования по стрельбе из лука. Это было грозное и бесшумное оружие. Так, дальность боя обычного лука составляла порядка 70—150 метров, тяжелого индийского лука — 450 метров при дальности полета 900 метров. У эскимосов Аляски и апачей Северной Америки стрела пробивала насквозь оленя на расстоянии 300 шагов. Здесь уместно отметить, что упругость лука со временем была использована в конструкциях сверлильных и токарных станков.

Более трудоемким по своему изготовлению является каменный топор. И возник он позже, особенно топор с отверстием для рукоятки. Ведь для того, чтобы сделать каменный топор, надо было не только придумать способ надежного закрепления ударной головки к рукоятке (в отличие от рубящей, заостренной его части), но и освоить технику сверления твердых каменных пород. Вслед за топором в позднем неолите появились молот и мотыги. Все они, как и лук, считаются сложными орудиями труда и свидетельствуют о большой изобретательности наших далеких предков.

Сейчас каждому известно, что для получения отверстия применяют сверло, которому сообщают непрерывное вращательное движение с одновременным осевым приложением силы, что для этой цели существуют специальные дрели и станки. Никому и в голову теперь не придет вращать сверло между ладонями. Но в древности именно так и поступали, вращая бамбуковую трубочку, кость или палочку попеременным движением ладоней вперед и назад. Малопродуктивным и утомительным был этот процесс, пока на помощь не пришел лук. Его тетива спирально закручивалась вокруг такого примитивного сверлящего инструмента — «сверла». Затем «сверло» устанавливали на место будущего отверстия и сверху торцом через дощечку или камень



Сверлильный станок периода неолита

с выемкой прижимали рукой к обрабатываемому материалу. При перемещении лука от себя и к себе сверло начинало быстро вращаться то в одну, то в другую сторону. Кстати, таким образом легче было добывать и огонь. Ведь при трении деревянного сверла в деревянном бруске повышалась температура, появлялся дымок, и вспыхивали сухие листья, трава или мох. Получается, что лук обладал определенной универсальностью, являясь оружием или устройством для сверления отверстий и добывания огня. Однако при сверлении в зону обработки подливали воду и подсыпали мелкий песок, а при добывании огня это место было сухим.

Стремясь облегчить процесс сверления, сделать его более производительным, неизвестные мастера неолита и энеолита изобрели стационарные сверлильные устройства. По существу это были станки, которые имели деревянную станину, рычажное нажимное устройство с грузом и лучковый привод. Некоторые более поздние конструкции имели даже маховик, который насаживался на сверло.

Но прошло еще несколько тысяч лет, пока появился токарный станок. Раньше он просто был не нужен, так как не было потребности в изделиях, получаемых обтачиванием. Токарные станки имели привод в виде обернутой вокруг древка бечевки. В их конструкциях также использовалась сила упругости лука или ветки. Они даже напоминали сверлильный станок, но с горизонтальным расположением сверла. Несмотря на некоторое сходство, это все же было принципиально новое

На таких лучковых токарных станках с ножным приводом еще работали при Петре I.



устройство не только по назначению, но и по своей идее. Вращающееся сверло в нем было заменено вращающейся заготовкой (деталью), а вместо самого сверла появился другой инструмент — резец. Да и был он не деревянным, а из металла, при обработке его держали в руках. Затем появились центра, которые служили для установки заготовки, и упорная планка для резца. Благодаря упорной планке повысились качество и удобство обработки.

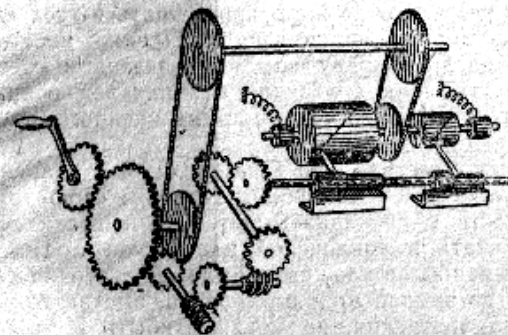
Существенный недостаток этих токарных станков — деталь вращалась то по часовой, то против часовой стрелки. Такие станки применяли до начала XVII века. Однако, если верить утверждению историка Плиния, то еще за 400 лет до новой эры мастер с острова Самос в Эгейском море Феодор сделал токарный станок, на котором заготовка вращалась в одну сторону. Станок имел кривошипный механизм, маховик и ножной pedalный привод, подобный приводу известной всем швейной машины. Интересно, что на древнегреческих геммах изображали бога Амура, оттачивающего свои стрелы на станке с ножным приводом и кривошипным механизмом. Роль маховика при этом выполнял тяжелый абразивный шлифовальный круг.

Но станок Феодора был скорее всего исключением, чем правилом. Ведь даже станок императора Максимилиана I, изготовленный в 1518 году, несмотря на использование в нем металлических центров, люнета с рамкой для направления заготовки и богатой резной отделки, имел ножной веревочный привод с пружинной жердью.

Преимущества токарных станков с непрерывным вращением заготовки были настолько очевидны, что в начале XVII века появляется несколько различных конструкций, обеспечивающих требуемое движение. Это токарный станок с ременной передачей от маховика-шкива, описанный Соломоном де Ко в книге, изданной во Франции в 1615 году. Маховик находился в стороне от станка, имел ручку, которую вращал помощник токаря. Другой станок, созданный в это же время, также имел ременную передачу с большого шкива на малый, но ось большого шкива заканчивалась кривошипом. К кривошипу привязывали прочный канат, натянутый луком, закрепленным под потолком мастерской. Другой конец каната соединяли с педалью-доской, находящейся под станком. На таком станке мастер работал без помощника. Обе конструкции станков были оснащены упорами для рук или резцов.

Токарные станки постоянно усовершенствовались, усложняя их кинематику. Но, тем не менее, все они имели два серьезных недостатка. Первый заключался в том, что в процессе обработки резец держали в руках, а второй — шпиндель с заготовкой вращали вручную, то есть за счет силы мускул. Правда, в XVII веке в качестве источника движения применяли водяные колеса. Но их использование ограничивалось территориально наличием рек. Поэтому водяные колеса не получили широкого распространения и применяли их в основном при изготовлении стволов пушек.

История возникновения устройства, которое высвободило руки рабочего от необходимости удерживать резец, начинается со второй половины XVI века. В 1565 году во Франции в станке Жака Бессона появилась специальная «подставка» — support. Она, правда, была еще весьма несовершенна. Спустя лет пятьдесят герцог Максимилиан Баварский, увлекавшийся в часы досуга токарно-медальерным делом, работал на станке с суппортом. Появление суппорта объяснялось энергичным раз-



Такую кинематическую схему имел токарный копировальный станок А. К. Нартова

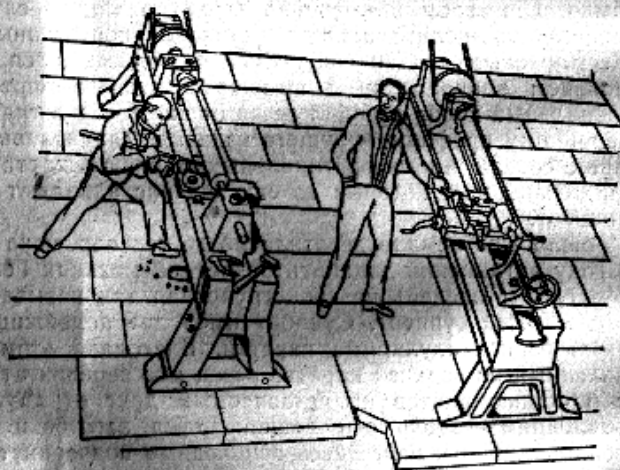
витием в XVI столетии первых капиталистических мануфактур, стремлением повысить производительность труда и качество обработки. В России же изобретателем суппорта был талантливый механик Андрей Нартов. Его «держалка», над которой он работал в течение многих лет, была совершенно новым, оригинальным и точным устройством. В Западной Европе таких еще не было. Примером применения суппорта может служить токарно-копировальный станок, построенный А. К. Нартовым в 1729 году. Суппорт перемещался в продольном направлении с помощью ходового винта, а специальный копир отводил резец от заготовки согласно заданному профилю будущего изделия. Талантливый механик создал много оригинальных и сложных станков и механизмов, которые до сих пор нас удивляют и восхищают.

Прошло еще немало десятилетий до тех пор, пока в 1794 году английский двадцатитрехлетний механик Генри Модсли (Модслей) не сконструировал так называемый крестовый суппорт. Суппорт имел две подвижные взаимно перпендикулярные каретки. Благодаря этому, укрепленный на верхней каретке резец мог передвигаться с помощью винтов по независимым друг от друга направлениям — вдоль оси вращающейся заготовки и перпендикулярно к ней. Здесь необходимо подчеркнуть, что идея суппорта с несколькими каретками была нова. Около 1770 года во Франции неизвестным изобретателем было сконструировано устройство, с помощью

которого резец можно было перемещать в трех взаимно перпендикулярных направлениях. Однако, несмотря на это, Г. Модсли по праву считают создателем крестового суппорта, так как его суппорт отличался новизной и полной пригодностью для промышленного производства.

Следует отметить, что Г. Модсли был одаренным и изобретательным механиком, начавшим свою трудовую деятельность с двенадцати лет. С юношеских лет он стал работать в лондонской мастерской Брама, выпускающей наиболее сложные замки. Достаточно сказать, что один из замков этой мастерской, выставленный для всеобщего обозрения, не могли открыть в течение 70 лет даже за большое вознаграждение в 200 фунтов стерлингов. Помимо суппорта Модсли построил токарно-винторезный станок, добился частичной стандартизации резьб, осуществил много других оригинальных работ, воспитал талантливых учеников.

Но почему мы так много уделяем здесь внимания суппорту токарного станка — этому в общем не очень уж сложному механизму? Дело в том, что суппорт явился тем недостающим звеном в устройстве станка, которое



Работа на токарном станке без суппорта и с суппортом. Репродуктивный рисунок конца XVIII века

превратило его в рабочую машину. С появлением суппорта инструмент стал частью станка, превратился из орудия ручного труда в орудие труда механизированного. Нужно учесть, что человек может держать в руке чаще всего только один инструмент. Попробуйте одновременно поработать несколькими инструментами, например, двумя резцами, совершая ими разные перемещения. Скорее всего ничего не получится. Другое дело станок. Оснащенный несколькими суппортами с резцами и соответствующими передаточными механизмами, он легко справится с этой работой, так как не имеет тех ограничений, которые свойственны человеку.

К. Маркс придавал исключительно более революционизирующее значение суппорту. Он писал: «Это механическое приспособление заменяет не какое-либо особенное орудие, а самую человеческую руку, которая создает определенную форму, направляя, подводя резец и т. д. к материалу труда, например к железу. Таким образом стало возможным придавать геометрические формы отдельным частям машин с такой степенью легкости, точности и быстроты, которую не смогла бы обеспечить и самая опытная рука искуснейшего рабочего»¹.

Станки, у которых есть суппорт, становятся рабочими машинами независимо от того, приводятся ли они в движение человеком или машиной. Вот почему станки Нартова и Модсли, даже лишенные механического двигателя, по имеющим суппорты, по праву считают рабочими машинами. Собственно с них и начинается история развития станкостроения как отрасли машиностроения.

Было бы ошибкой считать, что рабочими машинами являются только металлорежущие станки. Ведь «рабочая машина — это такой механизм, который, получив соответственное движение, совершает своими орудиями те самые операции, которые раньше совершал рабочий подобными же орудиями»¹. Такий станок, швейная машина, зерноуборочный комбайн, кузнечно-прессовые машины, прокатные станы и прочее также являются рабочими машинами. Но среди большого перечня рабочих машин все же особое место у машиностроителей занимают станки. Иначе и быть не может, так как только

¹ Маркс К. Капитал. М.: Политиздат, 1983. Т. 1. С. 396.

с помощью станков создают другие машины, включая и сами станки.

Машины являются двигателем прогресса. Без них немислимо ни одно производство. От того, насколько совершенны машины и реализуемая с их помощью технология, зависит экономический потенциал государства. Теперь это все понимают и принимают эффективные меры для увеличения их производства, повышения качества и широкого внедрения в различные отрасли промышленности. Незаменимыми становятся машины и в быту каждого человека. Но не всегда к машинам относились с должным почтением. И на то были свои веские причины. Ведь машины, повышая производительность труда, способствовали усилению эксплуатации и угнетению рабочих, повышению безработицы, снижению и без того низкого уровня жизни рабочего класса. Не понимая, что все беды происходят не от самих машин, а от способа их применения, рабочие развернули массовые выступления против машин. Особенно большой размах это движение получило в 80-х годах XVIII века и даже в начале XIX века в Англии. Его возглавил рабочий Джон Лудд, которого стали называть Генерал Лудд. Луддисты ломали и портили машины, жгли фабрики, избивали и убивали изобретателей и инженеров. В ответ на применение против них оружия рабочие объединялись в хорошо организованные вооруженные отряды. Часто по ночам рабочие разбивали те машины, которые днем делали своими руками.

Дело дошло до того, что в Англии приняли закон, утвержденный парламентом в 1769 году, каравший смертной казнью всякое выступление против машин. Интересно, что в ходе обсуждения этого закона в защиту луддистов выступил поэт Байрон: «Нападения рабочих порождены неслыханной нуждой: только полное отчаяние могло толкнуть армию когда-то честного и трудолюбивого народа на такие рискованные действия. Вы называете этих людей сбродом. Знаете ли вы, чем мы обязаны этому сброду? Этот сброд работает на ваших полях, прислуживает в ваших домах, обеспечивает людьми ваш военный флот...».

Несмотря на то, что первые рабочие машины не обладали достаточным совершенством, тем не менее они заменяли труд многих людей. Так прялка «Дженни», которая была создана талантливым ткачом, мастером

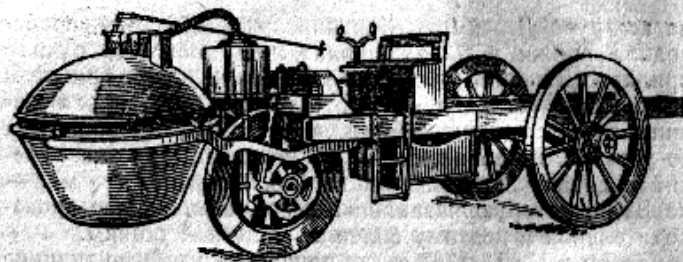
на все руки Джеймсом Харгривсом в 1764 году, производила пряжи в 6 раз больше, чем обычная ручная прялка. «Дженни» обслуживал один человек, при этом без работы оставались пять человек. Сначала эта машина имела восемь веретен, а затем 18. Механик Вуд ее усовершенствовал, ввел ряд конструктивных изменений и довел число веретен до 120. Понятно, что машина Вуда, которую называли «Билли», стала более производительной и поэтому более ненавистой ткачам.

Затем в 1785—1792 годах появились удобные ткацкие станки англичанина Эдмунда Карпайта, на которых все основные операции были механизированы. В 1787 году им была основана первая ткацкая фабрика с двадцатью такими станками. И уже к 1834 году в Англии и Шотландии было около 100 000 ткацких станков с паровыми двигателями.

Почти одновременно с «Дженни» в России в 1760 году механиком Родионом Глинковым была построена машина для прядения льна. Машина Глинкова имела 30 веретен и в 5 раз превышала производительность прялок. Однако это ценное изобретение не получило промышленного развития в России. В Англии же развивающийся в то время капитализм требовал применения машин.

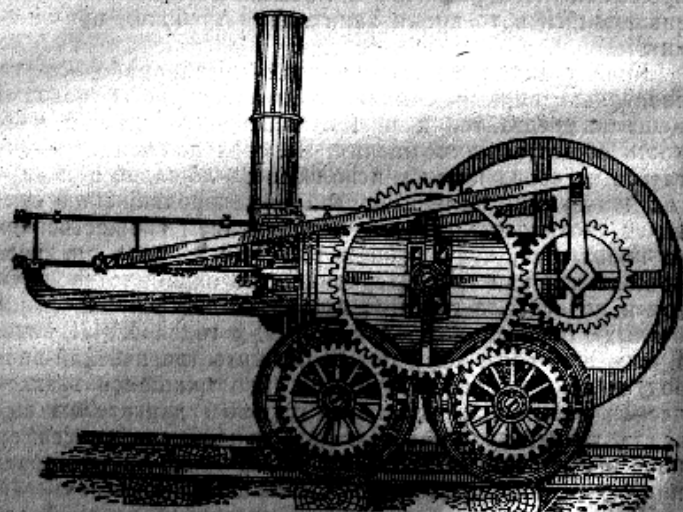
Если ткацкие станки и прялки ломали рабочие, то внедрению первых самодвижущихся паровых повозок мешало предвзятое к ним отношение религии и косность общественного мнения. Человек должен передвигаться на своих ногах и использовать лошадей или других животных. Всякий другой вид передвижения считался противоестественным исправлением «божественного промысла», «улучшением творения творца» и воспринимался как грех. Церковь свято охраняла свои устои и подвергала гонению изобретателей всяких «самобеглых» повозок даже в конце 80-х годов XVIII века. Ярким примером тому может служить трагический эпизод из жизни Уильяма Мердока. Его мчащаяся трехколесная тележка с пылящим паровым двигателем вызвала такую ярость сограждан, что он еле спасся от побоев и увечий, оставив свое изобретение на растерзание толпы, возглавляемой местным священником.

Здесь уместно заметить, что надежный паровой автомобиль так и не был создан, несмотря на усилия многих механиков. Однако опыт не пропал даром и был ис-



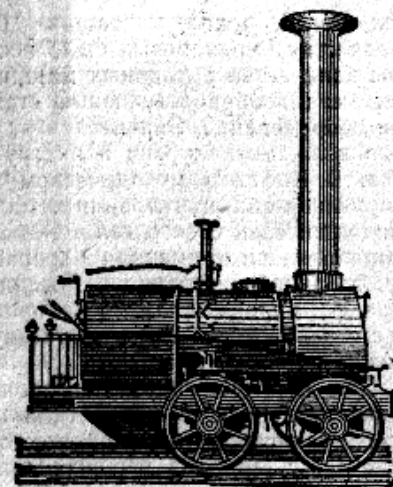
Первая паровая повозка французского инженера Коньо (1763 год)

пользован при конструировании паровозов. Наиболее удачные из этих машин были сделаны шотландским инженером Ричардом Тревитиком в 1803 году, который пришел к идее поставить паровую тележку на рельсы. Его паровозы были первыми в мире и могли перевозить пять вагонок общей массой 25 тонн со скоростью более пяти миль в час. Затем, начиная с 1814 года, появились паровозы Джорджа Стефенсона. Они оказались более совершенными, чем паровозы Тревитика, и вы-



Первый локомотив (машина на колесах) для рельсового пути шотландского инженера Р. Тревитика (1803 год)

Первый паровоз Черепановых, построенный на Нижне-Татильском заводе в 1834 году



являли при испытаниях бурю восторгов и изумления. Еще бы, развить скорость до 15 миль в час с массой 90 тонн и с 450 неучтенными пассажирами, которые буквально облепили со всех сторон шесть вагонок, это ли не сенсация. А в 1829 году паровоз Стефенсона «Ракета» был признан лучшим.

Эра паровозного транспорта началась. Во многих странах стали строить железные дороги, преимущества которых перед обычными были очевидны. Первая железная дорога протяженностью в 61 километр, построенная между городами Стоктоном и Дарлингтоном в Англии, сначала была предназначена для перевозки угля, для перевозки пассажиров ее открыли в 1825 году. Первая железнодорожная линия Чарльстона — Огеста в США длиной в 64 километра была построена в 1830 году, во Франции два года спустя, в Бельгии и Германии — в 1835 году, а в России — в 1837 году. Причем Россия закупила паровозы в Англии, хотя имела несколько действующих, совершенных по конструкции машин, изготовленных в 1834 и в 1835 годах отцом и сыном Черепановыми и которые можно было взять за образец для серийного производства.

Трудным был жизненный путь Черепановых — талантливых и самобытных механиков — вначале крепост-

ных людей, принадлежавших Демидовым. Благодаря творчеству Черепановых было построено на Урале большое количество различных машин, включая разнообразные металлообрабатывающие станки и кузнечно-прессовое оборудование. Значителен их вклад в развитие горного дела, металлургии и инструментального производства. В Выйском механическом заведении, на заводах и приисках они подготовили немало квалифицированных продолжателей своего дела. Однако многое из того, что разработали и применили Черепановы, не получило широкого распространения в России, где только лишь начали формироваться зачатки промышленного переворота с переходом от ремесленно-мануфактурного производства к машинному.

При изготовлении машин появлялись многие проблемы, связанные с обработкой уникальных деталей. Особенно трудным был процесс получения точных отверстий для цилиндров паровых двигателей. Опыта и соответствующих станков еще не было. И здесь необходимо было проявлять смекалку, настойчивость и чутье в поиске наиболее перспективных решений. Обратимся к истории техники...

В XVIII веке точность обработки отверстий и сопряженных с ними деталей была невысокой. Об этом наглядно говорит пример из жизни английского мастера — машиностроителя Ричарда Рейнольдса. Так, в 1760 году он получил заказ на изготовление цилиндра паровой машины для угольных рудников в Эльфингтоне. Размеры цилиндра были внушительные — 28 дюймов в диаметре и 9 футов длиной. Много отливок из красной меди пошло в брак, но ничего не получилось. Если края цилиндра на длину человеческой руки можно было обработать вручную, то сделать это в глубине цилиндра казалось почти невозможным. Не было соответствующих инструментов и станков, и все приходилось изобретать самому. Нужна была хорошая идея. И она пришла после бессонных ночей и страданий поиска. Цилиндр установили вертикально и во внутрь залили свинец. К полученной свинцовой колоде прикрепили с двух сторон железные штанги с кольцами, а к ним привязали веревки. Затем цилиндр с помощью деревянных брусьев закрепили в горизонтальном положении, в полость цилиндра залили масло с наждаком и стали свинцовую колоду тянуть за веревки, перемещая ее то в одну, то в другую

сторону. Работа утомительная и тяжелая. Ведь в упряжке с каждой стороны цилиндра было по шесть сильных рабочих. В результате цилиндр изготовили с такой точностью, при которой его наибольший диаметр отличался от наименьшего на толщину мизинца Рейнольдса. Было чем гордиться!

Со сложностью изготовления цилиндра столкнулся и изобретатель паровой машины Джеймс Уатт в 1769 году. Он писал своему компаньону Болтону: «Мне удалось, наконец, так точно просверлить паровой цилиндр, что даже в наихудших местах между поршнем и цилиндром нельзя было просунуть полукрону». Однако это было только начало. Буквально через несколько лет в 1775 году талантливый механик и предприимчивый владелец железоделательных мануфактур Джон Вилькинсон решил применить паровую машину Уатта для своих воздуходувок. Он оценил достоинства и конструкцию и понял трудности процесса изготовления цилиндра. Быстрое развитие капитализма требовало замены ручного труда более производительными и экономически выгодными машинами. В течение нескольких недель Вилькинсон спроектировал и изготовил расточный станок. Этот станок имел вращающуюся длинную штангу с резцами, с помощью которых обрабатывалась внутренняя поверхность цилиндра. Штанга получала и осевое перемещение. Производительность труда и точность обработки с применением расточного станка резко возросли. Такие критерии, как мизинец Рейнольдса и полукрона Уатта, уходили в прошлое, как и сама технология получения отверстий с помощью свинцовых колод.

Было бы ошибкой считать, что во второй половине XVIII века в России не умели делать цилиндры большого диаметра и длины. Еще за четыре года до изобретения Уаттом паровой машины наш соотечественник И. И. Ползунов построил и испытал «огнедействующую» машину для воздуходушных мехов. Его паровая машина имела грандиозные для того времени размеры. Достаточно сказать, что два ее цилиндра были метрового диаметра и трехметровой длины. А изготовлены они были не в Англии, а в сибирской глуши России — в далеком колодном Барнауле. К сожалению, машина долго не проработала и вскоре после смерти в 1766 году тридцатилетнего изобретателя прекратила свое существование, хотя и дала большой экономический эффект.

Победила косность царских чиновников, техническая неграмотность начальства, враждебно относящихся ко всему новому, прогрессивному. Но идеи И. И. Ползунова не пропали даром. О его паровой машине стало известно не только в России, но и за ее пределами.

Технология обработки отверстий и инструменты для этой цели постоянно совершенствовались. Особенно заметным был этот процесс на военных заводах, где изготавливали орудия, ружья и пистолеты. Вот как описывает академик И. Ф. Герман в своей книге, изданной в 1803 году, процесс сверления канала ствола в литых пушках на русских государственных Петровском и Кончезерском заводах, куда он был послан по указу Сената в 1800 году.

«Для сверления их потребна чугунная с четырехугольною головою круглая доска равного с цилиндром диаметра. Доску сию головкою укрепляют к винградской коробке центром посредством шести винтов, проходящих через железную шину и чугунную стенку местной коробки. К одной чугунной доске прикрепляется самый уже цилиндр ... укрепивши таким образом весьма крепко и верно цилиндр, приступают к работе для укрепления сверла к нажимательной тележке ... к головке в отлитые нарочно для того отверстия полагаются из весьма хорошей стали бруски, закрепляют их чугунными клинышками, потом вкладывают сверло в тележку, заклинивают в прорези, полагают сверло на подушку, потом посредством налагаемой на ломок тяжести, для того потребной, начинают сверлить; по высверливании вместо брусков проходят деревом, смазываемым постным маслом, а дерево как можно туже набивают между головкою сверла и внутреннюю стороною цилиндра, проходя таким образом раза два цилиндр бывает совсем готов».

Из приведенного описания можно понять, что резцы (бруски), сделанные из хорошей стали, закрепляли клиньями в головке, насаженной на длинную борштангу. А последующее шлифование, полирование проводили деревянными брусками. Для повышения жесткости длинной консольной борштанги применяли промежуточную опору. Несмотря на столь техническое совершенство, толщина стенок отливки должна была превышать на 30 % заданную. Да и точность обработки оставалась желать лучшего. Так, в конце XVIII столетия рекордная

точность обработки, достигнутая англичанином Сметом, составляла $\frac{3}{8}$ части линии (или 0,95 мм). А в середине XIX века благодаря применению более совершенных инструментов и станков она была повышена до $\frac{1}{8}$ части линии (или 0,32 мм). На Тульском же оружейном заводе сверлили с точностью $\frac{1}{7}$ части линии. Примечательно, что Артиллерийский департамент не очень-то был осведомлен о возможностях тульских оружейников, если запрашивал в 1824 году о том, можно ли сверлить оружие с точностью $\frac{1}{8}$ части линии. В результате получил ответ, что «от оружейных мастеров стволы не иначе принимаются и поступают в заводской арсенал, как имеющие установленный калибр 7-ми линий, кои свыше же оного признаются негодными».

Здесь необходимо отметить, что успехи тульских оружейников во многом определились деятельностью плеяды русских механиков Я. Батищева, А. Сурнина и П. Захавы. Так, начиная с 1810 года, П. Захава создал много самых разнообразных станков для обработки металлов резанием, которые превосходили по своим техническим данным аналогичное английское, французское и американское оборудование. Свои станки он снабжал автоматически действующими механизмами, копирувальными устройствами и специальными скользящими подпорами-люнетами, которые препятствовали изгибу стволов в средней части при их обработке. Стремясь повысить производительность труда, П. Захава не только применял станки, на которых одновременно обрабатывали 240 стволов, но и ввел на Тульском заводе пооперационное разделение труда. При таком передовом способе производства каждый мастер выполнял только одну конкретную операцию. Точность обработки контролировали весьма совершенными измерительными инструментами и по калибрам. В результате уже в 1812 году Тульский завод выпустил 10000 ружей с взаимозаменяемыми деталями. На вопросе взаимозаменяемости деталей машин мы еще остановимся. А здесь лишь только подчеркнем, что это была исключительно трудная в техническом отношении задача. Неспроста американец Э. Уитней такое же количество ружей с взаимозаменяемыми замками делал 10 лет.

Техника обработки отверстий постоянно совершенствовалась. Этому способствовали не только запросы оружейников, но и настоятельная необходимость приме-

ния двигателя нового типа — паровой машины. Он стал вытеснять характерный двигатель мануфактурного производства — водяное колесо, ветряные мельницы и тем более мускульную силу человека и животных.

Затем появился двигатель внутреннего сгорания. Он был изобретен во Франции Лемуаром в 1860 году, а спустя семь лет, значительно улучшен немецкими изобретателями Отто и Лангеном. Это позволило Отто даже построить завод, выпустивший в 70-х годах порядка 5 тысяч двигателей внутреннего сгорания, и в 1876 году сделать четырехтактный газовый двигатель. Появление карбюратора еще больше укрепило позиции бензинового двигателя. Его начали устанавливать на автомобилях, лодках и мотоциклах, в чем была немалая заслуга немецкого изобретателя Г. Даймлера, получившего в 1885 году патент на двигатель, пригодный для этих целей. И наконец, немецкий инженер Р. Дизель в 1897 году изобрел и построил новый тип двигателя с воспламенением от сжатия, а не от электрической искры, как у бензинового двигателя. Началось использование паровых двигателей и двигателей внутреннего сгорания на транспорте. Образуются предприятия, занятые производством двигателей с приспособленными для этого оборудованием, инструментами и с нужной квалификацией рабочих и инженерных кадров. Так как в этих двигателях важнейшим звеном является пара поршень — цилиндр, то точности и качеству ее изготовления стали уделять особое внимание, что стимулировало появление более совершенных станков и методов обработки.

Спрос на новые виды товаров опережает предложение. Предпринимателям становится выгодно направлять свои средства и усилия на изготовление в большом количестве какого-либо одного вида продукции, например, автомобилей, паровозов или только двигателей. Поэтому с развитием капитализма происходит процесс специализации производства, что приводит к появлению автомобилестроения, паровозостроения, станкостроения и прочего. В принципе, все они относятся к машиностроению, хотя и делают разные по назначению машины.

Здесь уместно подчеркнуть, что машиностроения как отрасли промышленности в период мануфактур не существовало. Конечно, и тогда изготавливали машины, несмотря на более примитивную технику. Но это носило, так сказать, единичный характер для удовлетворения

собственных нужд данного предприятия и без наличия рабочих машин. Исходным же пунктом превращения ремесленного или мануфактурного производства в машинное является применение рабочих машин, с появления которых и началась промышленная революция в XVIII веке. Ее первый этап был связан с возникновением рабочих машин в текстильном производстве. Затем с изобретения парового двигателя начался ее второй этап. Паровой двигатель не только стимулировал развитие крупной промышленности, но и послужил мощным толчком для широкого внедрения рабочих машин во все отрасли производства. И наконец, третий этап промышленной революции характеризуется созданием рабочих машин в машиностроении. Таким образом, машиностроение возникло в результате промышленной революции или технического переворота, как еще иначе ее называют. Тогда же стало формироваться и понятие слова «машиностроитель».

Следует заметить, что в XIX веке были сделаны важнейшие изобретения, которые привели к созданию электрических двигателей и генераторов постоянного и переменного тока. Оригинальные электродвигатели были изготовлены в России Б. С. Якоби в 1834 году, а также итальянским ученым Починоти в 1860 году. Новое направление в науке и технике быстро набирало силу. Проходит еще несколько десятков лет и в 1895 году в окрестностях Балтимора в США появляется первая в мире электрифицированная железная дорога протяженностью всего 5,7 километра. Несмотря на то, что электровоз освещал себе дорогу ацетиленовым фонарем, а звуковые сигналы подавались колоколом, тем не менее он развивал силу тяги 108 кН при скорости 28 километров в час. И это было при полном отсутствии дыма и копоти, без топок и кочегаров. В настоящее время протяженность всех дорог мира с электрической тягой составляет 170 тысяч километров, из которых 48 тысяч километров приходится на нашу страну.

Появление компактных электродвигателей сыграло важную роль в развитии станкостроения. Каждый станок стали оснащать своим индивидуальным двигателем и даже несколькими для получения сложных перемещений инструмента и заготовки. Электрические двигатели полностью вытеснили паровые в станкостроении и в ткацком производстве. Благодаря им из цехов исчезли

ременные передачи, которые шли от длинных валов, находившихся под потолком и передававших вращение к каждому станку. Не цех, а сплошной лес ременных передач. Ремни часто соскакивали со шкивов, что приводило к несчастным случаям. Кроме того, для восстановления работоспособности передачи необходимо было остановить вращение общего вала со шкивами, а значит, и все станки.

На станках изготавливают самые разнообразные детали, из которых затем собирают машины. При этом невозможно сделать хорошие машины, имея плохие станки. Как и нельзя наладить производство совершенных станков, которые сами являются машинами, на плохом оборудовании. Таким образом уровнем развития станкостроения определяются возможности машиностроения в целом. В настоящее время Советский Союз обладает крупнейшей в мире станкостроительной промышленностью.

Россия позже передовых стран Европы вступила на путь капиталистического развития, а ее промышленные предприятия в конце XVIII века представляли собой в основном небольшие, преимущественно использующие ручной труд мануфактуры. Тот прогресс, который намечался в области техники благодаря деятельности Петра I, после его смерти стал резко замедляться. Лишь при Екатерине II были предприняты некоторые меры, направленные на оживление промышленности. Так, манифестом от 1775 года было дозволено «всем и каждому заводить всякого рода станы и производить на них всевозможные руководелия». Однако этот манифест не привел к желаемым результатам. Лишь на военных заводах талантливые механики стали создавать новые станки и внедрять прогрессивную технологию. Участвовали в этом деле немногочисленные частные предприятия. Так, завод Берда, основанный в 1790 году в Петербурге, делал для Тульского оружейного завода токарные и сверлильные станки, не специализируясь на этом виде продукции. К этому же времени относится и выпуск Александровским заводом в городе Петрозаводске паровых машин для иностранных фирм.

Только в XIX веке промышленный капитализм в России начал набирать силу. На заводе Берда в 1815 году был спущен на воду первый русский пароход «Елисавета», а через два года им была получена привилегия на

постройку паровых судов. В 1844 году на Александровском заводе стали серийно изготавливать паровозы и вагоны, а на заводе братьев Бромлей, основанном в 1857 году, наладили выпуск станков и различных машин. Если в 1850 году в России было всего 25 машиностроительных заводов с общим количеством рабочих около полутора тысяч, то через десять лет число заводов увеличилось до 106, а число рабочих до 12 400 человек. В 1870 году в России было 198 заводов, на которых работало 30 000 человек.

Интересны следующие данные, которые характеризуют машиностроение царской России конца XIX века. Паровые машины изготавливали на 11 заводах, морские суда — на восьми, локомотивы и вагоны — на шести, земледельческие машины — на 11, артиллерийское снаряжение — на шести и, наконец, около 50 заводов были заняты ремонтом и производством различных металлоизделий. Причем нужно учесть, что оборудование этих заводов в основном состояло из зарубежных станков устаревших моделей. Об этом свидетельствуют выводы комиссии Русского технического общества, касающиеся положения дел на машиностроительных заводах, сделанные в 1875 году. Причем больше всего было сверлильных и токарных станков, затем шли строгальные и долбежные. Фрезерные станки практически не применяли. Начало их внедрения в производство относится к первой половине 80 годов прошлого века; в общем парке станков их доля была равна 5 %, токарных — 45 %, а сверлильных — 18 %. На долю всех прочих видов станков приходилось лишь 32 %.

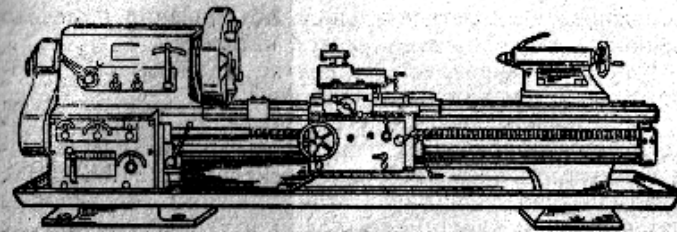
Несмотря на ускоренные темпы развития, в русской промышленности даже в начале XX века на добычу и обработку металлов приходилось только 14 % объема производства. Еще хуже обстояли дела со станкостроением, доля которого в общей стоимости продукции машиностроения составляла в 1912 году всего 0,93 %. Причем отечественных станков выпускали лишь 26 %, остальное импортировали из Германии, Англии и США. Даже военные заводы оснащали иностранными станками, что ставило военную промышленность России в зависимость от иностранного капитала. Относительное количество станков отечественного производства в общем парке станков постоянно снижалось и в 1914—1917 го-

дах было равным 19,8 %. Вот что собой представляла промышленность России и ее основа — станкостроение.

Однако даже этот низкий уровень развития промышленности в России значительно снизился после гражданской войны. Так, продукция крупной промышленности из-за сильной разрухи была в 1920 году в 7 раз меньше довоенной, а выплавка чугуна составляла всего 3 %. Почти прекратился выпуск станков, паровозов и многих других машин. Голод, отсутствие топлива, разрушенные железные дороги, поломанные станки, потеря рабочих и инженерных кадров, ограниченные финансовые средства — все это вызвало крайне тяжелую обстановку в первые годы существования советской власти. Вот почему в 1920 году на IX съезде РКП(б) было принято решение о восстановлении и развитии народного хозяйства.

За пять лет напряженного труда почти на 75 процентов была восстановлена тяжелая промышленность, и в декабре 1925 года на XIV съезде ВКП(б) было принято решение об индустриализации страны. Тогда же была поставлена задача превратить нашу страну из аграрной в индустриальную, способную производить своими собственными силами необходимые машины и различное оборудование. В первую пятилетку были пущены новые крупные заводы и реконструированы старые. И сейчас, как большую трудовую победу первых пятилеток, мы воспринимаем строительство Сталинградского тракторного завода, автомобильных заводов в Москве и Горьком, Первого подшипникового завода, инструментальных заводов «Фрезер» и «Калибр» и прочих, сыгравших важную роль в индустриализации страны.

Советское машиностроение начало развиваться семимильными шагами. По существу, в дореволюционной России не было своего автомобилестроения, тракторостроения, не выпускали комбайны и самолеты. В то время в капиталистических странах был налажен массовый выпуск многих видов машин. Достаточно сказать, что заводы Форда в Детройте в 1915 году выпустили 250 тысяч автомобилей, а на итальянских заводах «Фиат» в Турине производили до 100 автомобилей в день. Следует отметить, что в результате индустриализации в СССР в 1937 году было выпущено 43,9 тысячи комбайнов, а в США — 29,4 тысячи при парке тракторов 833,3



Токарный станок ДИП-200 «Догнать и перегнать».

тысячи. К этому же времени в СССР было 559 тысяч тракторов.

Конечно добиться таких успехов было бы невозможно без наличия станков и инструментов. А после гражданской войны их осталось очень мало. Поэтому на первых порах станки и инструменты закупали за границей. Это был единственно возможный путь развития в кратчайший период отечественного машиностроения. На импортных станках изготавливали детали отечественных машин, в том числе и станков. Выпуск отечественных станков был крайне низким. Так, завод «Красный пролетарий» («Бромлей») сделал в 1921 году всего 11 металлорежущих станков, завод «Двигатель революции» («Фельзер») в Нижнем Новгороде — 28, а Ленинградский завод им. Свердлова («Феникс») был законсервирован до 1925 года. Не лучшим образом обстояли дела и на других заводах. Но старое безвозвратно уходило в прошлое. Ростки нового пробивали себе дорогу. И девиз «Догнать и перегнать», запечатленный в марке токарных станков ДИП, выпуск которых был освоен заводом «Красный пролетарий» в 1932 году, стал нормой жизни машиностроителей.

Сегодня каждый третий токарь в стране работает на станке с маркой московского завода «Красный пролетарий». Казалось бы этим нужно гордиться. Так оно и есть. Но напряженность трудовых заданий не позволяет останавливаться на достигнутом. Перед коллективом рабочих и инженеров поставлена задача выпускать тысячи многоцелевых станков. Для того чтобы их сделать, необходимо установить более совершенное оборудование, провести реконструкцию цехов и осуществить многие другие важные и неотложные дела. И все это пере-

вооружение станкостроительного объединения намечено выполнить до конца двенадцатой пятилетки.

Помимо станков есть и другие машины. На некоторых мы остановим Ваше внимание.

На угольном разрезе «Назаровский» Канско-Ачинского бассейна работает один из самых больших в мире шагающих экскаваторов — экскаватор ЭШ-100.100. Цифры в заводской марке этой машины обозначают соответственно вместимость ковша в кубических метрах и длину стрелы в метрах. Головка стрелы экскаватора находится на высоте 25-этажного дома, в ковше свободно помещается обычный для городских строек экскаватор. А тяговая лебедка, перемещающая ковш в породе, настолько мощна, что способна вести железнодорожный состав длиной несколько километров. Масса этого гиганта, стоящего на 40-метровых башмаках, намного превосходит массу Эйфелевой башни в Париже. Куда там с ним равняться первым сверхмощным экскаваторам ЭШ-14.65, выпуск которых был освоен на «Уралмаше» в 1948—1953 годах и которые применяли на строительстве Волго-Донского судоходного канала.

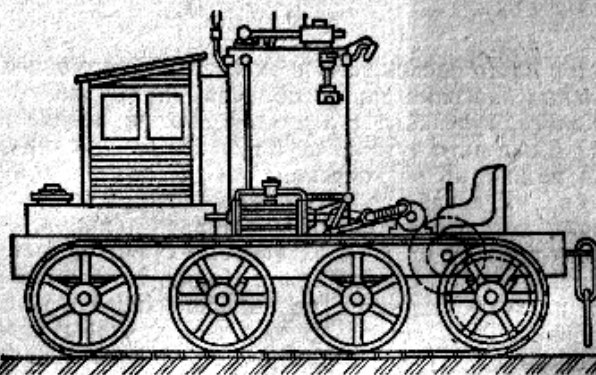
Термин «экскаватор» появился в технической литературе в 1836 году в связи с изобретением и постройкой в США подрядчиком по железнодорожному строительству В. С. Отисом первого одноковшового сухопутного «парового землекопа» — steam excavator. Эта машина передвигалась по рельсам, имела ковш вместимостью 1,14 м³ при радиусе действия 5,5 м и развивала силу тяги 6400 Н. Советские экскаваторы были построены в первой половине 30-х годов текущего столетия. Несмотря на то, что мы все теперь привыкли к виду этих машин, тем не менее работающий экскаватор почти всегда привлекает к себе внимание. Не стояли ли Вы когда-либо на безопасном расстоянии от ковша, с интересом следя за его манипуляциями? Скорее всего это было. А если такой случай не возникал, то он, безусловно, еще не раз представится. Тогда не забудьте перевести свой взгляд с ковша на «ноги» экскаватора. — Так это чаще всего будут гусеницы или колеса, — скажете Вы и не ошибетесь, ибо шагающих экскаваторов в городах и поселках нет. Если же Вы еще и добавите, что экскаватор на колесах или гусеницах уже очень напоминает трактор, то и здесь не ошибетесь. Тем более, что

трактор часто превращают в экскаватор с помощью специальных навесных приспособлений или орудий.

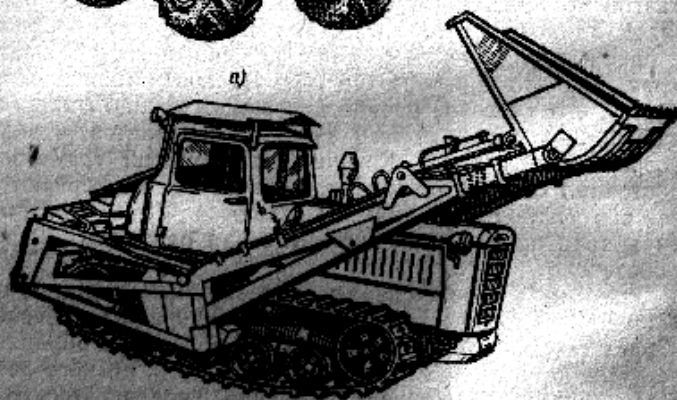
Колеса, гусеницы! Ну и что? Это ли невидаль XX века? Даже дети чуть ли не с пеленок играют с различными машинами на колесном или гусеничном ходу. Но было время, когда изобретали не машину, а само колесо. Ученые, которые занимаются историей техники, считают, что повозку на колесах впервые стали применять с IV тысячелетия до новой эры в Индии. Но это были колеса, наглухо закрепленные на вращающейся оси. понадобилось еще несколько тысяч лет, чтобы изобрести колесо со ступицей, которое вращалось вокруг неподвижной оси. Затем появились не сплошные колеса, а облегченные — со спицами. И только в середине XIX века на колесах появились пневматические шины с резиновой камерой и покрышкой. В этом немалая заслуга принадлежит английским изобретателям Р. У. Томпсону и Дж. Б. Дэнлопу.

Гусеницы появились гораздо позже. Наиболее совершенное исполнение гусеничного хода было сделано в 1837 году в России инженером Д. А. Загряжским. В его тележке с передних колес на задние были переброшены шарнирные цепи, которые и повышали проходимость экипажа. Первый же гусеничный трактор или «вагон с бесконечными рельсами» был построен Ф. А. Блиновым в 1879 году. А в 1888 году эта машина с паровым двигателем прошла по улицам города Балакова. Так что трактору сто лет. Не очень много! Если учесть, что массовое производство этих машин было начато в 20-х годах нашего века, то получается, что их возраст еще меньше. Конечно, конструкции тракторов постоянно совершенствуются, изменениям подвергаются все без исключения узлы. Создаются самые разные типы тракторов, предназначенные для различных видов работ.

Вот мы стоим перед современным трактором Т-150КМ. Его шестилиндровый двигатель обеспечивает скорость от 3,66 до 30,48 км/ч. Четыре больших ведущих колеса с пневматическими шинами низкого давления позволяют машине уверенно передвигаться по бездорожью и выполнять основные сельскохозяйственные и транспортные работы с прицепами грузоподъемностью до 21 тонны. Удобная кабина с прекрасным обзором для водителя, воздухоохладителем, калорифер-



Первый гусеничный паровой трактор Ф. А. Блинова



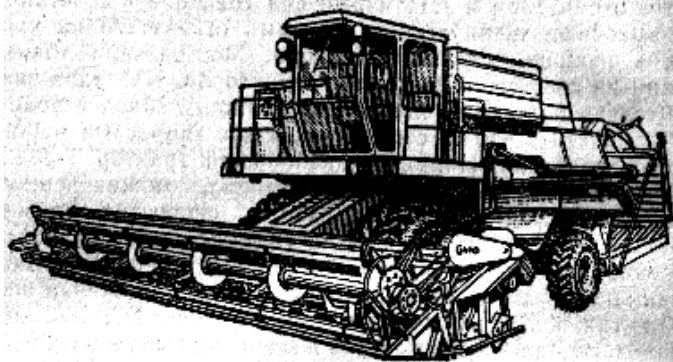
В народном хозяйстве работают различные тракторы и машины, сконструированные на их базе:

а — Т-150 КМ; б — фронтально-перекидной погрузчик ПФП-1,2

ВМ отопителем и эстетичный вид трактора в сочетании с высокими техническими данными ставят его на уровень лучших мировых образцов. Мы назвали только один из современных мощных тракторов. Их типов значительно больше не потому, что каждый завод старается выпустить что-то свое, а в связи с запросами народного хозяйства. Например, небольшой трактор Т-30АТ, необходимый для работы в теплицах, может перемещаться вперед и назад на разных скоростях. Развернуться в теплицах трудно и часто даже невозможно, вот и снабдили этот трактор такой коробкой передач, чтобы одинаково удобно было работать как при движении вперед, так и при движении назад. Трактор ЛХТ-100Б используют при лесохозяйственных и лесомелиоративных работах на рыхлых грунтах с низкой несущей способностью. Причем все тракторы, как правило, укомплектовывают навесными орудиями, с помощью которых осуществляются самые разнообразные работы.

Успехи тракторостроения способствовали производству и внедрению в сельское хозяйство комбайнов. Стремление облегчить и механизировать трудоемкие сельскохозяйственные работы привело к созданию комплексов машин, объединенных в одном агрегате и выполняющих взаимосвязанные действия. Комбайн (от английского combine — соединение) по существу представляет собой сельскохозяйственную автоматическую линию, только перемещающуюся по полю и весьма плотно сконструированную на одном, в большинстве случаев, самоходном шасси. Первый прототип комбайна в России был создан А. Р. Власенко в 1868 году. Его жнею-молотилку тянула лошадь. В 1879 году в Калифорнии был испытан первый комбайн с двигателем. Мы уже говорили о том, что комбайны по уборке зернобобовых, масличных культур, кукурузы, семян и трав, хлопка стали обычными на наших полях. Зерноуборочный самоходный колесный комбайн «Дон 1500», рисо-зерноуборочный самоходный двухбарабанный комбайн «Сибиряк» на гусеничном ходу, однобарабанный комбайн «Нива», картофелеуборочный комбайн — далеко не полный перечень современных машин этого вида, которые работают в колхозах и совхозах нашей страны.

Современный комбайн является достаточно сложной машиной. Организация его массового выпуска требует значительных усилий и времени. При модернизации из-



Комбайн «Дон 1500»

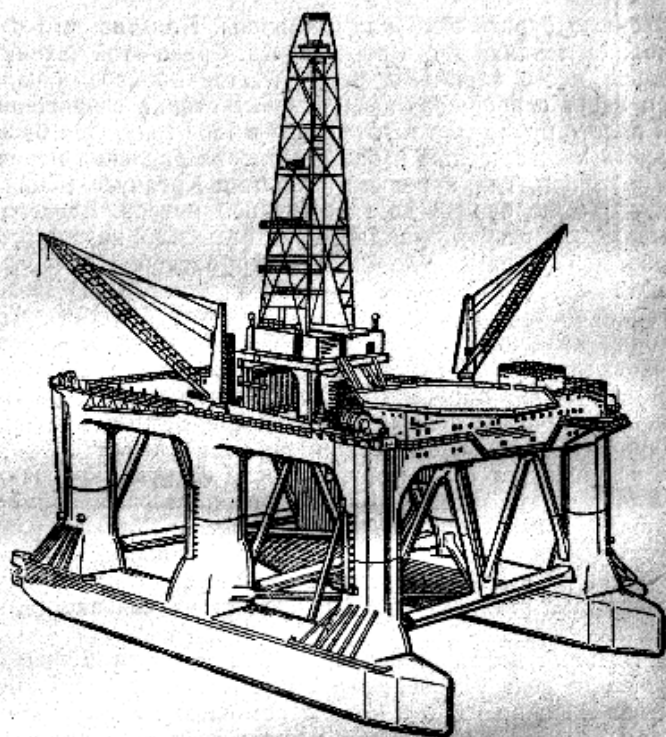
елия приходится менять не только модель машин, но и конвейеры со сложным и дорогим оборудованием, причем без прекращения, как правило, производства машины усовершенствованной конструкции. Так, в 1986 году через каждые три минуты с конвейера завода «Ростсельмаш» сходил один комбайн «Нива». А рядом с этим заводом фактически был построен еще один, равный по площади существующему. С окончанием реконструкции «Ростсельмаш» стал выпускать 75 тысяч комбайнов в год и 135 тысяч мотоблоков для всех комбайновых заводов страны. Сейчас около 460 заводов поставляют на «Ростсельмаш» многие необходимые агрегаты и узлы. От четкой кооперации и дисциплины смежников зависят успехи и главные проблемы предприятия. А в этом должны быть заинтересованы все. Ведь применение комбайнов «Дон 1500» позволяет значительно сократить парк зерноуборочных машин, высвободить 400 тысяч механизаторов и уменьшить миллионы тонн потери зерна.

Механизация сельскохозяйственных работ требует больших энергетических затрат. Миллионы тракторов, комбайнов и другой самоходной и приводной техники требуют почти половину всех производимых в стране горюче-смазочных материалов, расходуют 30 % выбатываемого бензина и дизельного топлива. На обработку только одного гектара земли уходит за сезон в среднем 400 килограммов горючего. Но горючее надо бывать, выкачать из нефтеносных или газоносных слоев земли. Нелегкая это задача, если учесть, что не-

обходимо бурить глубокие скважины. Понятно, что без сложной техники здесь не обойтись. Среди этой техники особое место занимают буровые станки. Своё начало они ведут с прошлого века. Первые станки с вращением полового бура были изготовлены в 1862 году. Они были весьма несовершенны и без регулятора давления коронки на забой. Так, буровыми станками Крелиуса (США) можно было бурить до глубины 500 метров. Введение рычажного регулятора давления повысило надежность работы и сократило поломки инструментов. Но поиски нефти требовали более глубокого бурения. И такие станки со временем появились. Следует отметить, что вторая половина и особенно конец прошлого века знаменовались изобретением врубовых машин с дисковыми пилами для подрезки угольных пластов, затем появились более совершенные штанговые и цепные машины. Началось наступление машин на недра земли. Нельзя не восхищаться талантом инженеров и трудом рабочих, создавших эту технику. Как ни восхищаться, например, буровой установкой, которая работает на Кольском полуострове и проводит зондаж недр земли на глубине порядка 11 км, или буровыми сооружениями, которыми производят разведку и добычу нефти на континентальном шельфе!

Впервые нефть из-под воды была добыта в начале прошлого века у побережья Баку. Перспективность бурения скважин на дне моря с помощью морских платформ свайной конструкции раньше всех осознала русская горная инженерия В. К. Згленецким в 1872 году. На его «подводных» участках в 1909 году забили фонтаны нефти. А вот в промышленном объеме ее стали добывать со дна Каспия в 1923 году. Заметим, кстати, что добыча нефти со дна моря за рубежом началась лишь в конце 40-х годов у побережья Луизианы в США.

Современные установки по добыче нефти со дна моря — это сложные машины, большие сооружения, которые могут быть стационарными и плавающими. Так, в 1985 году начала работать совершенная самоподъемная плавающая буровая установка СПБУ-100. Ее полная высота с поднятыми колоннами достигает 142 м. В рабочем положении под ней могут свободно проходить волны высотой до 21 м при штормовом ветре 46 м/с. А бурит она скважины глубиной порядка 6000 м. Эта плавающая платформа в заданном месте шельфа опускает



Плавучая полупогруженная буровая установка

свои ноги-колонны, упирается ими в грунт, поднимает себя над водной поверхностью на несколько десятков метров и начинает бурить морское дно. Помимо разнообразных механизмов на ней имеется жилой дом и вертолетная палуба. Большое впечатление производит флагман буровых судов «Валентина Шашина». Это судно предназначено для бурения разведочных скважин глубиной до 6500 м при глубине моря 300 м. Оно оснащено автоматическими системами для укладки буровых труб, приготовления растворов и для многих других операций.

Но вернемся снова на твердую поверхность земли и обратим внимание на машины, которые мчатся по же-

лезным дорогам. Среди них паровозов уже не найти. Они отжили свой долгий век... Вместо них по стальным магистралям перевозят пассажиров и грузы тепловозы и электровозы.

Отметим, что первый в мире тепловоз начал работать на железных дорогах нашей страны в 1925 году. Он был построен по чертежам профессора Ю. В. Ломоносова, который в начале XX века пришел к выводу о бесперспективности паровозов и необходимости перехода к дизельным локомотивам. Его идею поддержал В. И. Ленин, который разрешил в счет заказанных в Германии паровозов построить один тепловоз. Тепловоз имел 1200-сильный двигатель и электрическую передачу. Семь лет он оставался единственным в мире магистральным дизель-электрическим локомотивом. А всего этот тепловоз проработал 30 лет, прошел 1 миллион километров и сэкономил по сравнению с паровозом около 2 миллионов рублей. В 1954 году он был снят с эксплуатации и, к сожалению, отправлен на переплавку, хотя его достойное место — в музее техники.

Современные тепловозы, конечно, мощнее, экономичнее, более скоростные. Однако и у них есть конкуренты — электровозы. Трудно, конечно, тягаться с самым мощным в мире локомотивом — электровозом ВЛ85, который был разработан и построен в Новочеркасске. Все его 12 осей имеют свои электродвигатели постоянного тока, которые питаются от выпрямительно-инверторных преобразователей на тиристорах. Он способен водить поезда массой 10 тысяч тонн. При этом на длинных спусках его двигатели начинают работать как генераторы. Выработанный ими постоянный ток преобразуется в переменный и возвращается в контактную сеть, экономя 9—15 процентов электроэнергии. По сравнению с серийными электровозами ВЛ80С каждый новый локомотив ВЛ85 обеспечивает экономический эффект около 200 тысяч рублей.

Все, о чем Вы выше прочли, все это — машины, машины, машины — старые и современные, сложные и простые. Но — машины! Стремление человека определить их понятие уходит в далекое прошлое. Так, в конце I века до нашей эры римский архитектор и инженер Марк Витрувий Поллион написал «Десять книг об архитектуре», в которой одна из глав была посвящена машинам и их классификации. По Витрувию машина «есть соче-

танне соединенных вместе деревянных частей, обладающих огромными силами для передвижения тяжестей».

Известный французский философ, математик и механик Рене Декарт в XVII веке считал, что между животным и машиной нет принципиальной разницы, что процессы в живых организмах подчиняются законам механики. Он полагал, что все животные, по сути, являются сложными автоматами. Эти взгляды имели своих последователей и в XVIII веке. Так, врач-материалист Жюльен-Офре де Ламетри распространил учение Декарта даже на человека.

Более реалистично подходил к делу саксонский инженер Яков Лейпольд, который при поддержке Петра I опубликовал в семи томах свой труд «Театр машинный», сослуживший хорошую службу многим поколениям механиков. Лейпольд расчленял на отдельные части не человека, а сами машины, продолжив тем самым начинания Леонардо да Винчи и Джеронимо Кардано. Из комбинаций деталей он получал новые машины. Описанные в «Театре машинном» зубчатые колеса, винты, пружины, поршни, кулачки и прочие детали по сути могли быть применены при конструировании различных по назначению машин. Из частного слагалось общее. Но и то и другое начинало требовать не просто зарисовок и элементарных чертежей с размерами, а более четкого научного и инженерного подхода, расчетов.

Времена талантливых самоучек быстро уходили в прошлое. На смену появлялись специалисты с профессиональными техническими знаниями. Здесь следует отметить, что только в 1808 году впервые в высшем учебном заведении был введен курс построения машин, который читал Никола Ашетт — профессор Политехнической школы в Париже. Первый же учебник по машиностроению написали директор Мадридской школы мостов и дорог Августин де Бетанкур и Молина и профессор математики Хосе-Мария Ланц. Интересно, что Бетанкур с 1808 года находился в России, где принимал участие в возведении мостов и каналов Петербурга, соорудил паровой многоковшовый экскаватор для очистки Кронштадтского порта, возглавлял Институт инженеров путей сообщений. В XIX веке возникла наука о машинах. Появилось достаточно полное понятие механизма, которое сформулировал в 1841 году английский ученый Р. Виллис. «Механизм есть такая комбинация элементов, в которой со-

членяются не менее двух тел так, чтобы движение одного принуждало к движению другое по закону, который зависит от свойств самой комбинации», — писал он.

Классификация механизмов, которую разработал Р. Виллис, просуществовала до 30-х годов нашего века. Сравните теперь приведенное выше определение механизма с современным, которое дано в политехническом словаре (1984 год): «Механизм — система тел, предназначенная для преобразования движения одного или нескольких твердых тел в требуемые движения других твердых тел». В этом же издании есть определение понятия машина: «Машина — механическое устройство, выполняющее движения для преобразования энергии, материалов или информации. Основное назначение — частичная или полная замена производственных функций человека с целью облегчения труда и повышения его производительности».

Важно заметить, что большую роль в создании и развитии науки о механизмах и машинах сыграл выдающийся русский ученый, профессор Петербургского университета, академик Пафнутий Львович Чебышев (1821—1894 годы). Своими трудами он не только сближал теорию с практикой, но и способствовал внедрению математических методов в науку о машинах. Созданные им механизмы вошли в сокровищницу идей и разработок машиностроителей. Предложенные им методы расчета применяют и при проектировании современных машин.

Одним из основателей теории механизмов и машин считают также немецкого машиноведа Франца Рело (1829—1905 годы), который считал, что «механизмы не являются элементарной составляющей машин, ибо каждый из них сам состоит из звеньев, соединенных между собой парами». Сочленение же двух звеньев, ограничивающих их взаимную подвижность, он называл парами. Из соединенных между собой звеньев составляют кинематические цепи. В машинах, особенно в станках, может быть не одна, а много кинематических цепей. Член жюри международных промышленных выставок Ф. Рело считал, что «Машина есть соединение со-противляющихся тел, устроенное так, чтобы понудить механические силы природы действовать для производства определенных движений». Как видите, речь идет только о механических силах природы и не о каких-либо

других. Поэтому в наше время такое определение не является полным.

Приведем теперь определение понятия машины, сформулированное виднейшим советским машиноведом, автором многих монографий, учебников, справочников и статей академиком Иваном Ивановичем Артоболевским (1905—1977 годы): «Машина есть устройство, создаваемое человеком для использования законов природы с целью облегчения физического и умственного труда, увеличения его производительности и его облегчения, путем частичной или полной замены человека в его трудовых и физиологических функциях». Таким образом, определение сущности машины не зависит от того, какие силы и законы использованы в той или иной машине. Главное в ней — замена физического и умственного труда, включая даже физиологические функции человека. В результате к машинам причисляют, помимо общепринятых, все виды ЭВМ, устройства типа искусственные сердце, легкие и прочее.

Машины издавна использовал человек. В древнем Египте были машины для подъема воды из Нила. Сложные машины и механизмы делал Архимед, погибший при взятии Сиракуз в 212 году до новой эры. Его катapultы, подъемники с захватами для уничтожения кораблей римского флота, рычажные механизмы и зубчатые редукторы свидетельствуют не только о большом инженерном таланте ученого, но и о высоком уровне техники того времени. Интересные машины конструировал великий художник и механик эпохи Возрождения Леонардо да Винчи, живший в XV—XVI веках. Достаточно познакомиться с его станком для нарезания зубьев напильника с приводом от висящего груза, чертежом прядильной машины с автоматическими веретенами, проектом самолета, чтобы понять, насколько опередил свою эпоху этот гений. К сожалению, многие его разработки так и остались на бумаге...

Изумляют работы в области механики русского са-модумца И. П. Кулибина (1735—1818 годы). Он делал сложнейшие механизмы часов, механические автоматы для увеселения знати, самокатки, водоходы, плывущие против течения реки без весел, изготовил много приборов для Петербургской Академии наук. Не зря, когда хотят подчеркнуть в человеке конструкторский талант и умение не только изобретать, но и делать все своими

руками, то называют его «кулибным». Есть еще много талантливых механиков прошлого, имена которых мы не упомянули. Но их так же, как и Архимеда, и Кулибина, называть машиностроителями нельзя, несмотря на то, что они делали машины.

Мы уже говорили, что для машиностроения характерно применение рабочих машин. Однако и в наше время не всякого, кто сумеет изготовить машину, следует считать машиностроителем. Даже и в том случае, если при этом используются современные станки и инструменты. Вы, очевидно, читаете журнал «Техника молодежи». На его страницах часто описывают интересные модели самодельных автомобилей и самолетов. Вспомните прекрасные, совершенные по своим формам и техническим характеристикам автомобили, построенные молодыми ленинградцами Д. Парфеновым и Г. Хайновым, или мотопланер «Гарнис», сделанный Ч. Кишонасом в Каунасе. Их изделия, конечно, машины, причем ничем не хуже, а может быть даже в чем-то лучше заводских. Но, несмотря на это, молодых энтузиастов — любителей техники нельзя называть машиностроителями. Даже невзирая на то, что они сами выполнили чертежи и расчеты своих машин, затем сделали их своими руками с применением не только ручных орудий труда, но и рабочих машин — станков. Получается, что у стоящих рядом двух автомобилей могут быть создатели — машиностроители и не машиностроители. Не парадокс ли это в наше время? Нет, не парадокс. Вы в этом, очевидно, убедитесь, читая книгу дальше.

МАШИНА, КАКОЙ ОНА ДОЛЖНА БЫТЬ

Этот рассказ мы начнем с необычного судебного процесса, описанного Марком Твенем в книге «Дневник Адама». На скамье подсудимых находится... машина.

«Судья: Обвиняемая, доказано, что вы плохо собраны и скверно сконструированы. Что вы можете сказать в свое оправдание?»

Ответ: Не я себя сконструировала. Не я себя соби-рала,

Судья: Доказано, что двигаетесь, когда вам не следовало двигаться; что вы свернули, когда вам надлежало ехать прямо, что...

Ответ: Я машина. Я рабски подчиняюсь закону моей конструкции и не могу его нарушить ни при каких условиях. Сама по себе я ничего не делаю.

Судья: Вы свободны. Ваше объяснение достаточно...

Машину оправдали, несмотря на то, что она была плохо сделана. К сожалению, такие машины встречаются и в жизни. Тяжелые, малопроизводительные, дорогие, быстро выходящие из строя, — они дискредитируют труд машиностроителей. Ни одно общество не может позволить себе такую «роскошь», как производство неэффективной в работе техники. Если изготавливают плохие машины, то взамен получают такие же плохие изделия, выполненные с помощью этих машин, — бракованные ткани, плохого помола и выпечки хлеб и многое другое.

Все тесно взаимосвязано, имеет свою причину и следствие. Не будем здесь останавливаться на причинах, которые привели к появлению на свет машин низкого качества. Они достаточно глубоко вскрыты в целом ряде правительственных и партийных документов, в многочисленных газетных и журнальных статьях. Конечно, вне всякого сомнения, все негативные причины, которые еще не изжиты и приводят к низкому качеству выпускаемых машин, будут ликвидированы.

Но для раскрытия темы нашего рассказа важно другое — выяснить, какой вообще должна быть машина, чтобы ее можно было назвать современной. Что такое современная машина? Вернее, каким требованиям она должна отвечать? Вопрос сложный, многогранный. Бывает и так, к сожалению, что его не во всей своей полноте понимают даже машиностроители. И это не случайно. То, что вчера было новым, сегодня устарело, а завтра станет архаичным. Так и с требованиями к машинам, которые не застывают в неизменной форме раз и навсегда, а находятся в постоянном развитии. Поэтому и оказываются во вчерашнем дне те машиностроители, которые не способны были вовремя увидеть ростки нового. Не только увидеть, но и своевременно на них среагировать выпуском машин нового поколения. Из здесь не столь важен возраст человека, как его способность перестраиваться, дерзать, быть всегда недовольным собой даже при наличии хороших результатов своей дея-

тельности, неутомимо совершенствовать профессиональный уровень.

Высокие требования к себе всех машиностроителей — от рабочего, инженера до генерального директора и управляющих кадров министерств — являются необходимым условием создания совершенных машин. Без перестройки на новый ритм работы каждого из них, без определения своих гражданских позиций, без активизации деятельности, повышения ответственности за порученную работу невозможно добиться коренного перелома в машиностроении, да и в других областях народного хозяйства. Поэтому борьба за современную машину начинается не с самой машины, а с самого себя. Ведь плохую или хорошую машину создают люди. От того, насколько они требовательны к себе, зависит технический уровень и качество самих машин.

Получается, что на скамье подсудимых должны оказаться не машины, как в произведении Марка Твена, а их создатели. Чтобы подобного не случалось, любой машиностроитель должен быть постоянно на высоте своего профессионального мастерства, остро чувствовать ритм времени, быть строгим к себе.

Мы знаем, что машины по назначению и конструкции весьма разнообразны. Вполне очевидно, что и требования к ним не могут быть одинаковыми. Например, плавучесть, непотопляемость океанского лайнера не нужна металлорежущему станку, для которого важна точность обработки и производительность. В то же время точность обработки совсем не учитывается при проектировании стиральной машины. А плавность и исключительно высокая точность перемещений радиотелескопа, так необходимые при изучении космических объектов, не являются показателями технического совершенства современной камнедробильной машины, без которой не обходятся строители дорог.

Однако есть требования, общие для всех машин и в обязательном порядке к ним предъявляемые. Одним из самых важных следует назвать надежность. Все машины, независимо от их назначения, должны быть надежными, т. е. должны сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров. Недостаточная надежность машины из-за повреждений отдельных деталей или узлов, а также из-за потери установленных

технических характеристик приводит к большим материальным убыткам.

Надежность является сложным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения состоит из сочетаний свойств: безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости. Безотказность — свойство изделия непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени, как бы самостоятельно, без каких-либо вмешательств со стороны обслуживающего персонала, а долговечность — свойство машин сохранять работоспособное состояние в течение всего периода эксплуатации при установленной периодичности обслуживания и ремонта вплоть до наступления их предельного состояния. Предельное же состояние машины не обязательно должно быть связано с ее поломкой или физическим изнашиванием. Прекращение использования машины может диктоваться ее «моральным» изнашиванием. Несмотря на то, что такие машины еще работают, их век уже прошел. Они уже не отвечают по своим показателям требованиям сегодняшнего дня. Поэтому и ставится сейчас важная задача скорейшей замены старой техники на новую, особенно на машиностроительных заводах.

Современные машины, конечно, должны иметь высокую надежность, производительность, эффективность. Ведь не секрет, что из-за недостаточной надежности машин затраты на их ремонт и обслуживание во много раз превышают их стоимость. Например, для станков — до 8 раз, автомобилей — до 6 раз и для самолетов — порядка 5 раз. Однако бывает и так, что даже абсолютно исправные машины и агрегаты после наработки заданного количества часов снимают с эксплуатации и заменяют другими, хотя они могли бы еще работать. Такой порядок принят, например, в авиации с целью повышения безопасности полетов. Отказы в работе здесь не допускаются.

Чем сложнее машина, тем больше в ней деталей, тем выше вероятность отказов, ниже ее надежность. Но техника идет в своем развитии по пути усложнения машин. И это не дань какой-то моде, а единственно возможный путь создания современной техники. Хотя, заметим, конструкторы делают все возможное, чтобы упростить машины. Не придем ли мы таким образом к выпуску сложных, дорогих, но выходящих быстро из строя машин?

Не будет ли это означать, что машины в своем развитии перейдут границу допустимой сложности и станут забирать все средства на бесконечные ремонты и обслуживание? Перспектива не из радостных. Тем более, что из-за низкого качества изделий такие случаи пока не редки. Чтобы разрубить этот «гордиев узел», необходим новый подход к проблеме надежности. Он заключается не только в мобилизации всех научных потенциалов, в эффективной помощи ученых, но и в резком повышении трудовой и технологической дисциплины на производстве, в замене устаревшей технологии изготовления машин. Применение уточненных методов расчета машин, совершенных способов их проектирования, использование современных материалов и создание новых с заранее заданными свойствами, разработка эффективных методов диагностики и испытания и прочее должно быть направлено на повышение надежности создаваемой современной техники.

Чтобы как можно быстрее решить поставленную задачу, у нас в стране создан межотраслевой научно-технический комплекс «Надежность машин». Он имеет головную организацию — Институт машиноведения АН СССР и призван объединять и направлять усилия большой армии ученых, конструкторов и производственников.

Мы уже говорили о том, что надежность является понятием комплексным. Оно включает в себя все, что способствует повышению работоспособности машин и их составных частей, начиная от проектирования, изготовления, испытаний, вплоть до эксплуатации, обслуживания и ремонта.

При проектировании машины, ее отдельных узлов и деталей конструктор должен четко представить ее в готовом виде и оценить все возможные достоинства и недостатки. Это не так-то просто сделать. Вспомните, что свои ошибки, допущенные в различных жизненных ситуациях, обнаружить очень трудно. Бывает, что мы настолько привыкаем к ним, что даже при многократной проверке не в состоянии сделать соответствующие исправления. Поэтому и говорят, что со стороны виднее. Вот почему чертежи будущих машин проверяют и перепроверяют конструкторы и другие специалисты различных рангов. Все они стремятся сделать машину

еще в чертежах как можно лучше, используя опыт своей организации и другие источники.

При этом само собой разумеется, что детали машин не должны ломаться под действием возникающих при работе нагрузок. Конечно, повышенную прочность деталей можно обеспечить путем применения наиболее прочных материалов, да и сами детали постараться увеличить в размерах. Тогда и напряжения в их сечениях будут невелики, а, значит, детали не разрушатся. В принципе так и поступают, но с очень серьезными ограничениями, связанными со стоимостью материалов, их дефицитностью и массой будущей машины. Конечно, никто не станет делать, например, крылья грузовых автомобилей из высококачественных и дорогих легированных сталей, так же как и применять обычные конструкционные стали для изготовления валов турбин реактивных самолетов. Каждому — свое. Но там, где нет другого выхода, идут на использование лучших сталей и других дефицитных материалов. Увеличивают и размеры некоторых наиболее ответственных деталей, от которых зависит надежность, если можно так сказать — жизнеспособность машины в целом. Однако и для таких деталей это не делается просто так, с большим размахом, а строго по нормам и закономерностям конструкторских расчетов. В результате определяют коэффициент запаса прочности, гарантирующего от поломки той либо иной детали. Заметим, что в машине сотни тысяч различных деталей. И каждую рассчитывают. Для каждой определяют свой коэффициент запаса прочности. И стараются не завысить или не снизить значение коэффициента запаса прочности. Если оно будет больше, чем требуется, то возрастет масса деталей, а, значит, и самой машины, она станет материалоемкой. При заниженном коэффициенте запаса прочности не придется долго ждать поломки или аварии.

Мы привыкли к тому, что вещь не должна сразу разрушаться под действием приложенной силы. Потянули сильно за веревку, и если она не разорвалась, то считаем ее прочной. Сели на велосипед — он не погнулся, не сломался тут же — значит все в порядке. О том, что в работающей детали могут с течением времени накапливаться повреждения, которые способны в определенный момент привести к выходу ее из строя, мы не задумываемся. А таких деталей в современных маши-

нах очень много. Как правило, они работают в условиях быстро изменяющихся и многократно повторяющихся внешних нагрузок. От того, насколько велики эти нагрузки и возникающие при этом напряжения и деформации, зависит срок службы деталей машин.

Попробуйте взять проволоку в руки и начните ее много раз перегибать в разные стороны. Финал такой манипуляции известен всем... Сначала проволока разогреется в месте изгибов, а затем у вас в руках окажутся два ее куска. Так и с деталями машин, в которых развиваются усталостные процессы под действием знакопеременных нагрузок. Для этих деталей конструкторы специально рассчитывают срок их службы при заданных напряжениях. Причем стараются обеспечить всем ответственным деталям одинаковую долговечность с тем, чтобы машина получилась, как говорят, равнопрочной. Как было бы выгодно сразу заменить целиком машину на новую, а не через короткие промежутки времени менять то одну деталь, то другую. Именно по причине неравнопрочных, не одинаково долговечных деталей затрачиваются колоссальные средства на ремонт и простои машин. И в данном случае сопротивление усталости деталей машин, которую так необходимо обеспечить при переменных нагрузках, играет не менее важную роль, чем прочность деталей при статических нагрузках.

Однако бывает и так, что конструкторы специально делают в машине одну или несколько ослабленных деталей. Так поступают для того, чтобы защитить наиболее важные узлы или детали машин от поломки при аварийных ситуациях. Для этой цели, например, существуют предохранительные муфты, в которых при перегрузках срезается штифт и прекращается таким образом передача крутящего момента от одного вала к другому. Стоит заменить штифт и машина снова будет работать. Функции предохранительных устройств выполняют и бамперы автомобилей, «складывающиеся» рулевые колонки. Последние, правда, защищают уже не механизм автомобилей, а самих водителей, что, безусловно, еще важнее.

Итак, детали машины не должны ломаться. Но они могут выйти из строя и по другим причинам. Одна из таких серьезных причин — их недостаточно высокая износостойкость. Конечно, все машиностроители знают, что нужно бороться с изнашиванием узлов трения, но

не везде принимают должные меры. В результате только восстановление изношенных деталей обходится нашей стране примерно в 12 миллиардов рублей в год. Сумма огромная! И, тем не менее, многие машиностроители еще недооценивают значимость проблемы износостойкости деталей, мало интересуются современными достижениями науки, слабо их применяют на практике.

На машиностроительных предприятиях далеко не везде есть службы контроля надежности, в том числе износостойкости. Между тем, научные разработки, выполненные в нашей стране в области науки о трении и изнашивании, огромны, имеются высококвалифицированные специалисты и большой задел разработок для внедрения. Конечно, не все проблемы решены. Это и понятно, так как узлы трения работают в самых разнообразных условиях при значительно отличающихся нагрузках, скоростях и внешних условиях. Одни работают в пыли, другие в морской или речной воде, а третьи — в вакууме или в космосе. Да и внешняя температура не для всех одинакова — от космического холода до жары. И везде для обеспечения высокой износостойкости необходим обоснованный подход, свои конкретные решения и методы. Их достаточно много. Это и упрочнение поверхностных слоев деталей, выбор смазочных материалов и специальных присадок, создание рациональной геометрии, обеспечение необходимых параметров шероховатости рабочих поверхностей, применение наилучших сочетаний материалов для трущихся тел и прочее.

Значительное повышение износостойкости деталей машин достигается путем применения на практике явления избирательного переноса, открытого в нашей стране И. В. Крагельским и Д. Н. Гаркуновым. Им было обнаружено, что при определенных условиях частички меди, находящиеся в смазочном материале или выделяющиеся из бронзового контртела, одного из пары трения, переносятся на сталь и образуют тонкую пленку. Эта пленка может полностью покрывать рабочие поверхности стальных деталей или образовывать отдельные «островки». Она активно участвует в процессе трения. В результате уменьшаются коэффициент трения и температура в зоне трения, повышается износостойкость и нагрузочная способность узлов трения. Польза от внедрения в машиностроении эффек-

та избирательного переноса более чем очевидна. Затраты небольшие, а экономический эффект огромный. Онеобходимости ускорения работ в этой области и их практического использования неоднократно заострялось внимание в партийных и государственных документах. Один из авторов данной книги длительное время трудится в этой области, в результате чего созданы присадки к смазочным материалам, повышающие долговечность подшипников качения и износостойкость узлов трения скольжения от двух до четырех раз. Появилась даже перспектива замены в узлах трения высокоолеофильных дорогих бронз сталями, что имеет большое практическое значение для машиностроителей.

Рассмотрим вновь трение и изнашивание, но только не как длительный процесс, а его начальную стадию — приработку. Известно, что долговечность машин во многом зависит от того, насколько качественно проведена приработка деталей. Приработка обеспечивает на поверхностях трения рациональный микрорельеф, несколько их упрочняет и подготавливает узлы трения к длительной эксплуатации с максимально возможными силами и скоростями. Конечно, тратить многие часы драгоценного времени работы машины на приработку элементов никому не хочется. Поэтому и ищут методы ускорения процесса приработки, применяют различные масла и режимы. Видную роль здесь играют вещества, обеспечивающие проявление эффекта Ребиндера.

Академик П. А. Ребиндер (1898—1974 года) — основатель науки, которая получила название физико-химической механики. Им был открыт эффект адсорбционно-го пластифицирования тончайших поверхностных слоев различных материалов и, в частности, конструкционных сталей при наличии в маслах или в других жидких средах поверхностно-активных веществ. Молекулы поверхностно-активных веществ, проникая в микротрещины и расклинивая их, приводят к разрушению поверхностных слоев. Особенно интенсивно идет этот процесс при одновременном воздействии на детали машин внешних сил. Они вызывают деформирование поверхностных слоев, раскрытие и смыкание многочисленных микротрещин.

Напряжения и деформации от приложенных внешних сил суммируются с напряжениями и деформациями от расклинивающего действия поверхностно-активных веществ, что, в конечном счете, интенсифицирует процесс

разрушения в тонких поверхностных слоях деталей. Для ускорения приработки узлов трения это имеет исключительно важное значение, так как снижает сопротивляемость поверхностных слоев трущихся пар при формировании нового микрорельефа рабочих поверхностей. Таким образом, как вы очевидно догадались, поверхностно-активные вещества способствуют изнашиванию пар трения. Но это, к счастью, имеет место в начальной, первой стадии приработки. Постепенно количество микротрещин уменьшается, поверхностные слои металла пластифицируются, становятся более гладкими, и их износ уменьшается во много раз. Наступает следующая стадия процесса, стадия установившегося трения, сопровождающегося малым износом. При нем деформации локализируются в пластифицированном слое металла, выполняющем роль смазочного материала.

Целенаправленно применяя закономерности эффекта Ребиндера, можно не только во много раз сократить время приработки узлов трения, но и значительно повысить их износостойкость. Однако при этом необходимо точное соблюдение технологического процесса. В частности авторы вспоминают, как на одном из заводов чуть было не дискредитировали прогрессивный метод ускоренной приработки машин. По этому методу время приработки ответственных пар трения уменьшалось с 6—8 ч до 15 мин. Для этого нужно было обеспечить форсированный режим работы всей машины с обязательным введением в смазочный материал поверхностно-активных веществ. Режим приработки установили новый, форсированный. А поверхностно-активное вещество в масло добавили забыли, что привело к выходу из строя нескольких машин, изготовленных трудом большого коллектива. Безразличностью к общему делу надежность машин не повысить!

Кому не приходилось видеть покрытые ржавчиной металлические трубы, заборы, крыши, болты, гайки или крылья автомобилей? Это — результат процесса коррозии. От нее гибнут фермы мостов, самые различные металлические конструкции и, конечно, машины. Вред от коррозии огромен. Он исчисляется многими миллиардами рублей. По существу только на восполнение потерь в сталях и чугунах от коррозии в нашей стране требуется почти каждая шестая дома.

Коррозия «подкрадывается» к машинам-строителям

незаметно, начиная с мест хранения металла. В дальнейшем, после каждой технологической операции, связанной со снятием стружки, коррозия «берет» свою долю. На деталях появляются рыжеватые пятна. Если не принять меры, то они образуют сплошную пленку. Причем более твердые, закаленные стали могут корродировать даже интенсивнее незакаленных. Не менее опасна коррозия и для готовых машин. Особенно сильно ее действие проявляется в прибрежных морских районах страны. А в тропиках, куда направляются машины на экспорт, без их защиты от коррозии вообще не обойтись. Бывали даже случаи, когда станки и другие машины, совершив многодневное корабельное турне по океану в Индию, прибывали туда в совершенно неработоспособном виде из-за коррозии, поразившей многие части, включая электронные схемы.

Среди большого разнообразия современных машин есть и такие, которые с самого начала проектируют с учетом работы в активных коррозионных средах. Это относится к морским судам, буровым сооружениям, осуществляющим разведку и добычу нефти со дна моря, роботам для подводных работ, агрегатам химических производств, некоторым узлам машин по переработке сельскохозяйственной продукции и приготовления комбикормов, а также к машинам пищевой промышленности и прочим.

Относительно машин, предназначенных для переработки сельскохозяйственной продукции и вообще пищевых машин, дадим небольшое пояснение. Дело в том, что перерабатываемое ими сырье или продукты не являются химически нейтральными, а дают кислотную или щелочную реакцию. Например, pH для свежего молока составляет 6—6,5; кислого 3,5—4; комбикорма для животных (премикс) имеют $pH \approx 3,5$, а вот для 15 %-ного раствора сахара в воде $pH \approx 7,6$; для 45 %-ного сиропа — 8,2. Поэтому детали машин, соприкасающиеся с пищевыми средами, требуют специальной защиты. Еще большую защиту, конечно, следует обеспечить человеку и сельскохозяйственным животным от попадания в пищу продуктов реакции активных сред с материалами деталей машин.

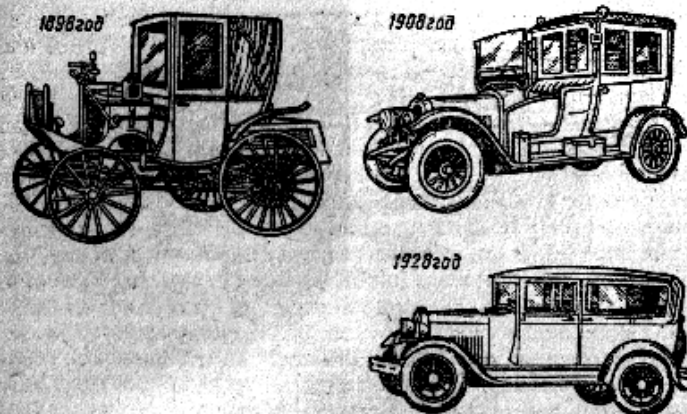
Машиностроители используют разнообразные средства для защиты изделий от коррозии. Правда, абсолютно надежных и универсальных средств до сих пор нет,

советского народа. Вот почему вопросам улучшения качества продукции постоянно уделяется столь огромное внимание в решениях партии и правительства.

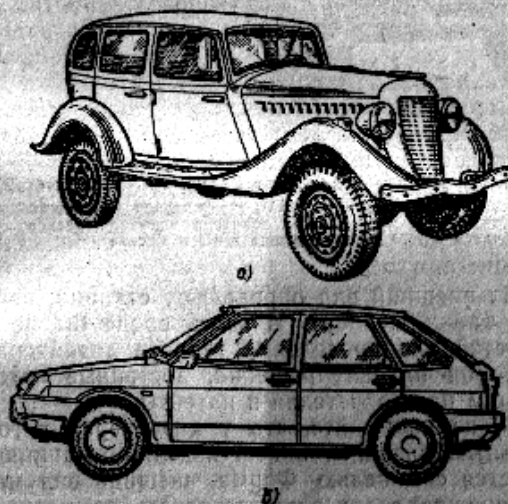
Большую часть своего активного времени человек проводит на работе. Производительность его труда зависит от многих факторов, в том числе и от вида машин, с которыми ему приходится иметь дело. Архаичная машина серой невзрачной окраски ни у кого не вызывает прилива бодрости, а, наоборот, ухудшает настроение, ускоряет наступление усталости, что отражается на производительности. Критикуя такую машину, люди, как правило, винят конструкторов. И в принципе правильно делают, хотя допускают определенную неточность, так как художественно-конструкторской деятельностью в промышленности занимаются дизайнеры — специалисты по художественному конструированию. В какой-то мере им повезло меньше, чем художникам, работающим в изобразительном искусстве, так как на своих произведениях дизайнеры автографа не ставят и для широкой общественности их фамилии, как правило, не известны. Кроме того, дизайнеры не так вольны, как художники, в реализации своих замыслов, результат их работы зависит от производственных и экономических возможностей машиностроительных предприятий.

Казалось бы чего проще — сделать копию с уже известной чьей-то удачной модели машины и на этом прекратить мучительный поиск. Однако такое копирование не допускается по многим причинам. Прежде всего «удачные» модели защищены патентами, охраняемыми по всей строгости законов. Иначе и не может быть. Ведь фирма, выпустившая удачную модель машины, понесла значительные расходы на оплату труда дизайнеров, оформление патентов, изготовление опытных образцов и прочее. К тому же она рассчитывает этой разработкой привлечь внимание покупателей, обойти конкурентов и получить прибыль.

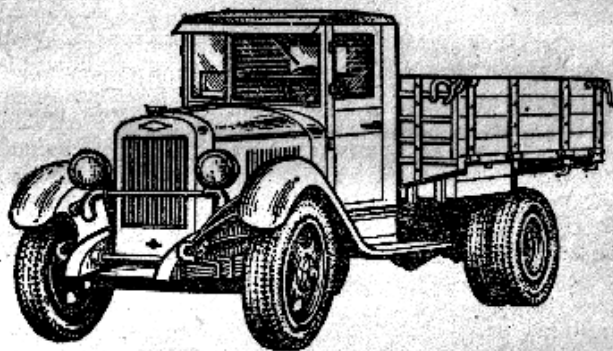
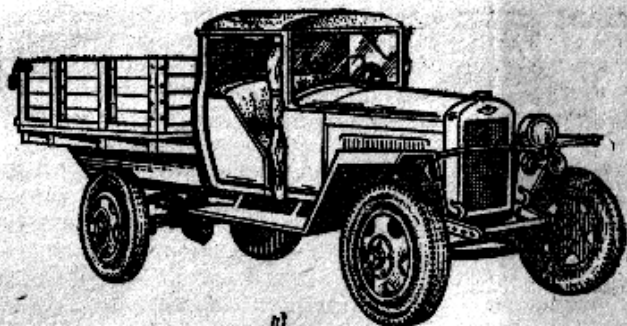
Патентоспособную форму машин создать нелегко — очень уж много аналогов. Попробуйте представить, например, грузовой автомобиль, внешний вид которого выполнен на уровне изобретения. Колеса, кабина, бамперы, кузов — не такое уж широкое «поле» для фантазии и деятельности дизайнеров. Да и фирм, выпускающих грузовые автомобили, очень много. Причем, каждая старается быть впереди. Или, например, токарные



Каждая модель легкового автомобиля отвечала уровню развития техники, эстетическим вкусам и запросам покупателей



Отечественные легковые автомобили разных лет
а — ГАЗ-61; б — ВАЗ-2109 (выпуск общесоюзной партии начал в 1996 году)



Автомобили, выпускаемые во время Великой Отечественной войны:
а — неприхотливая «полудорожка» ГАЗ-ММ; б — живучий и надежный на фронтовых дорогах ЗИС-5. Эту машину водители называли ласково «Захар». Ее выпуск начался в 1933 году на заводе АМО в Москве

станки. Их внешний вид определяют станина, передняя и задняя бабки, суппорт. И здесь вроде бы не много возможностей для проявления таланта дизайнера. Тем не менее, они находят решения, достойные авторских свидетельств на изобретения и патенты.

Однако не подумайте, что у дизайнеров погоня за оригинальным внешним видом изделий машиностроения является самоцелью. Форма, внешний вид машины должны прежде всего соответствовать ее назначению, облегчать работу на ней, улучшать технические показатели. Например, современные легковые автомобили кон-

струируют с учетом наименьшего сопротивления их кузовов набегающему воздушному потоку, что снижает расход топлива и позволяет повысить скорость движения. Обтекаемая форма автомобиля здесь просто необходима. Одновременно она отвечает и требованиям технической эстетики. Часто сначала дизайнеры создают обводы, внешний вид машины, а затем конструкторы приступают к проектированию необходимых узлов и агрегатов. Поэтому та красивая автомашинка, которая проехала по улицам, привлекая всеобщее внимание, скорее всего начала свое рождение в мастерских технических художников-конструкторов — дизайнеров.

Люди по-разному воспринимают художественную ценность того или иного произведения. Одни выражают восторг, другие — судят отрицательно, а третьи — вообще безразличны. Все зависит от характера человека, его духовных запросов, общества, в котором он находится. Существенную роль в формировании вкусов играет и историческая эпоха. То, что раньше было модным, сегодня считают отжившим свой век. Или вдруг проявляют повышенный интерес к чему-то незаслуженно забытому. Фортуна моды, вкусов изменчива. Сколько она принесла горести талантливым композиторам и художникам, опередившим свое время или не сумевшим шагнуть в ногу со временем.

Изменчивость моды и вкусов отражается не только в произведениях искусства, но и во внешнем облике машин. Например, токарный станок императора Максимилиана I был украшен сложной резьбой. Передняя и задняя бабки станка были похожи на крепостные башни с бойницами, а люнет (деталь для поддержки длинных деталей во время обработки их на центрах станка) напоминал высокую шкатулку с богатым орнаментом. Несколько проще, но все же достаточно нарядно выглядели станки А. Нартова. Его токарно-копировальный станок (1712 год) стоял на витых полированных ножках, «гильоширный» (1713 год) и «медальерные» (1721 год) станки имели красивые деревянные станины, не уступавшие образцам дворцовой мебели. Парусные корабли, даже военные, украшали фигурами, а коляски и катера отражали вкусы своих богатых хозяев.

Конечно такое убранство техники не отвечало экономическим требованиям крупносерийного и тем более массового производства, которое начало быстро разви-

ваться при капитализме. Формы машин упрощались, становились более рациональными и дешевыми в изготовлении. Правда, на машинах еще оставались некоторые украшения. Их и сейчас еще можно увидеть на автомашинах выпусков прошлых лет. Вспомните оленей, зубров, медведей, русалок, звезды, шпильки, гордо красовавшихся когда-то на капотах легкового и грузового транспорта. Теперь от них избавились, а было время, когда они всем нравились. Правда, есть страны, где украшения на машинах до сих пор в большом почете. На Филиппинах, например, одна или несколько фигурок лошадей на капоте автобуса — важная деталь, характеризующая владельца и независимая от марки автомашины.

Для того чтобы машины имели современный вид, необходимо при их конструировании иметь специальные знания. Эти знания приобретают в студенческих аудиториях при изучении курсов технической эстетики и в дальнейшем совершенствуют в процессе работы. Эстетическое оформление машин является обязательным атрибутом их качества. Оно не стоит на одном месте, а постоянно совершенствуется, видоизменяется, отвечая новым веяниям и требованиям времени.

Каждый знает, что машины призваны приносить пользу. Именно она оправдывает их существование. Но, увлекаясь этой положительной стороной, мы как-то часто оставляем в тени то отрицательное, что влечет за собой применение машин. Попробуем разобраться в этом вопросе, тем более что он имеет самое непосредственное отношение к теме данного рассказа.

Представьте, что Вы удобно расположились в кресле реактивного воздушного лайнера. Где-то внизу под облаками проплывает Земля. Все кажется одновременно и фантастичным и обыденным. Еще бы, скорость 900 км/час, высота 10 000 метров! Совсем не так давно о подобных скоростях и высотах не могли мечтать не только пассажиры, но и пилоты боевых машин. А теперь — это доступно всем, что, однако, не портит хорошего настроения от необычности ощущений... Двигатели равномерно гудят за бортом, в салоне их почти не слышно, многие пассажиры спят, наслаждаясь спокойной обстановкой полета... Все прекрасно! За исключением того, что в это же время происходит безжалостное истребление кислорода и загрязнение воздуха частичками несго-

ревшего топлива и различными газами. За один только средней продолжительности рейс лайнера ТУ-154 сгорает около 30 тонн топлива. Реактивных самолетов стало настолько много, что ученые вынуждены подсчитывать их «вклад» в дело загрязнения воздушного океана и в возможное изменение климата планеты.

Но вот лайнер совершил посадку и Вы окунаетесь в городской поток... Мимо проносятся сильно чадающие автобусы и грузовые автомобили, длинные газовые шлейфы тянутся за мотоциклами, даже из выхлопных труб новеньких «Жигулей» и «Волг» и то вьется дымок. Все куда-то едут, расплачиваясь за удобство и скорость своим здоровьем. Вот, если бы весь транспорт сделать электрическим, то тогда воздух городов стал бы заметно чище. Пока, увы, до этого еще далеко. Даже борьба с чадающим транспортом ведется частенько не равнозначно. Кому не приходилось побывать в густом облаке черного дыма от рейсового автобуса «Икарус» или грузовика «КамАЗ»? Полагаем, что счастливиц, избежавших такой встречи, почти не найти, в том числе среди автоинспекторов, спокойно пропускающих эти машины.

Снизить токсичность газов двигателей внутреннего сгорания дело непростое, хотя и возможное. Оно упирается в необходимость решения многих задач: очистка топлива, совершенство конструкции и качество изготовления двигателей, правильная эксплуатация и своевременный ремонт транспорта, хорошее состояние дорог, умелое вождение и прочее. Нельзя сказать, что в этом направлении ничего не делается. Во всем мире, в том числе и в Советском Союзе, ведутся комплексные работы, связанные с уменьшением вредного воздействия выхлопных газов от двигателей внутреннего сгорания на здоровье человека и окружающую природу. Да и не только этих двигателей и машин. Любые машины и их двигатели представляют опасность для жизни на Земле, если они отравляют ее просторы.

Пожалуй, нет таких машин, которые работали бы бесшумно. Все они в той или иной степени являются источниками звуков разной силы и частоты. Нет тишины в цехах машиностроительных заводов, где обрабатывают детали и собирают машины. Шумит и сама продукция машиностроителей в виде только что сделанных или уже поработавших изрядный срок машин, независимо

от того, где они находятся — в цехах завода или на дорогах, в воздухе, в шахтах, на воде или под водой. Хорошо это или плохо? Как же шум влияет на здоровье человека?

Человеческое ухо воспринимает звуковые колебания в диапазоне частот от 16—20 до 20 000 Гц. Колебания, лежащие за пределами этих частот, человек не слышит. Существует порог слышимости, который зависит от звукового давления и силы звука. При частотах ниже 800 Гц и выше 5000 Гц величина порога слышимости возрастает. Минимальную интенсивность звука, которую в состоянии выдержать органы слуха человека, называют болевым порогом слышимости. Интенсивность звука, равная 10 Вт/м^2 , соответствует болевому порогу звукового давления — приблизительно 60 Па. Если этот порог будет превышен, то произойдет повреждение органов слуха.

Самый же тихий звук, доступный восприятию человеком, имеет интенсивность 10^{-12} Вт/м^2 . Как видите, разница между минимальной и максимальной интенсивностью звуков очень велика и в числовых величинах не очень-то удобна для расчетов. Поэтому акустики нашли более приемлемый способ выражения, приняв интенсивность самого тихого слышимого звука за эталон. А все остальные сильные звуки стали определять путем подсчета числа умножений эталонной интенсивности на 10 до получения заданной интенсивности звука. Например, эталон необходимо 13 раз умножить на 10, чтобы получить интенсивность звука реактивного самолета. Однократное умножение на 10 назвали одним белом в честь американского изобретателя телефона А. Г. Белла (1847—1922 годы). Таким образом, уровень шума реактивного мощного самолета на расстоянии одного метра сбоку от сопла равен 14 белам (Б), или 140 децибелам (дБ). В очень шумных цехах машиностроительных заводов уровень шума доходит до 100 дБ, пневматический инструмент создает 110—120 дБ. Слабее шумит дизельный грузовик — 90 дБ. Шумновато в машинном бюро — 65 дБ, почти такой же уровень шума создает громко говорящий, но не кричащий человек. Совсем тихо в сельской местности вдали от дорог — 25 дБ. А как приятен нежный шелест листьев, создающий шум в пределах 10—20 дБ!

Длительное воздействие повышенного уровня шума приводит к нарушениям центральной нервной и сердеч-

но-сосудистой систем человека, притупляет внимание, способствует быстрой утомляемости, снижает слуховую чувствительность и увеличивает вероятность травматизма. В шумных цехах машиностроительных заводов быстро падает производительность труда.

Трудно машиностроителям бороться с шумом, уж очень много его источников: инструменты, снимающие стружку при обработке резанием, штампы кузнечно-прессовых машин, сами станки, внутрицеховой транспорт и подъемные краны, сбрасываемый на пол металл, громкоговорители, вызывающие кого-либо или объявляющие что-нибудь, и громко разговаривающие работники. Но не подумайте, что весь этот грохот в обязательном порядке присущ всем заводам. Там, где с ним борются, вполне нормальная обстановка для работы. Помимо всевозможных технических приемов (звукопоглощающих экранов, прокладок, резиновых опор, утолщенных стенок и прочее) на многих заводах созданы комнаты психологической разгрузки, где царствуют тишина, легкая приятная музыка, ионизированный воздух, солнечное освещение или полумрак с демонстрацией на экранах прекрасных видов природы... Установлено, что там, где выпускают продукцию высокой точности и качества, там и шумовых помех меньше. Заметим, что абсолютное отсутствие шума также плохо переносится человеком, как и его избыток.

Источники шума, о которых мы говорили, сопутствуют, так сказать, процессу работы цехов машиностроительных заводов. А что же шумит в самой машине? Конечно двигателя, особенно внутреннего сгорания, притом с плохими глушителями. Электрические же двигатели во много раз тише. Вносят свой «вклад» и различные коробки скоростей, редукторы тракторов, автомашин, станков и других механизмов. Если их шестерни, валы, муфты и прочие детали сделаны и собраны недостаточно качественно, то все они начинают звучать на свой лад особенно при повышенных нагрузках и скоростях. Помните, как «завывают» редукторы в городских троллейбусах или надрывно гудят коробки передач грузовых автомашин. Траки гусеничных тракторов, лебедки подъемных кранов, поворотные механизмы экскаваторов, корабельные цепи, колеса трамваев, даже сами рельсы после прохождения поезда — все они источники различных звуков. Чтобы сделать машину «тихой», надо изучить ее

акустическую характеристику, после чего шаг за шагом исключать источники шума. При этом конструкторам и технологам нельзя пренебрегать мелочами. Стоит ликвидировать главный шумовой источник, как сразу станет более ощутимым другой, забываемый ранее звук, при наличии главного источника, считавшийся «мелочью».

Каков же вклад в общий шум этих мелочей? Погрешности в зацеплении шестерен поднимают уровень шума на 5—10 дБ. Прямозубые шестерни не менее чем на 5 дБ шумнее шевронных. А если заменить зубчатые и цепные передачи клиноременными или зубчато-ременными, то можно снизить уровень шума на 10—15 дБ. Такой же эффект создает применение подшипников скольжения вместо подшипников качения. Пара зубчатых колес, сделанных из стали и текстолита или капрона, работает тише на 10—12 дБ, чем пара из стальных колес. В этом «хоре» безразличен и материал крышек редукторов и коробок скоростей. Замена стальных крышек пластмассовыми приводит к снижению шума до 6 дБ на средних частотах и до 15 дБ на высоких, особенно неприятных для человека. Даже хорошая притирка щеток в генераторах и двигателях постоянного тока снижает шум на 8—10 дБ.

Работа практически всех машин сопровождается вибрациями. Она возникает в результате воздействия на детали и узлы машин возмущающих колеблющихся сил. После прекращения действия этих сил вибрации постепенно прекращаются. Особенно опасна вибрация вблизи резонансных частот. Вспомните тот известный пример, когда солдаты с песней, чеканя строевой шаг, вышли на мост, и что из этого получилось... Мост разрушился, поскольку частота его собственных колебаний совпала с частотой колебаний возмущающей силы, в данном случае равной периодичности шага солдат. При таком совпадении частот силы, возникающие в вибрирующих деталях, стремятся к бесконечности, резонансу и ни один материал их не выдерживает.

Собственными колебаниями обладают все детали машин. Есть они и у человека. Так, для большинства внутренних органов человека частота собственных колебаний находится в пределах 6—9 Гц, плечевого пояса, бедер и головы относительно опорной поверхности в положении «стоя» 4—6 Гц, головы относительно плеч в поло-

жении «сидя» составляет 25—30 Гц. Колебания рабочих мест машин с этими частотами чрезвычайно опасны, так как приводят к быстрому повреждению органов человека и даже его гибели. Другие частоты не вызывают механических повреждений у человека, но также опасны, особенно при систематическом, длительном воздействии. Они могут быть причиной нарушений физиологических функций организма, вызывать головные боли, головокружения, сердечные приступы, спазмы сосудов, окостенение сухожилий мышц, уменьшение подвижности суставов, возникает так называемая вибрационная болезнь. Но машиностроители делают все возможное для повышения безопасности машин.

В настоящее время имеется много методов борьбы с вибрациями в машинах. Например, в редукторах повышают класс точности обработки зубчатых колес, заменяют прямозубые шестерни на шевронные, применяют глобоидные передачи, осуществляют более строгий подбор скоростных подшипников качения или переходят на подшипники скольжения, предусматривают различного рода прокладки и демпфирующие детали, а сами машины устанавливают не просто на фундаменты, а на специальные амортизаторы. Посмотрите, как задача уменьшения вибрации решена в автомобиле. Там есть рессоры, закрепленные на резиновых втулках, пружины, гидравлические амортизаторы, под двигателем и коробкой передач — подушки, мягкие сиденья для пассажиров и водителя. Все это дает положительный результат.

Однако еще большего эффекта в уменьшении вибрации можно достичь, если при конструировании машин и выборе технологических процессов отдавать предпочтение таким конструкциям и схемам, при которых предельно снижены или ликвидированы динамические неуравновешенные массы. Например, штамповку и ковку желательно заменить прессованием, правку — вальцовкой, пневматическую клепку — гидравлической или сваркой, листоштамповочные молоты — прессованием на гидравлических прессах и так далее. Как видите, один вид станочного оборудования заменяют другим, работающим по другому технологическому принципу.

В конструкциях машин следует избегать применения кривошипно-ползунных и кулачковых механизмов, вызывающих вибрации. Правда, без них пока обойтись невозможно. Практически все дизельные и бензиновые

двигатели имеют коленчатые валы, шатуны и поршни, а распределительные механизмы состоят из кулачковых валиков и толкателей. Если к перечисленному добавить и компрессоры, то станет ясно, как прочно эти узлы вошли в конструкции современных машин. При таких обстоятельствах проще бороться с вибрациями путем тщательного уравнивания масс, ликвидации зазоров и другими путями, нежели изобрести что-нибудь другое. Кривошипные и кулачковые механизмы настолько оказались удачными изобретениями прошлых времен, что до сих пор «прочно удерживают свои позиции» в кинематических схемах большинства машин. Недаром говорят, что старый друг лучше новых двух. Кстати, коленчатые валы, важнейшую часть кривошипно-шатунных механизмов, стараются сделать из чугунов, поскольку они обладают большим внутренним трением, нежели стали, а потому и быстрее гасят вибрации.

Вибрации и звуки тесно связаны между собой. Ведь звуки порождаются колеблющимися телами. Камертоны, язычки баянов, струны арф и гитар, совершая колебания, все звучат на свой лад, также как и резцы, фрезы, обрабатываемые детали, стекла кабин автомобилей, обшивка самолетов и даже станины станков и прокатных станов. Правда, не всегда эти звуки слышны. Покачивание кораблей на морских волнах также представляет собой вибрацию, хотя и с малыми частотами порядка 0,7 Гц. Человек не в состоянии услышать звуки от столь «ленивых» колебаний, а вот ощутить в той или иной степени каждый может, особенно те, кого укачивает. Заметим, что конструкторы морских кораблей не относятся пассивно к этим низкочастотным вибрациям. Они создают устройства, эффективно снижающие качку. Такие устройства есть на многих кораблях, особенно на пассажирских. Вибрация не всегда выдает себя звуком. Поэтому для ее обнаружения и исследования существуют специальные приборы с самописцами и электронными анализаторами. По сделанным выводам назначают методы борьбы с вибрациями. Если Вы станете машиностроителем, то в этой области найдете широкое поле для интересной деятельности.

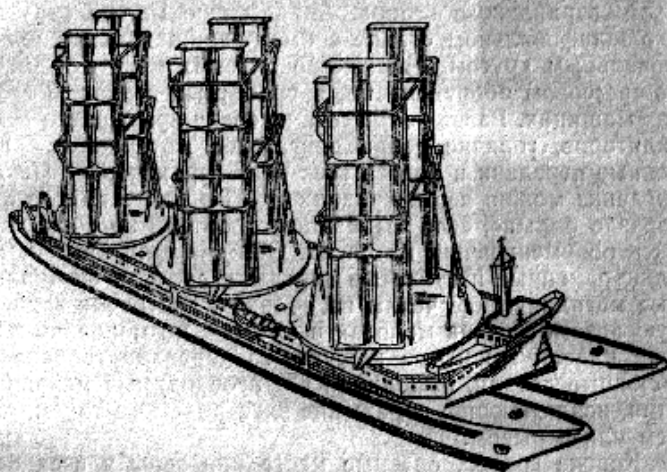
В любой машине есть элементы, опасные для человека. Вот перед нами токарный станок. Его шпиндель вместе с патроном и деталью способен причинить много бед при неумелом обращении. Не менее опасен и шпин-

дель сверлильного станка. Аналогичное можно сказать и о шлифовальном станке с быстровращающимся шлифовальным кругом. Множество опасных мест в кузнечно-прессовом оборудовании, в прокатных станах, в других машинах. Разве не опасны человеку крыльчатки вентиляторов, горячие ребра двигателей мотоциклов, их цепные передачи и колеса всех видов транспорта? Перечисление можно легко продолжить. Таких мест было бы гораздо больше, если бы машиностроители не позаботились об уменьшении их числа. Они закрыли крышками клиноременные и зубчатые передачи, сделали специальные металлические чехлы на валиках, поставили защитную автоматику на молотах и прессах, на маховики машины надели защитные кожухи, изолировали горячие и холодные детали, выполнили все необходимые мероприятия, исключающие поражение электрическим током, огнем или взрывом.

Короче говоря, опасные места или зоны у всех без исключения машин их создатели стараются сократить до минимума или вообще исключить. А там, где это не удается, например, полностью закрыть патрон токарного или шпиндель сверлильного станка, то специально оговаривают правилами техники безопасности условия, которые следует выполнять при эксплуатации машин. Как было бы хорошо, если бы пешеходы усвоили простой призыв водителей и автоинспекторов: — «Не лезь под колеса!».

Когда-то на одной из старинных карикатур прошлого века был изображен рабочий, который управлял механизмами станка, одновременно воздействуя на рычаги, педали и хомуты руками, ногами, туловищем и головой. Если вместо человека стоял бы осьминог, то и его конечностей, очевидно, не хватило бы при работе на такой машине. Эта карикатура метко отразила существо вопроса того времени — сложную управляемость станка и вообще машинами. Наличие большого количества рычагов и маховичков, расположенных на значительном расстоянии друг от друга и часто в неудобных местах, безусловно, быстро утомляло рабочих и снижало производительность труда.

Нельзя сказать, что в наши дни проблема удобства управления машинами полностью решена, хотя и существуют по этому поводу четкие рекомендации. Много, конечно, сделано и для карикатур нет оснований.



Таковыми современными «парусами» управляет ЭВМ

Тем более, что каждая новая по конструкции машина лучше, совершеннее предыдущей.

Обратимся за примером к токарным станкам. В станке 16К20 управление суппортом влево, вправо, вперед, назад, включение электродвигателя сосредоточено в одной рукоятке. Качнул ее токарь вправо и суппорт быстро пошел вправо, переместил рукоятку влево — в ту же сторону начинает передвигаться суппорт с резцом.

Стремление облегчить управление машинами и повысить производительность труда заставляет конструкторов искать различные механические, гидравлические, электронные и другие средства управления, применять полуавтоматические и автоматические устройства. Автопилоты самолетов, авторулевых кораблей, автоматическое управление метрополитеновскими поездами, автоматические коробки скоростей автомашин и тракторов в сочетании с различными видами дистанционного управления и тому подобное подчинено выполнению этих задач.

К дистанционному управлению машинами в настоящее время проявляется все больший интерес, причем не только в космических, но и в сугубо земных делах. Часто случается, что машинам, а значит, и людям приходится работать в особо опасных ситуациях. Если ма-

шины оснащены дистанционным управлением, то риск для человека сводится практически к нулю. Потребность в таких машинах достаточно велика — они нужны для подземной добычи полезных ископаемых, тушения крупных пожаров, работы на крутых склонах гор при строительстве ГЭС и дорог, обезвреживания снарядов и мин, оставшихся от минувшей войны, наконец, осуществления технологических операций в «горячих» цехах металлургических заводов. Вспомните работу машин с дистанционным управлением в зоне повышенной радиации, возникшей при аварии Чернобыльской АЭС. К сожалению, они появились несколько позже, не в начальный момент трагедии, всколыхнувшей весь советский народ. Если бы в распоряжении самоотверженных людей в те первые грозные дни были бы дистанционно управляемые пожарные машины, бульдозеры, роботы и другие виды техники, то, возможно, человеческих жертв было бы меньше.

Все машины требуют к себе бережного и грамотного отношения. И хотя многие из них снабжены сложной автоматикой, наиболее продуманной системой управления, тем не менее, все они подчиняются человеку. Поэтому в авариях повинны не машины, а только люди. Небрежное отношение к эксплуатации, управлению машин даже при наличии определенного потенциала знаний приводит к трагическим последствиям.

Конструкторы должны создавать машины максимально удобными при техническом обслуживании и ремонте. Это является одним из серьезных требований к современной технике. Чем меньше в машине точек смазки, узлов регулирования, болтов и гаек, нуждающихся в проверках на прочность затяжки, чем легче в ней можно сменить детали и узлы, тем проще обслуживание и ремонт этой машины. А это значит, что и эксплуатация таких машин становится экономически более выгодной. Здесь для машиностроителей неочятый край работы. Пока стоимость ремонта и обслуживания машин превышает стоимость самих машин.

За одиннадцатую пятилетку машиностроители поставили строителям 45,9 тысячи однокошковых экскаваторов, 42,8 тысячи бульдозеров, 2,1 тысячи скреперов, 49,8 тысячи стреловых кранов, 11 тысяч башенных кранов и прочей техники. Парк основных строительных машин в отрасли тогда насчитывал более 660 тысяч единиц общей

стоимостью около 20 миллиардов рублей без учета стоимости автотранспорта. Только одних экскаваторов на начало 1985 года было более 170 тысяч, а бульдозеров 162 тысячи штук. Благодаря использованию машин уровень механизации тяжелых земляных работ в строительстве достиг 99,52 %. Редко теперь можно увидеть рабочих с лопатами на рытье, например, траншей. Этот вид работ остался в прошлом.

Однако содержать такой большой парк строительных машин в работоспособном состоянии представляет собой исключительно ответственную и сложную задачу. Ведь в нашей стране ежегодно капитальный ремонт проходят 50 тысяч тракторов и строительных машин на их базе, 18 тысяч экскаваторов, более 10 тысяч стреловых кранов. Если к этому добавить 60 тысяч автомобилей и другой техники, то станет понятным колоссальный объем работ, который осуществляют ремонтники. Однако велики у них и простои техники при ремонте и обслуживании. Сверхнормативные простои машин в ремонте и в ожидании ремонта составляют 17—18 % рабочего времени всего парка. Сокращение этих простоев только наполовину может обеспечить строителям прирост числа экскаваторов на 6,5 тысячи, скреперов на 2,5 тысячи и бульдозеров на 10,4 тысячи штук. К сожалению, часто ремонтникам приходится иметь дело с морально и физически устаревшей техникой, по основным группам строительных машин сроки ее обновления доходят до 15—20 лет. Кроме того, продолжается выпуск устаревших машин более 40 наименований. Некоторые же новые разработки не всегда быстро внедряются и успевают морально устареть еще до начала массового их выпуска.

Но зачем Вам это знать при выборе профессии? Полагаем, что Вам — будущим специалистам по производству, а возможно, и по ремонту машин следует иметь представление как о положительных, так и об отрицательных сторонах дела. Это особенно важно теперь, когда весь советский народ взял курс на коренную перестройку и интенсификацию народного хозяйства и особенно машиностроения.

Для удешевления и ускорения ремонта машин намечен ряд неотложных мер: изменение системы организации ремонта и технического обслуживания, создание специализированных предприятий, изготовление пере-

движных средств для технического обслуживания и мелкого ремонта. Кроме того, осуществляется необходимое повышение надежности выпускаемых машин с одновременным сокращением и упрощением объема требуемых работ по техническому обслуживанию. А то, что это выполнимо, свидетельствуют лучшие образцы советской и зарубежной техники. Так, подшипники опорных катков гусеничного хода экскаваторов, погрузчиков, буровых установок фирм «Хитачи», «Комацу» (Япония), «Вейхаузен» и «Либхер» (ФРГ) не требуют смазывания за весь срок эксплуатации. В гидравлических системах погрузчиков установлена замена масла и фильтров через 2000 моточасов, а в двигателе через 500 часов работы. Увеличена более чем в 10 раз периодичность смазывания узлов трения. Кроме того, конструкцией машин предусмотрена быстрая разборка и доступность мест ремонта и обслуживания. Вспомните, как у КамАЗов откидывается вперед большая кабина, открывая доступ к двигателю и его системам. По этому принципу стараются сделать не только строительные, но и другие машины.

В идеальном случае желательно создавать такие машины, которые за весь срок службы, установленный заводом-изготовителем, не надо было бы ни обслуживать, ни ремонтировать. После отработки положенных моточасов они подлежали бы снятию с эксплуатации и отправке в переплавку.

Заканчивая короткую беседу о ремонте машин, остановимся на одном как бы парадоксальном вопросе. Суть его заключается в следующем. Не есть ли противоречие в том, что с одной стороны машины должны быть как можно более долговечны, с другой — их сменность должна быть частой и не превышать нескольких лет? Иными словами — машина должна «умереть» не состарившись. Все правильно и экономически оправдано. Долговечность машин имеет свои рациональные пределы. Обществу не нужны бесконечно работающие, пусть даже без поломок, машины. Ведь каждое новое поколение машин должно превосходить предыдущее в производительности, точности, экономичности и в прочих свойствах. Поэтому машина должна служить только до тех пор, пока на смену ей не придет новая более совершенная. Новая машина, которая стоит без дела, приносит еще больше убытков, чем поломанная. Вот почему работу на машинах необходимо организовывать в несколь-

ко смен, в полную меру используя их современные технические характеристики. Если в некоторых машиностроительных цехах работает устаревшее оборудование, а из заводских ворот появляются сверкающие краской машины, спроектированные и запущенные в производство десятки лет назад, то это верные симптомы болезни предприятия. Имя этой болезни — отсталость. А ее причины, — нерадивость, косность коллектива, отдельных ответственных лиц разных уровней, в чьи руки отдал государством завод. На такой завод лучше смолodu не идти работать — ничему хорошему Вы там не научитесь, а заболеть такой болезнью сможете.

Посмотрите вокруг себя. Вся наша страна охвачена мощным импульсом перестройки, которая с каждым днем набирает все большую силу и проникла во все звенья народного хозяйства. Если завод выпускает современные, качественные, быстро обновляемые машины, то это значит, что там работают такие люди, у которых есть чему научиться.

Для того чтобы быстро отремонтировать машину, необходимо иметь запасные части. Это — аксиома. Изношенную или сломанную деталь можно заменить аналогичной новой деталью, то есть детали должны быть взаимозаменяемыми. Даже в детских конструкторах предусмотрена взаимозаменяемость деталей. Короче говоря, взаимозаменяемость является важнейшим условием существования любых машин. Можно даже сказать больше: без нее невозможно машиностроение вообще.

Очевидно, впервые с необходимостью иметь взаимозаменяемые детали столкнулись интересы военных и оружейников еще на заре появления огнестрельного оружия. Трудно сейчас себе представить, например, пушку с каменными ядрами различных размеров. Но так ведь было. Перед боем ядра сортировали по диаметрам для каждой конкретной пушки. Работа была кропотливой и утомительной, так как пушки и ядра поступали на пункты сбора войск от разных мастеровых, имеющих различный опыт, инструменты для обработки и измерения. А ядер делали достаточно много. Например, в 1630 году устюженские кузнецы Московского государства отковали ядер разных калибров 55 338 штук, а в 1632 году 338 500 штук. И это только одни устюженские кузнецы! Размеры ядер даже для одной и той же пушки сильно отличались друг от друга. Они считались годными,

если свободно вкатывались в ствол пушки. Если же зор оказывался слишком большим, то ядра уплотняли ветошью, пенькой или травой.

Наибольших успехов достигла русская артиллерия при Петре I, который ввел систему измерения с помощью калибров стволов орудий и снарядов, а также добился обязательного изготовления их только по чертежам.

Тем не менее, даже в конце XVIII века взаимозаменяемость деталей огнестрельного оружия еще оставалась практически нерешенной проблемой. Об этом красноречиво говорит сенсационное выступление фабриканта Э. Уитнея в 1798 году на съезде членов конгресса в Вашингтоне, который предложил изготовить и поставить американскому правительству партию ружей с взаимозаменяемыми деталями. Не тратя времени на разговоры, он приказал внести ящики с ружьями. Ружья разобрали, отдельные части перемешали между собой и снова собрали. Эффект был потрясающим. Никто из членов конгресса, конечно, не знал, какой ценой была достигнута эта взаимозаменяемость — все детали подгонялись вручную по образцам. Уитнею удалось оттеснить своих конкурентов и получить двухгодичный заказ на изготовление десяти тысяч ружей. Но за первый год ему удалось сделать всего пятьсот ружей, а остальные — за семь долгих лет! К этому времени в 1806 году в Париже была издана книга известного французского инженера Коти, который делился своими впечатлениями о посещении русских военных заводов. «Я видел на Тульском заводе, как из находившегося в приемной палате большого количества замков несколько было разбросано, части их перемешаны; при этом все части приходились с такой точностью, будто их намеренно пригоняли одну к другой», — писал Коти о ружейных замках.

В тяжелом для России военном 1812 году Тульский завод выпускал в месяц десять тысяч ружей с взаимозаменяемыми деталями. В этом была большая заслуга талантливого русского изобретателя П. Д. Захавы. Он же в 1826 году демонстрировал достижения тульских оружейников перед немецкими принцами Карлом Прусским и Филиппом Гессен-Гамбургским в присутствии царя Николая I. По указанию этих особ мастеровые собирали и разбирали серийные ружья, меняли в них части, зам-

ки и подавали для стрельбы принцам. Испытания прошли блестяще.

Добиться точности изготовления и взаимозаменяемости деталей удалось не подгонкой вручную, а благодаря созданным совершенным для того времени станкам и инструментам. Кроме того, тульские оружейники уже давно применяли специальные точные измерительные инструменты и широко использовали калибры.

Здесь уместно отметить, что в XIX веке было много изобретений, сыгравших важную роль в развитии техники. Так, Генри Модсли сконструировал микрометрический штангенциркуль, названный им «Лордом-канцлером». Выдающийся английский станкостроитель Иосиф Витворт построил первую измерительную машину, добился точности измерений до сотых и тысячных долей миллиметра, ввел в практику работы заводов калибры.

Сейчас это, конечно, пройденный этап. Но без преемственности опыта предшествующих поколений невозможно было в наше время осуществлять обработку материалов и производить разнообразные измерения размеров, углов, времени, массы и различных характеристик физических и химических процессов с высочайшей точностью. Невозможно было бы создать практически необходимую систему взаимозаменяемости, без которой немислимо современное машиностроение.

В настоящее время машиностроители наиболее широко применяют так называемую полную взаимозаменяемость, при которой обеспечивается замена или бесперебойная сборка любых изготовленных независимо друг от друга однотипных деталей или узлов в составные элементы при сохранении всех требований, предъявляемых к машине в целом. Такая взаимозаменяемость достигается только тогда, когда все количественные и качественные характеристики деталей находятся в четко регламентированных, заданных пределах.

Вы, очевидно, знаете, что невозможно в принципе выполнить абсолютно точно требуемые размеры деталей. Как бы машиностроители не старались, а действительные размеры той или иной детали будут отличаться от заданного номинала в большую или меньшую сторону. И если мы говорим, что деталь сделана точно, то для машиностроителей это будет звучать абстрактно. Почему? Да только лишь потому, что сама точность

имеет свои установленные пределы. Поясним на примере.

Перед нами лежат два узла в сборе от одной и той же машины — шарикоподшипник и ручка с нажимной кнопкой от двери кузова «Москвича». Оба узла состоят из нескольких деталей и полностью взаимозаменяемые среди себе подобных. Однако сделаны они с различной точностью. Это и понятно, так как точность, которая возможна для ручки, совершенно недопустима для подшипника. Поэтому изделий разного назначения, изготовленных с различной точностью, даже в одной машине очень много. Зубчатые передачи, резьбовые соединения, коленчатые валы, поршни, шкивы, шарниры, шарикоподшипники и, наконец, те же дверные ручки можно, конечно, сделать с одной и той же точностью, но это будет такое дорогое удовольствие, которое не может позволить себе ни одна высокоразвитая страна в мире. Уровень точности диктуется техническими требованиями, ограничивается возможностями предприятия и экономической целесообразностью.

Для нормирования точности обработки установлены так называемые квалитеты, под которыми понимают совокупность интервалов отклонений (допусков), соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров, входящих в данный квалитет. В квалитетах имеются интервалы допусков. В каждом различные по величине размеры имеют одну и ту же относительную точность. Квалитетов достаточно для удовлетворения потребности в точности различных отраслей промышленности.

Как видите, точность изготовления любой детали определяется допуском. Это слово мы использовали ранее, не разъясняя его значение. Размеры детали после обработки будут отличаться от заданных номиналов в большую или меньшую сторону. Если же ограничить эти наибольшие и наименьшие размеры, то получим пределы, внутри которых могут находиться одноименные размеры годных деталей. Чем установлено менее жесткое ограничение, тем легче выполнить требование к точности. При изготовлении детали рабочий должен изготовить деталь в пределах между наибольшим и наименьшим допустимыми размерами. Вот эту разницу между наибольшим и наименьшим предельными размерами того или иного параметра и называют допуском.

Допуски стандартизованы и объединены в систему. Для практического использования они сведены в специальные таблицы. С ними хорошо знакомы все машиностроители. Можно без преувеличения сказать, что эти таблицы являются азбукой любого производителя, непосредственно связанного с конструированием и изготовлением машин. С помощью системы допусков осуществляется взаимозаменяемость деталей и характер их соединения между собой в узлы, а узлы — в машины.

Попробуйте разобрать любой механизм, например велосипед или мотоцикл, моторчик от cordовой модели или английский замок, и Вы сразу же сделаете вывод, что все детали по-разному сопряжены между собой. Одни легко входят в отверстия, другие надо запрессовывать, а для третьих достаточно несильного постукивания деревянным или бронзовым молоточком. Все это — посадки, которые также объединены в систему и, конечно, стандартизованы. При проектировании машин или отдельных ее узлов конструкторы благодаря принятой системе легко выбирают требуемую посадку. А для нее уже имеются готовые табличные данные с указанием необходимых допусков. Такая система не сужает возможности машиностроителей, а, наоборот, их расширяет, так как, во-первых, они не тратят времени на расчеты допусков, во-вторых, все они используют единую систему, независимую от расположения завода, республики, в-третьих, выбор посадок достаточно широк и ограничивает конструкторам возможность выбора.

Здесь уместно заметить, что большинство стран мира применяют системы допусков и посадок, которые получили сокращенное название ISO (International Organization for Standardization). Стандарты и рекомендации ISO включены в единую систему допусков, посадок и норм взаимозаменяемости (ЕСДП) стран — членов СЭВ. Переход на эту систему в нашей стране был начат в 1977 г. Кстати говоря, автомобили «Жигули» выпускают на ВАЗе в основном по нормам допусков и посадок ISO. Применение во многих странах единой системы допусков и посадок облегчает международные технические связи, способствует кооперации в совместном изготовлении машин, облегчает торговлю и ремонт.

Посмотрите на чертеж двух сопряженных деталей — втулки и вала. Если сделать по этому чертежу необходимое число втулок и валов, то все они будут взаимозаменяемыми и к тому же обеспечивать при сборке нужную посадку.

Теперь это считается в порядке вещей и никого не удивляет. А не так давно обеспечение требуемых посадок и взаимозаменяемости считали техническим чудом, что нашло свое отражение даже в научно-фантастических произведениях. Вспомните хотя бы «Наутилус» капитана Немо, части которого изготавливали в разных странах, а затем собирали на таинственном острове в океане. Без точного выполнения заданных размеров и измерительных средств для их контроля дело, конечно, не обошлось, тем более, при «изготовлении» такой совершенной подводной лодки, которая была описана Жюлем Верном в романе «Двадцать тысяч лье под водой». Пусть же «Наутилус» всегда останется первым кораблем мечты, а мы тем временем обратимся к реальным делам недалекого прошлого, сыгравшим важную роль в утверждении допусков, посадок и взаимозаменяемости.

Несмотря на богатый опыт оружейников России XVIII—XIX веков по взаимозаменяемости деталей военной техники, даже в начале XX века только на некоторых машиностроительных предприятиях начали указывать на рабочих чертежах разрешаемые погрешности на изготовление деталей и назначать от трех до шести посадок. Это были в основном заводы, выпускавшие станки, швейные и табачные машины. Однако отсутствие единой технической политики и бесплановость капиталистической системы царской России препятствовали внедрению взаимозаменяемости и единой системы допусков и посадок. В 1919 году инженером П. М. Шелоуховым был разработан первый проект системы допусков и посадок. В 1924 году комиссия под руководством профессора А. Д. Гатцука, образованная при Комитете эталонов и стандартов Главной палаты мер и весов, разработала новый проект стандарта «Допуски для пригонки», который был положен в основу государственной системы допусков и посадок. Затем в 1929 году проект системы допусков и посадок был утвержден Комитетом по стандартизации при Совете Труда и Обороне. Развитие машиностроения молодой страны Советов настоятельно требовало создания и применения единого государственного стандарта допусков и посадок, обязательного для всеобщего исполнения. Без такого стандарта практиче-

ски невозможно было бы успешно решить задачи индустриализации страны.

Но все находится в постоянном развитии. Изменяются и возможности машиностроителей, как и требования к их продукции. Поэтому и сами стандарты не могут быть застывшими на одном месте, иначе станут тормозом прогресса. В связи с этим их регулярно пересматривают, улучшают для того, чтобы с каждым новым дополнением они наиболее полно отвечали требованиям времени.

Взаимозаменяемость деталей и узлов машин обходится недешево, так как для этого необходимы точные станки, измерительные инструменты и квалифицированные кадры. Однако эти затраты с лихвой окупаются в народном хозяйстве, особенно при массовом производстве.

Как ни странно, но проблему взаимозаменяемости машиностроители решили лучше, чем задачи, связанные со снижением массы машин. До сих пор имеется достаточно много машин с избыточной массой, то есть с высокой материалоемкостью. Этого, конечно, не скажешь об авиации, где на счету каждый грамм. Борьба за снижение массы самолетов и прочих летательных аппаратов началась с истоков их появления, для других видов машин она по-настоящему только разворачивается. Задачи уменьшения материалоемкости, и следовательно, массы машин поставлены со всей серьезностью перед машиностроителями в директивных документах на двенадцатую пятилетку и последующие годы.

Сделать машину возможно более легкой, конечно, в необходимых для ее нормальной работы пределах, представляет собой достаточно сложную работу. В ней тесно переплетаются задачи обеспечения требуемой прочности деталей с учетом необходимой гарантии, трудности получения в достаточном количестве необходимых материалов, их качественная обработка и прочее.

Причем силами одного предприятия, изготовляющего пусть даже один тип машин, проблему решить, как правило, невозможно. Это объясняется тем, что большинство машиностроительных заводов не все делают сами от начала и до конца, а получают по поставкам от «смежников» необходимые комплектующие детали и даже целые узлы. Станкостроительные заводы, например, не изготавливают электродвигатели, без которых просто

немыслим любой станок. Покрышки и камеры для «Жигулей» ВАЗ не производит, так же как фары и ветровые стекла. А многие экскаваторы оснащены гидромоторами-гидронасосами, которые прибыли в цехи сборки машин с других предприятий уже в готовом, покрашенном и запечатанном виде. Стоит установить тяжелые фары на «Жигулях» или такие же компрессоры на домашних холодильниках, как тут же изменится масса машин. Поэтому ответственность за повышенную массу машин в определенной степени падает и на смежников. Только при совместных усилиях основных производителей машин и поставщиков комплектующих изделий может быть получен положительный результат в деле снижения материалоемкости машин. К вопросу, как это делают машиностроители, мы еще вернемся. А пока лишь подчеркнем, что материалоемкие и утяжеленные машины не только обладают повышенной стоимостью изготовления, требуют увеличенных транспортных расходов и затрат на установку, но и потребляют больше энергии при собственном передвижении или перемещении своих деталей и узлов. Так, слишком тяжелый ненагруженный грузовой автомобиль расходует больше топлива, чем облегченный, а неоправданно утяжеленные подвижные узлы станков при рабочих или вспомогательных ходах или вращении вызывают дополнительные энергетические затраты.

Итак, мы познакомились со многими требованиями, которые предъявляются к машинам. Однако они далеко не все исчерпаны. Есть еще другие весьма важные характеристики современных машин. В их числе и высокий коэффициент полезного действия, экономичность работы на дешевом и доступном виде топлива или энергии, удобство транспортирования к месту назначения, простота монтажа и демонтажа, как можно более низкая себестоимость и прочее. Но главными достоинствами всех машин должны быть их высокие эксплуатационно-производственные показатели в сочетании с автоматическими принципами работы и перспективностью совершенствования моделей. Для того чтобы их реально осуществить в любой конкретной машине, необходимы высокие профессиональные знания и мастерство всех машиностроителей от рабочего до директора объединения. Каждый машиностроитель должен проникнуться духом совершаемой перестройки, ибо без активизации че-

человеческого фактора невозможно добиться намеченного ускорения темпов развития.

В заключение рассказа о том, какими должны быть машины, кратко остановимся на одном кардинальном мероприятии общегосударственного масштаба, направленном на повышение качества выпускаемой продукции. Дело в том, что впервые в нашей стране с 1 января 1987 года введена Государственная приемка продукции в объединениях и на предприятиях промышленных министерств. Создание специальных органов вневедомственного контроля является одной из наиболее принципиальных мер для решения проблемы коренного улучшения качества продукции. Ускорение неразрывно связано с качеством. Бракованные, с дефектами машины, выпускаемые «валом», как и любая продукция, приносят колоссальный вред народному хозяйству. Но за них уплачены деньги, потрачены материалы, энергия, вложен труд и даже получены премии за перевыполнение плановых показателей. Капиталист давным давно бы «прогорел» при выпуске товаров, которые никому не нужны. Жесткие законы конкуренции и прибыли в капиталистическом мире стоят на страже качества продукции.

А у нас? Как ли привести здесь строки из выступления Генерального секретаря ЦК КПСС М. С. Горбачева на совещании в Центральном Комитете КПСС от 14 ноября 1986 года, которое было посвящено государственной приемке продукции. «До каких пор,— говорил М. С. Горбачев,— мы будем сохранять в народном хозяйстве такую ситуацию, когда нормально живут и те, кто дает прогрессивную, качественную продукцию, но и те, кто вообще выпускает непонятно что. И живут спокойно, даже, больше того, бракодел легче живет, потому что не модернизируется техника, ему не надо напрягаться, ему не нужно перенапрягать свою умственную и нервную систему. За негодную низкокачественную продукцию ему выдают зарплату, премии». И далее: «Мы же не можем эксплуатировать социализм: при социализме, мол, все равно не бросят в беде трудовой коллектив, при социализме все равно найдут решение».

Решение найдено! Единственное и правильное — не платить деньги за брак и низкое качество выпускаемой продукции. Конечно, сразу по мановению волшебной палочки дело не изменится. Поэтому на пути к высокому качеству продукции должна быть улучшена технология,

проведена замена устаревшего оборудования, разработаны новые образцы продукции, повышена квалификация исполнителей и прочее. Все это уже происходит, и к тому же, успешно. Есть ведь творческие неисчерпаемые силы в советском народе, есть умение и настойчивость в достижении высоких целей, есть желание преодолевать недостатки и хорошо жить и трудиться в экономически развитом социалистическом государстве! Не отнять этих положительных качеств и у машиностроителей, которые стоят в авангарде научно-технического прогресса,

ШАГАТЬ В НОГУ СО ВРЕМЕНЕМ

Сегодня со школьной скамьи всем известно, что применение автоматических систем в производственных процессах во много раз увеличивает производительность труда, улучшает качество выпускаемой продукции, повышает точность изделий и снижает их себестоимость. Автоматы освобождают человека от тяжелого физического труда, поднимают общую культуру производства. Эти достоинства автоматов не являются открытием сегодняшнего дня. Автоматы применяли и ранее. Однако в связи со стоящими перед советским народом задачами, связанными с ускорением промышленного производства и созданием техники на уровне лучших мировых образцов, широкая автоматизация производственных процессов приобретает особое значение. Поэтому в текущей двенадцатой пятилетке и в последующих годах предстоит освоить изготовление многих новых высокопроизводительных автоматически действующих машин. Это сделать не так-то просто. Ведь современные автоматические машины, линии, составленные из них, или даже заводы-автоматы являются детищем специалистов многих направлений науки и техники. Механики, электронщики, физики, математики, экономисты и патентоведы принимают самое непосредственное и деятельное участие в создании этих сложных машин. И если в далеком прошлом автоматы делали своими руками талантливые одиночки, то теперь автоматы появляются благодаря труду больших коллективов. Собственно говоря,

и автоматы были совсем другие. Чтобы не быть голословными, заглянем в глубину веков.

История техники убедительно показывает, что стремление создать какое-либо автоматически действующее устройство было присуще человеку давно. Еще в III веке до новой эры делал игрушки-автоматы Филон Византийский, его современник Ктесибий изобрел водяные часы. Самодействующие устройства применяли во II веке до новой эры в Египте, о чем повествует в книге «Пневматика» Герон Старший, живший в Александрии в I веке. Простейшие автоматы распахивали двери при зажигании «священного» огня, производили «грубный глас», отпускали «святую» воду в Александрийском храме за соответствующую плату.

Автоматы, подражающие действиям человека, делал в середине XIII столетия монах-доминиканец из Кельна Альберт фон Больштедт, которого прозвали Альбертом Великим. Его автомат-служанка, на изготовление которого ушло 30 лет, открывал и закрывал двери, кланялся, ходил, двигал руками и даже говорил. Все эти действия выполнялись настолько естественно, что церковники заподозрили колдовство, проявление происков сатаны. По этой причине автомат был уничтожен.

В XVIII веке механик из Гренобля Вокансон демонстрировал в Париже автоматического флейтиста, который исполнял одиннадцать мелодий. А сделанная им утка плавала, плескалась в воде, ходила, переваливаясь с боку на бок, двигала головой, перебирала перья, пила и кричала. Поражали воображение механические игрушки часовщиков из Лашо Пьера-Жака Дро с сыном Анри. Их куклы-автоматы играли на настоящих инструментах, писали и рисовали чернилами, сдували с листа соринки, следили глазами за движением рук, имитировали дыхание — словом были как живые. Такие человекоподобные автоматы стали называть андроидами. Это слово, составленное из имен талантливых механиков, стало очень популярным и быстро вошло в научно-фантастическую литературу.

Нельзя сказать, что в те времена на куклы-автоматы смотрели как на забавные игрушки. Многие передовые люди понимали принципиальную возможность применения автоматов для выполнения тяжелых и вредных для человека работ. Но это все было столь необычно, что для широких слоев населения граничило с фантазерст-

вом и магией. Немало споров, например, вызвало появление книги Ж. О. де Ламетри (1709—1751 годы) «Человек-машина», в которой говорилось о замене человека автоматически действующей машиной. Можно только лишь представить, с каким остервенением набросились церковники на автора этой книги.

Новое всегда трудно пробивает себе дорогу. И бывает, что философы не всегда способны сразу оценить ростки прогрессивных идей, особенно если они относятся к принципиально новым направлениям науки и техники. Так было с идеей известного математика Норберта Винера, которую он высказал в книге «Кибернетика», вышедшей в США в 1948 году. Он считал, что механизмы процессов управления едины для живых организмов и для искусственных систем.

А отсюда — прямой путь к созданию мыслящей человекоподобной машины. Такую идею было трудно понять и не так-то просто с ней согласиться. Тем более, что это были первые кибернетические «вехи». Кстати говоря, Винер дал и название новому направлению вычислительной техники, которая быстро переросла в самостоятельную науку — кибернетику. Ее название пошло от греческого слова *κυβερναο* — правлю рулем и использовалось еще Ампером при объяснении процессов управления в социальных сферах.

Но вернемся к автоматам. Стремление их сделать похожими на человека вызвало волну конструирования говорящих машин. Так, профессор Кранценштейн из Копенгагена построил в 1780 году машину, в которой «говорящим органом» служил набор трубок и язычок. Удачной была и машина англичанина Чарлза Витстоуна, сделанная им в начале XIX века. Однако слово «удачной» следовало бы заключить в кавычки, так как все эти многие автоматы не были способны синтезировать человеческую речь и работали по заранее подобранной программе. Заметим, что и в наше время проблема говорящих машин еще далека до своего полного разрешения. Мы произносим слова, синтезируя их из отдельных звуков. Современные говорящие машины так делать не умеют — для этого нужна им ЭВМ. С ее помощью сначала будут произведены необходимые математические выкладки, а затем произнесено слово. Сложно! Но единственный путь к цели — применение ЭВМ. И не только в проблеме создания говорящих машин. Вычислительная

техника теперь настойчиво внедряется во все звенья народного хозяйства и особенно в машиностроение. Таково требование времени.

Трудно теперь кого-либо удивить наличием в семье микрокалькулятора. Маленький, плоский, удобный для разнообразных по сложности расчетов, он становится незаменимым в инженерных и бухгалтерских делах, в учебном процессе и в быту. Его свободно можно купить в магазине, где предложат выбрать любую по сложности модель. А ведь совсем недавно (в конце 1952 года) была создана первая советская ЭВМ «Стрела». Она поражала воображение своими фантастическими возможностями и размерами. Еще бы! «Стрела» содержала десять тысяч электронных ламп, а на одно только охлаждение требовалось около 50 кВт электроэнергии. Располагалась эта вычислительная машина в зале в 100 м². Ее арифметико-логическое устройство выполняло в секунду до тысячи операций сложения или умножения над 43-разрядными двоичными числами или над 13-разрядными десятичными. Память «Стрелы», записанная на магнитных барабанах и лентах, хранила до 1000 последовательностей битов по 43 бита в каждой. Заметим, что бит есть минимально возможное количество информации. Один бит информации содержится в кратчайшем ответе на заданный вопрос — «да» или — «нет».

Прошло 15 лет и появилась ЭВМ «Наири», которая мало в чем уступала «Стреле», но потребляла всего 60 Вт электроэнергии и была величиной с обыкновенный письменный стол. К настоящему времени по сравнению со «Стрелой» объем современных ЭВМ уменьшился в 40 000 раз, потребляемая мощность снизилась в 10 000 раз, а быстродействие увеличилось в 100 тысяч раз и достигло миллиарда операций в секунду. И память у них стала значительно больше — порядка нескольких миллиардов битов. Кроме того, большие ЭВМ работают одновременно с многими подключенными к ним абонентами и притом практически без сбоев и отказов. Но примечательно, что они «трудятся» в основном не над решением сложных математических задач, а над выполнением операций по обработке данных. Поэтому и становятся такие ЭВМ не универсальными, как сначала их называли, а специализированными. Универсальность перешла от них к машинам среднего класса. ЭВМ среднего класса решают самые разнообразные задачи и на-

ходятся в вычислительных центрах заводов, институтов и многих других предприятий. С их помощью управляют технологическими процессами, производят различные расчеты, включая заработную плату. Вы, очевидно, видели эти машины, когда проходили трудовую практику или посещали предприятия в дни открытых дверей.

Колоссальные возможности таятся в микроЭВМ. Быстродействие многих из них определяется миллионами операций в секунду, а объем оперативной памяти составляет сотни тысяч байт (1 байт = 8 битам). Их называют индивидуальными. Но индивидуальность таких микроЭВМ очень широкая, так как их применяет не только человек, они могут быть встроены в станки, пилотажные устройства самолетов, космических кораблей, ракет, работают на судах, в автомобильных и прочих двигателях, в кассовых аппаратах, магнитофонах, наручных часах и даже в игрушках. Часто микроЭВМ соединяют между собой в одну многопроцессорную систему или в вычислительную сеть. Существуют структуры, где оператор работает с микроЭВМ, которая в свою очередь ведет диалог с большой ЭВМ. Такая комбинация получила название интеллектуального терминала. Здесь микроЭВМ берет на себя все функции посредника: делает промежуточные расчеты, уточнения, исправляет возможные ошибки оператора, переводит графические изображения с экрана дисплея в символы, подготавливает и передает в большую ЭВМ компактные символы. Получив ответ, микроЭВМ трансформирует его в удобный для оператора вид — в изображение на экране или в печатный буквенный или цифровой текст. Если же микроЭВМ может сама справиться с заданием оператора, то она его выполняет, не обращаясь к большой ЭВМ.

С помощью такой системы человек освобождает себя от многих громоздких и утомительных дел и оставляет за собой общее руководство и процесс творчества.

Процесс творчества! Он присущ человеку во всех сферах его деятельности. Не обходятся без него и машиностроители и особенно конструкторы. Ведь для того, чтобы спроектировать новую машину, надо обладать не только арсеналом соответствующих технических знаний, но и иметь конструкторский талант, острое чувство нового, жажду и смелость поиска, дерзаний. Идея не дается легко в руки. Ей, как правило, предшествует мучительный процесс создания и выбора наилучшего вари-

авта решений из многих неясных очертаний еще несуществующих и уже известных конструкций. Даже простые, казалось бы, творческие находки даются с большим трудом. Попробуйте определить, как наилучшим образом расставить мебель у себя в квартире или сделать своими руками, например, складной столик. И Вы можете быть, хотя бы в малой степени почувствуете муки творчества конструкторов. Через такое напряжение духовных и физических сил они проходят все, чтобы в результате с радостью воскликнуть слово «Эврика!» При этом не обязательно должна возникнуть в ясных очертаниях новая машина. Достаточно бывает и одной детали или даже одной ее части, чтобы спал тяжкий груз поиска.

А нельзя ли облегчить труд конструктора, помочь ему как можно быстрее произнести слово «Эврика»? Для этого надо постичь тайные пути поиска наилучшего решения, по которым идет процесс мышления. Это сложная задача со многими неизвестными. Тем не менее над проблемой стоит поработать. Ведь ее решение позволит создать «думающую» машину, способную на творчество и даже на положительные «эмоции», связанные с выполнением задания. В этом направлении уже трудятся психологи, математики и электронщики. Возникла даже новая наука — эвристика, которая выясняет природу вдохновения, озарения, интуиции и, наконец, пути, по которым идут в человеческом мозгу процессы, приводящие к изобретениям и открытиям.

Определенных успехов эвристика уже добилась. Машины умеют играть в шахматы — в игру, которую называют гимнастикой ума. Так, в 1967 году был проведен шахматный матч ЭВМ между СССР и США, который закончился со счетом 3:1 в пользу СССР. А в 1974 году проводился первый чемпионат мира по шахматам среди цифровых вычислительных машин. Эвристическая шахматная программа, которую наши специалисты назвали именем мифической покровительницы этой игры богини Каиссы, одержала победу.

А совсем недавно в кинотеатре «Жеод» в Париже начали демонстрировать 15-минутный фильм «Волшебное яйцо», сценаристом, режиссером, оператором и композитором которого является ЭВМ. По свидетельству очевидцев, вокруг эвристического фильма много споров и равнодушных нет.

Конечно, машине еще далеко до настоящего творче-

ства конструктора. Но оказать ему существенную помощь она уже может, особенно, когда человек дает основные идеи, а машина их обрабатывает, корректирует, производит необходимые расчеты и выдает готовые чертежи. На таком тесном содружестве человека и машины построена так называемая система автоматизированного проектирования (САПР). Как и любая система, она складывается из нескольких составных частей, которые называют системами обеспечения. В САПР входят технические, математические, программные, лингвистические, информационные, методические и организационные обеспечения. ЭВМ и периферийное оборудование, с помощью которых непосредственно решаются задачи проектирования, составляют техническое обеспечение.

Периферийные устройства, хотя и не названы центральными (центральное место заняла сама ЭВМ), тем не менее, они исключительно необходимы, так как предназначены для ввода, вывода, подготовки данных и запоминания больших объемов информации. Они в процессе работы преобразуют форму представления информации, но не изменяют ее содержания. Запоминающие устройства увеличивают собственную память ЭВМ до десятков и сотен гигабайтов и позволяют оперировать с большими объемами справочной и проектной информации. Для этого применяют накопители на магнитных лентах и дисках. Устройства ввода преобразуют в электрические сигналы информацию, поступающую в виде кодов на перфоленты и перфокарты, тексты и графические изображения. Ввод данных может быть также осуществлен с помощью пультовых пишущих машин и дисплеев. Информация выводится опять-таки путем применения пишущих машин, дисплеев графических регистрирующих устройств, печатающих устройств и перфоносителей.

Основным средством документального представления информации являются печатающие устройства, которые в последнее время получают широкое распространение. Скорость печатания составляет 100—400, а у некоторых конструкций она доведена даже до 600 знаков в секунду. Машины ударного действия успевают за одну минуту напечатать 150—3000 строк, а электрофотографические — 5000—25 000 строк в минуту при высоком качестве изображения. Куда там с ними тягаться даже опытной машинистке, которая может напечатать пять —

семь строк в минуту или три — пять знаков в секунду. Кстати заметим, что набор данных для ввода осуществляется оператором вручную с помощью клавиатуры и часто сопровождается ошибками. Специальные устройства подготовки данных брак и ошибки не пропускают. Они, так сказать, контролируют и редактируют работу оператора.

Конструкторский труд — это не только решение технических задач, но и оформление сложной и громоздкой документации. При составлении документов на машину или даже на отдельную деталь необходимо выполнить требования стандартов, дать спецификации, схемы, таблицы, пояснения и прочее. На это уходит значительная часть времени и большие средства на содержание штатных единиц, помогающих ведущему конструктору. Так, в конструкторских бюро машиностроительных предприятий или объединений ведущих конструкторов единицы, а их помощников десятки и сотни. Почти все они заняты детальной разработкой проектов и оформлением конструкторской документации. Применение САПР существенно сокращает эту часть работы, особенно когда система оснащена чертежными автоматами. Они дают погрешность изображения до 0,02 мм при скорости перемещения вычерчивающего узла порядка 1 м/с. Чертежи получаются на листах бумаги размером до 1,5×2 м либо на рулонной ленте. Причем скорость вычерчивания на планшете с листом бумаги доведена до 800 мм/с с минимальным шагом 0,025 мм. Конструкторы таких устройств и эти достижения не считают пределом. Отметим, что графическое построение наряду с текстом может быть представлено и на экране дисплея.

Для того чтобы с помощью САПР решать специализированные задачи в какой-либо области машиностроения, ее подсистемы оснащаются пакетами прикладных программ. Пакеты прикладных программ включают в себя различные модули, которые реализуют конкретные математические модели элементов конструкций, оптимизацию проектных процедур, расчеты деформаций температурных полей, характеристики графического построения в соответствии с правилами ГОСТов, а также модули редактирования данных. Например, в подсистемах проектирования станков применительно к заданным типам имеются пакеты прикладных программ для синтеза компоновочной схемы станка, конструирования его

узлов, проведения прочностных и других расчетов деталей, содержатся программы для динамических расчетов режимов резания, колебаний, жесткости, точности, производительности и стоимости будущего станка. В других подсистемах, например технологической подготовки производства, заложены данные для составления маршрутной технологии, выработки управляющей информации для станков с числовым программным управлением и прочее.

Как видите, эффективность применения САПР зависит от программного обеспечения. А для того чтобы составить программы, необходимы разработчики высокой квалификации и помощь специалистов разных профессий. Ведь программы не возникают на пустом месте. В них отражены последние достижения науки и техники, обобщены для конкретного использования наиболее важные и проверенные теорией и практикой результаты. Поэтому стоимость программного обеспечения САПР может в несколько раз превышать стоимость всего оборудования. Но эти затраты затем с лихвой окупаются при проектировании новых сложных, точных и производительных машин. Вот почему ускорение научно-технического прогресса в настоящее время и тем более в будущем немыслимо без применения систем автоматизированного проектирования.

Однако на пути широкого применения САПР стоит несколько проблем, которые необходимо преодолеть в кратчайшие сроки. Мы не будем здесь перечислять чисто технические трудности в создании определенного количества оборудования, а остановимся на других, не менее важных. Прежде всего необходимо преодолеть психологический барьер, отойти от привычных путей проектирования. Для этого старшему поколению конструкторов следует освоить новую систему проектирования, а школьникам и студентам необходимо приобрести знания и опыт для того, чтобы уже сразу с первых шагов начать работать с передовой техникой, минуя устаревшие методы. Существует еще одна проблема, о которой следовало бы сказать. Рассмотрим ее подробнее.

Процесс проектирования машины начинается с утверждения технического задания. Затем на основе предварительного проектирования, тесно связанного с этапом научно-исследовательских работ, начинается эскизное проектирование. В эскизном проекте отражаются резуль-

таты проработки той или иной машины. Заметим, что в голковом словаре русского языка «эскиз» — это «предварительный набросок к картине, рисунку». После эскизного проекта идет этап рабочего или технического проектирования. В результате происходит тщательная проработка всех конструкторских и технологических решений, которые фиксируются в техническом проекте. Далее, получив соответствующие разрешения и визы, начинается изготовление и испытание опытного образца изделия с обязательной корректировкой чертежей по выявленным ошибкам и недоработкам. Вам приходилось, очевидно, читать в газетах о том, как проходят по разным дорогам страны испытания первых опытных образцов автомобилей. Есть и специальные полигоны. Короче говоря, вся новая техника проходит испытания, доводку, опять испытания, после чего компетентная комиссия составляет акт приемки опытного образца или партии и рекомендует к постановке изделия на производство. Дело это крайне трудоемкое и ответственное, и даже оговорено четкими требованиями Государственных стандартов «Единой системы технологической подготовки производства» и «Единой системы конструкторской документации» (соответственно ЕСТПП, ЕСКД).

Однако, имея даже удачный опытный образец машины, еще не значит, что она пошла в серийное производство. Необходимо выполнить очень большой объем работ на заводе, а чаще всего на многих заводах по установке и отладке нового оборудования, решить организационные вопросы кооперации и многое, многое другое.

Но допустим, что с помощью САПР мы быстро преодолели этапы создания эскизного и рабочего проекта. На этих чертежах расписалась машина (так она и делает, оставляя свой гриф), ведущий конструктор-оператор и все, кому положено на заводе. Теперь наступает очередь согласований и подписей за пределами предприятия. По самой скромной оценке, которая сообщалась в нашей прессе, этих подписей очень много — порядка сорока. Чтобы их собрать, необходимы большие усилия специалистов. В результате сбора этих подписей весь выигрыш, полученный от применения САПР, сводится практически к нулю. Выпуск новых машин затягивается на долгие годы. Когда же, наконец, из ворот завода появляется новое детище, оно часто оказывается уже устаревшим.

Время не ждет. Все стремительно развивается и тот, кто не умеет быстро перестраиваться на выпуск совершенной продукции, тот оказывается в хвосте научно-технического прогресса. Поэтому наряду с внедрением САПР в настоящее время проводится серьезная работа по коренному улучшению дел, связанных с выпуском новейшей техники, устранению всяческих препятствий, тормозящих развитие прогресса.

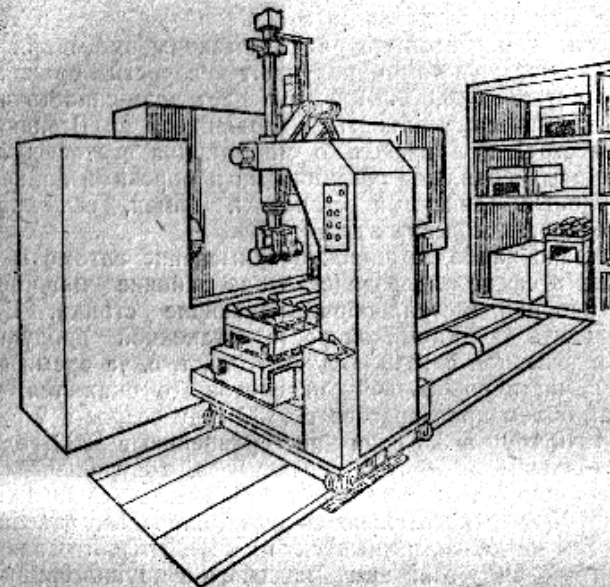
Успехи вычислительной техники и электроники не могли не отразиться на автоматически действующих системах. Раньше автоматы были в основном механические со сложными кинематическими схемами. Удивляет своей оригинальностью станок-автомат для нарезания напильников известного механика, архитектора и художника эпохи итальянского Возрождения Леонардо да Винчи. Этот станок получал движения с помощью грузов. Поражают сложностью и качеством исполнения станки механика А. К. Нартова. Некоторые механизмы его станков и сейчас имеют практическое применение. Особенно удобны для автоматизации взаимосвязанных движений кулачковые механизмы. В грузовых и легковых автомобилях распределительные валы настолько прочно вошли в конструкции двигателей, что, судя по всему, от них не собираются отказываться. Справедливости ради отметим, что кулачковые механизмы были знакомы механикам и до А. К. Нартова. Без них, в частности, вряд ли можно было бы создать такие сложные механизмы, как андронды.

В современных станках-автоматах, как и во многих других автоматически действующих машинах, кулачковым механизмам пришлось потесниться. Различные электромеханические, пневматические и гидравлические устройства, оснащенные электронными, оптическими, электромагнитными и другими датчиками, не только осуществляют в определенной последовательности требуемые движения, но и соблюдают заданную точность. При этом управляющая роль кулачкового валика, если так можно выразиться, перешла к магнитным лентам, дискам, перфокартам. Именно управляющая, а не силовая. Ведь магнитные ленты, диски и прочее дают только команды на выполнение действия в отличие от кулачков, которые к тому же его и осуществляют.

А если кулачок изнашивается или поломался резец, движением которого через исполнительные механизмы стан-

ка управляет магнитная лента, то что тогда произойдет? Очевидно, нарушится точность движений, передаваемых кулачком, а в случае поломки резца прекратится обработка. Все вроде бы просто. За исключением того, что машины будут продолжать выполнять бессмысленные действия, пока человек их не остановит и не внесет соответствующие исправления. Можно, конечно, поставить аварийные выключатели. Но они только остановят машины, но не изменят положение дел. Автоматы, которые последовательно включают устройства воздействия на объект регулирования без исправления возможных ошибок на выходе системы, называют разомкнутыми. Примеров можно привести много. Здесь и механические куклы прошлого, часы, разнообразные токарные и зубообрабатывающие станки-автоматы, которые и сейчас работают в цехах заводов, вязальные машины, ткацкие станки и многое другое. Разомкнутой системой является и автомобиль, который без вмешательства водителя не в состоянии остановиться перед канавой или объехать препятствие.

Мы как-то не задумываемся, когда осуществляем обычные для нас действия: идем ли по улице, берем ли в руки какой-нибудь предмет. Это так привычно, когда ноги «сами» реагируют при ходьбе на неровности дороги, а пальцы рук легко удерживают хрупкую вещь, не превышая возможных усилий. Иначе и не должно быть, так как результаты каждого движения быстро оцениваются определенными участками мозга, после чего к соответствующим мышцам направляются нервные импульсы, вызывающие корректировку последующего действия. Наши датчики — зрение, осязание, слух и обоняние. Они постоянно работают и в зависимости от внешних условий передают друг другу своеобразную «пальму» первенства. При ходьбе, например, первостепенную роль играет зрение и нервные окончания ног, передающие сигналы о характере непосредственного соприкосновения их с дорогой. Шагающие куклы-автоматы или роботы идут чеканным шагом, не разбирая неровностей и препятствий на своем пути. Это разомкнутые автоматические системы. Правда, в настоящее время делаются серьезные попытки снабдить роботов датчиками и ЭВМ с тем, чтобы они могли оценивать свои действия при ходьбе. И наметились даже некоторые успехи. Но подлинная революция сейчас происходит не в области ша-



У станка работает промышленный робот

гающих автоматов, а в создании роботов, заменяющих собой человеческие руки с традиционным, если нужно, перемещением на колесах, салазках или гусеницах. Такие роботы имеют электрические или гидравлические «мышцы», электронное зрение и датчики, контролирующие силу захвата. Они работают по программе, оценивают ситуацию с помощью ЭВМ и могут быть быстро перенастроены на выполнение других операций. По существу это замкнутые автоматические системы, которые в состоянии исправлять свои действия благодаря датчикам и мини-ЭВМ.

Замкнутые автоматические системы работают без вмешательства человека с высокой точностью и производительностью. Эти системы разнообразны. Многие станки работают в автоматическом режиме, хотя и имеют дублирующее ручное управление. Спутники Земли, межпланетные станции и спускаемые аппараты — сложные и высокоточные автоматы. Достаточно сказать, что изменение направления их полета на расстоянии до 80 млн.

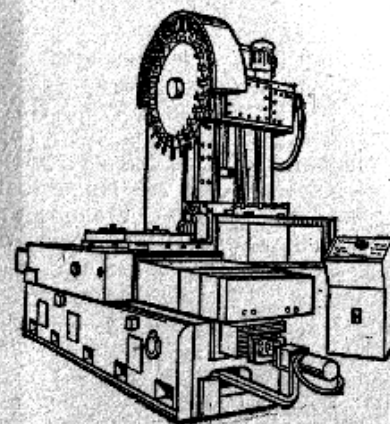
км от Земли производится с ошибкой не более 0,00001 градуса. А многотонные радиотелескопы благодаря автоматическим системам получают скорости вращения с точностью до 0,000001 %, что дает возможность изучать космические объекты, находящиеся во Вселенной на расстоянии в несколько миллиардов световых лет. Автоматы управляют воздушными и морскими лайнерами, работой прокатных станов и домен, выполняют много других полезных дел.

Однако наиболее широкое применение автоматы получили в сфере производства как рабочие машины и особенно как металлообрабатывающие станки. Если проследить за динамикой роста станочной продукции СССР в период с 1933 по 1940 годы, т. е. за время второй и частично третьей пятилеток, то окажется, что общий объем производства в 1937 году возрос в 2 раза, а в 1940 году в 3,5 раза по сравнению с 1933 годом. Изготовление автоматов увеличилось, но удельный вес их был еще мал и составлял в 1937 году 2,9 %, а в 1940 году 4,35 % относительно годовых плановых показателей. Тем не менее, их выпуск был крупным шагом вперед и диктовался развитием массового и крупносерийного производства.

Автоматы для фасонно-продольного точения стал выпускать завод им. Ф. Э. Дзержинского, одношпиндельные токарно-револьверные прутковые автоматы освоили заводы им. М. В. Фрунзе в Пензе и им. А. М. Горького в Киеве. Московский завод «Красный пролетарий» начал в 1937—1938 годах производство вертикальных патронных шестишпиндельных полуавтоматов для обработки колец шарикоподшипников из труб. Одесский завод им. В. И. Ленина наладил изготовление шестишпиндельного вертикально-сверлильного полуавтомата непрерывного действия.

Во второй пятилетке были сконструированы и сделаны первые отечественные агрегатные станки, которые оказали большое влияние на развитие автоматизации технологических процессов в машиностроении и послужили основой для создания автоматических станочных линий, а затем и заводов-автоматов. Составленные из отдельных нормализованных агрегатов, объединенных единой управляющей системой, агрегатные станки не только уменьшили сроки проектирования и освоения новых высокопроизводительных станков, но и обеспечили более

Многооперационный продольно-фрезерный станок с числовым программным управлением и дисковым магазином на 24 инструмента



высокое качество продукции и культуру производства. Отметим, что первые агрегатные станки предназначались главным образом для автотракторной промышленности, а затем получили распространение и в других отраслях машиностроения.

Принципиально новые пути создания станков-автоматов появились благодаря успешному развитию электроники и вычислительной техники. В настоящее время еще применяют автоматы, созданные только на основе механики, гидравлики с использованием электрических конечных выключателей или переключателей. Но они безнадежно морально устарели, так как не обладают гибкостью при переналадке. Поэтому эти автоматы рационально применять лишь при обработке деталей массового производства, например, гаек, шайб, болтов и других.

Большими возможностями располагают станки, у которых программа автоматического действия не имеет непосредственной связи с его кинематической схемой. К настоящему времени разработано достаточно много видов программного управления станками: цикловое программное управление (ЦПУ) — управление циклами перемещений и режимами обработки с помощью путевых переключателей и измерительных преобразователей; числовое программное управление (ЧПУ или NC от Numerical control) — управление обработкой по управляющей программе, в которой данные заказы в цифровой

орме; управление реализуется с помощью систем ЧПУ ручным заданием программы с пульта, имеющего клавиши, переключатели и прочее SNC (Speicher NC, Memory NC); разновидность ЧПУ, имеющая память для хранения всей управляющей программы, автономное управление группой станков с ЧПУ от ЭВМ или процессор — CNC (Computer Numerical Control) и, наконец, управление группой станков от общей ЭВМ (Direct Numerical Control), которая осуществляет хранение программ и распределение их по запросам от устройств управления станков. Следовательно, у станков могут быть устройства типа NC, SNC, CNC.

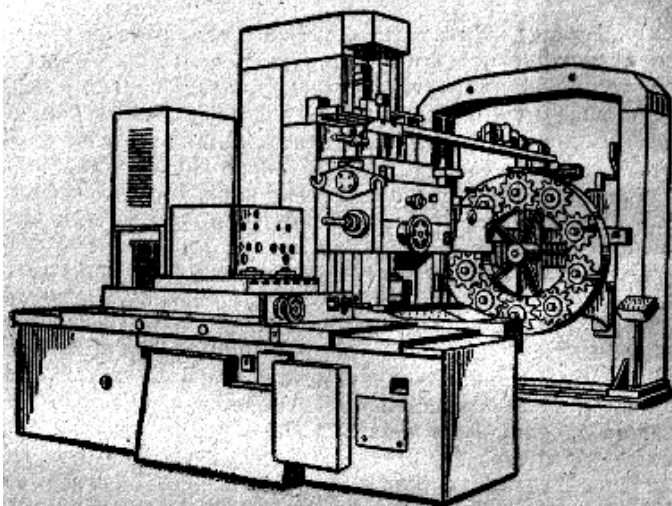
Как видите, устройств числового программного управления достаточно много. Но, в целом, их подразделяют на две большие группы. К первой группе относят устройства с постоянной структурой. Они имеют ввод оцифрованной программы на магнитной ленте, перфолене, ручное задание программы на штекерных панелях или с помощью специальной клавиатуры пульта. Ко второй группе относят устройства с переменной структурой, которых алгоритмы могут быть изменены применительно к различным производственным задачам с формированием нестандартных циклов автоматической обработки. Они содержат ЭВМ либо микропроцессоры, значительно упрощают подготовку и редактирование программ. Если вы когда-нибудь увидите маркировку станка, в которой будет буква Ф, то знайте, что это станок с программным управлением. Но после буквы Ф представляют еще и цифры для того, чтобы дать информацию о том, какой вид управления применен непосредственно на данном станке. Так, Ф2 обозначает станок с числовым позиционным программным управлением; для непрерывного программного управления применен индекс Ф3, а для обрабатывающих центров Ф4 и Ф5 (соответственно с позиционным и непрерывным управлением). Если к этому еще добавить, что имеются и самоприиспасабливающиеся (адаптивные) системы управления станками, то станет в общих чертах ясно, каких высот в этом деле достигли производственники, конструкторы и ученые.

Но продолжим наш рассказ об этих сложных рабочих машинах. В последнее время мы часто встречаем в газетах и журналах на первый взгляд непонятное сочетание слов — «обрабатывающий центр» (многоцелевой ста-

нок). Многоцелевые станки имеют самое непосредственное отношение к теме нашей беседы. Прежде всего, предпосылкой их появления послужило настоятельное требование машиностроителей создать такие станки, которые можно было бы быстро переналаживать на обработку самых разнообразных деталей. Но ведь мы только что говорили о станках с ЧПУ и их удобной и быстрой переналадке. Неужели они не подходят для этой цели?

Ответить отрицательно в категоричной форме здесь нельзя. Они подходят, но для выполнения одной какой-либо операции; один станок с ЧПУ может быть применен для фрезерования, другой — для точения, третий, например, для шлифования и так далее. И все они по изменяемым программам будут обрабатывать одну или разные детали, имея для этого каждый свой инструмент — фрезу, резец, шлифовальный круг. Вот и «путешествует» деталь с одного станка на другой. На это необходимо дополнительное время. К тому же по технологическим соображениям не всегда бывает удобным расположение самих станков в цехе или на участке. Вернее, то, что было удобно для детали одной конструкции, не подходит для другой. Вот если бы станок был многооперационным, т. е. мог бы выполнять сверление, нарезание резьбы, фрезерование и прочие виды обработки, да еще в переналаживаемом автоматическом режиме, тогда появилась бы возможность не только автоматизировать мелкосерийное производство, но и сократить вообще номенклатуру станков.

У многоцелевых станков один или два шпинделя с реверсивным вращением, может изменяться частота их вращения, шпиндели устанавливаются в определенном положении по отношению к заготовке. Сама же заготовка находится на подвижном столе станка, а стол может иметь линейное и поворотные перемещения. Перемещения и закрепление в требуемом положении столов и шпинделей осуществляются с большой точностью. Обычно нужное число позиций для столов равно 4—8, но иногда доходит до 72. Многоцелевые станки имеют автоматическую смену инструментов, которая выполняется с помощью поворотной револьверной шпиндельной головки, или станки оборудуют автоматической системой загрузки и разгрузки шпиндельных головок оправками с инструментами из магазина с применением автоопе-



Многоцелевой станок для сверления, растачивания, зенкерования, развертывания, нарезания резьбы, фрезерования в корпусных деталях. В его магазине 100 автоматически сменяемых по программе инструментов

наторов. Число оправок с инструментами в магазине может превышать 100. Причем, наибольшим удобством обладают конструкции, в которых сменные инструменты располагаются в магазине по порядку использования при обработке, а допускают любое расположение независимо от очередности использования. В последнем случае инструменты со специальными оправками кодируют. По этому коду и происходит вызов соответствующего инструмента, извлечение его из гнезда магазина, установка на шпинделе станка и возврат после использования в магазин на любое свободное место.

Возьмем, например, многоцелевые станки, которые выпускает Ивановское станкостроительное производственное объединение имени 50-летия СССР. Это сложные станки, в которых воплощены передовые идеи современности. Только один из таких станков ИР-320 может выполнять токарную, фрезерную, сверлильную и шлифовальную обработку, используя магазины автоматически сменяемых инструментов. Причем, что очень важно, обработку можно вести не по жесткому циклу, раз и на-

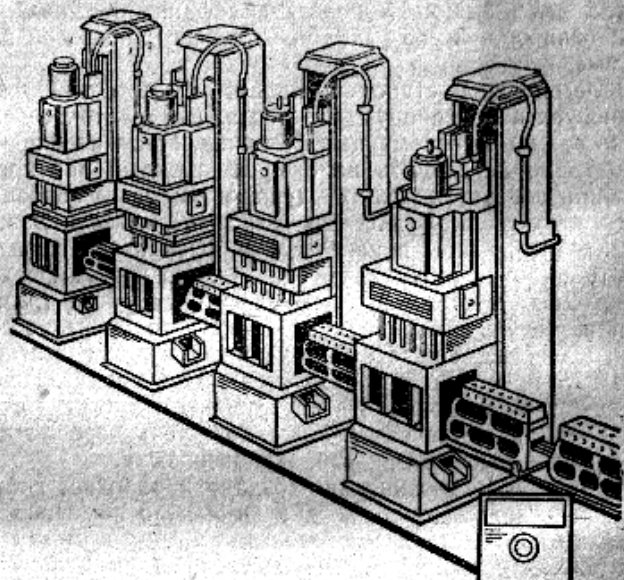
всегда заложенному в конструкцию механических узлов станков, а по гибкой, перенастраиваемой программе.

Многоцелевой станок позволяет быстро переходить на выпуск новой продукции. Последнее обстоятельство очень важно в современных условиях, когда необходимо оперативно переходить на выпуск каждый раз новых изделий, соответствующих лучшим мировым образцам. Все в этих станках должно работать четко и слаженно для того, чтобы в конечном рабочем звене осуществить обработку именно тем единственно нужным в данный момент инструментом. И здесь инструмент (резцы, сверла, фрезы, шлифовальные круги и головки) не должен подвести. Иначе очень сложный и дорогой станок сразу же превратится в бездейственный экспонат. Поэтому ясно, что требования к инструментам для этих станков предъявляются самые высокие с точки зрения долговечности, износостойкости, экономичности.

В этом же объединении создана и работает гибкая производственная система «Талка-500», с помощью которой делают детали многоцелевых станков. В эту систему входит гибкий производственный модуль «Модуль-500», который выполняет операции сверления, зенкерования, развертывания, растачивания отверстий, фрезерования плоскостей и сложных контуров, нарезание резьб и другие необходимые операции. Система способна работать длительное время без участия человека. А сама система «Талка-500», в которой заложены принципы безлюдной технологии, даже выполняет месячные, декадные и сменно-суточные задания и контролирует их выполнение. Применение такой автоматической системы повысило производительность труда на 65 % и уменьшило количество оборудования в 2,2 раза. Системы типа «Талка» применяют на многих машиностроительных заводах нашей страны, их покупают за рубежом.

Это сегодняшний и завтрашний день машиностроителей. В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года» поставлена задача опережающего выпуска металлорежущих станков с числовым программным управлением и станков типа «обрабатывающий центр».

В массовом производстве применяют автоматические линии из станков и агрегатов, с помощью которых весь



Участок автоматической линии для обработки блока цилиндров автомобильного двигателя

технологический процесс происходит без непосредственного участия человека. Автоматические линии осуществляют не только обработку, но и сборочные операции, окраску, а если требуется, то и упаковку и взвешивание изделий. Если линии составлены из агрегатных и специальных станков, то их труднее перенастроить при изменении технологии, нежели автоматические линии, созданные на основе обычных универсальных станков. Второй вид линий легче и быстрее настраивать, что немаловажно для производителей. У нас в стране работают разнообразные автоматические линии для производства поршней автомобильных и тракторных двигателей, подшипников качения, изготовления зубчатых колес, блоков цилиндров и многие другие. Есть автоматические линии, предназначенные для других отраслей промышленности. Такие линии делают обувь, бисквиты, консервы, электрические лампочки, кинескопы телевизоров и многое другое. Но какими бы линии ни были по назначе-

нию — все они созданы трудом машиностроителей других областей техники.

Теперь вспомните название этого рассказа: Шагать в ногу со временем. Что это значит? Не отставать? Нет, слишком мало для сегодняшнего дня! Идти, как и все? Явно недостаточно. Быть впереди, обгонять сегодняшний день для того, чтобы он не стал вчерашним, быть всегда на острие научно-технического прогресса — вот что значит шагать в ногу со временем! Таким должны быть машиностроители. А без ЭВМ, автоматических станков, линий и заводов теперь немислимо развитие промышленности, тем более машиностроения, как главной отрасли народного хозяйства.

ТРИ ВОПРОСА МАШИНОСТРОИТЕЛЕЙ

Перед нами комплект чертежей будущей машины. В них все продумано, выверено и утверждено. Эти чертежи могли быть выполнены не только на заводе-изготовителе машины, но и в отдельных конструкторских бюро, расположенных в других городах и республиках. Конечно, от места нахождения конструкторских коллективов суть дела не меняется. Но лучше, если машина спроектирована там, где предстоит ее воплотить в конкретную материальную форму. И дело здесь не в престижности того либо иного машиностроительного предприятия, а в более важных производственных задачах, требующих решения и часто даже определяющих дальнейшую судьбу чертежей. Таких вопросов достаточно много. Однако среди них есть самые главные, непосредственно связанные с техническими возможностями машиностроительных заводов.

Попробуем выяснить у руководителей машиностроительного производства, что беспокоит их при подготовке и организации производства нового изделия? Какие вопросы встают перед ними чаще всего в их практической деятельности? В чем сущность наиболее важных проблем, возникающих при изготовлении машины, если уже созданы чертежи, определены требования к материалам, из которых должны быть изготовлены детали и узлы, доказано, что такая машина нужна и будет пользоваться спросом?

Если сгруппировать эти вопросы по общим признакам, то их окажется всего три. Что же это за три вопроса? Что за три «кита», на которых держится все машиностроительное производство? Вот эти вопросы: Как, чем и на чем обработать исходный материал, чтобы получилась годная деталь машины? И так, прежде всего, как обработать исходную заготовку, чтобы из нее возникла законченная деталь — элемент машины?

Есть наука о способах воздействия на сырье, материалы и полуфабрикаты соответствующими орудиями производства — это технология. Специалистов, использующих эту науку в практической работе на предприятиях, называют технологами. Что же такое технология? Слово произошло от слияния двух греческих слов: *techne* — искусство, мастерство и *logos* — учение, слово. Существует множество толкований этого термина. Например, в политехническом словаре есть такое пояснение: «технология — совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, формы сырья, материала или полуфабриката». Разъяснения выдающегося знатока русского слова Владимира Даля даны им еще в 1863—1866 годах, в первом издании своего известного толкового словаря «живого великорусского языка» несколько иное¹: «Техника-ж, греч., заводское и ремесловое искусство, знание, умение, приемы работ и приложенье их к делу, обиход, сноровка. Технология — наука техники, заводский, ремесленный, промысловый обиход. Техник — технолог — сведущий в науке этой». Прекрасно сказано! Как часто нам не хватает именно того, что вмещается в три простых слова: «сведущий в науке этой».

Для каждого искусства характерно единство цели и разнообразия форм и методов ее достижения. Показать, создать, описать прекрасное, истинное — такова общая цель искусства. К ней стремятся актеры и скульпторы, художники и поэты. Искусство технолога, как искусство вообще, в том, чтобы существующими профессиональными различиями между отдельными специалистами не разрушить единство общей цели, поскольку все деятели искусства — люди «сведущие в своем деле, имеющие

¹ Даль В. Толковый словарь живого великорусского языка. Т. 4. М.: Русский язык, 1980.

свои приемы работ и приложенья их к делу, обиход, сноровку».

Но причем здесь искусство, актеры и прочее? Дело в том, что технология имеет свои ответвления, свои «жанры», свои приемы работ, свойственные этим «жанрам». Только в технике, а точнее в машиностроении их называют не «жанрами», а переделами. Очевидно, от слов «передельывать», «перерабатывать», превращать что-то из одного вида в другой. Имеется в виду, что в каждом переделе исходное сырье, исходный предмет труда перерабатывается, изменяет свои первоначальные свойства и качество, постепенно превращаясь в конечный продукт труда — станок, трактор или комбайн.

В общем виде можно назвать не так уж много переделов в технологическом процессе машиностроительного производства: заготовительный, обрабатывающий, сборочный. Вот и все. Конечно, разделение это условно, поскольку, например, при создании заготовки некоторые методы обработки такие же, как и при сборке, особенно при выполнении операций сборки изделий из отдельных деталей и узлов.

Любая деталь начинается с заготовки. *Заготовительный передел* — начало начал в технологическом процессе машиностроительного производства. Здесь создается исходная заготовка. Впоследствии, пройдя «сквозь строй» станков, роботов, приборов, конвейеров, складов, «обласканная» множеством рабочих рук заготовка превращается в деталь. Из совокупности деталей, соединенных между собой в определенном порядке, создается машина.

Заготовительный передел, пожалуй, самое сложное в непростом многообразии сложностей машиностроительного производства. Заготовительный передел сложен многообразием применяемых в нем форм и методов изменения исходного состояния материала, его физических, химических и прочих характеристик. Именно здесь из исходного сырья, не имеющего, казалось бы, ничего общего с конечным продуктом производства, возникает новое, доселе не существовавшее физическое тело, новые материалы с оригинальными свойствами.

Поясним это подробнее. По степени влияния на исходные продукты, по применяемым методам их превращения в заготовку в заготовительном переделе выделяют несколько самостоятельных технологических направле-

ний: литейное, кузнечно-прессовое и раскройное. Каждое из них — целая отрасль техники и технологии.

Знакомство с ними начнем с литейного производства. Его разделяют на чугунолитейное, сталелитейное, литейное из цветных металлов и сплавов. Однако не следует считать, что литейное и металлургическое производства суть одно и то же. Это не так. Точнее, не совсем так, поскольку и литейщики, и металлурги имеют дело с расплавами металлов. Однако металлурги производят металл, выплавляя его из руды и металлолома. Конечный продукт их труда — чугун, сталь, цветные металлы в чушках, болванках, слитках, различные виды проката. Иначе говоря, металлургическая промышленность не занимается изготовлением литых деталей, а лишь создает исходные металлы, нужные литейщикам для последующего литья из них деталей конкретных форм и размеров. Если для металлургов металл — конечный продукт их труда, то для литейщиков это лишь начальнейший продукт, сырье, из которого затем литейщики создают литую заготовку.

Существует более 50 разновидностей литья: в песчаные, металлические, песчано-смоляные и оболочковые формы. Оболочковые формы готовят из различных химически твердеющих материалов, в том числе с применением жидкого стекла. Оболочковые формы можно создавать и с помощью выплавляемых и газифицируемых, астиоряемых или замораживаемых моделей. Способов много. Результат один — пустотелая оболочка, форма, которую можно наполнить жидким металлом. Каждая из разновидностей способов литья может быть осуществлена многочисленными методами. Каждый вид характеризуется определенными параметрами качества отливки и ее себестоимостью. Следовательно, области наиболее эффективного применения конкретного способа и методы его осуществления достаточно ограничены, что позволяет четко выбрать тот или иной в каждом конкретном случае.

При изготовлении крупных отливок станин, корпусов машин, маховиков и других громоздких и сложных деталей массой до 200 тонн литейщики преимущественно используют способы ручной формовки моделей в специальной формовочной смеси. Способ отливки в песчаные формы универсален. Его можно выполнять вручную, но он может быть и механизирован, что позволяет механизировать

весь процесс изготовления литейной формы. При этом применяют специальные формовочные машины, транспортные системы, устройства для сбора и регенерации отработавших смесей, возврата их в производство и многократного использования. Поэтому до 80 % по массе занимают детали, изготавливаемые литьем в песчаные формы. Этим способом можно отливать заготовки массой от 100 граммов до 200 тонн из стали, чугунов, цветных металлов и сплавов.

Существуют способы литья в металлические формы, которые называют кокилем. В последние годы распространен метод литья под давлением или в условиях вакуума, что позволяет вывести из отливки газы, растворенные в расплавленном металле, и тем самым значительно улучшить качество заготовки. Масса таких отливок сравнительно невелика. Например, из сплавов на медной основе методом вакуумного всасывания жидкого металла могут быть получены отливки массой не более 10 кг, что пока ограничивается техническими возможностями оборудования.

Литейщики используют также метод центробежного литья для изготовления различных чугунных, стальных, бронзовых, латунных, алюминиевых труб, гильз, втулок, фланцев, колес и других заготовок типа тел вращения. Этим способом экономически эффективно можно выполнить отливку массой от 10 до 1000 кг. Методом центробежного литья можно изготовить многослойные отливки из различных металлов, например, чугуна и бронзы, стали и латуни и пр. Представьте себе трубу или втулку, у которой наружная поверхность из чугуна, а внутренняя — из бронзы, или заготовку будущей шестерни, изготовленную из стали с ободом из специального сплава на медной основе. При изготовлении деталей таким методом экономят цветной металл.

Песчаные и оболочковые формы используют только один раз, затем их разрушают при выбивке отливки. Формы же, изготовленные из гипса, смеси песка с цементом, керамики, металла можно использовать многократно. Это значительно снижает стоимость отливки, позволяет эффективно использовать такие формы в серийном производстве. Кроме того, точность отливки в металлическую форму по сравнению с точностью отливки в песчаную форму выше почти в 2,5 раза. Отливка, изготовленная литьем под давлением, почти в два с половиной

раза точнее той, что создана при литье в песчаные формы! При использовании неразрушаемых форм можно значительно уменьшить толщину стенок отливок. Например, наименьшая толщина стенки отливки из алюминиевого сплава при равных условиях может быть при литье в песчаные формы равна 3...5 мм, по выплавляемым моделям 2,5...4 мм, при литье под давлением 2 мм. Таким образом, в результате использования прогрессивных методов литья можно уменьшить не только массу одной детали, но и массу всей машины, т. е. сократить ее металлоемкость, а следовательно, и расход металла.

При использовании прогрессивных методов литья в большом литейном цехе машиностроительного завода воздух чист и прозрачен, в формовочном зале яркий солнечный свет, не омрачаемый клубами дыма и пыли, нет грохота формовочных и трамбовочных машинок, а в зонах отдыха растут цветы и сверкают брызги декоративных фонтанчиков. А ведь всего несколько десятков лет назад все это литейщикам казалось несбыточной мечтой, фантазией. К сожалению, и ныне так еще далеко не везде.

Сказка может стать былью лишь при определенных экономических условиях, когда использование машинных методов и современных прогрессивных технологических процессов линейного производства становится эффективным. Это означает объективную необходимость перехода от мелких, разрозненных, малоэффективных, плохо оборудованных и вредных литейных цехов и участков к специализированному, мощному, хорошо оснащенному литейным заводам, предназначенным для централизованного изготовления разных отливок по заказам многочисленных потребителей. Конечно, желательно, чтобы заводы-потребители были расположены недалеко. Это еще больше повышает экономическую эффективность централизованного литейного производства. Нужно сказать, что подобные литейные заводы в стране уже существуют. Однако их число и мощность все еще недостаточны для полной ликвидации мелких литейных цехов.

Скажем несколько слов о технологических особенностях процесса изготовления отливок. Из сказанного выше понятно, что для создания отливки нужна форма. Мы знаем, из чего можно изготовить такую форму, известны и технологические возможности методов формовки: точность и масса получаемой отливки, минимальная

толщина ее стенки. Знаем, что свойства формовочных материалов влияют на качество отливки. К этому следует добавить, что для изготовления формы нужны модель отливки и стержень, выполненный из специальной массы по форме пустот в полости отливки, если таковые в ней должны быть.

При литье в песчаные формы необходимы также и специальные металлические рамки, так называемые опоки. В них набивают и утрамбовывают формовочную смесь. Для получения отливок сложных форм могут понадобиться две-три, а иногда и больше опок. Модель отливки сложной формы для удобства разделяют на несколько частей. Каждую часть формируют в отдельной опоке. Места и плоскости разделения модели выбирают так, чтобы каждую часть отдельно можно было бы извлечь после формования, не нарушив при этом целостности отпечатка формы. Линии и плоскости разреза назначают не только при литье в липейные формы разового использования, но и при использовании всех прочих видов форм. Если этого не сделать, то может возникнуть такая ситуация: отлили деталь, а вытащить ее из формы невозможно — не там назначена линия разреза и форма не раскрывается.

Для изготовления формы с помощью формовочной машины модель отливки или ее элементы монтируют на специальных металлических модельных плитах. Такую плиту с моделью укрепляют на столе формовочной машины. Сверху на плиту устанавливают опоку. Ее стенки окружают модель, создают рядом с ней закрытое пространство, в которое из бункера насыпают формовочную смесь. Затем поворачивают верхнюю плиту машины так, чтобы совместить ее с контурами опоки, и прижимают ею формовочную смесь в опочном пространстве. Включают машину. Стук, грохот, вибрация. Это формовочная машина встряхивает форму, спрессовывает формовочную смесь вокруг модели. Минута-другая и машину можно выключить. Остается осторожно снять опоку с машины. Теперь надо собрать воедино опоки с отпечатками всех частей отливки и литейная форма готова к использованию.

Грохот не обязательно должен сопутствовать машинной формовке. Есть формовочные машины, не создающие шума и грохота, работающие без вибраций и встряхивания, плавно вжимающие модель в формовочную

смесь. Конечно, на таких машинах и работать легче. Но вибромашины проще в изготовлении и обслуживании. Они достаточно дешевы. Позволяют быстро сменить модельные плиты и переналадить машину с одного вида формы на другой. До сих пор применение таких формовочных машин оказывается выгодным в условиях мелкосерийного производства. После извлечения отливки из формы ее очищают от остатков стержней, различных пригаров, наплывов, срезают технологические литниковые системы (литники, выпары, прибыли, холодильники и прочее), иногда в большом количестве дополняющие литейную форму и позволяющие равномерно заполнить ее металлом, создать нужный режим охлаждения готовой отливки. Затем — контроль качества отливки, при необходимости термическая обработка (отжиг, нормализация или старение) и отливка окончательно готова для передачи ее в механический цех.

Таковы, вкратце, общие принципы изготовления заготовок деталей машин методами литья.

Мы уже знаем, что технологические процессы изготовления заготовок не ограничиваются только литьем. Заготовки можно изготовить также штамповкой, ковкой, сочетанием в одной заготовке штампованных и литых элементов и частей — такие заготовки называют штамполитыми или штампованными, сварно-литыми в отличие от цельнолитых, цельнокованных, цельноштампованных. Сложные заготовки чаще всего готовят именно сочетанием различных способов. Например, сварные заготовки используют для изготовления конструкций деталей с очень выступающими частями, когда их изготовление другими методами оказывается нетехнологичным, неудобным или экономически невыгодным.

Плоские детали чаще всего изготавливают из заготовок, вырезанных из листового проката. Такие заготовки получают с помощью мощных ножниц-гильотин, виброножниц, роликовых ножниц, а также на машинах для термической резки металлов. Конечно, на таких машинах нет смысла просто разделять лист металла на прямоугольные части. Для этого вполне годятся и ножницы. Машины для термической резки используют в том случае, когда из проката нужно вырезать заготовки сложных форм, точных размеров. Эти машины высокопроизводительны, обеспечивают точность и скорость ре-

за (до 8...10 м/мин). Они поддаются полной автоматизации и роботизации выполняемых технологических операций, могут быть встроены в гибкие производственные системы, то есть в системы, которые позволяют быстро переналадить их с выпуска продукции одного вида на выпуск продукции другого вида.

Среди заготовительных операций почетное место отводится поковке и штамповке. Как и литейное мастерство, ремесло кузнеца относится к числу наиболее распространенных и древнейших. Нужно полагать, что зародились они одновременно. Тяжелый труд кузнеца давно стал символом процесса созидания. Молот стал эмблемой рабочего класса.

Старшее поколение советских людей хорошо помнит пафос слов песни первых лет революции «Мы кузнецы и дух наш молод, куем мы счастья ключи!» Кузнечное дело до сих пор не потеряло своего значения и влияния на общий уровень развития науки, техники и экономики. Только стало оно многограннее, интереснее, квалифицированнее. Новые машины — молоты, прессы, роботы и манипуляторы не только облегчили труд кузнеца, но иногда полностью заменяют его. Рабочий-кузнец нового типа управляет сложной техникой, следит за ее работой по приборам, точно знает свойства исходного материала и параметры технологического процесса.

Ковка, штамповка, специальные процессы пластического деформирования относятся к операциям обработки металла давлением. Машинную ковку (в отличие от ручной, исполняемой кузнецом и молотобойцем на наковальне) выполняют на специальных ковочных или штамповочных прессах, молотах и машинах. Все многообразие ковочных процессов разделяют на операции свободнойковки и штамповку.

Свободную ковку на молотах выполняют ударами непосредственно рабочей плоскостью гладкого бойка, укрепленного на падающей верхней части молота, так называемой бабе. Механический молот заменил кузальду молотобойца. На неподвижной нижней части молота — шабате укрепляют нижний гладкий боек, служащий наковальней. Методом свободнойковки создают заготовки (поковки) простой формы: сплошные цилиндры гладкие или с уступами (штоки, оси, валы, колонны), прямоугольники и кубики сплошные, гладкие и с уступами, расположенными в разных плоскостях (например, заго-

товки коленвалов), с отверстиями в различных направлениях, а также различные кольца, барабаны, колеса, фланцы, сложные заготовки типа крюков, скоб, вилок и многое другое. Наибольшая масса поковки, изготавливаемой методами свободнойковки, примерно равна 250 тоннам.

Для повышения производительности труда и качества небольших поковок кузнецы часто используют так называемые подкладные штампы. Такой штамп представляет собой плитку или диск с выточенной в нем полостью по форме поковки. К корпусу приваривают рукоятку из стального прута и штамп готов. После того, как кузнец отковал заготовку предварительно, придав ей грубые формы и размеры, он укладывает эту поковку в подкладной штамп, а затем все вместе на нижний боек молота. Сильными ударами молота заготовку забивают, заколачивают в полость штампа, придают ей тем самым окончательную форму и размеры.

Кузнецы машинной свободнойковки — большие мастера своего дела. Они используют почти тот же инструмент, что и кузнецы-ручники, только вместо молотобойца — мощный пресс или молот. Набор рабочих инструментов прост: гладилки, рубила, бородки, засечки, обжимки, головочки, кронциркули, шаблоны, угольники, упорки и прочее и прочее.

Сложнее оборудовано рабочее место кузнеца-штамповщика. Понятно, что его основное занятие — изготовление поковок и штампов методами горячей штамповки. Основным инструментом — ковочный штамп. Представьте себе стальной кубик с размерами сторон в 500 мм и более. На одной из плоскостей выфрезеровано углубление по форме поковки. Это и есть кузнечный штамп. Тот же подкладной штамп, только с более сложной фигурой — с ручьем, иногда с несколькими ручьями (много-ручьевого штампа). В отличие от подкладного такой штамп не укладывают на боек, а он сам служит бойком и его устанавливают на молот или ковочный пресс стационарно. Для этого нижнюю часть кубика срезают по форме ласточкина хвоста. Такое же углубление создают в нижней плите прессы и на опорной поверхности шабета и бабы молота. Штамповку можно производить с помощью одного фигурного бойка, при этом другой боек имеет гладкую рабочую поверхность, или с помощью двух фигурных бойков. В последнем случае такую ковку на-

зывают горячей штамповкой в закрытых штампах. В отличие от свободнойковки штамповкой ограничена не только мощностью молота или прессы, но и габаритными размерами поковки, которую нужно поместить в плоскость штампа. Поэтому горячей штамповкой изготавливают детали сложной конфигурации, массой не более 3 тонн в открытых и массой 100—150 килограммов — в закрытых штампах.

Конечно, точность изготовления штампованных заготовок намного выше, чем поковок, созданных методами свободнойковки, что позволяет оставлять на заготовке меньше металла в качестве припуска для ее дальнейшей обработки резанием. Иногда точности штамповки вполне достаточно для того, чтобы использовать заготовку в качестве детали без дополнительной обработки, особенно в тех случаях, когда высокая точность и не требуется. Например, в сельскохозяйственных машинах (плугах, боронах, сеялках) есть много деталей, полностью изготовленных методами горячей штамповки без последующей механической обработки резанием.

Несколько слов о молотах, прессах и ковочных машинах или, как их называют технологи, ковочно-штамповочном оборудовании общего назначения. Не вдаваясь в подробности, лишь укажем, что среди них есть паровоздушные молоты с массой падающих частей в 8 тонн. На таких молотах можно ковать поковку, масса которой приближается к 700 кг. Если нужны поковки поменьше, от сотни граммов до 70 килограммов, то используют пневматические молоты. Масса падающих частей пневматических молотов, используемых в машиностроении, находится в пределах от 75 до 1000 килограммов в зависимости от модели молота. Крупные поковки, чаще всего — стальные слитки, коуют на ковочных гидрпрессах. Горячештамповочные кривошипные прессы могут развивать очень большие усилия — до 80 МН, а гидравлические штамповочные — до 700 МН!

Если требуется осадить конец длинного вала, создать утолщение на его торце, например, подготовить фланец или изогнуть длинную заготовку в нескольких плоскостях, то подобные работы выполняют на горизонтальных или вертикальных ковочных машинах. Например, гибку сложных элементов несущей рамы плуга выполняют методом горячей штамповки на горизонтально-ковочных машинах в специальных гибочно-ковочных

штампах, укрепленных и перемещающихся в горизонтальной плоскости.

Штамповку можно выполнять не только в горячем, но и в холодном состоянии, без нагрева исходного металла. Такую штамповку называют холодной. Следует сказать, что процессы холодной штамповки широко распространены в машиностроении. Вспомните кузова автомобилей, тракторов, комбайнов, фюзеляжи самолетов и вертолетов, корпуса любительских алюминиевых лодок, кастрюли, ложки, вилки, ножи, монеты, значки, ордена, медали и многое другое. Все эти предметы изготовлены различными методами холодной штамповки.

Метод объемной штамповки используют, если нужно изменить форму заготовки, например, высадить головку болта или придать куску металлического прута форму шестигранной гайки. Объемной штамповкой формуют детали шарниров, различные гильзы, втулки, корпуса, чеканят рельефные изображения на значках и знаках, высаживают головки винтов, заклепок, гвоздей.

Это очень большой «отряд» заготовительных операций. Среди них можно выделить две большие самостоятельные группы: формообразующие операции, о которых уже шла речь, и так называемые разделительные, когда объем или площадь заготовки разделяют на части нужных размеров или форм. К разделительным относят операции по разрезке, рубке материалов, пробивке различных отверстий, пазов и прочие.

Операции холодной штамповки выполняют на штамповочных прессах более точных, жестких и быстродействующих, чем те, которые применяют при горячем прессовании. Следует помнить, что для проведения любой технологической операции нужны инструменты, в данном случае это ножи, пуансоны, матрицы и тому подобное. Их объединяют в специальные сменяемые блоки-штампы. Но многими такими инструментами можно работать и без штампов. Для этого инструмент укрепляют непосредственно в специально подготовленных гнездах на постоянных и подвижных частях пресса. Так, например, укрепляют ножи для разрубки материала, различные пробивные и гибочные пуансоны и матрицы.

Подобные решения обычно используют, если требуется исполнить простейшие разделительные операции. Например, разрезать ножом гильотины тонкий лист материала на две части или создать небольшое число одина-

ковых деталей в тех случаях, когда изготовление точного и сложного специального штампа может оказаться экономически неоправданным. Требуемую работу легко можно исполнить без специальных штампов, с помощью координатных или координатно-револьверных прессов. В револьверную головку такого пресса можно установить от 18 до 32 сменных комплектов рабочих инструментов. Их положение относительно детали задается системой программного управления, что значительно сокращает установку и фиксирование инструментов в рабочей позиции. Работа на подобных прессах производится в ручном или автоматическом режимах. При том и другом режиме заготовку укрепляют непосредственно на столе (плите) пресса. Стол по команде, поступившей от ЭВМ, или вручную перемещается по плоскости. В каждом фиксированном положении очередная поверхность заготовки подставляется «нужному» инструменту, укрепленному в поворотной револьверной головке. Так, шаг за шагом, обрабатываются те места в заготовке, где должны быть проделаны операции гибки, пробивки, разрезки и другие.

Поскольку мы упомянули о штампах для холодной штамповки, то укажем, что это очень сложные и точные инструменты. Многообразие их конструкций велико. Но все же все штампы поддаются классификации по их основным признакам и типам. Как отмечалось выше, различают штампы разделительные и формообразующие, простые однообразные и сложные, комбинированные. С помощью последних одновременно исполняют несколько различных операций.

Штампы могут быть последовательного (когда переходы следуют друг за другом), совмещенного (переходы происходят одновременно) или последовательно-совмещенного действия. Кроме того, штампы для холодной штамповки распределяют на две группы: с направляющими устройствами и без них. Первые — более точные, проще в эксплуатации, но сложнее в изготовлении. Их преимущественно применяют в массовом, крупно- и среднесерийном производстве. Вторая группа штампов проще в изготовлении, но сложнее в наладке. При эксплуатации таких штампов нужно верхние и нижние элементы, пуансоны, матрицы, ножи очень точно устанавливать относительно друг друга. Такие штампы из-за про-

тоты конструкции чаще используют в мелкосерийном производстве.

Известный специалист в области холодной штамповки металлов, профессор В. П. Романовский в своей книге¹, используемой многими инструментальщиками, отмечает, что холодная листовая штамповка является одним из наиболее прогрессивных технологических методов производства. Она имеет много преимуществ перед другими видами обработки металлов как в техническом, так и в экономическом отношении. Позволяет изготавливать детали весьма сложных форм, создавать прочные и жесткие конструкции взаимозаменяемых деталей с достаточной высокой точностью размеров, преимущественно без последующей механической обработки резанием. Холодная штамповка отличается экономным использованием материала, высокой производительностью, относительно низкой стоимостью изделия. Операции холодной штамповки поддаются автоматизации и роботизации.

Нужно сказать, что методы холодной штамповки применяют не только в заготовительном переделе. Они также широко распространены и в остальных технологических переделах машиностроительного производства. Холодной штамповкой можно создать вполне законченные детали. Ее методы пригодны для финишной обработки предварительно подготовленных поверхностей, например, при калибровании наружных диаметров поршневых пальцев к двигателям внутреннего сгорания. Методы холодной штамповки успешно применяют и для выполнения сборочных операций. Штамповочные операции широко распространены в массовом и крупносерийном производстве. С их помощью создаются основные виды неразъемных соединений (соединение «в замок», отбортовка, обжимка, полая посадка, обтяжка) и некоторые типы разъемных соединений (отгибка шипов, лопаток и другие).

Объединив в одном агрегате комплекс последовательно выполняемых переходов холодной штамповки — от вырубки исходных заготовок и их формообразования до сборки готовых деталей в законченное изделие, совмещая время выполнения этих операций с временем перемещения заготовок от одного комплекта инструментов

¹ Романовский В. П. Справочник по холодной штамповке, 6-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1979. 520 с.

к другому, известный советский изобретатель и инженер, академик Л. Н. Кошкин создал новый класс машин — роторные и роторно-конвейерные линии, комплексы, поражающие воображение своей необычно высокой производительностью и экономичностью. Например, автоматическая роторная линия может в 1 минуту изготовить 1000 таких непростых узелков, как клапан к аэрозольным баллончикам, заменив целый кузнечно-прессовый цех.

Развитие производства роторных линий несомненно в ближайшие годы станет одним из основных путей совершенствования машиностроительного комплекса, в том числе для отраслей, производящих товары народного потребления. Именно так определена эта концепция в «Основных направлениях экономического и социального развития народного хозяйства на 1986—1990 годы и на период до 2000 года». Записанные в них задания по развитию роторных машин стали логическим продолжением и развитием решения, принятого по этому вопросу на заседании Политбюро ЦК КПСС в сентябре 1984 года.

Что же такое роторные и роторно-конвейерные линии? В чем различие между ними и какова сущность технических решений, принятых в конструкциях этих машин? Прежде всего укажем, что роторная машина может состоять всего из одного ротора — вала с большим числом дисков. На двух дисках, находящихся в середине вала, укрепляют ползуны. По ним вдоль оси вала могут перемещаться навстречу друг другу рабочие инструменты — пуансоны и матрицы. Такое движение создается с помощью специальных роликов и толкателей, направляемых по копирам или кулачкам, установленным на крайних дисках вала.

При повороте средних дисков относительно неподвижных наружных ползуны, повинаясь профилю кулачков, будут перемещаться навстречу друг другу, совершая рабочий ход. Если это штамповой инструмент и между ним уложена заготовка, то в результате такого перемещения совершится операция штамповки. Если на ползунах укрепить не пуансон и матрицу, а специальные держатели и ловители, то в каждом из таких устройств может разместиться узелочек или одна готовая деталь. Тогда при рабочем ходе произойдет совмещение узелков или отдельных деталей. Возникнет новая сбо-

рочная единица, как в рассмотренном выше примере со сборкой клапанов аэрозольных баллончиков. Вал с дисками приводится во вращение. Причем его внутренние диски вращаются независимо от наружных и с разными скоростями. В результате не только происходит штамповка или сборка, но и одновременно осуществляется перемещение заготовок и готовых изделий относительно рабочих инструментов. И вместе с ними — относительно той точки, откуда начался отсчет траектории, то есть от места загрузки деталей или заготовок в это устройство, которое и называют технологическим ротором, поскольку в нем и с его помощью осуществляется технологическая операция штамповки или сборки.

Если машина состоит всего из одного технологического ротора, ее называют роторным автоматом¹. Если же кроме нескольких технологических роторов на одной станине смонтированы транспортные роторы, расположенные в соответствии с технологической последовательностью, имеются автоматы для подачи заготовок, средства электроавтоматики и главный привод, то такие устройства уже называют автоматическими роторными линиями (АРЛ). Следовательно, в общем виде можно сказать, что АРЛ — это совокупность нескольких технологических и транспортных роторов, расположенных в общей станине в соответствии с технологической последовательностью и связанных приводом, осуществляющим их синхронное вращение, которое обеспечивает автоматическое выполнение основных и вспомогательных переходов.

В отличие от них автоматические роторно-конвейерные линии — это многооперационные технологические машины, в которых совмещены технологические и транспортные операции, а инструмент отделен от исполнительных органов и размещен в замкнутых конвейерах, огибающих обслуживаемые роторы, на которых перемещаются исполнительные элементы и рабочие инструменты.

Не все операции холодной штамповки нуждаются в наличии точных штампов, мощных прессов, роботов и систем ЧПУ. В последнее время получили распространение высокоэнергетические импульсные методы листо-

вой штамповки: штамповка ударной волной, возбуждаемой в результате действия взрыва, электрического разряда в жидкости или мощного магнитного импульса. Эти методы применяют для изготовления небольших партий сложных деталей, если нет смысла создавать точную и дорогую технологическую оснастку или приобретать специальное оборудование. Кстати, при использовании любого из перечисленных методов можно обойтись только одной частью из обычного комплекта рабочих органов штампа — пуансоном или матрицей в зависимости от требуемой формы детали. Другую, отсутствующую часть инструмента заменяет ударная волна или среда, передающая ее непосредственно к заготовке. Точность такой штамповки достаточно велика. Например, при изготовлении сферических стальных днищ диаметром до 1,5 м отклонение размеров днища от размеров матрицы не превышает 2,0 мм. Подобными методами выполняют пробивку, вытяжку, рельефную формовку, обжимку, отбортовку, раздачу трубчатых заготовок, оформление сложного контура на листовых и полых заготовках, калибровку и тому подобное.

Перечисленные выше методы изготовления заготовок не исчерпывают, однако, все многообразие существующих способов и приемов выполнения работ в заготовительном переделе машиностроительного производства. Основную часть заготовок получают из проката различных видов, профилей и размеров. Для этих целей используют многочисленные способы разрезания длинномерных прутков, листов, уголков на куски нужных размеров. Металлургическая промышленность в настоящее время обеспечивает машиностроение своей продукцией очень широкой номенклатуры, в том числе готовыми товарными заготовками: стальными кубиками и брусками для изготовления штамповых молотовых бойков, цельнотянутыми баллонами для хранения сжатых и сжиженных газов, колесами и бандажами для колесных пар железнодорожного транспорта и трамваев.

Главной продукцией металлургов, предоставляемой ими машиностроителям, все же остается так называемый сортовой и фасонный прокат, трубы, различные профилированные, гнутые, горячепрессованные и периодически формованные заготовки из стали и цветных металлов. Номенклатура видов и размеров прокатной продукции чрезвычайно велика. Она позволяет конструктору и тех-

¹ Коткин Л. Н. Роторные и роторно-конвейерные линии, М: Машиностроение, 1986.

нологу избрать наиболее экономичный вариант компоновки машины; обеспечить прочность ее элементов; создать рациональную малоотходную или вовсе безотходную технологию ее производства; экономить все виды ресурсов — энергию, труд, финансы и прочее. Например, простые сортовые профили общего назначения (прутки круглого, квадратного, шестигранного, прямоугольного сечений) используют для изготовления гладких и ступенчатых валов и осей с небольшим перепадом диаметров ступеней, различных втулок, станков, тяг, гаек, болтов, рычагов и прочее. Фасонные профили проката общего назначения (уголки, балки двутавровые и швеллеры) преимущественно используют для изготовления рам, подставок, кроштейнов, каркасов, форм и тому подобного. Фасонные профили проката отраслевого и специального назначения применяют в массовом и крупносерийном производстве, например, в автотракторном и сельскохозяйственном, энергетическом и электромеханическом машиностроении.

В последние годы получили распространение оригинальные способы создания металлических заготовок методами горячего и холодного прокатывания. Например, балки передних осей автомобиля, лопасти турбин и подобные сложнейшие детали изготавливают методом продольной профильной прокатки. Валы электродвигателей, шпиндели станков и машин небольших размеров ныне часто изготавливают методом поперечно-винтовой прокатки. Различные детали типа тел вращения получают в результате поперечно-клиновой прокатки, особенно эффективной в условиях крупносерийного и массового производства. Детали подшипников (шарики, ролики) выполняют методом поперечной прокатки. Уже по названиям методов понятно, что их принципиальное отличие в траектории движения заготовки относительно специально спрофилированного инструмента (различных валков, обжимок, роторных колец и других).

Профильный прокат целесообразно применять там, где профиль заготовки, созданной из него, в последующем не подвергается или мало нуждается в дополнительной механической обработке. По существу, таким способом металлургии изготавливают практически готовые детали. Так, например, прокатывают шарики подшипников. Заготовки шаров из стального прутка сыплются поодиночке из шаропрокатного стана, как из рога изоби-

лия. Понятно, что подобная технология особенно целесообразна, когда требуются детали или заготовки, изготовленные из труднообрабатываемых и дорогих сталей и цветных сплавов.

Методы горячепрофильной прокатки с успехом применяют, например, для выдавливания эвольвентного профиля зубьев на гладком ободе стального диска, превращаемого в шестерню автомобиля. Зубья горячекатаных шестерен соответствуют точности зубьев, нарезанных на зубофрезерных станках, и в большинстве случаев при использовании в неотчетливых передачах дополнительной обработки не требует. Зато прочность их намного выше, чем у фрезерованных, и металла требуется значительно меньше, поскольку отходов и стружки нет.

Большинство заготовок из проката различных видов получают разрезанием, разделением на части нужных размеров и формы. Применяемое для этих целей технологическое оборудование отличается широкой номенклатурой видов, типов и размеров. А главное — очень большой универсальностью.

Кроме названных выше машин для термической резки, для резки заготовок из проката применяют различные ножницы, прессы, пилы и ножовки, отрезные станки и установки. В группу оборудования, называемого ножницами, входят пресс-ножницы, а также гильотинные, дисковые (с параллельными и наклонными осями режущих роликов), многодисковые, угловые и профильные. Отличить ножницы легко. Важно, чтобы в такой машине были верхний и нижний ножи, перемещающиеся навстречу друг другу. Все очень просто. Можете попробовать сами изобрести ножницы, пользуясь этим принципом. И несмотря на то, что человечество шло к конструкции современных ножниц многие сотни лет, мы уверены, у Вас — получится. Вот увидите!

Немного сложнее устроены станки, входящие в группу разрезных и использующие в качестве инструмента пилы и ножовки. Среди них — работающие с дисковыми или ленточными пилами, пилы трения и электрофрикционные или просто механические отрезные ножовочные станки. Но до полного исчерпания возможностей метода и здесь далеко. В классификаторе металлорежущих станков в группе «Станки разрезные» целые две подгруппы еще не заняты. Так что после изобретения новых ножниц есть смысл заняться изобретением новых принципов

и станков для разрезания и вообще разделения металла. Этим занимаются очень многие ученые и инженеры.

Разрезные станки и установки самых разнообразных моделей и принципов действия используют практически на каждом металлообрабатывающем заводе. Среди них фрезерно-отрезные, токарно-отрезные, абразивно-отрезные, анодно-механические, ультразвуковые, электрохимические, электроэрозионные и даже электронно-лучевые и светолучевые (лазерные) станки, машины и установки. Каждую из таких установок достаточно широко применяют в заготовительном производстве. Например, электронно-лучевые и лазерные установки позволяют с высокой точностью (от $\pm 0,001$ до $\pm 0,05$ мм) отрезать небольшие заготовки из металлов, полупроводниковых и изоляционных материалов. А на лазерных установках можно вырезать заготовки из любых материалов по любому сложному контуру, прорезать в них различные щели, окна и прочее.

Таковы в общих чертах особенности и возможности заготовительного технологического передела в машиностроительном и металлообрабатывающем производстве. Как видите, сложностей здесь хватает. Методов и способов создания заготовок тоже достаточно много. Выбор метода в конкретных производственных условиях диктуется соображениями экономического и технологического характера: наличием оборудования, возможностью подготовки нужного инструмента и другой технологической оснастки, требованиями точности и качества заготовки, состоянием и прочностью исходного материала, возможностью и необходимостью его последующей обработки.

Главными же факторами при выборе размеров, формы, свойств, качественных характеристик, метода и способа изготовления заготовки остаются удельные затраты ресурсов, приходящиеся на производство одного изделия.

Оценка технологической себестоимости варианта заготовительного производства, как правило, производится с учетом полной себестоимости изготовления машины или данной детали. Помните, можно сэкономить ресурсы и средства при изготовлении заготовки, но всю эту экономию можно погасить перерасходом таких же ресурсов и средств на проведение дальнейших операций ее обработки, а то и пребысить ее. Затрачивая много

сил и средств в заготовительном переделе, можно обеспечить существенное снижение общего уровня затрат на производство изделия.

Поэтому и следует расчет себестоимости обработки вести с учетом всех возможных вариантов затрат, сравнивая их между собой для каждого объема производства. Задача достаточно громоздкая и сложная. В условиях массового и крупносерийного производства ее решают с помощью ЭВМ; при меньших объемах производства — пользуясь опытно-статистическими и расчетными нормативами себестоимости заготовительных и обрабатывающих операций в зависимости от объемов годового выпуска изделий. Такие нормативы имеются в отраслевых руководящих материалах. Часть из них помещена в справочной литературе.

Перейдем теперь от заготовительного передела к *обрабатываемому*, обработке заготовок на металлорежущих станках, агрегатах, установках. Если попытаться в общем виде сформулировать цели механической обработки, то можно утверждать, что они сводятся к тому, чтобы в соответствии с рационально построенным технологическим процессом получить готовую деталь, сняв оставленный припуск. Конечно, очень хорошо, когда еще на заготовительной операции уже удастся создать не заготовку, а законченную деталь. Но таких случаев не так много. Взгляните на любую машину, любой прибор. Вы увидите, что основное количество деталей имеет обработанные поверхности. Обратите внимание на многочисленные отверстия, резьбы, пазы, шлицы, шпонки, зубья, канавки и прочее. Получается, что без механической обработки на данном этапе развития техники нельзя получить годные детали, отвечающие требованиям, предъявляемым к точности размеров, шероховатости и взаимному расположению поверхностей. Следует помнить, что качество деталей определяет работоспособность, надежность, долговечность, производительность, ремонтпригодность, эффективность эксплуатируемого механизма.

Чтобы получить деталь требуемой точности и качества, с ее поверхности снимают лишний материал, постепенно уменьшая толщину каждого очередного срезаемого слоя. Такое постепенное приближение к цели — не прихоть технолога, это скорее неумение сразу получить окончательный размер и требуемое состояние по-

верхности с допуском, равным часто не сотым, а тысячным и десятитысячным долям миллиметра.

Вот и приходится машиностроителям, подобно археологам, осторожно, слой за слоем, снимать лишний покров, чтобы не повредить то, что лежит под ним. Приходится разделять весь припуск на отдельные слои. Оставлять на каждую операцию свою часть припуска. Каждая последующая операция механической обработки должна в результате привести к ликвидации следов и погрешностей предыдущей. Практически, цель каждой последующей операции — исправить ошибки и недоработки, допущенные ранее. Технологи вынуждены разделять весь процесс механической обработки материалов на предварительные и окончательные, финишные операции. Продумать и четко определить маршрут технологического процесса, очередность и способ выполнения каждой технологической операции, распределить и рассчитать припуск. Назначить базы и обрабатываемые поверхности. Определить способы установки заготовки при обработке и методы контроля. Выбрать нужные инструменты и приспособления. Конечно, следует разработать и рассчитать технологический процесс обработки детали. В этом и заключается искусство технолога.

В последние годы возникло и развилось новое направление в технологии, основанное на широком использовании средств вычислительной техники для создания систем автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП), но все же человеческий опыт, знания специалистов не обесцениваются. Машина лишь принимает на себя основную долю рутинной, бумажной работы технолога, освобождая его время для творчества.

Ценность таланта технолога не уменьшается при использовании средств механизации инженерного труда, подобно тому, как ленточные, офсетные и прочие полиграфические устройства для многократного тиражирования произведений искусства не снижают ценности таланта художника...

Напомним, что механическая обработка состоит из нескольких последовательно выполняемых технологических операций. Весь набор операций механической обработки материалов резанием не так уж обширен. К ним относятся фрезерование и опилование, точение, сверле-

ние, зенкерование и развертывание, протягивание, строгание и долбление, абразивная обработка и другие. Конечно, каждый из этих видов работы состоит из целой группы специфических операций, использующих оригинальные методы резания определенным инструментом. От качества и вида инструмента зависит конечный результат выполняемой операции. По существу, вся история развития техники, точнее, вся история развития человечества в определенной степени характеризуется эволюцией развития инструментов.

Многие режущие инструменты для ручного труда пришли к нам практически в первозданном виде из глубин тысячелетий. Различные скребки, пилы, напильники, однолезвийные режущие инструменты, трубчатые и кольцевые сверла — все они относятся к древнейшим инструментам, лишь частично изменившим свою форму и коренным образом — свои свойства. Сверлами из бамбука или трубчатых костей мастера в южных и северных странах сверлили отверстия в каменных скребках для того, чтобы насадить их на палку, превратить в топор. Или, например, пилы. Что видишь, прежде всего, при взгляде на современную пилу? Конечно зубья. А ведь это, так сказать, «потомки» тех сколов и зазубрин, которые выбивал наш предок на каменном скребке, когда возникла потребность распилить толстую кость или палку. Мы не будем особенно распространяться на эту тему, а просто подчеркнем, что технологические операции в обрабатывающем производстве в основном определяются характеристикой и типом используемых инструментов и прочих орудий труда.

В наше время требуется высокая производительность труда и бессмысленно говорить о целесообразности выполнения вручную большинства из существующих технологических операций. В машиностроительном производстве применяют довольно широкую гамму моделей металлорежущих станков. Их отличает не только назначение или вид выполняемой ими обработки, но и компоновка узлов, степень автоматизации, универсальность, типы используемых инструментов. Разобраться во всем многообразии существующих и создаваемых станков помогает разработанная экспериментальным научно-исследовательским институтом металлорежущих станков (ЭНИМС) классификация станков и система их обозначения. В соответствии с ней все метал-

лорежущие станки разделяют на девять групп, а каждую группу — на десять типов. Следовательно, всего в машиностроении ныне применяют девяносто типов металлорежущих станков. Модель станка обозначают условно: первая цифра означает номер группы, вторая — номер подгруппы (тип станка), последние одна или две цифры — наиболее характерные технологические параметры станка. Таким образом, код модели станка может содержать всего три-четыре цифры.

Кроме цифр код содержит и буквенные обозначения. Первая буква, стоящая после первой цифры, указывает очередность исполнения, иначе говоря, очередность модернизации станка, его основной базовой модели. Если в коде станка Вы не обнаружите такую букву, то знайте — это базовая модель, еще не подвергавшаяся модернизации. Буква в конце цифровой части кода означает модификацию базовой модели, класс точности станка или его особенности. Классы точности станков обозначают буквами: Н — нормальной, П — повышенной, В — высокой, А — особо высокой точности и С — особо точные станки. Для станков, оснащенных устройствами программного управления (в том числе и числового), дополнительно к основному коду модели станка добавляют и код модели устройства программного управления, примененного в данном станке.

Итак, классификационных групп металлорежущих станков — девять. Назовем их. Первая группа — токарные станки; вторая — сверлильные и расточные; третья — шлифовальные, полировальные, доводочные, заточные; четвертая — электрофизические и электрохимические станки; пятая — зубо- и резьбообрабатывающие; шестая — фрезерные; седьмая — строгальные, долбежные, протяжные; восьмая — разрезные; девятая — разные станки, не вошедшие в остальные классификационные группы.

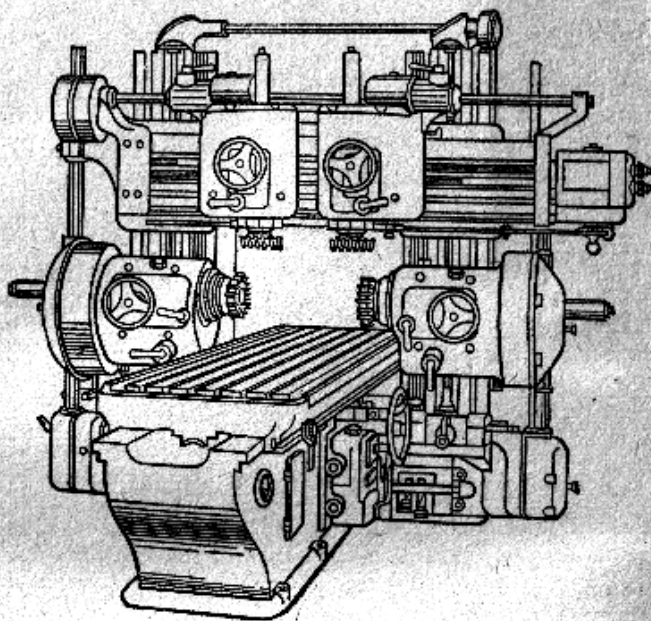
Типы станков обозначают цифрами от 0 до 9. Здесь нет особой закономерности или одинакового подхода к обозначению одноименных типов станков, входящих в разные группы. Очевидно, это связано с тем, что по мере развития станкостроения и появления новых конструктивных решений к действовавшей классификационной рубрике просто добавляли обозначения новых типов станков. Только за 15 лет (с начала 1973 года) в классификатор станков в ранее не занятые клетки вве-

дены следующие новые типы станков: специализированные токарные автоматы и полуавтоматы (тип 0), токарно-револьверные полуавтоматы (тип 4), одношпиндельные (тип 2), многошпиндельные (тип 3), полуавтоматы в группе сверлильных и расточных станков (группа 2). В ранее существовавший в этой группе классификационный тип 5 кроме радиально-сверлильных внесены недавно появившиеся координатно-сверлильные станки.

Также сравнительно недавно созданы координатно-шлифовальные, продольно-шлифовальные, доводочные, бесцентрово-шлифовальные, светолучевые, анодно-механические отрезные, зубопроверочные, барабанно-фрезерные, правильно-отрезные, бесцентрово-обдирочные, трубо- и муфтообрабатывающие и другие типы современных станков. Их создание способствовало дальнейшему развитию классификации.

В обозначениях многих моделей станков, выпускаемых коллективами ведущих предприятий Минстанкопрома, предусмотрены дополнительные буквы, обозначающие фирму. Право обозначать станки буквой предоставлено московскому заводу «Красный пролетарий», Ленинградскому станкостроительному объединению им. Свердлова, Ивановскому станкозаводу и некоторым другим предприятиям. Это особая честь. Она заслужена усилиями и трудом многих поколений работников этих предприятий, сделавших все для того, чтобы изготовленные ими станки и машины были высокого качества, современных конструкций, надежны в эксплуатации. Спросите любого токаря, на каких станках он хотел бы работать? «На Краснопролетарских!» — чаще всего услышите Вы в ответ, то есть с индексом «К» в обозначении модели станка. Аналогично, любой квалифицированный расточник предпочтет всем другим станок, у которого код модели начинается с букв «ЛР» — «Ленинградский расточной». На станках со сложными системами и особо высокой точности и производительности на станинах закреплены красивые таблички со словом «Иваново» и буквой «И» в коде модели. Так стимулируются профессионализм и мастерство машиностроителей.

Таковы основные принципы классификации станков. Приведем несколько примеров расшифровки кодов моделей станков и этим завершим описание их номенкла-



Продольно-фрезерный станок

туры. Итак, модель 1E116 означает токарно-револьверный одношпиндельный автомат с наибольшим диаметром обрабатываемого прутка 16 мм; модель 2H125 — вертикально-сверлильный станок с наибольшим условным диаметром сверления 25 мм; модель 16Д20П — токарно-винторезный станок повышенной (П) точности. Станок 6P13K-1 — вертикально-фрезерный консольный, с копировальным устройством, а вот группа 6 у фрезерных станков отведена для продольно-фрезерных станков. Модель 1Г340ПЦ принадлежит токарно-револьверному станку с горизонтальной головкой, повышенной точности, с цикловым программным управлением; 2455 АФ1 — координатно-расточной станок, двухстоечный, особо высокой точности с предварительным набором координат и цифровой индикацией; 2P135Ф2 — вертикально-сверлильный станок с револьверной головкой, крестовым столом и с позиционной системой числового программного управления; 16K20Ф3 — токарный станок

с контурной системой числового программного управления, изготавливаемый заводом «Красный пролетарий». И наконец, модель 2202ВМФ4 — многоцелевой (сверлильно-фрезерно-расточной, помните, мы называли такие станки «обрабатывающими центрами») горизонтальный станок высокой точности с инструментальным магазином и комбинированной системой числового программного управления (буква М означает, что станок снабжен магазином для инструментов).

К сказанному выше добавим, что по назначению станки подразделяют на широкоуниверсальные, универсальные общего назначения, специализированные и специальные. Это разделение в определенной мере отражает степень их универсальности и приспособленности к работе в условиях конкретного типа производства. Универсальные станки преимущественно используют в единичном и мелкосерийном производстве. На них выполняют разнообразные операции по обработке деталей широкой номенклатуры. На специализированных станках, распространенных в среднесерийном производстве, обрабатывают однотипные детали, похожие друг на друга не только конструкцией, но и близкие по размерам. Специальные станки предназначены для обработки только одинаковых деталей, по одному чертежу и поэтому чаще всего их применяют в условиях крупносерийного и массового производства.

Станки отличаются своей компоновкой в пространстве, системой передачи движения или, как ее называют инженеры, своей кинематической схемой. Каждый станок предназначен, как мы уже выяснили, для выполнения конкретных видов работы с использованием определенных типов инструментов. И все же во всех станках есть общие элементы, узлы и детали, позволяющие создать типовые методики их расчета, организовать специализированное централизованное производство в условиях одной отрасли.

Какие же виды работ можно выполнять на металлорежущих станках? Перечислим их кратко. Токарные операции: обтачивание, растачивание, отрезание, точение торцов, нарезание наружных и внутренних резьб, сверление, протачивание различных канавок. Фрезерные операции: обработка плоскостей, контуров и выборка различных полостей, формообразование зубьев, шлицев, крупных резьб и спиралей, гравирование знаков и фи-

гур. Сверлильные и расточные операции: сверление, зенкерование, развертывание, растачивание, нарезание внутренних резьб, обработка торцов на корпусных деталях. Шлифовальные, полировальные, доводочные и заточные операции: шлифование круглое внутреннее и наружное, профильное, контурное, обдирочное, продольное, фасонное и пр. Аналогичные операции выполняют при полировании, доводке и затачивании. Строгальные, долбежные, протяжные операции: продольное и поперечное строгание плоскостей, контуров, уступов, долбление внутренних канавок и полостей, протягивание и прошивание гладких и фигурных внутренних и наружных поверхностей.

Обработку ведут режущими инструментами, многие из них Вам известны. Различные сверла, резцы, метчики, фрезы наверняка Вы использовали еще в школьные годы при работе в мастерских. Напомним только, что резцы могут быть изготовлены из инструментальных сталей. Чаще всего державки резцов делают из простых сталей или отливают из высокопрочного чугуна. Но их режущие элементы, вернее специально заточенные пластины выполняют из специальных высокопрочных быстрорежущих сталей или твердых и сверхтвердых материалов. А затем эти пластины припаивают, приваривают, приклеивают или механически прикрепляют к корпусам державок.

Сверла спиральные, пластинчатые, трубчатые, ружейные, кольцевые, цилиндрические и конические, как правило, изготавливают из быстрорежущих или сложенлегированных инструментальных сталей. Однако в последние годы в связи с появлением сверхтвердых и вязких материалов и увеличением скорости резания многие виды и типоразмеры сверл стали целиком изготавливать из твердых сплавов или, как и резцы, оснащать специальными твердосплавными пластинами. Кольцевые сверла даже снабжают специальными режущими вставками с зачеканенными в них кристаллами новых сверхтвердых материалов, а в особых случаях и технического алмаза.

Произошли конструктивные изменения и других металлорежущих инструментов. Например, почти все торцовые фрезы для наружного плоского фрезерования сейчас изготавливают сборными. В высокоточном корпусе фрезы укрепляют сменные режущие элементы — неболь-

шие напайные резцы или чаще всего неперестачиваемые твердосплавные пластинки различных форм и размеров. Такую же конструкцию имеют современные червячные и резьбонарезные, дисковые модульные, концевые и фасонные фрезы. Последние оснащают твердосплавными пластинами специальных форм и профилей; чаще всего изготовленных в условиях инструментального производства крупного машиностроительного объединения.

Технический прогресс коснулся не только инструментов традиционных форм, изготовленных из известных или новых материалов. Появились доселе неизвестные виды обработки, основанные на результатах исследований физических и химических явлений методами современной науки. Стала уже обычным делом работа станков, использующих в качестве инструмента энергию электрического разряда, магнитный импульс, гидродинамический удар, взрывную волну, световое излучение. Так, для увеличения скорости резания и производительности обработки труднообрабатываемых сталей рядом с резцом устанавливают плазменную горелку, плазмотрон или лазер. С их помощью энергия плазмы или светового корригированного луча интенсивно используется для опережающего нагрева металла на обрабатываемом участке. Процесс резания по такой схеме оказывается в несколько раз производительнее традиционного.

Завершающий этап машиностроительного цикла — сборка. Он диктует ритм жизни всему коллективу предприятия. Да и не только ему. Качество сборки, ее трудоемкость — эти словосочетания не сходят со страниц газет и журналов, книг и теле-радиопередач. Только сборка, ее результат есть концентрированное выражение итогов совокупного общественного труда, создающего новый продукт в виде товара.

Все элементы, поступающие на сборку пусть даже в виде готовых комплектующих изделий, — лишь сырье, полуфабрикат, незаконченная продукция. Только собранные воедино, подчиненные общей логике функциональной машины все эти моторы, подшипники, болты, детали из стали, бронзы, резины, все затраты электроэнергии, топлива, воды, пара, наконец, затраты живого труда на их создание становятся реальной машиной, орудием производства, способным создавать прибыль.

В зависимости от объема производства организация сборочного процесса может быть подчинена жесткому темпу конвейера или предусматривать индивидуальную сборку изделия или небольшой партии изделий непосредственно на одном рабочем месте. Все определяется необходимым темпом сборки. Если он превышает среднюю длительность технологических операций сборки, то ее ведут по принципу серийного производства, собирая на каждом рабочем месте определенные партии изделий. Если же требуемый темп близок к средней длительности операций или меньше ее, то сборку ведут по принципу организации массового поточного производства. Тогда на каждом рабочем месте выполняют строго определенную для него сборочную операцию. Для удобства сборочные операции группируют в комплексы. Или, наоборот, расчленяют на более мелкие, создавая тем самым пропорциональность периодов времени, нужного для сборки отдельных элементов изделия. Таким способом регулируют организационный режим сборочного процесса в заданном технологическом темпе.

Конечно, самое сложное — организовать сборку на конвейере. Кроме свойственных этой работе монотонности операций, однообразно выполняемых на данном рабочем месте или позиции конвейера, принудительного ритма его движения такая форма организации транспортного потока в технологии сборки требует постоянного и равномерного обеспечения процесса сборки всеми нужными деталями. Это обстоятельство принуждает подчинить ритму конвейера ритм работы всех смежных подразделений и организаций, в том числе и поставщиков.

Но не везде сборку ведут на конвейере. Кроме известных гигантов машиностроения, например, автомобильных, тракторных, комбайновых и многих других предприятий такого же класса, большинство заводов собирает свою продукцию по серийной технологии партиями, организуя выполнение комплексных сборочных операций на постоянных рабочих местах. Так собирают станки, турбины, электрогенераторы и тяжелые краны, прессы, тепловозы и прочее. Существуют различные варианты организации такого сборочного процесса. Наиболее распространенный — сборка изделия полностью, от начала и до конца осуществляется на одном рабочем месте. Все узлы и комплектующие изделия при этой

схеме подаются непосредственно в зону сборки на данное рабочее место. Только здесь производятся общая сборка и окончательные испытания готовой машины. Отсюда ее в законченном виде транспортируют на упаковку, а иногда и упаковывают на месте общей сборки. Такая схема предполагает, что кроме общей сборки изделия, в другом месте, даже на другом предприятии, организована узловая сборка, то есть сборка отдельных узлов, которые затем передаются в зону общей сборки уже в окончательно готовом и испытанном виде.

В условиях сборки на конвейере принцип разделения процесса на узловую и общую проявляется еще больше. На главном конвейере фактически происходит лишь «наращивание» готовых узлов и комплектующих изделий на базовую деталь (станину, раму, корпус и тому подобное). К главному конвейеру направлены боковые конвейеры, где собирают и откуда готовые узлы поставляют на общую сборку изделия. Конечно, существуют накопительные площадки, различные страховые запасы и заделы, промежуточные склады и кладовые, где хранятся нужные узлы и детали. Но все же общий принцип конвейерной сборки — принудительность темпа сборки и ритма конвейера — остается во всех случаях неизменной.

Разница между серийной и поточной формами организации сборочного процесса заключается не только в степени дифференциации, расчлененности сборочных операций пропорционально длительности темпа сборки, но и в способе перемещения объекта сборки между ними. При поточном методе транспортную функцию выполняют транспортные системы различных видов: напольные и подвесные и пульсирующие, с принудительным ритмом движения и регулируемые. При любой конструкции конвейера изделие в процессе сборки перемещается с позиции на позицию только с его помощью. В конце конвейера с него снимают готовое изделие.

При серийном методе изделие собирают полностью на одном или нескольких стационарных рабочих местах и снимают оттуда только после окончания сборки.

Немного о технологии сборки. Все сборочные соединения разделяют на разъемные и неразъемные. Характерный представитель разъемного соединения — винт и гайка. Резьбовые соединения широко применяют во всех видах сборки, как в узловой, так и в общей. Они

поддаются регулированию силы зажима, позволяют разделить изделие на виды разъемных соединений — шпоночные, шлицевые, а также соединения типа вал — втулка. В принципе, не так уж много! Но и типов неразъемных соединений не намного больше: сварка, клепка, склеивание, развальцовка, запрессовка — вот, пожалуй, и все. Конечно, каждый тип, каждая группа сборочных соединений имеет множество вариантов исполнения. Достаточно лишь перечислить для примера основные виды сварки, чтобы согласиться с тем, что способов исполнения неразъемных соединений — множество. Судите сами. Сварка есть газовая и электрическая, аргонодуговая и электронно-лучевая, ультразвуковая и лазерная, импульсная, использующая энергию взрыва, и «холодная», диффузионная, при которой неразъемность соединения создается прижатием двух поверхностей друг к другу под небольшим давлением и в вакууме, вследствие чего между двумя поверхностями происходит взаимная диффузия вещества на молекулярном и даже электронном уровнях. Наконец, сварить два куска стали можно древним кузнечным способом, нагрев обе части и проковав их вместе сильными ударами молота. Почти такую же череду способов можно перечислить и по другим методам создания неразъемных соединений.

Сборку начинают с выбора базовой детали или базы. Это основа. На нее постепенно комплектуются, накапливаются, собираются все элементы, входящие в данную сборочную операцию. Для узла такими элементами служат детали. В изделии — это сборочные единицы — узлы, подузлы. Для комплексного изделия — это агрегаты, установки и пр. От базы отсчитывают все сопрягаемые размеры собираемых деталей, образующие свособразную размерную цепь.

Для сборки необходимо не только правильно построить маршрут ее технологического процесса, рассчитать размерные цепи и создать условия для регулирования их погрешностей, но особенно важно изначально верно назначить базы, которые затем обеспечат качество сборки. Тут существует несколько подходов. Первый — базовую деталь устанавливают на необработанную поверхность и, не меняя установки, полностью собирают все изделие. Второй — деталь устанавливают на обработанные поверхности в специальные сборочные

приспособления. Тогда сборку можно вести, перемещая базовую деталь вместе со сборочным приспособлением в процессе сборки, как это, например, делают сборщики часов. Третий способ — базовую деталь устанавливают на последовательно меняемые базы, осуществляя фактически комбинацию первого и второго вариантов.

Выбор варианта зависит от объема производства, сложности и массы изделия, требуемой точности. При использовании сборочных машин и роботов, когда требуется транспортирование собираемого изделия без нарушения точности его базирования, работу ведут по второму варианту. В других случаях, особенно в условиях серийного производства, неоспоримы преимущества организации работы по первому варианту.

И еще одна тонкость организации сборочного процесса. Ее всегда учитывают при проектировании сборочных цехов и организации сборки. Это правильная организация транспортных потоков. Здесь есть несколько принципов: потоки не должны пересекаться и не должны быть встречными. В тех случаях, когда этого избежать не удастся, технологи вводят промежуточные накопители, организуют пульсирование потока, его разделение по режиму работы или по номенклатуре собираемых узлов в различные отрезки времени. По-разному выходят из положения. Например, поток закручивают в кольцо, организуют многоступенчатые конвейеры или на одном потоке поочередно собирают изделия различных модификаций и моделей. Могут быть и иные варианты технологических решений.

Качество продукции — это не только техническая, но и нравственная категория. В отношении работника к качеству выполненной им работы, к произведенному им продукту труда отражается не только его воспитание, но и его понимание своего места в обществе. Продукция плохого качества — это и бессмысленно затраченные материальные ресурсы, и необходимость производства дополнительной продукции, возмещающей ту, что не реализовала свои функциональные и потребительские свойства. Следовательно, для производства такой продукции потребуются новые мощности и ресурсы, новые затраты труда. В результате, производя некачественную продукцию, общество не только не обогащается, но, напротив, бессмысленно растрачивает свои

ресурсы, тем самым беднеет, а уровень жизни членов общества при таком положении падает.

Вот почему вопросы «как?», «чем?» для машиностроителей не праздные, а каждодневные. От того, в какой степени современно они решаются, зависит производительность, качество и экономичность труда машиностроителей.

МАШИНОСТРОИТЕЛЬ — ОРГАНИЗАТОР И ЭКОНОМИСТ

Мы познакомились со многими фактами истории развития техники. Знаем, что такое машина. Выяснили, чьим трудом создается замысел и воплощается в металле машина — неизменный и незаменимый помощник человека в его деятельности. Имеем представление о том, с помощью какого оборудования и инструментов изготавливают машины.

Как будто бы выяснены многие вопросы, относящиеся к теме рассказа. И все же что-то остается «за кадром». Что-то неясно, не раскрыто до конца, не позволяет утверждать, что тема раскрыта полностью, что читатель сумеет оценить значимость профессии машиностроителя, престижность этого труда и его роль в развитии национальной экономики.

Что же осталось невыясненным непонятым, нераскрытым в полной мере? Нет ясности в вопросах, объединяемых емким словом «ЭКОНОМИКА». Действительно, без осмысливания того, как организовано машиностроительное производство, какова его эффективность, как ее определяют, как влияет машиностроение на эффективность развития и деятельность других отраслей народного хозяйства — без ответов на эти вопросы нельзя рассказ считать завершенным. Поэтому продолжим свое повествование о машиностроительном искусстве и зададим несколько новых вопросов:

Как организовано и управляется машиностроительное производство?

Сколько стоит машина и почему?

Как увеличить выгоду владельца машины?

Как снизить стоимость машины?

В этих простых вопросах в основном заключена

сложность экономических отношений машиностроителей между собой и с теми, кто пользуется результатами их труда, то есть с потребителями машиностроительной продукции. Разберемся по порядку.

Прежде всего проследим, как организовано машиностроительное производство. Конечно, в каждом конкретном случае нужно учитывать изменения, отражающие специфику и особенности данного производства. Однако во всех случаях остается неизменным то, что машиностроительный комплекс как крупнейший и основополагающий элемент народного хозяйства, разделяется на несколько специализированных отраслей машиностроения: легкая и пищевая промышленность; химическое и нефтяное машиностроение; сельскохозяйственное, автомобильное и тракторное машиностроение, станкоинструментальное производство и прочее.

Деятельность машиностроительного комплекса планируется в целом по стране единым органом — Государственным плановым Комитетом СССР и координируется недавно созданным (в 1986 году) бюро по машиностроению при Совете Министров СССР. В задачи этих компетентных организаций входит разработка и осуществление единой технической и экономической политики пропорционального и эффективного развития всех отраслей машиностроительного комплекса исходя из конечной цели — обеспечение потребности страны в продукции машиностроения.

Каждый элемент машиностроительного комплекса, его отрасль в основном обеспечивает страну всеми изделиями, относящимися к ее номенклатуре. Например, автомобилестроители ответственны за создание и поставку в народное хозяйство экономичных автомобилей всех классов и их сервисное обслуживание. Аналогичные обязанности по своим видам изделий несут самолетостроители, тепловозо- и электровозостроители, станкостроители и другие. Каждая из отраслей соответственно обеспечивает страну самолетами, тепловозами, электровозами, станками. Бывает, что машину, например станок, изготавливают на заводе, относящемся к другой, не станкостроительной отрасли. Но и в этих случаях в основу конструкции машины, методов ее расчета, испытаний и оценки ее качества должны приниматься решения, свойственные специализированной отрасли. Например, если Вы задумаете дома спроектировать теп-

ловоз, то придется все расчеты и чертежи согласовать со специалистами этой отрасли машиностроения. В противном случае Ваш тепловоз никогда не встанет на рельсы...

Такой подход представляется правильным. Ведь каждая отрасль фактически во многом есть самостоятельная область науки, техники, народного хозяйства, со своей спецификой и тонкостями технологии, со своими традициями и накопленным инженерным опытом. В каждой отрасли четко разграничены внутриотраслевые направления, своеобразные подотрасли. Отрасль возглавляет министерство. Это верхний уровень управления отраслью, верхнее звено отраслевой организационной структуры, ее координационный центр.

На этом уровне определяют основные тенденции развития отрасли в целом, развития данного технического направления машиностроения. Устанавливают пропорции между требуемым народнохозяйственным уровнем производства и необходимыми для него затратами ресурсов: трудовых, материальных, финансовых. Определяют потребность в отраслевой продукции, изучают спрос на внешнем и внутреннем рынках сбыта, принимают необходимые меры для того, чтобы обеспечить конкурентоспособность изделий, высокую эффективность их производства. Министерство решает задачи организации внутриотраслевой специализации и кооперации, организует межотраслевую кооперацию, изучает и формирует производительные силы на предприятиях отрасли, планирует процесс совершенствования и внедрения отраслевой новой техники и передовой технологии, осуществляет связь с наукой.

Отраслевое министерство не только формирует основные направления и главные показатели хозяйственной деятельности по каждому из предприятий отрасли, но и оценивает конечные результаты труда коллективов предприятий, достигнутые ими в ходе выполнения государственного плана и социалистического соревнования. Министерство распределяет фонды на сырье, энергию, отдельные виды уникального технологического оборудования, обеспечивает подготовку кадров, осуществляет внешние контакты на межотраслевом уровне, формирует государственные заказы на продукцию предприятий отрасли. Иными словами, министерство — это тот направляющий аппарат общенационального хозяй-

ственного механизма, через который осуществляется связь отрасли со всеми сферами жизни и деятельности государства.

Другим звеном организационной структуры управления отраслью недавно стало производственное или научно-производственное объединение. До недавнего времени, точнее до XXVII съезда КПСС, организационная структура отраслевого управления была не двухзвенной (министерство — предприятие, объединение), а трехзвенной (министерство — главк — предприятие) или даже четырехзвенной (министерство — главк — трест — предприятие). Представьте, сколько усилий нужно было приложить представителям предприятий, чтобы решить или согласовать, порой, пустячный вопрос, который вполне мог бы решить директор завода на месте.

Принятые решения о коренной перестройке хозяйственного механизма, последовательная политика сокращения и рационализации управляющего аппарата, переход на двухзвенную структуру управления, расширение прав и обязанностей предприятий, повышение роли трудовых коллективов в управлении производством, перевод предприятий на полный хозяйственный расчет, основанный на принципах самоокупаемости и самофинансирования, упорядочение заработной платы всех категорий работников науки и производства на основе оценки результатов их реального вклада в общее дело — вот далеко не полный перечень мер, выдвинутых самой жизнью и осуществляемых в ходе реконструкции отечественной промышленности и совершенствования механизма управления государственной экономикой. Переход к двухзвенной структуре выдвинул на первый план новое структурное образование: научно-производственное объединение (НПО). В состав таких объединений входят головные отраслевые научно-исследовательские, технологические, конструкторские и экспериментальные институты и организации, а также предприятия, непосредственно изготавливающие товарную продукцию.

Деятельность научно-производственных объединений координируется всесоюзными научно-промышленными объединениями. В состав последних также входят производственные объединения (ПО) — комплексные промышленные предприятия. Они состоят из отдельных

предприятий, действующих по единому производственному плану, ориентированному на общий конечный результат, то есть на выпуск конкретного законченного изделия. Предприятия, включаемые в состав ПО и НПО, как правило, лишены финансовой самостоятельности и действуют как единая организация с хорошо развитой системой разделения и кооперирования труда.

Совмещение под одной «крышей» отраслевой науки и конкретного производства резко сокращает путь от идеи до ее воплощения в металле, позволяет наиболее эффективно организовать производство, а следовательно, быстрее и с меньшими затратами обеспечить народное хозяйство нужной техникой, выполненной на самом современном уровне, увеличить экспорт.

Многозвенная система управления промышленностью на определенном историческом этапе развития нашего государства сыграла положительную роль. Разделение структуры управления на многозвенные уровни в довоенный период позволило сконцентрировать усилия и ресурсы на отдельных узловых вопросах, связанных с организацией производства техники в ограниченной номенклатуре. Оно позволило сократить время для управленческих решений, поскольку каждому главку или его тресту подчинялось весьма ограниченное число предприятий. Эффективность такой схемы особо проявилась в период Великой Отечественной войны. Специализированные главные управления министерств обеспечивали организацию производства конкретных видов военной техники и ее отдельных элементов, например, двигателей к танкам.

Со временем выяснились отрицательные стороны подобной экономической системы, ее негативное влияние на развитие отечественного машиностроения, как комплексной отрасли народного хозяйства.

Разобщенность, обособленность предприятий, фактически существовавшая даже в пределах одной отрасли, в значительной степени усложнили кооперирование труда между отдельными предприятиями и смежными отраслями, привели к созданию замкнутых, подчас примитивных и маломощных производств, имевших в своем составе весь набор функциональных подразделений, самостоятельно исполнявших все производственные функции.

До сих пор еще проявляются недостатки в организа-

ции производства, порожденные в тот период. К сожалению, и сегодня многие машиностроительные предприятия изготавливают для себя инструменты, штампы, приспособления, занимаются ремонтом технологического оборудования, кроют листы и прочий прокат на нужные заготовки, изготавливают тару для отгрузки своих изделий, прессуют детали из пластмасс и резины, точат болты и гайки и так далее.

В последние годы положение частично изменилось к лучшему. Например, создана специализированная метизная промышленность, обеспечивающая все отрасли народного хозяйства основной номенклатурой: болтами, гайками, шпильками, металлической сеткой, стальными лентами, калиброванным металлом, тросами, гвоздями и прочим. Широко развилась инструментальная промышленность, использующая самые современные инструментальные материалы и методы упрочнения инструментов. Частично централизовано ремонтное производство. Активно действуют специализированные заводы по производству отливок. Однако принципиального, коренного перелома в организации машиностроительного производства пока не произошло, мешала та самая многозвенная структура управления. Она же усложнила процесс сменяемости промышленной продукции и обновления основных фондов предприятий.

Именно эти причины легли в основу принятых XXV, XXVI и XXVII съездами КПСС решений о коренном совершенствовании хозяйственного механизма в управлении экономикой страны и ее важнейшим звеном — машиностроением.

В политическом докладе Центрального Комитета КПСС XXVII съезду КПСС так сформулирована стратегия развития машиностроительного комплекса страны на ближайшие пятнадцать лет: «Ясно, что эффективность реконструкции, темпы экономического роста в решающей мере зависят от машиностроения. Именно в нем материализуются основополагающие научно-технические идеи, создаются новые орудия труда, системы машин, определяющие прогресс в других отраслях народного хозяйства. Здесь закладываются основы широкого выхода на принципиально новые, ресурсосберегающие технологии, повышения производительности труда и качества продукции».

Происходящая коренная перестройка системы уп-

ления экономикой страны непосредственно затрагивает всех, от министра до рабочего. Переход на двухиную схему управления упрощает процедуру решения многих хозяйственных вопросов, придает производству машин большую маневренность, гибкость, делает его более эффективным.

Как же организовано машиностроительное предприятие?

На предприятии изготавливают:

детали машин в полной номенклатуре; все виды инструментов, штампы, приспособления, ящики, стеллажи для испытаний качества и сборки машин;

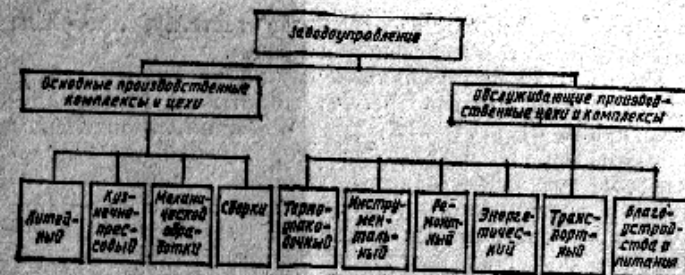
запасные детали к эксплуатируемому оборудованию, производят все виды его ремонта и обслуживания;

различные виды нестандартного оборудования для собственных нужд, стеллажи, транспортеры, верстаки, тризаводскую и коммерческую тару, вентиляционные аппараты, накопители и устройства для сбора отходов и мусора; многие предприятия, кроме того, для себя самостоятельно проектируют и строят сложнейшие станки, роботы и манипуляторы, целые автоматические линии, насыщенные электроникой;

литые заготовки, поковки и штампованные заготовки; режут заготовки из проката, распиливают бревна на доски и из них изготавливают ящики, прессуют детали из резины и пластмасс и т. д. Список этот можно продолжить. Естественно, такое положение отразилось на структуре организации машиностроительного предприятия.

На машиностроительном предприятии все подразделения делят на основные и вспомогательные. Разделение, конечно, условно и определяет степень участия каждого подразделения в изготовлении продукции завода. Основными называют цехи, где непосредственно изготавливают детали и производят сборку изделий, контролируют их качество, готовят тару, упаковывают готовую продукцию и тому подобное. Вот перечень некоторых цехов машиностроительного завода, относящихся к категории основных: механический, литейный, кузнечно-прессовый, заготовительный, сборочный.

Соответственно названию основные цехи специализируются на исполнении конкретных видов обработки и сборки деталей. Конечный продукт работы таких



Структура машиностроительного предприятия

цехов — отливки, поковки, штампованные заготовки, заготовки, нарезанные из прутков, полос, швеллеров, уголков, листового проката, а также готовые детали и изделия. Иногда основные цехи специализируются на изготовлении отдельных узлов (сборочных единиц) машин. Это может быть, например, цех металлоконструкций или кузовной цех, или цех рам. Если услышите, что речь идет о подобном цехе, представьте себе огромное помещение, освещаемое вспышками сварки, где мощные краны и подвесные конвейеры переносят объемные ажурные конструкции ферм, рам, кузовов.

Венец дела — сборка. Сборочные цехи по насыщенности техникой, специальным оборудованием, станками и прочим несравнимо проще любого обрабатывающего цеха. Но именно здесь, на конечном этапе, сливаются воедино все тонкости машиностроительного производства. Здесь рождается машина. Здесь впервые определяют ее возможности — точность, жесткость, производительность и многие другие характеристики, дают паспорт и путевку в жизнь.

Труд сборщиков — это труд высококвалифицированного рабочего. Конечно, современный уровень техники, ее насыщенность электроникой, пневматикой, гидравликой, сложнейшими механическими системами требуют разделения труда сборщиков на узкие специализации, нуждается в глубоких знаниях. Поэтому в числе сборщиков часто встречаются люди с высшим специальным образованием. Именно им во многих случаях поручается монтаж сложнейших электронных систем, числового программного управления, их отладка, конт-

ть работоспособности, отработка тестовых программ тематического обеспечения и прочее.

Но высокая квалификация нужна не только сборщикам. Нынешний век требует широты профессиональных знаний от всех, кто занят в машиностроительном производстве. Подумайте, сможет ли рабочий управлять современным станком-автоматом, оснащенным системами программного управления, роботом или манипулятором, системой автоматического контроля за состоянием режущих инструментов и регулирования режимов резания и многими другими сложными устройствами, если он не знаком с принципами работы этих устройств, не понимает их взаимодействия, не может ешаться в их работу. Правоммерно сделать вывод о необходимости постоянного опережающего профессионального развития машиностроителей, рабочих и инженерно-технических работников.

Но можно ли обработать детали, если станок неисправен или нет подачи электроэнергии. Хочется ли работать, если в цехе холодно зимой и душно летом, в столовой нет горячей пищи, а территория завода захламлена. Конечно, нет. Кто же на заводе следит за тем, чтобы все было исправно, чисто, чтобы было тепло приятно работать, чтобы можно было хорошо отдохнуть летом на заводской базе отдыха? Кто ремонтирует технологическое оборудование, обеспечивает производство электроэнергией и сжатым воздухом, ремонтирует крыши цехов, вставляет разбитые стекла, стирает спецодежду, выполняет множество подобных полезных работ, без которых производство просто не может существовать?

Этим занимаются вспомогательные цехи завода. В них тоже работают мастера своего дела. Вспомогательными, следовательно, называют цехи и службы, которые обеспечивают бесперебойную работу основных цехов завода. Ремонтный, энергетический, транспортный, инструментальный цехи, цех питания, цех благоустройства — все они относятся к категории вспомогательных. Столь условно разделение заводских инженерных и хозяйственных служб. Принципиально лишь то, что каждая служба заводоуправления исполняет строго заданные функции. По их содержанию определено название каждой службы. Например, отдел главного конструктора обеспечивает конструирование изделия, отдел глав-

ного технолога продумывает технологический процесс его изготовления, отдел главного механика отвечает за организацию своевременного ремонта технологического оборудования и поддержание его в рабочем состоянии, отдел главного энергетика ведает всем энергетическим хозяйством завода и так далее.

Собственно каждое функциональное подразделение возглавляет специалист: главный конструктор, главный технолог, главный механик, главный энергетик, главный экономист, главный метролог (он организует разработку технологии контроля качества продукции), главный бухгалтер, начальник отдела организации труда и заработной платы, начальник инструментального отдела, начальник отдела технического контроля и прочее.

Например, плановый отдел обеспечивает подготовку различных плановых документов, расчет плана производства изделий по их наименованиям и количеству, определяет план работы каждому цеху и всему заводу на пятилетку, год, квартал, месяц, декаду, а иногда — и на сутки. Конечно, при этом руководствуются контрольными цифрами заданий государственного плана. Здесь же, в плановом отделе, составляется баланс ресурсов, нужных производству, определяется численность работников по их квалификации, рассчитывается плановая себестоимость продукции и формируются задания инженерным службам на совершенствование выпускаемой продукции, снижение ее себестоимости и создание прибыли, необходимой коллективу для удовлетворения социальных нужд и дальнейшего развития производства.

Это лишь один из многих отделов штаба предприятия. Мы уже знаем, что функциональных отделов в управлении машиностроительным заводом много. И все они необходимы, так как у машиностроителей очень много забот. Нужно спроектировать машину, создать технологию ее производства, спланировать его, обеспечить изготовление машин в заданные сроки, проверить качество, продать готовую машину, учесть при этом все материальные ценности и финансы, купить все, что нужно производству и рассчитаться с поставщиками. Нужно подготовить кадры, оформить их поступления на работу, предоставить отпуск, начислить и выплатить вовремя зарплату. Да мало ли это еще нужно,

ы трудовой коллектив работал стабильно, уверенно, активно! Всем этим и заняты многочисленные от- и службы заводоуправления.

Во главе коллектива — директор. Он несет ответственность перед государством и коллективом за эффективность работы предприятия, за правильное и полное итание интересов государства и каждого работника да. Он главный распорядитель всеми ценностями да. Только он имеет право принимать на работу увольнять работника, заключать договоры на по- ку продукции, покупку сырья или, например, на ведение научных исследований или проектных разра- ж для завода, выполняемых силами институтов и низаций.

С таким ворохом дел директор никогда бы сам не вился, если бы у него не было надежных помош- ов. На многих заводах, кроме главного инженера, заместители директора по экономике, науке, про- дству, быту и культуре и другие. Директор переда- ит часть своих полномочий, предоставляет им право гие вопросы решать самостоятельно, оставляя за ий контроль принимаемых решений. На помощь при- ит советы специалистов завода. Это может быть ический совет или научно-технический совет. К его те привлекают ученых. Это может быть и постоян- ействующее производственное совещание — орган, мируемый из числа наилучших специалистов пред- ятия, рабочих и инженеров. Это и советы бригади- , совет наставников, совет начальников цехов и от- ов. Могут быть и другие формы проявления коллек- ного решения проблем, связанных с жизнью завода. Наиболее сложные вопросы общей стратегии разви- трудового коллектива, создания в нем нужного пси- огического климата, политической, идеологической готовности его к решению поставленных задач аются коллегиально советом трудового коллектива, одскими партийным, профсоюзным и комсомольским итетами.

Конечным органом управления предприятием по- ву считается общее собрание трудового коллектива и его представителей, действующих в составе совета дового коллектива. Именно собрание и совет трудо- о коллектива имеют право контроля хозяйственной тельности администрации, решения сложных кадро-

вых вопросов, заключения коллективных договоров с администрацией, представления работников завода и правительственным наградам и премиям. Именно на общем собрании чествуют победителей соревнований, вручают знамена и премии, критикуют тех, кто плохо работает. Демократические начала в работе предприя- тия — одно из главных завоеваний социализма.

Теперь — второй вопрос. Сколько стоит машина и почему? Давайте разбираться. Машину изготовляют из материалов с помощью средств производства и орудий труда, силами работников, превращающих сырье, пред- мет труда в изделие, продукт труда. Все эти элементы производства стоят денег. Нужно платить за сырье и материалы, энергию, воду, за аренду земли, за оборудо- вание, за собственные транспортные средства. Нужно возместить первоначальные капитальные затраты на строительство зданий завода, его цехов, лабораторий, заводоуправления, сооружение различных коммуникаций и внутризаводских систем. Нужно выдавать заработ- ную плату работникам и содержать так называемые собственные объекты социального назначения — базы отдыха, столовые, поликлинику и прочее. На все нуж- ны деньги. Где их взять?

Очевидно, для того чтобы появились деньги, нужно изготовить необходимое количество продукта труда и такого качества, чтобы покупатель хотел их приобре- сти. И тут мы подошли вплотную к понятиям: себестои- мость, цена, прибыль. Посмотрим, что за ними кроется.

Если собрать воедино затраты на все материалы, энергию, заработную плату, амортизацию зданий, обо- рудования и другие расходы, приходящиеся на одно изделие, то это и будет себестоимость его производ- ства.

Если к себестоимости добавить расходы на доставку изделия покупателю, учесть прибыль торговли и прибыль предприятия-изготовителя, то это и будет цена изделия.

Цена может быть оптовой, если покупатель приоб- ретает изделие непосредственно у поставщика.

Цена может быть розничной, если изделие продается не оптом, то есть крупной партией, а в розницу, то есть отдельными штуками через торговую сеть. Естественно, розничная цена выше оптовой, так как в ней учитыва- ются затраты торговли и ее доля прибыли.

Цена изделия, изготовленного по государственному

казу, определяется государством. Ее рассчитывают, вводя оптимальные затраты, допускаемые народно-хозяйственными интересами. Во внимание принимаются аналогичных изделий на мировом рынке, потребительские свойства и качество изделия, его уникальность и прочее. Государственная цена устанавливается твердо на длительный период. Могут быть и договорные цены на изделия, выпускаемые предприятием не по государственному заказу, а по прямой договоренности с потребителем.

Разность между ценой и себестоимостью изделия образует прибыль. Из прибыли предприятия коллектив берет средства, нужные для развития производства. Все, что нужно предприятию (станки, материалы, инструменты, воду, энергию и прочее), оно должно покупать за свойственный счет.

Хочешь иметь прибыль — снижай себестоимость продукции, уменьшай затраты на производство, экономно расходуй энергию, металл, инструменты, повышай производительность труда, изготавливай продукцию меньшим числом работников, не создавай излишки и ненужные расходы, выискивая все скрытые ранее внутренние резервы.

Противозатратный экономический механизм, расширение прав предприятий, ликвидация многозвенности в структуре управления машиностроительным комплексом — реальные пути к росту эффективности машиностроения, повышению качества машин, дальнейшему развитию всех отраслей народного хозяйства на основе расширения достижений научно-технического прогресса.

Нужно, чтобы за свои деньги покупатель получил такую машину, которая бы на единицу своей стоимости приносила ему больше прибыли, чем старая. Или, как говорят экономисты, должны снизиться удельные затраты на единицу потребительского качества изделия.

Очевидно, что затраты покупателя окупятся тем быстрее, чем лучше конструкция машины, выше ее производительность, надежность, долговечность. Чем меньше машина будет нуждаться в ремонте и он будет дешевле, тем меньшее число работников нужно для ее обслуживания. Следовательно, чем выше наукоемкость машины, чем больше в нее вложено ума, идей, творчества, сноровки, тем выгоднее ее изготавливать и тем быстрее она окупит-

ся у покупателя. Как видите, интересы машиностроителей и потребителей их продукции полностью совпадают.

Как снизить стоимость машины? Не снижая, а напротив, повышая ее качество, обеспечивая наибольшую выгоду потребителю и тому, кто ее изготовил — машиностроителю?

Нужно обеспечить экономное ведение производства, создавать машины наивысшего класса, наилучшего качества, наиболее удобные, экономичные при эксплуатации. Короче говоря, нужно экономное хозяйствование во всем комплексе, от идеи создания машины до организации ее обслуживания у потребителей.

Всегда, начиная большое дело, нужно продумать до мелочей все вопросы, определить цели, возможные и необходимые направления работы и их содержание. Представить себе, чем должны закончиться этапы и вся работа. Следует, хотя бы приблизительно, оценить возможные затраты и тот эффект, который может быть получен в результате. Разделить весь комплекс необходимых мер на первоочередные, работы второй, третьей и так далее очередей. Установить сроки, увязав их между собой. Назначить ответственных исполнителей каждой задачи. Определить порядок и схему учета результатов, стимулирования исполнителей. Короче, нужна целевая программа взаимосвязанных действий, обеспечивающих постепенное достижение всех целей системы экономии ресурсов.

Представим себе, что нам поручено разработать целевую программу, направленную на организацию рационального использования и экономии металла. Работу следует начать с продумывания комплекса целей, их взаимного влияния. Выделить те цели, которые следует достигнуть в первую очередь. Короче говоря, нужно разработать систему мер по экономии металла.

Что ж. Начнем рассуждать. Главная цель нам понятна. Ее смысл состоит в том, чтобы обеспечить такие условия, при которых металл будет расходоваться разумно, по-хозяйски, и из него будет произведено столько и такой продукции машиностроения, чтобы ее использование в народном хозяйстве принесло ощутимый прирост национального дохода.

Но ведь невозможно обеспечить рациональное использование металла в народном хозяйстве, решая вопрос однобоко: только экономией его при производстве

машин или только сокращая его затраты на ремонт машин в процессе эксплуатации. Нужно и то, и другое.

Что же нужно для того, чтобы обеспечить оптимальное использование металла при производстве машин? Очевидно, нужно тщательно продумать ее конструкцию, организовать производство по наиболее прогрессивной и экономически выгодной технологии, наладить учет металла на всех стадиях производства, обеспечить его хранение, ввести стимулирование для всех, кто так или иначе может повлиять на использование металла в производстве. Все это, так сказать, цели одной значимости, одного уровня. Не достигнув хотя бы одной из них, мы не приходим к экономии металла при производстве машины. Останутся еще нереализованные возможности, не введенные в действие резервы.

Что же конкретно нужно сделать, чтобы конструкция машины оказалась наиболее удачной, экономной в производстве и эксплуатации, приносящей прибыль тому, кто ее создал, и выгоду тому, кто ее купил? Какие очередные цели в нашей системе должны быть поставлены и достигнуты на пути к совершенной конструкции машины?

Совершенно очевидно, что для начала нужно определить, все ли элементы машины действительно в ней нужны и работают, как они влияют на исполнение функций машины, соответствуют ли сами функции машины ее назначению, желаниям и потребностям ее будущего пользователя. Нужно посмотреть, посчитать, как можно точнее, сколько стоит исполнение каждой, пусть самой малой доли функции, каждого элементарного свойства машины. Посчитать и подумать — «а нельзя ли без этого обойтись?». Естественно, нужно учесть и удельные затраты металла. Такой метод специалисты называют функционально-стоимостным анализом. Завершив эту работу, конструктор и экономист уже твердо убеждены, что все элементы машины действительно в ней нужны и их стоимость в производстве и эксплуатации оправдана экономическим эффектом.

Следующий шаг к совершенству конструкции — унификация ее элементов. Ее смысл в том, чтобы размеры и формы деталей, исполняющих одинаковые функции в машине, были как две капли воды похожи между собой. Но наибольшую пользу можно получить не только когда эта похожесть будет между деталями одной машины,

но и тогда, когда одинаковые детали можно применить для изготовления разных машин, на разных заводах, организовав их централизованное производство на специализированных предприятиях по самой современной технологии, как это, например, делают в подшипниковой промышленности. Унификация дает возможность досконально рассчитать прочность, жесткость, точность всех элементов унифицируемой детали, применять для ее изготовления самые современные материалы с требуемыми качествами, обеспечить минимальный удельный расход металла, рассчитанный по основной ее характеристике. В итоге возникает некоторое оптимальное соотношение между расходом металла и полезными свойствами детали, а следовательно, и всей машины в целом.

Конечно, унификация не является всегда обязательным условием для оценки удельного расхода металла. Оптимизацию удельной металлоемкости машины и ее элементов нужно проводить, не ожидая возможности их унификации, например только на основе прочностных расчетов.

Следующий резерв конструктора в его поиске путей к снижению потребности в металле — возможность использования прогрессивных материалов, в том числе, конечно, металлов с заранее заданными свойствами. Эти решения не приходят интуитивно, только за счет таланта и знаний конструктора. Многие решения принимают на основе обязательных норм, правил, методик, инструкций, стандартов и прочих нормативно-технических документов. Подготовка таких документов, удобных для использования конструктором при проектировании, — одна из целевых задач, задач следующего, более низкого уровня. Конечно, разработка любой серьезной конструкции — это целая эпопея. Действительно, все начинается с идеи. Не будем анализировать, что лежит в основе ее рождения: задание заказчика или изобретение разработчика и ученого. Укажем только, что началу производства большинства современных машин и механизмов предшествует тщательная экспериментальная и лабораторная отработка всех элементов конструкции, проведение многочисленных испытаний, измерений и расчетов.

Машину подвергают многократным нагрузкам, причем таким, какие она никогда не будет испытывать во время эксплуатации. Ее подвергают встряскам, виб-

ованиям, воздействуют на нее парами веществ и холо-
дом, просто множество раз включают и выключают. И
все время регистрируют показания многочисленных при-
боров, смонтированных на испытательных стендах. В ито-
ге всей этой работы оценивается и доводится до нужно-
го предела надежность, долговечность машины, прове-
ряется удобство ее обслуживания, ремонта, дорабаты-
вается внешний вид и форма.

Таким образом, работа конструктора весьма много-
плановая. При выборе варианта конструктивного реше-
ния перед создателем часто встает задача: как совме-
стить требования к повышению прочности машины с не-
обходимостью снижения ее массы, увеличение ее мощ-
ности со снижением ее энергоемкости, рост ее произво-
дительности при снижении себестоимости ее изготовле-
ния. Как видите, проблем много. Конструктор должен
стремиться решить их на высоком техническом и эконо-
мическом уровне.

Но вот конструкция машины создана. Теперь нужно
организовать ее изготовление. Это значит, что в актив-
ную работу вступают технологи и организаторы произ-
водства. Они избирают наиболее оправданный и эконо-
мичный маршрут обработки деталей, порядок и условия
их сборки в узлы, а затем их соединения в машину,
контроля ее качества. Технолог — главное действующее
лицо на заводе. Его квалификация, экономическая под-
готовленность, умение трезво оценить все тонкости и
возможности современного технологического оборудова-
ния и множество иных качеств непосредственно влия-
ют на общую эффективность производства, на качество
выпускаемых машин и изделий, на культуру производ-
ства и, конечно, на расход всех материалов по всему
производственному циклу изготовления машины.

Технолог выбирает вид и размеры начальной заго-
товки, из которой впоследствии должна быть изготов-
лена деталь. Он должен так рассчитать размеры и фор-
му заготовки, избрав такой способ ее изготовления,
чтобы обеспечить в ней минимально возможный запас
металла (припуск на обработку), гарантирующий, что
при проведении дальнейших операций обработки его
будет достаточно для изготовления детали по размерам чертежа.
Технолог должен поставить перед собой цель — сделать
так, чтобы удельный расход металла на единицу массы
готовой детали был минимальным в пределах допусти-

мой себестоимости производства. Возникает множество
вариантов, требующих точного расчета всех размеров на
каждом из переходов технологического процесса. На по-
мощь приходит система автоматизированного проекти-
рования технологической документации. Она позволяет
по описанию формы детали и предъявляемых к ней тре-
бований рассчитать весь маршрут обработки, подобрать
нужное оборудование, инструменты, назначить припус-
ки, установить промежуточные размеры и базы. Таким
образом, внешне простая задача уменьшения припуска
на обработку оказывается серьезной оптимизационной
задачей, требующей для своего решения использования
средств вычислительной техники.

Но мало придумать эффективную технологию, пра-
вильно рассчитать припуски. Нужно еще создать такие
организационные условия, при которых внедрение ма-
лоотходной или безотходной технологии окажется эконо-
мически выгодным. И тут мы снова возвращаемся к уни-
фикации деталей. Ведь если одинаковые детали можно
применить в разных машинах, да еще и на разных за-
водах, то в сумме таких деталей окажется достаточно
много для того, чтобы собрать из них большую партию
и организовать их обработку наиболее экономичными
методами, то есть, и в этом случае мы снова ощущаем
реальную взаимосвязь задач технических и экономиче-
ских, общность целей технолога, конструктора и орга-
низатора производства. Только при совместном рассмот-
рении казалось бы специфических проблем проектиро-
вания конструкции машин, технологии и организации
производства они могут оценить возможности и создать
условия для экономически эффективного использования
достижений современной науки и техники, внедрения
процессов автоматизированного проектирования, органи-
зации производства с использованием прогрессивного
высокопроизводительного оборудования, например, стан-
ков с числовым программным управлением, гибких про-
изводственных систем, использования наиболее эконо-
мичных методов изготовления заготовок, например, из
металлических порошков.

Каждый, кто участвует в его обсуждении и приня-
тии решения, должен достаточно хорошо владеть тон-
костями обсуждаемого вопроса. Конструктор должен
обладать знаниями технолога и экономиста. Экономист
должен разбираться в чертежах конструкции, быть в

курсе современных тенденций конструирования машин данного класса, в том числе и за рубежом, знать основные свойства конструкционных материалов. Технолог должен знать все и все уметь, поскольку он является замыкающим звеном в цепочке «экономист — конструктор — технолог» и непосредственно претворяет в жизнь все решения, принятые совместно с его коллегами по управлению производством.

Таковы, в общих чертах, основные цели и методы в системе экономии металла и других ресурсов в основном производстве, при изготовлении продукции. Но ведь в действующем производстве есть еще и вспомогательные подразделения, о которых мы упоминали. Как там можно экономить металл, энергию, вспомогательные материалы, прочие ресурсы?

Прежде всего учтем, что большинство решений, внедряемых в основном производстве с целью экономии материалов, также целесообразны и для вспомогательного производства. Здесь конечно не имеется в виду, что конструктор машины должен заниматься и проектированием инструментов. Но подход конструктора машины и конструктора инструментов принципиально должен быть одинаковым при рассмотрении создаваемой ими конструкции с точки зрения ее ресурсоемкости. Также нужно принимать решения об использовании наиболее современных конструктивных материалов, унифицированных элементов, учитывать влияние принимаемого ими решения на себестоимость производства и т. д. Те же положения в полной мере относятся и к деятельности технологов, экономистов и других специалистов, занятых во вспомогательном производстве на машиностроительном предприятии. Конечно, есть и специфика.

Есть и элементы, общие для предприятия в целом. Это прежде всего — учет. Мы бы даже предложили лозунг дня: «Учет — это экономия!». Только за счет организации тщательного учета материалов в каждой точке производственного процесса, на каждом рабочем месте можно сократить их расход. Учет ликвидирует основу для бесхозяйственности, показывает личное отношение каждого работника к народному добру, делает непременным условием надежное хранение материалов, контроль их качества, четкое ведение учетной и финансовой документации. На заводе должны быть организованы современные механизированные склады, подготовлена

специальная тара для перемещения материалов, заготовок, деталей, готовых изделий и отходов внутри завода, создана система автоматизированного учета с использованием ЭВМ и периферийных учетных устройств. Качество учета нужно постоянно контролировать и стимулировать.

Естественно, что расход материалов на предприятии регламентирован нормами. Нормы рассчитывают по определенным методикам и отражают тот уровень технической культуры, который реально существует на данном предприятии.

Несколько слов о том, как машиностроительный завод влияет на экономное расходование ресурсов и, в частности, металла при эксплуатации машины у потребителя. Таких возможностей несколько:

- централизация производства ремонта машин и изготовления запасных элементов к ним;

- нормирование и контроль условий и качества эксплуатации машин;

- централизация пуска наладочных работ, сервисное обслуживание машин в процессе эксплуатации и подготовка кадров эксплуатационников.

Для достижения этих целей машиностроители организуют целую сеть пунктов наблюдений за результатами эксплуатации своих машин, систематически собирают информацию о возникающих отказах, поломках, нарушениях режима работы и тому подобное. На основании этих наблюдений не только выявляют и ликвидируют слабые места в конструкции машины и недостатки в технологии ее производства, но и оценивают потребность в запасных частях по виду и количеству.

Многие передовые машиностроительные предприятия идут еще дальше в организации контактов с потребителями. Они принимают на себя проведение всех ремонтных работ и особенно в тех случаях, когда требуется не простая замена деталей, а более капитальный ремонт, с полной разборкой всей машины или большинства наиболее сложных ее узлов.

Мы уже привыкли к тому, что ремонт часов, телевизоров, холодильников, прочей современной бытовой техники выполняют работники специализированных мастерских или даже предприятий. Тот же процесс развивается сейчас и в машиностроении. Мы уже встречаем в газетах названия: авторемонтное предприятие, станкоре-

монтажный завод, авиаремонтный завод и прочее. По этому пути и в дальнейшем будет развиваться ремонтное обслуживание машиностроительной продукции, что позволит не только значительно улучшить качество ремонта на основе использования заводской технологии и методов контроля качества, но и значительно сократить число работников, занятых в ремонтном производстве, немаловажно уменьшить расход материалов на ремонтные нужды.

К сожалению, часто машина преждевременно выходит из строя и попадает в ремонт из-за неправильной, неграмотной, небрежной ее эксплуатации. Казалось бы, какое дело до этого машиностроителям! Они свое дело сделали. Машину выпустили, а дальше дело хозяйское. Но машиностроителям не безразлично, как эксплуатируется машина. Во-первых, о ней создается определенное мнение, а следовательно, и мнение о ее создателях. Во-вторых, искажаются данные наблюдений о ее надежности, долговечности, ремонтпригодности, удобстве обслуживания, что не позволяет в полной мере принять правильные решения по дальнейшему совершенствованию ее производства и повышению ее качества. Это, в свою очередь, может существенно повлиять на мнение других покупателей и уменьшить рынок сбыта. И наконец, плохая эксплуатация машины и ее преждевременный выход из строя потребует от машиностроителей наращивания объема производства с тем, чтобы заменить машину, пришедшую в негодность.

Поэтому при продаже машины ее создатели прилагают к ней паспорт и описание технических условий ее нормальной эксплуатации. Задача машиностроителей — создать такие документы, так продумать и описать требования к организации эксплуатации машины, чтобы покупатель мог быть уверен в исполнении всех эксплуатационных требований машиностроителей. Во многих случаях дело этим не ограничивается. Машиностроители выезжают на место. Они участвуют в монтаже машины, организуют ее пробный пуск, проверяют и подсказывают потребителю, что нужно сделать, чтобы необходимые условия эксплуатации были выдержаны в полной мере. Они обучают кадры эксплуатационников, передают им свой опыт и иногда аттестуют эксплуатационников на право обслуживания данной машины.

Таковы, в общем, основные цели, методы и формы

борьбы машиностроителей за рациональное использование и экономию металла.

Как видите, целевая программа организации такой работы весьма обширна и многогранна. Она действительно охватывает интересы и машиностроителей, и тех, кто пользуется плодами их труда.

Мы рассмотрели только отдельные фрагменты в коротком рассказе, посвященном экономике машиностроения. Но и они дают представление о той большой работе, которая необходима для повышения эффективности производства, снижения цены, повышения результативности использования машины в народном хозяйстве. Мы надеемся, что внимательно вчитавшись в эти несколько страниц, читатель в полной мере оценит сущность экономической стратегии развития современного машиностроения и принципиальное содержание происходящих в нем процессов перестройки.

В ЧЕМ ЖЕ ПРЕСТИЖНОСТЬ ПРОФЕССИИ МАШИНОСТРОИТЕЛЯ?

Нас окружают машины. Одни мчатся по дорогам, воздушным и морским просторам, другие вырабатывают энергию и изготавливают детали машин, третьи незаменимы в сельском хозяйстве и животноводстве, четвертые производят молниеносные расчеты. Никого теперь это не удивляет, так же как и то, что создать такие машины человек смог только путем приобретения знаний, изучая и постигая законы природы. Не вызывает сомнений и то, что в будущем могут появиться и новые машины с новым принципом действия. Ведь нет границ познания тайн природы и невозможно представить развитие науки и техники без пытливости человеческого ума.

А ведь в период господства средневековой схоластики в XIII веке передовым людям приходилось под страхом смерти отстаивать идею о том, что знание должно развиваться, а не стоять на месте, что «истинное» знание должно быть основано только на изучении законов природы. За такие взгляды известный английский естествоиспытатель и философ Роджер Бэкон (1214—1294 годы) отсидел в тюрьмах францисканского ордена в об-

и сложности 22 года. Он предвидел, что в будущем появятся большие корабли, которые будут плыть быстрее парусных, экипажи помчатся по дорогам без тяготи и силы животных, что можно будет сделать «орудия и летания так, что человек, сидя спокойно и наблюдая различные окружающие предметы, рассекал бы воздух искусственными крыльями наподобие птиц». Бэкон писал, что люди с помощью машин смогут поднимать очень пыльные грузы и ходить по дну морей и рек. Что можно сказать по этому поводу? Только то, что почти семь веков прошли не напрасно!

Любая машина, как мы знаем, состоит из большого числа деталей. Каждую из них необходимо сделать из данного конструктором материала с выполнением установленных требований к качеству. Продвигаясь по технологическим цепочкам от станка к станку, исходная заготовка постепенно меняет форму и превращается в готовую деталь. На этом пути она побывает в руках рабочих, имеющих различную профессиональную специализацию и уровень мастерства. Трудно выделить наиболее важную профессию, так как все они необходимы в производственном цикле.

Для производства машин необходимы разные рабочие профессии. Не удивляйтесь, если на заводе вы увидите не только механические цехи, но и участки, где идет сборка сложнейших электронных узлов машин. На этих участках работают люди, умеющие собирать и называть электронные и электрические схемы, соединять между собой в сложные цепи датчики контроля и исполнительные органы машин.

Как видите, в создании машин принимают участие специалисты разных профессий. Назвать их машиностроителями вроде бы можно, так как с их помощью появляются на свет машины. А вот как величать, например, тех, кто создает шины для тракторов и автомобилей, специальные лампочки для фар или профильные детали для их кабин? Подобных деталей очень много. То же тогда следует называть машиностроителем? Подумайте. Тем более, что без многих поставляемых специалистами деталей и агрегатов машины просто не будут работать. Не сможет поехать грузовой или любой другой автомобиль без шин, трактор работать без фар, металлорежущий станок работать без клинковых шкивов, а прокатный стан — без электромоторов. Конечно,

но, вопрос непростой.

А как именовать работников, занимающихся внешним обликом машин? В настоящее время этому уделяется серьезное внимание. Говорят, что «встречают по одежке». В полной мере пословица относится и к машинам, поскольку внешний вид машины является неотъемлемым атрибутом ее качества. Особенно много хлопот с покраской машин. Однако покраска и прочие виды покрытия имеют и другое, не только эстетическое назначение. Они защищают машину от вредных воздействий окружающей среды, например, от коррозии. Нет сомнения в том, что профессии рабочих, выполняющих это важное дело, не менее нужны, чем профессии тех, которые изготавливают отдельные детали будущих машин.

В жизнь постоянно врывается новое. Не обходит оно и машиностроителей, заставляет постоянно находиться на острие научно-технического прогресса. Поэтому машиностроителям всех профессий, рабочим и специалистам необходимо постоянно повышать свои знания и умения. В упомянутом чуть ранее справочнике указано, что профессия определяется разрядами — от низшего до самого высокого. Рабочие высоких разрядов выполняют самые ответственные и точные работы. У них и заработная плата больше, чем у рабочих, имеющих невысокие разряды.

Система оплаты труда рабочих сейчас находится в центре внимания партии и правительства. По этому вопросу имеется ряд постановлений. Суть их заключается в том, чтобы ликвидировать уравниловку между производительным и непроизводительным трудом, повысить ответственность за качество продукции, снять ограничения заработной платы для тех, кто эффективно работает.

Такие меры являются полностью оправданными и необходимыми. Ведь выпуск недоброкачественной продукции причиняет нашему социалистическому государству огромный материальный ущерб. Прошло то время, когда бракодел мог скрываться за спинами своих добросовестных в работе товарищей и получать зарплату наравне с ними. Никому не дано право нарушать принципы социальной справедливости и в первую очередь основного принципа социализма «От каждого — по способности, каждому — по труду». Поэтому в рядах рабочего класса нет места лентяям, бракоделам и халтурщикам.

Здесь следует особо отметить, что вопросы совершенствования заработной платы решаются только при самом активном участии трудовых коллективов. При этом централизованно предписывается лишь максимальный размер премии для всего коллектива, например, завода. Максимальный же размер премии для работника любой бригады не ограничен, но зависит от производственных показателей самой бригады и личного вклада каждого ее члена.

Повышение тарифных ставок и окладов осуществляется за счет средств, зарабатываемых самими предприятиями. Применяя новые машины, более совершенную технологию, увеличивая производительность труда, машиностроительные заводы и объединения тем самым накапливают больше средств для материального стимулирования рабочих и служащих. В этих условиях становится выгоднее выполнять плановые задания с меньшим числом высокооплачиваемых и интенсивно работающих специалистов, чем иметь нерадивых исполнителей с низкой зарплатой и не высокой производительностью.

— Но, позвольте, — скажете Вы, — это все приводит к высвобождению рабочей силы! Зачем же тогда выбирать профессию рабочего-машиностроителя, если коллективам предприятий теперь стало выгодно иметь меньше численность? Да, к тому же еще бурно развивающаяся автоматизация производственных процессов, которая также неизбежно уменьшает число рабочих. Не появится ли у нас безработица с ростом малолетних или даже безлюдных автоматических машиностроительных производств? Вопрос, конечно, правомерный и серьезный. Постараемся на него ответить.

В нашей стране существует нехватка трудовых ресурсов, прирост которых по сравнению с приростом в 60—70-е годы сократился в несколько раз. Считают, что такая ситуация сохранится до конца века. Поэтому только на промышленных предприятиях по данным на конец 1986 года незанято 700 тысяч рабочих мест. Если же довести, как это сейчас осуществляется, использование оборудования в среднем до 1,7 смены в сутки, то число потребных рабочих мест возрастет до четырех миллионов. В связи с автоматизацией машиностроительных производств и по другим причинам происходит, конечно, высвобождение рабочих и служащих. Этим людям пред-

лагают повысить или изменить свою квалификацию, а в некоторых случаях трудоустроиться на другом предприятии, включая даже другие города или населенные пункты страны.

В нашей стране нет и не будет безработицы. Но с каждым днем повышается ценность рабочего места, поэтому им надо дорожить. А те профессии, которые являются экономически неэффективными в социальном отношении, уходят в прошлое.

Право на труд записано в Конституции СССР, в статье 40. Приведем только ее начальную часть. «Граждане СССР имеют право на труд, — то есть на получение гарантированной работы с оплатой труда в соответствии с его количеством и качеством...» Это право неукоснительно соблюдается в основном Законе нашего социалистического государства. Право на труд предоставлено каждому, но права на лучшие условия и оплату труда нужно подтверждать конкретными делами независимо от выбранной профессии.

Вы еще, очевидно, стоите на пороге выбора профессии. Если она будет машиностроительного профиля, то ее можно получить в одном из 838 профессионально-технических училищ. Их число определено по «Справочнику для поступающих в городские профессионально-технические учебные заведения». Вполне возможно, что за время, прошедшее после его издания, число таких училищ возросло. Ведь вопросу подготовки рабочих кадров теперь уделяется исключительно серьезное внимание, особенно в связи с развернувшейся перестройкой во всех областях жизни нашей страны. Вне всяких сомнений, их вполне достаточно, чтобы выбрать для себя одно из профессиональных училищ и стать квалифицированным рабочим.

Помимо рабочих профессий имеется и более высокая ступень получения машиностроительных специальностей. Речь идет о средних специальных учебных заведениях.

Наивысшая ступень машиностроительного образования — это инженер. Слово «инженер» происходит от латинского *ingeniosus*, что обозначает «талантливый, даровитый, что-то придумывающий». В русский язык оно пришло из французского от слова «*ingenieur*».

К сожалению, в последние десятилетия сильно уменьшилась престижность инженерного труда. Причин, которые привели к этому негативному явлению, достаточно

ного. Заработная плата, не соответствующая затратам труда и времени для получения инженерного образования, использование инженеров и техников на нехарактерных и малопrestижных для них работах, частое выполнение мелких работ без элементов творчества, ведение текущей бюрократической документации и многое другое сделали свое отрицательное дело.

Для устранения недостатков в деле подготовки и использования инженерных кадров к настоящему времени уже много сделано. Были приняты партийно-правительственные документы о перестройке работы высшей школы, проведены важные меры, направленные на повышение престижности инженерного труда.

Почетен и интересен труд машиностроителей. Они всегда должны быть впереди — от рабочего и техника до инженера и ученого. И тот, кто шагает в ритме со временем или опережает его, не только живет интересно и целеустремленно, но и пользуется уважением своего коллектива и всего нашего социалистического общества. А таких людей в среде машиностроителей очень много.

Серьезные задачи стоят перед машиностроителями. Много предстоит сделать. Вдумайтесь в приведенные ниже цифры...

В двенадцатой пятилетке и на период до 2000 года предусмотрено в первоочередном порядке обеспечить полную реконструкцию машиностроения и опережающие темпы его развития. На техническое перевооружение и реконструкцию промышленности в целом к концу пятилетки будет направлено до 50 % всех капитальных вложений. В 1986—1990 годах прирост промышленной продукции составит 21—24 %, в то время как продукция машиностроения и металлообработки увеличится на 40—50 %. При этом в станкостроительной, приборостроительной, электротехнической и электронной промышленности прирост продукции будет на 30—60 % выше, чем по машиностроению в целом. Обновление активной части основных производственных фондов будет доведено в машиностроении до 10—12 % ежегодно. Намечается в 3—4 раза сократить сроки разработки и освоения новой техники, которая должна превосходить по производительности и надежности в 1,5—2 раза выпускаемую и иметь меньшую металлоемкость. В двенадцатой пяти-

летке предусматривается увеличить производительности труда в машиностроении на 39—43 %.

Не менее ответственные задачи стоят и перед станкостроителями, которым необходимо обеспечить опережающий выпуск металлорежущих станков с ЧПУ, станков типа «обрабатывающий центр», тяжелых и уникальных станков и прессов, роторных и других автоматических линий, расширить выпуск станков высокой и особо высокой точности, расширить производство автоматизированных и роботизированных технологических комплексов, повысить выпуск высокопроизводительного инструмента, шире использовать упрочняющую технологию.

Для выполнения этих грандиозных задач необходимы люди, обладающие большим профессиональным мастерством, глубокими знаниями и бесконечно влюбленные в дело, которому они служат. Без такой влюбленности в свою работу нельзя представить себе специалиста, тем более молодого. Кому, как не молодым машиностроителям дерзать, преодолевать захватывающие рубежи познания, открывать новые страницы истории машин, совершать трудовые подвиги, преумножая богатства страны Советов!

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айзенштадт Л. А., Чихачев С. А. Очерки по истории станкостроения СССР. М.: Машгиз, 1957. 528 с.
2. Боголюбов А. Н. Машина и человек. Киев: Наукова думка, 1970. 163 с.
3. Данилов Б. Ф. Рабочие-умельцы. М.: Московский рабочий, 1978. 152 с.
4. Евдокимов В. Д., Полевой С. Н. Знакомьтесь — инструменты. М.: Машиностроение, 1981. 109 с.
5. Евдокимов В. Д., Полевой С. Н. Моя профессия — инструментальщик. М.: Машиностроение, 1985. 160 с.
6. Евдокимов В. Д., Полевой С. Н. От молотка до лазера. М.: Знание, 1987. 190 с.
7. Марчук Г. И. Техника — технология — экономика. Техника № 10. Единая научно-техническая политика. М.: Знание, 1986. 50 с.
8. Металлорежущие станки / Н. С. Колев, Н. С. Красниченко, Н. С. Никулин и др. М.: Машиностроение, 1980. 500 с.
9. Меркулов А. П. Без резца и штанга. М.: Машиностроение, 1983. 160 с.
10. Михеев Л. И. Рождение машин. М.: Машиностроение, 1986. 144 с.
11. Петрович Н. Т., Пуриков В. М. Путь к изобретению (десять шагов). М.: Молодая гвардия, 1986. 220 с.
12. Полевой С. Н., Евдокимов В. Д. Упрочнение металлов. М.: Машиностроение, 1986. 320 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ОТ ПРАДЕДОВ ДО НАШИХ ДНЕЙ	6
МАШИНА, КАКОЙ ОНА ДОЛЖНА БЫТЬ	41
ШАГАТЬ В НОГУ СО ВРЕМЕНЕМ	79
ПРИ ВОПРОСЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЕЙ	99
МАШИНОСТРОИТЕЛЬ — ОРГАНИЗАТОР И ЭКОНОМИСТ	132
ЧЕМ ЖЕ ПРЕСТИЖНОСТЬ ПРОФЕССИИ МАШИНОСТРОИТЕЛЯ?	153
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	159

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНОЕ ИЗДАНИЕ

Ильинский Вадим Дмитриевич, Полевой Сталин Наумович
ОБЩЕСТВЕННЫЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬ — ПРЕСТИЖНО

Редактор Н. П. Гурвич
Обложка художника Л. С. Вендрова
Художественный редактор Я. С. Вершинкин
Технический редактор Т. И. Андреева
Корректор О. Ю. Садыкова

Б № 5599

Введено в набор 02.04.88.
Подписано в печать 16.06.88. Т-08270.
Формат 84×108/16. Бумага типографская № 2.
Верстка литературная. Печать высокая.
Одн. печ. л. 5,4. Усл. кр.-этт. 8,82.
Изд. л. 8,8. Тираж 43 000 экз.
Цена 75 коп. Цена 35 к.

Издательство «Машиностроение», 107076,
Москва, Стромовский пер., 4.
Московская типография № 13 ПО «Периодика» ВО «Совзнаполиграфпром»
Государственного комитета СССР по делам издательства, полиграфии и книж-
ной торговли 107006, Москва, Демисовский пер., д. 30